

Kỷ yếu Diễn đàn Sinh viên Nghiên cứu Khoa học 2020

Chủ đề: Năng lượng tái tạo



2020

Student Forum

Tổ chức bởi

Dự án Hỗ trợ Kỹ thuật

Ngành Năng lượng Việt Nam - EU

& Viện Điện/ Trường Đại học

Bách khoa Hà Nội



LỜI MỞ ĐẦU

Kính thưa quý vị,

Xu thế phát triển các nguồn Năng lượng tái tạo như điện gió, điện mặt trời, điện sinh khối, thủy triều... là không thể đảo ngược. Các nước trên thế giới đã, đang và sẽ phải đối mặt với những bài toán về chính sách kinh tế kỹ thuật cần giải quyết nhằm gia tăng tỉ trọng của các nguồn Năng lượng tái tạo trên cơ sở đảm bảo và nâng cao độ tin cậy cung cấp điện và an ninh năng lượng. Với Việt Nam, các vấn đề cần giải quyết đó càng khó khăn hơn do chúng ta đang ở trong giai đoạn phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế dẫn đến sự tăng trưởng lớn của nhu cầu tiêu thụ điện.

Một thách thức không nhỏ khác nằm ở việc phát triển nguồn nhân lực đáp ứng được nhu cầu của thị trường lao động trong lĩnh vực Điện và Năng lượng tái tạo. Là những người làm công tác đào tạo, chúng tôi ý thức được vai trò quan trọng của mình trong bài toán phát triển nguồn nhân lực chất lượng cao cho ngành Điện và Năng lượng tái tạo. Diễn đàn sinh viên nghiên cứu khoa học – Chủ đề Năng lượng tái tạo 2020, trong khuôn khổ chương trình hợp tác giữa Viện Điện và Tổ chức Hợp tác Phát triển Đức GLZ, là một nỗ lực của chúng tôi trong việc nâng cao kiến thức cho sinh viên, tạo ra và tăng cường sự gắn kết giữa các giảng viên, các bạn sinh viên của nhiều trường đại học và các nhà tuyển dụng từ khắp mọi miền của Việt Nam.

Chúng tôi rất vui được chào đón hơn 200 người là các bạn sinh viên từ 8 trường đại học, các diễn giả, giảng viên và khách mời đã tham gia Diễn đàn tại khách sạn Hanoi Club trong ngày 8 tháng 12 để cùng trình bày, chia sẻ kiến thức và kinh nghiệm thực tiễn trong ngành. Từ 83 đề xuất ban đầu, 60 đề xuất nghiên cứu khoa học đã được chọn trình bày trong Diễn đàn và nhận được đánh giá, góp ý bởi 23 thành viên trong Hội đồng giám khảo thông qua 12 phiên thảo luận xuyên suốt trong ngày. Từ 60 đề xuất khoa học này, 15 bài xuất sắc nhất đã được lựa chọn nhận kỷ niệm chương cùng quà tặng ý nghĩa từ Ban tổ chức và các nhà tài trợ của chương trình.

Chúng tôi tin rằng Diễn đàn đã khơi dậy tinh thần nghiên cứu khoa học tìm tòi sáng tạo về chủ đề Năng lượng tái tạo, mang đến một sân chơi cởi mở, khai phóng cho các em sinh viên được phát huy mọi khả năng nghiên cứu của mình, tự do trình bày các ý tưởng và nhận được các tư vấn chất lượng từ các giảng viên từ các trường đại học. Diễn đàn sẽ ươm mầm cho các nhà nghiên cứu trong tương lai, xa hơn sẽ tạo lực lượng nhà nghiên cứu giúp Việt Nam chủ động về mặt khoa học kỹ thuật trong ngành Năng lượng tái tạo.

Xin trân trọng chia sẻ với quý vị các báo cáo của Diễn đàn này. Chúng tôi hy vọng sẽ nhận được sự tham gia tích cực của quý vị trong các hoạt động sắp tới của Viện Điện cũng như Dự án Hỗ trợ Kỹ thuật Ngành Năng lượng Việt Nam – EU (EVEF) trong công tác đào tạo nhân lực cho ngành Năng lượng tái tạo.

Trân trọng,

Ban Tổ chức Diễn đàn sinh viên Nghiên cứu khoa học 2020 – Chủ đề Năng lượng tái tạo



LỜI CẢM ƠN

Kính thưa quý vị,

Chúng tôi rất vui mừng được chào đón bạn đến với “Diễn đàn sinh viên nghiên cứu khoa học – Chủ đề Năng lượng tái tạo 2020” tại Hà Nội - một cột mốc quan trọng trong chuỗi 1 năm hoạt động của dự án Hỗ trợ Kỹ thuật Ngành Năng lượng Việt Nam - EU (EVEF), trong khuôn khổ chương trình hợp tác giữa Viện Điện và Tổ chức Hợp tác phát triển Đức (GIZ).

Diễn đàn sinh viên nghiên cứu khoa học – Chủ đề Năng lượng tái tạo 2020 mang đến cơ hội cho các bạn sinh viên, các giảng viên, các nhà nghiên cứu đang làm việc trong lĩnh vực Năng lượng tái tạo gặp gỡ và chia sẻ những hiểu biết, nghiên cứu của mình.

Tự hào là một đơn vị đã đào tạo nhiều kỹ sư, chuyên gia đang giữ các vị trí quan trọng trong ngành điện Việt Nam, hiện tại Viện Điện đang cùng các cán bộ ngành Điện triển khai nhiều dự án tư vấn cho các cơ quan nhà nước các chính sách chiến lược phát triển Năng lượng điện tái tạo.

Thay mặt ban tổ chức, chúng tôi xin cảm ơn tất cả các tác giả đã nộp bài tham dự hội thảo. Chúng tôi chân thành bày tỏ lòng biết ơn đối với những diễn giả nổi tiếng, những người tham gia và đồng nghiệp vì những đóng góp vô giá của các bạn cho hội nghị của chúng tôi. Cũng xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến những người phản biện vì sự hỗ trợ nhiệt tình trong việc xét duyệt các bài báo tham gia hội thảo. Cảm ơn các tổ chức, đơn vị, doanh nghiệp và các trường đại học hợp tác cùng chúng tôi tổ chức hội nghị.

Nguyễn Huy Phương

Viện trưởng Viện Điện – Trường Đại học Bách khoa Hà Nội



Xin chào mọi người,

Trước hết, tôi xin gửi lời cảm ơn tới Ban lãnh đạo Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội vì đã phối hợp cùng chúng tôi lần đầu tiên tổ chức “Diễn đàn sinh viên nghiên cứu khoa học 2020 - Chủ đề Năng lượng tái tạo” rất ý nghĩa này. Tôi cũng xin cảm ơn các diễn giả ưu tú là những chuyên gia hàng đầu trong ngành năng lượng tái tạo (NLTT) đang có mặt tại đây ngày hôm nay.

Tôi xin gửi lời chào đặc biệt tới các bạn sinh viên tài năng từ 8 trường Đại học khác nhau sẽ thuyết trình ngày hôm nay, cũng như các giảng viên - những người không chỉ đưa ra nhiều góp ý giá trị cho sinh viên với tư cách đồng chủ trì của các phiên trao đổi kỹ thuật, mà còn đánh giá kết quả diễn đàn của chúng ta. Nếu không có họ, chúng ta sẽ không thể có một diễn đàn thành công.

Tôi cảm thấy rất vinh dự khi được có mặt tại đây để phát biểu khai mạc Diễn đàn với tư cách Giám đốc Dự án Hỗ trợ Kỹ thuật Ngành Năng lượng Việt Nam – EU (EVEF) do Liên minh châu Âu (EU) và Bộ Hợp tác Kinh tế và Phát triển Liên bang Đức (BMZ) đồng tài trợ.

Dự án EVEF đang hỗ trợ Chính phủ Việt Nam/Bộ Công Thương (BCT) cũng như các bên liên quan khác trong khu vực công và tư nhân nhằm cải thiện khung pháp lý, tăng cường năng lực và thúc đẩy chuyển giao công nghệ về năng lượng tái tạo, tiếp cận năng lượng, thông tin năng lượng và hiệu quả năng lượng (HQNL).

Tôi muốn cung cấp cho các bạn một số ví dụ về sự hỗ trợ của chúng tôi đối với việc cải thiện khung pháp lý và tác động của nó:

- Sau khi Biểu giá điện dành cho các nhà máy điện gió được phê duyệt, công suất lắp đặt của các nhà máy đã tăng từ dưới 200 MW (2018) lên 600 MW ở thời điểm hiện tại
- Sau khi Biểu giá điện dành cho các nhà máy điện mặt trời được phê duyệt, công suất lắp đặt của các nhà máy đã tăng từ dưới 85 MW (2018) lên 6.000 MW ở thời điểm hiện tại
- Sau khi Chương trình thúc đẩy điện mặt trời mái nhà giai đoạn 2019-2025 được phê duyệt, công suất lắp đặt ĐMTMN đã tăng từ dưới 50 MW (2018) lên 2.900 MW ở thời điểm hiện tại (73.000 hệ thống ĐMTMN)
- Quyết định xây dựng một Hệ thống thông tin năng lượng Việt Nam toàn diện
- Chương trình quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả lần 3 của Việt Nam (giai đoạn 2019-2030) đã được phê duyệt

Dự án EVEF đang điều hành Ban thư ký của Nhóm Đối tác Năng lượng Việt Nam (VEPG). VEPG được Chính phủ Việt Nam, các đối tác phát triển và các bên liên quan khác trong khu vực công và tư nhân công nhận là một diễn đàn mở về đối thoại chính sách kỹ thuật năng lượng cấp cao.



EVEF cũng đang khuyến khích đổi mới, các mối quan hệ đối tác, chia sẻ thông tin về các mạng lưới và chuyển giao công nghệ thông qua việc hỗ trợ các bên liên quan chính khác, ví dụ như:

- Dự án đang thực hiện Nghiên cứu về chuyển dịch năng lượng cho Ban Kinh tế Trung ương và Ủy ban Khoa học, Công nghệ và Môi trường của Quốc hội sau khi Bộ Chính trị ban hành Nghị quyết 55 về “Định hướng chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045”.
- Chúng tôi cũng hỗ trợ Ban Tuyên giáo Trung ương thúc đẩy NLTT và HQNL ở tất cả các tỉnh tại Việt Nam.
- Hỗ trợ Trung tâm nghiên cứu vùng và đô thị trong việc cải thiện năng lực của các nhà báo và cán bộ truyền thông khi đưa tin về các vấn đề liên quan đến NLTT và HQNL, qua đó tạo ra những bài báo chất lượng cao về lĩnh vực này.

NHƯNG nếu muốn chuyển đổi hệ thống điện của Việt Nam theo hướng bền vững và phi tập trung hơn dựa trên các nguồn NLTT trong nước và theo các phương thức tiết kiệm mới, chúng ta cũng phải đảm bảo mình có đủ nguồn nhân lực chất lượng cao để quản lý các khoản đầu tư rất lớn trong tương lai vào các lĩnh vực này.

Do đó, EVEF đã quyết định hỗ trợ kỹ thuật cho Viện Điện trong dự án “Tăng cường năng lực nghiên cứu và chuyển giao kiến thức về tích hợp NLTT vào lưới điện”.

Mục đích chính của dự án là nâng cao năng lực giảng dạy của các giảng viên nhằm phát triển và thực hiện hiệu quả các chương trình giáo dục chất lượng cao về NLTT, xây dựng mạng lưới giữa Viện Điện thuộc Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, các cơ sở nghiên cứu khác và khu vực tư nhân nhằm thúc đẩy nghiên cứu NLTT, gắn kết kiến thức và kỹ năng do các cơ sở đào tạo cung cấp với nhu cầu của thị trường NLTT và HQNL. Dự án cũng sẽ nâng cao nhận thức, kiến thức và sự quan tâm của sinh viên đối với NLTT và HQNL. EVEF vui mừng khi được là nhà tài trợ cho Diễn đàn sinh viên nghiên cứu khoa học 2020 với chủ đề Năng lượng tái tạo.

Tôi rất vui khi thấy cộng đồng sinh viên dành nhiều sự quan tâm cho “Diễn đàn sinh viên nghiên cứu khoa học 2020 - Chủ đề Năng lượng tái tạo” và cũng rất mong được nghe các bài trình bày về nghiên cứu của các bạn.

Tôi hy vọng các bạn sẽ cân nhắc về việc trở thành một chuyên gia hoặc nhà nghiên cứu trong ngành NLTT và/hoặc HQNL trong tương lai.

Sven Ernedal

Giám đốc Dự án Hỗ trợ Kỹ thuật Ngành Năng lượng Việt Nam – EU (EVEF)

**MỤC LỤC**

Trang

Thông tin diễn giả	6
Khung chương trình	10
Session 1	18
Session 2	38
Session 3	52
Session 4	72
Session 5	93
Session 6	113
Session 7	128
Session 8	148
Session 9	169
Session 10	189
Session 11	208
Session 12	228
15 Đề xuất nghiên cứu khoa học xuất sắc nhất	248
Một số hình ảnh nổi bật	250



THÔNG TIN DIỄN GIẢ



TS. Vũ Minh Pháp

VIỆN KHOA HỌC NĂNG LƯỢNG -

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

Chủ đề: Trung tâm Năng lượng tái tạo Ninh Thuận

Ông Vũ Minh Pháp nhận bằng Tiến sĩ về Kỹ thuật Điện và Điện tử tại Trường Đại học Mie, Nhật Bản năm 2018. Hiện ông đang là Phó Chủ tịch Hội đồng Khoa học kiêm Phó Giám đốc Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Công nghệ Năng lượng tái tạo tại Viện Khoa học Năng lượng, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Ông là tác giả và đồng tác giả của khoảng 30 bài báo và tham luận hội nghị, 01 cuốn sách và 01 bằng sáng chế. Các lĩnh vực nghiên cứu của ông bao gồm điện mặt trời, năng lượng tái tạo, hệ thống điện hybrid và hệ thống chuyển đổi điện năng.



Ông Bùi Văn Thịnh

CÔNG TY CỔ PHẦN PHONG ĐIỆN THUẬN BÌNH

Chủ đề: Phú Lạc - Dự án điện gió tiêu biểu châu Á năm 2017

Ông Bùi Văn Thịnh có hơn 30 năm làm việc trong ngành điện tại Việt Nam, trong đó có 21 năm kinh nghiệm với các dự án thủy điện và 11 năm về điện gió. Dự án điện gió đầu tiên của ông là trang trại điện gió Phú Lạc 24MW. Đây là trang trại điện gió thứ tư tại Việt Nam và đã nhận được giải thưởng "Dự án Điện gió Châu Á năm 2017". Ông là CEO của Công ty Cổ phần Phong điện Thuận Bình (TBW) - một trong những công ty đầu tiên tại Việt Nam làm về năng lượng gió. TBW có kế hoạch phát triển khoảng 1.000MW điện từ các dự án năng lượng tái tạo từ nay đến năm 2030 tại Việt Nam, bao gồm cả dự án điện gió và mặt trời. Ông cũng là Chủ tịch Hiệp hội Điện gió & Mặt trời Bình Thuận.



Chị Trần Thị Phương Thảo

NEW ENERGY NEXUS VIETNAM

Chủ đề: “Clean Energy Innovations in Vietnam and career development opportunities for technical students and young engineers”

Chị Phương Thảo là quản lý chương trình hỗ trợ khởi nghiệp, có kinh nghiệm trong việc khởi tạo và thúc đẩy các điều kiện cần thiết cho sự phát triển của các dự án khởi nghiệp kinh doanh trong lĩnh vực năng lượng sạch. Hiện tại, chị đang dẫn dắt đội ngũ New Energy Nexus Vietnam, thúc đẩy sự phát triển của nền kinh tế năng lượng tái tạo trong nước cũng như đóng góp cho hệ sinh thái khởi nghiệp năng lượng bền vững trong khu vực.

Trước New Energy Nexus, chị Phương Thảo đã từng là Quản lý chương trình ương tạo và tăng tốc toàn quốc của Vườn ươm Sông Hàn. Chị vận hành các chương trình hoạt động tại Hà Nội, TP. Hồ Chí Minh, Đà Nẵng và nhiệt tình hỗ trợ các dự án khởi nghiệp trong hành trình của họ.

Chị Phương Thảo cũng là một người hay đi du lịch, đam mê các giải pháp môi trường, và là một chuyên gia trong việc cung cấp dịch vụ chăm sóc khách hàng ưu việt.



ThS. Đinh Xuân Đức

TRUNG TÂM ĐIỀU ĐỘ HỆ THỐNG ĐIỆN QUỐC GIA

Chủ đề: Giải pháp công nghệ và quản lý trong kết nối cơ sở hạ tầng về năng lượng ASEAN

Ông Đinh Xuân Đức có bằng Kỹ sư về Hệ thống điện tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội; bằng Thạc sĩ Kỹ thuật về Quản lý hệ thống điện và bằng Thạc sĩ Quản trị kinh doanh về Quản trị quốc tế tại Viện Công nghệ Châu Á ở Thái Lan; bằng cử nhân Ngoại ngữ tại Trường Đại học Hà Nội. Ông có 10 năm kinh nghiệm làm việc trong vị trí Chuyên viên cao cấp, Phòng Phương Thức tại Trung tâm Điều độ Hệ thống điện Quốc gia (NLDC) thuộc Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN). Ông hiện là Phó Giám đốc Phòng Phương Thức của Trung tâm Điều độ Quốc gia (NLDC) thuộc Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN).



TS. Nguyễn Mạnh Cường

PHÓ VỤ TRƯỞNG VỤ PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG ĐIỆN, VIỆN NĂNG LƯỢNG, BỘ CÔNG THƯƠNG

Chủ đề: Tương lai Năng lượng tái tạo trong Hệ thống điện Việt Nam

Ông Nguyễn Mạnh Cường nhận bằng Kỹ sư về Hệ thống điện và bằng Tiến sĩ về Kỹ sư Điện tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội lần lượt vào năm 2004 và 2018.

Ông đã làm việc cho Viện Năng lượng trực thuộc Bộ Công Thương từ năm 2004. Ông có kinh nghiệm tư vấn trong lĩnh vực Mô hình hóa và Phân tích Hệ thống Điện, Nghiên cứu dòng tải, độ ổn định hệ thống điện, tính toán ngắn mạch, Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia (PDP). Ông là cán bộ chủ chốt trong nhóm xây dựng PDP6 Việt Nam (giai đoạn 2006-2025), PDP7 (giai đoạn 2010-2030), PDP7 đã sửa đổi (giai đoạn 2026-2030) và PDP8 (2021-2045). Gần đây, ông đang quan tâm đến lĩnh vực Nghiên cứu lưới để tích hợp Năng lượng tái tạo vào Hệ thống điện quốc gia. Ông hiện là Phó phòng Phát triển Hệ thống điện của Viện Năng lượng tại Hà Nội.



PGS. TS. Nguyễn Đức Huy

VIỆN ĐIỆN, TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

Chủ đề: Đào tạo năng lượng tái tạo trong Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Ông Nguyễn Đức Huy là Phó Giáo sư đang giảng dạy tại Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội (ĐHBKHN). Ông đã có hơn 50 ấn phẩm trong nước và quốc tế và là thành viên của Hội Kỹ sư Điện và Điện tử (IEEE). Ông tham gia tích cực vào một số chương trình đào tạo cho các chuyên gia trong ngành của các công ty phân phối điện, Trung tâm Điều độ Hệ thống điện Quốc gia (EVN NLDC), các công ty phát điện. Ông hiện là Phó viện trưởng Viện Điện (ĐHBKHN), nơi ông phụ trách xây dựng và quản lý chương trình đào tạo. Các lĩnh vực nghiên cứu của ông bao gồm động lực học và sự ổn định của hệ thống điện, lưới điện thông minh và các kỹ thuật trí tuệ nhân tạo trong hệ thống điện.



ThS. Ngô Tố Nhiên

TỔ CHỨC CHUYỂN DỊCH NĂNG LƯỢNG VIỆT NAM (VIET SE)

Chủ đề: Cập nhật chính sách năng lượng Việt Nam

Thạc sĩ Ngô Tố Nhiên là Giám đốc Điều hành của Tổ chức Sáng kiến về Chuyển dịch Năng lượng Việt Nam (VIET SE) với hơn 20 năm kinh nghiệm làm việc, tập trung vào các lĩnh vực như kinh tế năng lượng, chính sách, quy hoạch và đánh giá các công nghệ năng lượng carbon thấp. Bà từng là chuyên gia năng lượng độc lập triển khai các dự án do Ngân hàng Thế giới, EU, UNDP, UNIDO, ADB tài trợ, hợp tác với Bộ Công Thương. Bà đã góp phần trong việc xây dựng bản đồ năng lượng tái tạo tiềm năng cho điện gió, điện mặt trời, thủy điện và sinh khối. Bên cạnh đó, bà cũng đã thực hiện một số bài nghiên cứu về trợ giá năng lượng, giá điện, đề xuất chính sách chuyển dịch năng lượng bao gồm phát triển điện gió ngoài khơi Việt Nam, thiết kế cơ chế đấu giá cho các dự án năng lượng tái tạo và thiết kế mô hình Super-ESCO tại Việt Nam,... Bà cũng là thành viên ban thư ký thành lập Nhóm Đối tác Năng lượng Việt Nam (VEPG).

Bà đã nhận được bằng Thạc sĩ Khoa học về Hệ thống Năng lượng và Quản lý với học bổng DAAD của Chính phủ Đức. Năm 2012, bà là người Việt Nam đầu tiên nhận được học bổng danh dự của Chương trình Bảo vệ Khí hậu Quốc tế do Quỹ Alexander von Humboldt tài trợ.



KHUNG CHƯƠNG TRÌNH

PHIÊN KHAI MẠC

8:00 - 8:30	Đăng ký tham dự
8:30 - 8:35	PGS. TS. Nguyễn Huy Phương , Viện trưởng Viện Điện – Trường Đại học Bách khoa Hà Nội
8:35 - 8:45	Ông Sven Ernedal , Giám đốc Dự án Hỗ trợ Kỹ thuật Ngành Năng lượng Việt Nam – EU (EVEF)
Diễn Giả Chính	Phòng: Orchid Điều phối: TS. Nguyễn Đức Tuyên, ĐHBKHN
8:45 - 9:00	TS. Vũ Minh Pháp , Viện Khoa học Năng lượng - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Chủ đề: Trung tâm Năng lượng tái tạo Ninh Thuận
9:00 - 9:15	Ông Bùi Văn Thịnh , Công ty Cổ phần Phong điện Thuận Bình Chủ đề: Phú Lạc - Dự án điện gió tiêu biểu châu Á năm 2017
9:15 - 9:30	ThS. Ngô Tố Nhiên , Tổ chức Chuyển dịch Năng lượng Việt Nam (VIET SE). Chủ đề: Cập nhật chính sách năng lượng Việt Nam
9:30 - 9:45	ThS. Đinh Xuân Đức , Trung tâm điều độ Hệ thống điện quốc gia (EVNNLDC) Chủ đề: Giải pháp công nghệ và quản lý trong kết nối cơ sở hạ tầng về năng lượng ASEAN
9:45 - 10:00	TS. Nguyễn Mạnh Cường , Viện Năng lượng - Bộ Công Thương Chủ đề: Tương lai Năng lượng tái tạo trong Hệ thống điện Việt Nam
10:00 - 10:15	PGS. TS. Nguyễn Đức Huy , Viện Điện - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội Chủ đề: Đào tạo năng lượng tái tạo trong Trường Đại học Bách khoa Hà Nội
10:15 - 10:30 (15')	Chụp ảnh kỷ niệm
10:30 - 11:15 (45')	Nghỉ giải lao



TRÌNH BÀY ĐỀ XUẤT

Session 1		Phòng: Orchid Chủ tọa: Nguyễn Xuân Trường, Trần Thanh Sơn
11:15-11:30		Trần Quốc Ngử, Nguyễn Đức Tuyên , “Demand response program: optimization for utilities of multi-energy source suppliers and consumers based on social welfare framework”
11:30-11:45		Lê Thị Vân Anh, Nguyễn Phương Duy, Nguyễn Trung Hiếu, Bùi Đức Hiếu, Nguyễn Đức Quân, Nguyễn Minh Ngọc , “Giải pháp sử dụng máy phát điện BIOGAS để tạo nguồn điện năng từ khí Biogas thu hồi ở trạm xử lý nước thải: Nghiên cứu thí điểm tại trạm xử lý nước thải công nghiệp thực phẩm Công ty CPV Food, công suất 8.000m ³ /ngày đêm, tỉnh Bình Phước”
11:45-12:00		Bùi Quang Hậu, Nguyễn Đào Đại Hải, Đinh Vũ Hải, Chu Minh Hoàn, Nguyễn Trung Hiếu, Lê Quang Hưng, Nguyễn Quang Thuấn , “Nghiên cứu đề xuất điều chế nhiên liệu hydrogen bằng phương pháp điện phân”
12:00-12:15		Lê Anh Tuấn, Nguyễn Văn Nghiệp, Nguyễn Thị Hoài Thu , “Dự báo tốc độ gió sử dụng mô hình convolutional neural network - long short-term memory network kết hợp wavelet packet decomposition và điều chỉnh sai số”
12:15-12:30		Lê Tấn Vũ, Phạm Mạnh Hải , “Nghiên cứu dự báo công suất phát của nhà máy điện mặt trời dựa trên dữ liệu bức xạ đã có”
Session 2		Phòng: Jasmine 1 Chủ tọa: Hoàng Trung Kiên, Nguyễn Quốc Minh
11:30-11:45		Nguyễn Đức Long, Hoàng Tiến Thắng, Vũ Thị Thúy Nga , “Phương pháp điều khiển bám điểm công suất cực đại pin mặt trời sử dụng Double Deep Q Network”
11:45-12:00		Trần Xuân Thành, Phạm Văn Dương, Phan Đình Mạnh, Nguyễn Thị Hoài, Nguyễn Đức Huy , “Impact of distributed solar plants on the operation of medium voltage systems”
12:00-12:15		Hoàng Ngọc Chuyên, Vũ Trung Kiên, Nguyễn Xuân Trường , “Đánh giá tiềm năng phát triển năng lượng xanh trên biển”
12:15-12:30		Trịnh Hoàng Lâm, Nguyễn Quang Thuấn , “Nghiên cứu đề xuất kết hợp lắp đặt thêm công nghệ tuabin nước xoáy phía dưới chân thủy điện”



Session 3	Phòng: Jasmine 2 Chủ tọa: Đặng Hoàng Anh, Võ Duy Thành
11:15-11:30	Phan Nguyễn Tuấn Long, Lê Gia Thanh Trúc, Hoàng Trung Kiên, “Statistical Modeling for Offshore Wind Turbine: A Quantitative Evaluation between Foundation Structures under Vietnam Condition”
11:30-11:45	Hoàng Nhật, Nguyễn Đức Tuyên, “Optimal Scheduling for Charging and Discharging of Electric Vehicles”
11:45-12:00	Đỗ Thị Ngọc Diễm, Ngô Thị Trang, Đỗ Thị Nguyệt, Hoàng Việt Phương, Nguyễn Quang Thuấn, “Nghiên cứu đề xuất phương pháp dùng nhiệt lượng ủ từ hầm rác để sản xuất điện”
12:00-12:15	Phan Quang Bách, Nguyễn Minh Chính, Đoàn Duy Thiêm, Bùi Hải Đăng, Vũ Thị Thúy Nga, “Three-phase inverter voltage control”
12:15-12:30	Nguyễn Trung Tuyên, Nguyễn Thế Anh, Vũ Quang Hải, Lê Thị Minh Châu, “Tự động điều chỉnh điện áp của hệ thống điện mặt trời áp mái nối lưới”
Session 4	Phòng: Board Chủ tọa: Đinh Thành Việt, Nguyễn Thị Anh
11:15-11:30	Nguyễn Thị Dung, Đỗ Văn Đạt, Nguyễn Thị Hằng, Ngô Linh Trang, Bùi Xuân Hối, “Xây dựng công cụ xác định hiệu quả đầu tư của các dự án điện mặt trời mái nhà tại Việt Nam”
11:30-11:45	Nguyễn Tiến Lực, Lưu Trung Kiên, Hoàng Văn Chiến, Nguyễn Tiến Trung, Phan Văn Long, Lê Việt Tiến, “Phương pháp phân tích kinh tế của hệ thống điện mặt trời áp mái”
11:45-12:00	Hồ Đức Hoàng, Nguyễn Đức Tuyên, “Energy storage system for renewable energy sources according to the gravitational potential theorem”
12:00-12:15	Trịnh Tuấn Tú, Dương Tuấn Anh, Hoàng Thị Hương Giang, Nguyễn Thúy Nga, Phạm Việt Hoàng, Nguyễn Đức Huy, “Optimal sizing for battery energy storage in isolated power systems”
12:15-12:30	Nguyễn Thị Bích Ngọc, Hoàng Trung Kiên, “Wind farm layout optimization considering wake effect”
12:30-14:00	Ăn trưa (1:30’)



Session 5	Phòng: Orchid Chủ tọa: Phạm Mạnh Hải, Nguyễn Thị Hoài Thu
14:00-14:15	Vũ Xuân Sơn Hữu, Nguyễn Đức Tuyên , “Assessment of solar irradiance forecasting utilizing Attention-Based Bidirectional Long Short-Term Memory model via mean absolute percentage error”
14:15-14:30	Đỗ Văn Long, Nguyễn Đức Tuyên “Two-stage stochastic unit commitment for microgrid”
14:30-14:45	Lê Hải Triều, Trịnh Tuấn Tú, Vũ Xuân Sơn Hữu, Nguyễn Đức Huy “Short-term load forecasting using Long Short-Term Memory Network”
14:45-15:00	Bùi Đức Việt, Đào Văn Thiên, Hoàng Bảo Thuyền, Nguyễn Quang Thuận “Kết hợp điện mặt trời với tuabin trên đường ống dẫn nước dọc đại lộ Thăng Long cấp điện chiếu sáng, sạc xe điện và hòa lưới”
15:15-15:30	Quách Dương Trọng Hiếu, Ngô Việt Hoàng, Nguyễn Xuân Trường “Photovoltaic system integration in a green data center”
Session 6	Phòng: Jasmine 1 Chủ tọa: Nguyễn Phúc Khải, Vũ Thị Thúy Nga
14:00-14:15	Phạm Trọng Hùng, Phan Công Minh, Hoàng Văn Dư, Nguyễn Văn Vinh, Nguyễn Nhất Tùng “Control of active and reactive power of voltage source converter”
14:15-14:30	Dương Minh Sang, Trần Hữu Đức, Vũ Hoàng Phương “An Improved Method of Model Predictive Current Control for Multilevel Cascaded H-Bridge Inverters”
14:30-14:45	Nguyễn Đăng Tiến, Trần Trang Ninh, Nguyễn Tiến Thành, Nguyễn Trần Minh Trang, Nguyễn Đức Thảo, Nguyễn Quốc Minh “Nhận dạng tấm pin mặt trời bị lỗi dựa trên dữ liệu ảnh bằng trí tuệ nhân tạo”
14:45-15:00	Nguyễn Thị Trâm Anh, Lê Thu Cúc, Nguyễn Hoàng Sơn, Nguyễn Phương Thảo, Phạm Cảnh Huy “Áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) lựa chọn dạng năng lượng phát điện cho các hộ gia đình vùng sâu, vùng xa chưa có điện lưới - Nghiên cứu điển hình tại tỉnh Lai Châu”



Session 7	Phòng: Jasmine 2 Chủ tọa: Nguyễn Quang Thuận, Lê Thị Minh Châu
14:00-14:15	Hồ Thị Mai Quyên, Đoàn Hải Ninh, Nguyễn Lan Hương , “Đánh giá kết quả ứng dụng QGIS trong nghiên cứu tiềm năng khai thác thủy điện và tác động đến môi trường của thủy điện nhỏ trên lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn”
14:15-14:30	Vũ Xuân Tùng, Nguyễn Tiến Khôi, Lê Việt Tiến , “Tiêu chuẩn, quy chuẩn áp dụng cho hệ thống điện mặt trời áp mái”
14:30-14:45	Phan Quốc Bảo, Nguyễn Đoàn Quyết , “Introduction to overvoltage protection of PV plant”
14:45-15:00	Phạm Hải Minh, Nguyễn Vũ Nhật Nam, Tào Thị Quỳnh Anh, Nguyễn Đức Tuyên , “Tuabin gió không khí ở độ cao lớn”
15:15-15:30	Phùng Văn Hào, Bùi Văn Đoàn, Hoàng Thị Tiến, Khương Thị Trang, Dương Ngọc An, Ninh Văn Nam , “Nghiên cứu quá điện áp của trang trại điện gió khi xảy ra sét đánh”
Session 8	Phòng: Board Chủ tọa: Nguyễn Văn Vinh, Nguyễn Kiên Trung
14:00-14:15	Trần Hoàng Nam, Hoàng Nguyên Khánh, Bùi Thị Phương, Hà Đức Mạnh, Nguyễn Quốc Minh , “Đánh giá ảnh hưởng dòng ngắn mạch từ Tuabin gió”
14:15-14:30	Đỗ Tùng Dương, Nguyễn Phạm Đăng Khôi, Phan Nguyễn Duy Thái, Nguyễn Khánh Huyền, Vũ Ngọc Hương Giang, Nguyễn Xuân Trường , “Development of an on-grid photovoltaic system for an electrical vehicle charging station”
14:30-14:45	Nguyễn Tuấn Anh, Phạm Mạnh Hải , “Dự án thiết kế - tính toán hệ thống đèn năng lượng mặt trời”
14:45-15:00	Nguyễn Trần Hoài Linh, Nguyễn Văn Sơn, Hoàng Xuân Trí, Võ Duy Thành , “Hệ thống mô phỏng tích hợp phần cứng cho hệ năng lượng lai trên xe ô tô điện Mitsubishi i-MiEV”
15:15-15:30	Đoàn Tiến Anh, Nguyễn Thị Anh , “Đánh giá kinh tế của hệ thống điện mặt trời mái nhà tại Việt Nam”
15:15-15:45	Nghỉ giải lao (30’)



Session 9	Phòng: Orchid Chủ tọa: Đinh Thành Việt, Hoàng Đức Chính
15:45-16:00	Nguyễn Xuân Khải, Nguyễn Tuấn An, Lê Văn Hiếu, Nguyễn Kiên Trung, “Hệ thống sạc động hiệu suất cao cho ô tô điện”
16:00-16:15	Bùi Hải Đăng, Đỗ Ngọc Quý, Nguyễn Thế Việt, Vũ Mạnh Hùng, Nguyễn Kiên Trung, “Fast adaptive parameters identification for online state-of-charge estimation”
16:15-16:30	Nguyễn Minh Tiến, Trần Anh Dũng, Tạ Hữu Quang Duy, Võ Duy Thành, “Mô phỏng thời gian thực cho ô tô điện sử dụng phương pháp biểu diễn ví mô năng lượng”
16:30-16:45	Nguyễn Thanh Hùng, Trần Minh Ngọc, Lê Quang Huy, Lê Minh Thùy, “Giải pháp thu hoạch năng lượng từ hiệu ứng ma sát điện ứng dụng cho giày thông minh”
16:45-17:00	Nguyễn Minh Ngọc, Phạm Mạnh Hải, “Tính toán đánh giá dao động công suất của nhà máy điện mặt trời”
Session 10	Phòng: Jasmine 1 Chủ tọa: Nguyễn Phúc Khải, Lê Minh Thùy
15:45-16:00	Trần Đình Chiến, Đậu Danh Quyết, Vũ Hoàng Phương, Hoàng Đức Chính, “Hệ thống giám sát cho nguồn năng lượng mặt trời”
16:00-16:15	Võ Bá Linh, Nguyễn Đức Tuyên, “Simulation and assessment of false data injection attack in physical layer of smart grid”
16:15-16:30	Trần Minh Hoàn, Phạm Quang Vinh, Nguyễn Đức Tuyên, “Modular cascaded H-bridge multilevel converter for high-power PV system”
16:30-16:45	Dương Minh Khánh, Nguyễn Thị Anh, “Nâng cao chất lượng điện áp của hệ thống PV nối lưới trên lưới hạ áp bằng cách sử dụng bộ lưu trữ năng lượng hybrid”
16:45-17:00	Trương Việt Hoàng, Nguyễn Văn Cao, Vũ Hoàng Phương, “Khắc phục và chuẩn đoán lỗi cho biến tần đa mức trong hệ pv công suất lớn”



Session 11	Phòng: Jasmine 2 Chủ tọa: Vũ Hoàng Phương, Lê Việt Tiến
15:45-16:00	Nguyễn Trung Nam, Phan Văn Khôi, Phạm Hoàng Lương , “Nghiên cứu về thực trạng, tiềm năng của năng lượng mặt trời ở Việt Nam giai đoạn 2021-2030”
16:00-16:15	Đỗ Đức Quang, Nguyễn Xuân Thắng, Nguyễn Thị Hoài Thu , “Lập kế hoạch quản lý năng lượng cho lưới điện siêu nhỏ xét đến tính bất định sử dụng phương pháp Robust Optimization”
16:15-16:30	Bùi Đức Thịnh, Nguyễn Duy Đức Anh, Trần Tiến Dũng, Phạm Văn Nam, Vũ Thị Thúy Nga , “Tổng hợp các phương pháp áp dụng AI vào điều khiển hệ thống năng lượng tái tạo”
16:30-16:45	Lê Viết Thịnh, Nguyễn Đức Tuyên , “Monitoring health state of Photovoltaic module through series resistance analysis”
16:45-17:00	Nguyễn Sỹ Quân, Nguyễn Đức Tuyên , “Impact of smart grid on renewable energy: a simulation approach”
Session 12	Phòng: Board Chủ tọa: Ninh Văn Nam, Nguyễn Đoàn Quyết
15:45-16:00	Đinh Quang Minh, Vũ Hồng Tiến, Lê Minh Thùy , “Giải pháp thu hoạch năng lượng từ sóng viễn thông”
16:00-16:15	Nguyễn Văn Thúc, Nguyễn Đức Tuyên , “High voltage direct current intergrated renewable enery sources into the grid”
16:15-16:30	Nguyễn Tuấn Anh, Phạm Mạnh Hải , “Phân tích sự biến thiên của bức xạ mặt trời tại một vùng ở Đà Loan”
16:30-16:45	Phạm Văn Đồng, Quách Thành Công, Nguyễn Thành Nam, Nguyễn Văn Vinh, Nguyễn Nhất Tùng , “Calculating the surge impedance of wind turbine”
16:45-17:00	Đào Văn Dũng, Đặng Hoàng Anh , “Mô hình hoá năng lượng và vận hành tối ưu với công nghệ Internet of Things cho toà nhà tiết kiệm năng lượng”
17:00-17:45	Họp chọn đề xuất được trao giải (45’)



TIỆC TỐI VÀ TRAO GIẢI

	Phòng: Orchid Điều phối: TS. Lê Minh Thùy, ĐHBKHN
18:00-18:15	Bà Trần Thị Phương Thảo , New Energy Nexus Vietnam "Clean Energy Innovations in Vietnam and career development opportunities for technical students and young engineers"
18:15-18:20	PGS. TS. Nguyễn Đức Huy , Phó Viện trưởng Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội "Tổng kết Diễn đàn và Giải thưởng"
18:20-18:45	Trao giải
18:45-19:45	Văn nghệ
19:45-19:50	PGS. TS. Nguyễn Huy Phương , Viện trưởng Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội "Phát biểu Bế mạc"



SESSION 1

Phòng: Orchid | Chủ tọa: Nguyễn Xuân Trường, Trần Thanh Sơn

DEMAND RESPONSE PROGRAM: OPTIMIZATION FOR UTILITIES OF MULTI-ENERGY SOURCE SUPPLIERS AND CONSUMERS BASED ON SOCIAL WELFARE FRAMEWORK

***Tran Quoc Ngu⁽¹⁾, Dr. Nguyen Duc Tuyen**

(1) Hanoi University of Science and Technology, Vietnam

*Corresponding author: ngu.tq166539@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

Demand Response programs have been increasing rapidly in recent years, and it plays a vital role in improving power supply-demand balancing operation. In particular, peak-time-rebate-DR (PTR-DR) is expected to penetrate further because it brings benefit both electric power suppliers and consumers with a smaller burden on the consumer-side in comparison with the other DR types ^{[1][2]}. However, the calculation and setting of electricity prices

and rebate level still face many difficulties, which make PTR-DR has not been widely applied. In this paper, a pricing method is proposed to solve these problems. With the participation of renewable energy sources in the power supply share, the influence of energy resources on the power system and their operating costs are also considered in this paper. The results are expected to support the implementation and expansion of DR programs in Vietnam.

Keywords: Demand Response (DR), Peak-time Rebate (PTR), Social Welfare, Optimization, Renewable Energy.

1. INTRODUCTION

Electricity plays an important role in the development of the economy today. But power plants cannot just be built more and more to be able to supply electricity. Instead of investing heavily in power and grid development, managing the demand, especially during peak period of the system, will be an effective solution. So that is the reason why Demand response program (DR) has been developed in recent years.

DR are defined as changes in electricity usage by end-use customers from their normal consumption patterns in response to supplier's requirements^[1]. This means DR are designed to advise consumers to reduce power consumption in which electric power supplies request: during peak times or shift the use of electricity from peak times to off-peak times like at night, or weekends. Because DR does not



require additional investment in power plants, they have attracted significant attention from many communities around the world [3].

DR can be divided into two major types: priced-based program and incentive-based program. Typical examples of the priced-based program are Time of Use (TOU), Real time Pricing (RTP) and Critical peak Pricing (CPP). In these DR, the electricity price during peak time becomes more expensive than the off-peak period one.

In contrast, the incentive-based program included the Peak-time Rebate program (PTR). In the PTR, the consumers reducing electricity consumption during peak period will be rewarded money rebates from the power suppliers. That means this program brings benefit to both the consumers and the suppliers, especially on the consumer side when compared to previous DR programs. However, there are still difficulties in implementing this program such as electricity pricing and incentive payments [4].

2. METHODOLOGY

2.1 Proposed Model

A framework of social optimization problem is focused on by maximizing the weighted sum of individuals utilities under satisfying certain constraints. Electricity trading between the suppliers and the consumers is represented as a social welfare optimization problem [2].

$$SW = \sum_{t=1}^T \left\{ \sum_{x=1}^X US_x(s_{x,t}) + \sum_{y=1}^Y UC_y(d_{y,t}) \right\} \rightarrow \text{Maximize} \quad (1)$$

Where t is time ($t = 1, 2, 3, \dots, T$); T is the end time of target period; x, y is the number of power supplier, consumer; X, Y is the total number of power suppliers, consumers; $s_{x,t}, d_{y,t}$ is the amount of power supply, consumption; $US_x(s_{x,t}), UC_y(d_{y,t})$ is the utility function of the supplier x , consumer y at time t .

Lagrange method is applied to solve this problem. Hence, maximizing the social welfare.

2.2 Technique

2.2.1 Problem constraints

The suppliers have to satisfy the following operational constraints in their supply demand balancing operations.

Supply-demand balancing constraint:

$$\sum_{x=1}^X s_{x,t} = \sum_{y=1}^Y d_{y,t} \quad (t=1, 2, \dots, T) \quad (2)$$

Output constraint for power generation:

$$s_{x,t} \in [G_x^{\min}, G_x^{\max}] \quad (x=1, \dots, X; t=1, \dots, T) \quad (3)$$

Where $G_x^{\min}, G_x^{\max}$ are the lower and the upper limits of power generation.

2.2.2 Lagrange Optimization

To solve the function with constraints, Lagrange relaxation is the method has been applied.

$$L_t(s_t, d_t, \lambda_t, \varepsilon_t, \mu_t) = SW_t + \lambda_t(s_t - d_t) + \varepsilon_t(s_t - G_{\min}) + \mu_t(G_{\max} - s_t) \quad (4)$$



3. ANALYSIS

3.1 Governing Equations

$$SW_t = US(s_t) + UC(d_t) = F(d_t) - E(s_t) + p_t(s_t - d_t) \quad (5)$$

$E(s_t)$ is the operation cost required for the power supply; $F(d_t)$ is the satisfaction of the power consumer obtained by the electricity usage (amount of money equivalent); means electricity price.

The KKT conditions is used to solve Lagrange function

$$-\frac{\partial US(s_t)}{\partial s_t} + \lambda_t + \varepsilon_t - \mu_t = 0; -\frac{\partial UC(d_t)}{\partial d_t} - \lambda_t = 0 \quad (6)$$

Generally, the Lagrange multiplier at the optimal power consumption, (or the optimal power supply), is the optimal electricity price, which maximizes the social welfare.

The incentive payment in the DRs is calculated by:

$$R_t^{\min} = \frac{\Delta UC_t}{\Delta d_t} \quad (7)$$

3.2 Numerical Method

The operational cost function using the fuel cost functions of thermal generation units:

$$E(s_t) = As_t^2 + Bs_t + C \quad (8)$$

The function of aggregated consumer's comfort can be approximated by sigmoid functions:

$$F(d_t) = \frac{Z_t}{1 + e^{-X_t(d_t - Y_t)}} \quad (9)$$

X_t , Y_t and Z_t are the sigmoid function parameters.

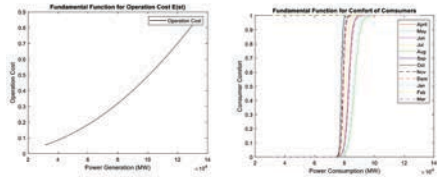


Fig 1. Operation Cost and Satisfaction Function

3.3 Results and Discussion

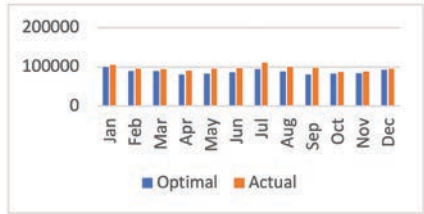


Fig 2. Optimal Electric Consumption

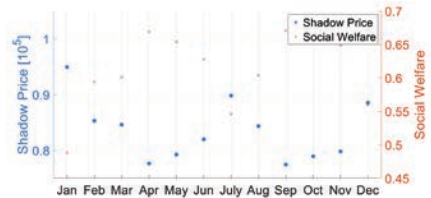


Fig 3. Shadow price and Social Welfare on each month

Fig 2 and Fig 3 show the relationship between power consumption and social welfare. If the social welfare decreased, the optimal power consumption became higher than the actual consumption. Furthermore, the shadow price adjusts with the social welfare as shown in Fig 3.



4. CONCLUSIONS

In this paper, a SWM problem between the electric power suppliers and the consumers and a pricing method of incentive payment in the DRs was constructed are introduced based on Lagrangian Relaxation method.

REFERENCES

- [1] P. Palensky and D. Dietrich, "Demand side management: Demand response, intelligent energy systems, and smart loads," IEEE Trans. Ind. Informatics, vol. 7, no. 3, pp. 381–388, 2011, doi: 10.1109/TII.2011.2158841.
- [2] T. Hirotaka, T. Naoto, K. Shou, and O. Atsumi, "A Design Method for Incentive-based Demand Response Programs Based on a Framework of Social Welfare Maximization," IFAC-PapersOnLine, vol. 51, no. 28, pp. 374–379, 2018, doi: 10.1016/j.ifacol.2018.11.731.
- [3] R. Deng, Z. Yang, M. Y. Chow, and J. Chen, "A survey on demand response in smart grids: Mathematical models and approaches," IEEE Trans. Ind. Informatics, vol. 11, no. 3, pp. 570–582, 2015, doi: 10.1109/TII.2015.2414719.
- [4] N. Li, L. Chen, and S. H. Low, "Optimal demand response based on utility maximization in power networks," IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet., 2011, doi: 10.1109/PES.2011.6039082.

AUTHOR

Tran Quoc Ngu is a 5th-year student (K61), major in Electric Power System, Hanoi University of Science and Technology. His current research topics on Demand Side Management.

SUPERVISOR

Nguyen Duc Tuyen received the B.E. (2006) from Hanoi University of Science and Technology, M.E. (2009), and Ph.D. (2012) from Shibaura Institute of Technology. He is a lecturer, Hanoi University of Science and Technology. His current research topics on renewable energy.



GIẢI PHÁP SỬ DỤNG MÁY PHÁT ĐIỆN BIOGAS ĐỂ TẠO NGUỒN ĐIỆN NĂNG TỪ KHÍ BIOGAS THU HỒI Ở TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI: NGHIÊN CỨU THÍ ĐIỂM TẠI TRẠM XỬ LÝ NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP THỰC PHẨM CÔNG TY CPV FOOD, CÔNG SUẤT 8.000M³/NGÀY ĐÊM, TỈNH BÌNH PHƯỚC

**Lê Thị Vân Anh ⁽¹⁾, Nguyễn Phương Duy*, Nguyễn Trung Hiếu*,
Bùi Đức Hiếu*, Nguyễn Đức Quân***

*Khoa Kỹ thuật hạ tầng và Môi trường Đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

Người hướng dẫn: NCS. Nguyễn Minh Ngọc

TÓM TẮT

Thu hồi khí Biogas để tái sử dụng trong thực tế ở Việt Nam đã triển khai từ những năm cuối thế kỷ 20, việc sử dụng khí Biogas để chạy động cơ đốt trong đã được nghiên cứu rất nhiều gần đây. Các thiết bị động cơ chạy khí Biogas đã được thương mại hóa và áp dụng rộng rãi cho hộ cá nhân, nhà máy, xí nghiệp ...

Việc áp dụng động cơ phát điện chạy khí Biogas cho các trạm xử lý nước thải có sử dụng thiết bị UASB hiện nay chưa được triển khai và đánh giá hiệu quả kinh tế. Nghiên cứu tập trung vào phân tích áp dụng phát điện từ khí Biogas cho trạm xử lý nước thải và đánh giá hiệu quả kinh tế thu được từ quá trình tái tạo năng lượng này.

Từ khóa: *Biogas, UASB, phát điện, CH₄, trạm xử lý nước thải.*

1. MỞ ĐẦU

Việc thu hồi và sử dụng khí Biogas đã được áp dụng tại Việt Nam từ thập niên 90 của thế kỷ 20, việc thu hồi và sử dụng khí Biogas được áp dụng cho các hộ cá thể, công ty, nhà máy... nhưng mục tiêu phần lớn là sử dụng làm nguyên liệu đốt, điều này phù hợp với hộ cá thể hoặc nhà máy chăn nuôi, còn các đơn vị khác thì chưa có sự phù hợp đáng kể.

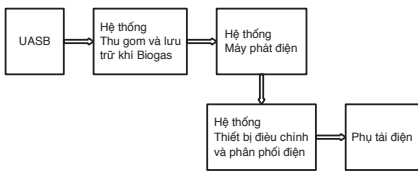
Với các nghiên cứu gần đây về động cơ khí gas như Bùi Văn Ga và cộng sự (2012), H.T Công và N.Q Khánh (2015), N.Đ Hùng và cộng sự (2015), đã nghiên cứu ứng dụng khí gas và khí Biogas để nghiên cứu về động cơ phát điện bằng khí gas, điều này cho thấy tiềm năng ứng dụng tái tạo năng lượng tại các trạm xử lý nước thải thực phẩm có nồng độ nhiễm cao và trong dây chuyền xử lý có sử dụng thiết bị UASB.

Từ thiết bị UASB trong dây chuyền xử lý nước thải có nồng độ ô nhiễm cao, ta thu được nguồn khí Biogas có chứa hàm lượng CH_4 từ 50% đến 70%, nguồn khí này thay vì sử dụng để đun nấu (sử dụng hạn chế ở trạm xử lý nước thải hoặc bán với giá thành rất thấp) được tích lũy và dùng cho động cơ phát điện, nguồn điện năng được sử dụng cho các nhu cầu ngay tại trạm xử lý.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Mô hình nghiên cứu

Dựa trên dây chuyền xử lý nước thải Công ty CPV Food, công suất $8.000\text{m}^3/\text{ngày đêm}$, tỉnh Bình Phước, nhóm nghiên cứu đưa vào ứng dụng động cơ phát điện bằng khí Biogas từ lượng khí Biogas thu được ở bể UASB để phục vụ một số nhu cầu cho trạm xử lý (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ bố trí hệ thống công trình nghiên cứu

2.2 Phân tích kỹ thuật

Nghiên cứu cơ bản của IPCC (20006) cho thấy lượng tạo khí Biogas được tính theo tỷ lệ $0,6 \text{ kg CH}_4/\text{kg BOD}$ hoặc $0,25\text{kg CH}_4/\text{kg COD}$.

Nước thải nhà máy chế biến công nghiệp thực phẩm có tải lượng chất thải gây ô nhiễm (**bảng 1**):

Bảng 1. Hàm lượng chất ô nhiễm trong nước thải

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	BOD5	mg/l	$1500 \div 2000$
2	COD	mg/l	$2000 \div 2800$

Với lưu lượng nước thải $8.000\text{m}^3/\text{ngày đêm}$, tải lượng CH_4 dự báo tạo ra theo phân tích của IPCC (2006), tương ứng (**bảng 2**):

Bảng 2. Tính toán sơ bộ lượng khí Biogas tạo ra từ trạm xử lý $8000 \text{ m}^3/\text{ngày}$

TT	Hàm lượng CH_4	Đơn vị	Giá trị
1	Theo BOD	kg/ngày	$7200 \div 9600$
2	Theo COD	kg/ngày	$4000 \div 5600$

Hiện nay có 2 loại động cơ chuyển đổi khi áp dụng khí Biogas để phát điện là động cơ xăng và động cơ diesel. Trong đó chuyển đổi động cơ xăng sang động cơ sử dụng Biogas thuận lợi và đơn giản hơn so với chuyển đổi bằng động cơ Diesel, với nghiên cứu của N.K Tùng và cộng sự (2019) về chuyển đổi động cơ xăng sang sử dụng Biogas, cho thấy với tỷ lệ khí CH_4 là 64% trong khí Biogas thì hiệu suất phát điện động cơ còn 55% so với sử dụng nhiên liệu xăng.

Mô hình nghiên cứu dự kiến sử dụng động cơ chạy khí Biogas được cải tạo từ động cơ xăng.



2.3 Đánh giá giá trị của nghiên cứu đề xuất

Khi sử dụng khí Biogas để phát điện bằng động cơ cải tạo từ động cơ xăng, các trạm xử lý nước thải sẽ tiêu thụ được nguồn khí Biogas tạo ra trong quá trình xử lý nước thải từ thiết bị UASB.

Hiệu quả của quá trình sẽ được tính thông qua lượng điện năng tạo ra phục vụ cho nhu cầu thắp sáng, sự giảm chi phí cho trạm xử lý nước thải.

Hiệu quả kinh tế của dự án được đánh giá lợi ích dựa trên mức độ so sánh giữa sử dụng trực tiếp khí Biogas và hiệu quả từ phát điện bằng khí Biogas mang lại, quá trình sẽ bao gồm lợi ích tạo ra điện năng từ khí Biogas trừ đi giá trị sử dụng trực tiếp khí Biogas, nhân công vận hành, bảo dưỡng thiết bị, sau đó lấy giá trị đầu tư (xây dựng công trình, máy phát điện, thiết bị điện phụ trợ khác) chia cho giá trị lợi ích dự đã phân tích để tính thời gian hoàn vốn công trình.

3. KẾT LUẬN

Thu hồi và sử dụng khí Biogas ở các trạm xử lý nước thải có thiết bị UASB cho mục đích phát điện sẽ hiệu quả khả quan và đảm bảo nguồn năng lượng tái tạo liên tục, đồng thời giảm chi phí sử dụng cho các trạm xử lý nước thải.

Lượng điện năng tạo ra nguồn khí Biogas ở trạm xử lý nước thải cần được nghiên cứu thực nghiệm cho rõ ràng hơn, vì phụ thuộc vào loại máy phát điện, lượng khí thực tế và hiệu suất phát điện.

Thời gian hoàn vốn đầu tư công trình cần được xem xét một đầy đủ, để đánh giá sự hữu ích của đề xuất nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Khắc Tùng, Nguyễn Đức Khánh, Trịnh Xuân Phong, Nguyễn Trung Kiên (B), Đặng Huy Cường, Bùi Văn Chinh. Nghiên cứu sử dụng nhiên liệu khí sinh học trên cụm máy phát điện cỡ nhỏ dùng trong hộ gia đình. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội, 2019.
- [2] Nguyễn Đình Hùng, Nguyễn Hữu Hường, Đoàn Thanh Vũ, Vũ Việt Thắng. Ứng dụng biogas chạy máy phát điện cỡ nhỏ tại nông thôn Việt Nam. Tạp chí phát triển KH&CN, tập 12, số 14, pp: 5-11, 2009.
- [3] Bùi Văn Ga và cộng sự. Hệ thống cung cấp Biogas cho động cơ máy phát điện 2HP. Tạp chí KH&CN Đại học Đà Nẵng, số 3 (20), 2007.
- [4] Huỳnh Thanh Công, Nguyễn Quốc Khánh. Hiện trạng & xu hướng nghiên cứu động cơ đốt trong sử dụng biogas. Tạp chí phát triển KH&CN, tập 18, số K7- 2015, 2015.
- [5] IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5 - Waste. Chapter 6 - wastewater treatment and discharge. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol5.html>, 2006.



CÁC KÝ HIỆU

UASB: Bể xử lý sinh học dòng chảy ngược qua tầng bùn kỵ khí (Upflow Anaerobic Sludge Blanket)

CH_4 : Khí mê tan [kg]

BOD₅: Nhu cầu oxy sinh hóa (lượng oxy cần thiết để oxy hóa sinh học các chất hữu cơ trong 5 ngày đầu trong nhiệt độ 20°C) [mg/l]

COD: Nhu cầu oxy hoá học (lượng oxy cần thiết để oxy hoá hoàn toàn carbon hữu cơ thành CO_2 và nước) [mg/l]

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Lê Thị Vân Anh, sinh viên năm thứ 3, chuyên ngành Kỹ thuật môi trường đô thị, Khoa Kỹ thuật hạ tầng và môi trường Đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

Email: Levananh15112000@gmail.com

Bùi Đức Hiếu, sinh viên năm thứ 4, chuyên ngành Kỹ thuật cấp thoát nước, Khoa Kỹ thuật hạ tầng và môi trường Đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

Email: buiduchieu2622@gmail.com

Nguyễn Trung Hiếu, sinh viên năm thứ 3, chuyên ngành Kỹ thuật cấp thoát nước, Khoa Kỹ thuật hạ tầng và môi trường Đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

Email: trunghieu.nguyen.hau@gmail.com

Nguyễn Phương Duy, sinh viên năm thứ 3, chuyên ngành Kỹ thuật cấp thoát nước, Khoa Kỹ thuật hạ tầng và môi trường Đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

Email: 2k49duy@gmail.com

Nguyễn Đức Quân, sinh viên năm thứ 2, chuyên ngành Kỹ thuật môi trường đô thị, Khoa Kỹ thuật hạ tầng và môi trường Đô thị, Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội.

Email: Ducquan0907@gmail.com

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

NCS. Nguyễn Minh Ngọc, tốt nghiệp Trường ĐH Thủy Lợi năm 2002 với chuyên ngành thủy văn và môi trường, năm 2006 trở thành giảng viên của Khoa Kỹ thuật hạ tầng và môi trường Đô Thị, Trường ĐH Kiến trúc Hà Nội. Email: ngocnm@hau.edu.vn. Các lĩnh vực nghiên cứu cơ bản gồm Xây dựng công trình, thủy lực học, kỹ thuật hạ tầng đô thị, ứng dụng tin học, môi trường và xử lý chất thải.



NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT ĐIỀU CHẾ NHIÊN LIỆU HYDROGEN BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN PHÂN

**Bùi Quang Hậu, Nguyễn Đào Đại Hải, Đinh Vũ Hải, Chu Minh Hoàn,
Nguyễn Trung Hiếu, Lê Quang Hưng**

Sinh viên lớp Điện 1-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội

Giáo viên hướng dẫn: TS. Nguyễn Quang Thuận.

TÓM TẮT

Ngày nay, việc khai thác và sử dụng hợp lý các nguồn năng lượng đang trở thành một vấn đề cấp bách mang tính toàn cầu. Sở dĩ như vậy là do nhân loại đang đứng trước hàng loạt nguy cơ mà nguyên nhân của nó chính là vấn đề khai thác và sử dụng các nguồn năng lượng truyền thống (năng lượng hóa thạch như than đá, dầu mỏ...). Các nguồn năng lượng này đang có nguy cơ cạn kiệt, tình trạng ô nhiễm môi trường và sự nóng lên của Trái Đất ngày càng cao hơn.

Ở Việt Nam các nguồn năng lượng chủ yếu được sử dụng gồm: năng lượng than, thủy điện, nhiệt điện, dầu mỏ, năng lượng mặt trời, năng lượng sinh khối... Nhận thức được tầm quan trọng của vấn đề năng lượng đối với sự phát triển bền vững, nhiều quốc gia đã xây dựng các chương trình phát triển năng lượng mà trọng tâm là hướng đến các nguồn năng lượng sạch như năng lượng gió, năng lượng mặt trời, năng lượng sinh học... Vấn đề sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả đã, đang được Đảng và Nhà nước rất quan tâm.

Từ khóa: *Hydrogen, điện phân nước*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Qua kiến thức nhiên liệu sinh học môn năng lượng tái tạo và qua nghiên cứu các loại tài liệu, nhóm tác giả nhận thấy rằng, nguồn nhiên liệu Hydrogen có giá trị sử dụng rất cao, dễ điều chế với khối lượng lớn. Tuy nhiên, năng lượng Hydrogen vẫn còn là một khái niệm còn xa lạ với người Việt Nam.

Hydrogen được phát hiện đầu tiên vào khoảng giữa thế kỷ thứ 16. Trên thực tế Hydrogen là một khí đơn giản nhất và là thành phần chủ yếu trong vũ trụ (chiếm đến hơn 90%). Trên Trái Đất, Hydrogen tồn tại chủ yếu dưới dạng hợp chất với Oxygen. Hydrogen là một nguồn năng lượng mới với những ưu điểm sau: có nhiệt độ cháy cao nhất trong tất cả các loại nhiên liệu có



trong thiên nhiên (khoảng 3200°C), không chứa bất cứ nguyên tố hóa học nào khác ngoài Oxygen và Hydrogen.

Như vậy, phương pháp điện phân nước để thu Hydrogen nguyên chất giúp giải quyết các vấn đề liên quan đến nhiên liệu nên Hydrogen được gọi là nhiên liệu sạch lý tưởng và thân thiện với môi trường, Hydrogen được sản xuất từ nước nên đó là nguồn năng lượng rất tiềm năng.

2. DỰ KIẾN GIẢI PHÁP THỰC HIỆN Ý TƯỞNG

Quá trình nghiên cứu đề tài “Điều chế nhiên liệu Hydrogen bằng phương pháp điện phân” chia thành 4 giai đoạn nghiên cứu như sau:

Giai đoạn 1: Tìm hiểu về nhiên liệu Hydrogen, thảo luận nhóm và đưa ra ý tưởng.

Giai đoạn 2: Nghiên cứu lý thuyết, tìm hiểu về phương pháp tạo ra Hydrogen.

Giai đoạn 3: Thiết kế sơ đồ nguyên lý và phương pháp thu nén khí.

Giai đoạn 4: Thực hiện viết tóm tắt, viết báo cáo đề tài.

Các tính chất của Hydrogen

- Hydrogen là chất ở điều kiện thường, không màu, không mùi và không có độc tính.
- Hydrogen nhẹ hơn không khí, tan rất ít trong nước.
- Hydrogen khuếch tán rất nhanh với

tốc độ khuếch tán nhanh gấp 3,5 lần so với không khí.

- Hydrogen là chất dễ cháy, cháy êm dịu trong không khí và tạo ra lượng nhiệt lớn (ngọn lửa Hydro tinh khiết với Oxygen tinh khiết có nhiệt độ khoảng 2500°C).
- Hydrogen bền ở nhiệt độ thường, rất khó phân ly, Hydrogen chỉ bị phân ly khi nhiệt độ khoảng 2000°C.
- Ở nhiệt độ cao, áp suất cao, đặc biệt có các chất xúc tác, Hydrogen hoạt động rất mạnh và thể hiện tính khử cũng rất mạnh.

Tồn chứa Hydrogen

Tồn chứa Hydrogen dưới dạng khí nén

- Hydrogen có thể được nén trong các bình chứa với áp suất cao (700 bar).
- Ngày nay, các bình chứa áp suất cao hiện đại được làm từ composite và vật liệu nhẹ hơn thay cho các bình thép truyền thống.
- Tồn chứa Hydrogen dưới dạng khí hóa lỏng
- Hydrogen được hóa lỏng ở nhiệt độ cực lạnh (-235°C).
- Ưu điểm tồn trữ Hydrogen dưới dạng lỏng là cho tỷ trọng năng lượng theo thể tích cao nhất và tốn ít không gian nhất.
- Tồn chứa Hydrogen dưới dạng hợp chất
- Tồn chứa Hydrogen nhờ hấp thụ hóa học. Ví dụ: NH_3BH_3 , Hydrogen được giải phóng ở nhiệt độ từ 100 – 300°C.

- Tồn chứa Hydrogen trong các Hydrua kim loại.
- Tồn chứa Hydrogen trong các ống carbon nano rỗng.

Ứng dụng Hydrogen

Hydrogen có thể đốt trực tiếp trong động cơ của các loại phương tiện giao thông chạy bằng xăng dầu. Mức tiêu hao nhiên liệu của một xe chạy bằng Hydrogen khoảng 4kg Hydrogen/300km, nếu hóa lỏng Hydrogen thì hết khoảng 0,95lít Hydrogen lỏng/100km.

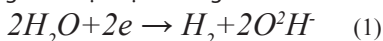
Vì vậy, Hydrogen có tiềm năng vô cùng lớn để có thể giúp cải thiện chất lượng sống của người dân các vùng dân tộc thiểu số tại Việt Nam hiện nay, như: Hà Giang, Lạng Sơn,... Và sau đây là một vài phương án ứng dụng:

Phương án 1: Tận dụng các con sông, con suối, chúng ta có thể lắp đặt các trạm cung cấp bình Hydrogen mini tại các vị trí tiện lợi để bà con đến lấy và mang về sử dụng.

Phương án 2: Thiết kế bộ điều chế Hydrogen tại nhà với giá bình dân cho bà con vùng sâu vùng xa.

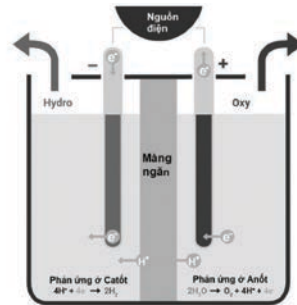
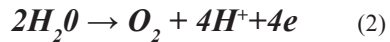
Cơ sở lý thuyết của đề tài

Phương pháp này dùng dòng điện để tách nước thành Hydrogen và Oxygen. Quá trình gồm hai phản ứng xảy ra ở hai điện cực. Hydrogen sinh ra ở điện cực âm và oxygen ở điện cực dương:



- Tại catot (cực âm) H_2O bị khử:

- Tại anot (cực dương) bị oxi hóa:



Khối lượng chất được giải phóng ra ở các điện cực được tính theo định luật Fa-ra-đây:

$$F.n.m = A.I.t \quad (3)$$

+ A : khối lượng mol của chất được giải phóng.

+ n : Hóa trị của chất giải phóng.

+ I : Cường độ dòng điện chạy qua bình điện phân.

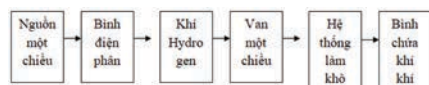
+ t : thời gian điện phân.

+ $F = 96494 \text{ C/mol}$: số Fa-ra-đây.

Phương pháp thu nén khí

Thu nén khí chủ yếu dựa vào phương pháp Tồn chứa Hydrogen dưới dạng khí nén và lọc khí bằng cách chỉ cần làm khô khí vì trong lúc điện phân vẫn còn nhiều phần tử hơi nước ngoài ra không còn loại tạp khí nào cả.

Sơ đồ nguyên lý





3. KẾT LUẬN

Quá trình tìm hiểu nghiên cứu phương pháp điều chế Hydrogen bằng phương pháp điện phân nước, nhóm tác giả thấy rằng:

- Việc chế tạo một chiếc máy điện phân rất đơn giản, chi phí thấp vì có thể tận dụng các vật liệu rẻ có nhiều trong đời sống hằng ngày như là các bình nhựa, tấm nhôm, nước,...
- Điều chế ra Hydrogen bằng phương pháp điện phân nước rất ít tốn kém

khoảng 5000 đồng/lít, giá thành chất xúc tác NaOH không đáng kể.

- Việc điều chế Hydrogen rất an toàn vì chỉ sử dụng nguồn điện một chiều có hiệu điện thế khoảng 12V.
- Điều chế Hydrogen bằng phương pháp điện phân nước không gây ảnh hưởng tới môi trường vì chỉ tạo ra Oxygen và Hydrogen còn chất xúc tác NaOH thì không bị mất đi trong quá trình điện phân.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Huy, T. N. (n.d.). Hydrogen - Nguồn năng lượng hóa học của tương lai. www.moit.gov.vn.
- [2] RSC. (n.d.). Royal Society of Chemistry. Retrieved from RSC: <https://www.rsc.org/periodic-table/element/1/Hydrogen>
- [3] Tạo, B. G. (2016). Vật Lý Lớp 11. Hà Nội: Giáo Dục.
- [4] Máy tạo khí Hydro công nghiệp:

<https://sites.google.com/site/micoengineer/san-pham/thiet-bi-san-xuat/khi-hydrogen-h2?fbclid=IwAR2zQ5ZouWEFyiOyY1hWUY-9eF2sH6j4CM6kNaSpV2CarPBckIEo3PrvPC0>

- [5] Dung, P. N. Hydrogen & Pin nhiên liệu. <https://sites.google.com/site/vnngenergy/hydrogen>
- [6] <http://pecc2.com/Detail.aspx?isMonthlyNew=1&newsID=101472&MonthlyCatID=18&year=2020>

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Nguyễn Đào Đại Hải sinh năm 2000 là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Điện 1-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

Lê Quang Hưng sinh năm 2000 là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Điện 1-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

Đinh Vũ Hải sinh năm 2000 là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Điện 1-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

Nguyễn Trung Hiếu sinh năm 2000 là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Điện 1-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

Đinh Vũ Hải sinh năm 2000 là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Điện 1-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

Bùi Quang Hậu sinh năm 2000 là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Điện 1-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Thầy Nguyễn Quang Thuận tốt nghiệp Đại học, nhận bằng Thạc sĩ và Tiến sĩ ngành Kỹ thuật điện tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội lần lượt vào các năm 2000, 2006 và 2016. Năm 2013 thực tập nghiên cứu chuyên đề "Quá điện áp do sét trong trạm điện gió" tại Đại học Supélec, Pháp (nay là CentraleSupélec).

Hiện tác giả đang công tác tại Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

Hướng nghiên cứu chính: Quá độ điện từ, bảo vệ chống quá điện áp trong hệ thống điện, năng lượng tái tạo và tiết kiệm năng lượng



DỰ BÁO TỐC ĐỘ GIÓ SỬ DỤNG MÔ HÌNH CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK - LONG SHORT TERM MEMORY NETWORK KẾT HỢP WAVELET PACKET DECOMPOSITION VÀ ĐIỀU CHỈNH SAI SỐ

Lê Anh Tuấn⁽¹⁾, Nguyễn Văn Nghiệp⁽¹⁾, Nguyễn Thị Hoài Thu

(1) sinh viên viện Điện - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

*Corresponding author: thu.nguyenthihoai@hust.edu.vn

TÓM TẮT

Việc đưa ra dự báo năng lượng gió dựa vào tốc độ gió có độ chính xác cao rất quan trọng đối với việc vận hành và điều tiết hệ thống điện. Bài viết này đề xuất một mô hình dự báo tốc độ gió dựa vào WPD (Wavelet Packet Decomposition), CNN (Convolutional Neural Network) và LSTM (Long Short Term Memory Network)

và GARCH (Generalized Auto Regressive Conditional Heteroskedasticity). Ở mô hình đã đề xuất, WPD được sử dụng để phân tách dữ liệu gió thành một số các lớp phụ; CNN đưa ra dự báo cho các lớp tần số cao nhận được; LSTM đưa ra dự báo cho lớp tần số thấp; GARCH cải thiện độ chính xác dự báo từ kết quả dự báo.

Keywords: *wavelet packet decomposition, convolutional neural network, long-short term memory network, Generalized Auto-Regressive conditionally heteroskedasticity*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, sự phát triển kinh tế kéo theo nhu cầu năng lượng tăng cao. Năng lượng tái tạo đang nhận được sự quan tâm lớn vì đó là nguồn năng lượng vô tận, đặc biệt rất thân thiện với môi trường, có thể dùng để thay thế các nguồn năng lượng truyền thống từ nhiên liệu hóa thạch^{[1]-[3]}. Trong đó gió là một trong những nguồn năng lượng đầy hứa hẹn. Tuy nhiên gió có đặc trưng là dao động và mang tính ngẫu nhiên, không ổn định. Do đó để có thể

vận hành một cách kinh tế và ổn định hệ thống điện có sự tham gia của điện gió, cần phải tiến hành dự báo về tốc độ gió một cách chính xác nhất.

Cho đến nay đã có nhiều nghiên cứu về các phương pháp dự báo tốc độ gió. Một vài phương pháp có thể kể đến như: phương pháp vật lý, phương pháp dự báo dựa trên thống kê, phương pháp dự báo dựa vào trí tuệ nhân tạo,...^[4] Phương pháp vật lý dự báo năng lượng gió bằng các



thông số vật lý như: nhiệt độ môi trường, áp suất khí quyển, điều kiện địa hình. Ở phương pháp vật lý hai kỹ thuật cốt lõi là: dự báo thời tiết dạng số (NWP) và động lực học chất lỏng tính toán. Một số mô hình dự báo tốc độ gió dựa vào phương pháp vật lý đã được đề xuất. Wang và cộng sự^[1] đã giới thiệu một mô hình dự báo dựa vào NWP. So với phương pháp vật lý, phương pháp thống kê thường đơn giản hơn và phù hợp với dữ liệu quy mô nhỏ^[5]. Hiện nay, việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo, ví dụ như mạng nơ ron nhân tạo trong các mô hình dự báo đang rất phổ biến nhờ những ưu điểm vượt trội. Mạng nơ ron là công cụ mô hình hóa dữ liệu thống kê phi tuyến, có thể được sử dụng để mô hình hóa các mối quan hệ phức tạp của dữ liệu. Liu và cộng sự^[2] đã tiến hành nghiên cứu so sánh các mô hình dựa trên ANN để dự báo tốc độ gió. Cải thiện hiệu suất so với ANN, CNN là một mô hình tính toán sử dụng một biến thể của các nơ ron nhiều lớp và chứa một hoặc nhiều lớp phức hợp để xử lý phi tuyến tính, CNN chỉ có một lớp t nối đầy đủ ở cuối cùng^[3], giảm sự phụ thuộc phân cứng so với ANN. CNN đã được sử dụng trong những mô hình dự báo tốc độ gió. Wang và cộng sự^[3] sử dụng CNN trong mô hình dự báo tốc độ gió bằng xác suất. Ngoài CNN, LSTM cũng là một công cụ đưa ra dự báo hiệu quả. Là một dạng đặc biệt của RNN (Recurrent Neural Network) mạng nơ ron hồi quy, chứa các vòng lặp

bên trong cấu trúc cho phép thông tin lưu lại được. LSTM là một mô hình có thể tìm hiểu sâu về sự phụ thuộc theo thời gian và dài hạn từ dữ liệu chuỗi thời gian và giải quyết vấn đề gradient biến mất hiệu quả hơn RNN truyền thống. LSTM tránh được vấn đề phụ thuộc xa. Cho đến nay, LSTM đã được ứng dụng vào trong các mô hình dự báo. Liu và cộng sự^[6] đã sử dụng LSTM trong mô hình dự báo tốc độ gió và cho thấy khả năng xử lý phi tuyến mạnh mẽ.

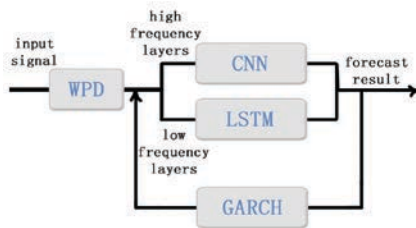
Bên cạnh mô hình dự báo, các phương pháp xử lý tín hiệu đầu vào có thể tác động lớn đến độ chính xác của kết quả dự báo. Những phương pháp xử lý tín hiệu được ứng dụng rộng rãi^{[7], [8]}. Tascikaraoglu và cộng sự^[7] đưa ra một mô hình sử dụng WT (Wavelet Transform) để phân tích dữ liệu gió đầu vào thành các thành phần cố định. Liu và cộng sự^[8] đã đề xuất một mô hình dự báo dựa vào WPD và FEEMD (Fast Ensemble Empirical Mode Decomposition). WPD là một phương pháp xử lý tín hiệu được chứng minh về độ hiệu quả về phân tích dữ liệu theo các tần số khác nhau trong dự báo tốc độ gió^[6]. WPD phân tích chuỗi dữ liệu gió thành các thành phần xấp xỉ (tần số cao) và các thành phần chi tiết (tần số thấp).

Bên cạnh đó, để nâng cao độ chính xác của dự báo, một số nghiên cứu gần đây đã sử dụng các phương pháp điều chỉnh sai số^[9]. GARCH (Generalized Auto-Regressive

conditionally heteroskedasticity) là một trong các phương pháp điều chỉnh sai số, được giới thiệu bởi Bollerslev vào năm 1986 sử dụng để xác minh sự biến động của các sai số và điều chỉnh sai số dự báo. Mô hình GARCH được xây dựng để mô hình hóa các yếu tố bất định và dự báo về phương sai có điều kiện. GARCH đã được áp dụng vào một vài mô hình dự báo tốc độ gió. Y.Jiang và các cộng sự^[10] đã đề xuất một mô hình dự báo tốc độ gió sử dụng GARCH trong vai trò mô tả sai số và nắm bắt sự biến động của các chuỗi dữ liệu gió.

Nghiên cứu này đề xuất một mô hình dự báo tốc độ gió dựa vào CNN-LSTM kết hợp phương pháp xử lý tín hiệu WPD và điều chỉnh sai số GARCH như trên **hình 1**. Lớp con tần số cao có sự phụ thuộc ngắn hạn, trong khi lớp con tần số thấp có cả sự phụ thuộc ngắn và dài hạn^[11]. Đối với dữ liệu phụ thuộc ngắn hạn CNN có độ chính xác tương tự và tốc độ nhanh hơn LSTM, vì thế CNN được sử dụng để dự báo lớp tần số cao. Ngoài ra, LSTM có thể xử lý tuần tự tốt hơn dữ liệu tạm thời dài hạn và sự phụ thuộc trong ngắn hạn^[12] có thể đưa ra dự báo cho lớp tần số thấp tốt hơn. Mô hình được giải thích như sau: (a) WPD nhận dữ liệu vào, phân tích dữ liệu thành các lớp tần số cao (thành phần xấp xỉ) và các lớp tần số thấp (thành phần chi tiết); (b) CNN đưa ra dự báo cho các lớp tần số cao nhận được;

(c) LSTM đưa ra dự báo cho các lớp tần số thấp; (d) GARCH cải thiện độ chính xác của dự báo từ kết quả dự báo nhận được.



Hình 1. Sơ đồ của mô hình dự báo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] L. Wang and J. Li, "Estimation of extreme wind speed in SCS and NWP by a non-stationary model," *Theor. Appl. Mech. Lett.*, vol. 6, no. 3, pp. 131–138, May 2016, doi: 10.1016/j.taml.2016.04.001.
- [2] H. Liu, X. Mi, and Y. Li, "Comparison of two new intelligent wind speed forecasting approaches based on Wavelet Packet Decomposition, Complete Ensemble Empirical Mode Decomposition with Adaptive Noise and Artificial Neural Networks," *Energy Convers. Manag.*, vol. 155, pp. 188–200, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.enconman.2017.10.085.
- [3] H. Wang, G. Li, G. Wang, J. Peng, H. Jiang, and Y. Liu, "Deep learning based ensemble approach for probabilistic wind power forecasting," *Appl. Energy*, vol. 188, pp. 56–70, Feb. 2017, doi: 10.1016/j.apenergy.2016.11.111.
- [4] H. Liu, X. Mi, and Y. Li, "Smart deep learning based wind speed prediction model using wavelet packet decomposition, convolutional neural network and convolutional long short term memory network," *Energy Convers. Manag.*, vol. 166, pp. 120–131, Jun. 2018, doi: 10.1016/j.enconman.2018.04.021.



- [5] H. Liu, H.-Q. Tian, C. Chen, and Y. Li, "A hybrid statistical method to predict wind speed and wind power," *Renew. Energy*, vol. 35, no. 8, pp. 1857–1861, Aug. 2010, doi: 10.1016/j.renene.2009.12.011.
- [6] H. Liu, X. Mi, and Y. Li, "Wind speed forecasting method based on deep learning strategy using empirical wavelet transform, long short term memory neural network and Elman neural network," *Energy Convers. Manag.*, vol. 156, pp. 498–514, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.enconman.2017.11.053.
- [7] A. Tascikaraoglu, B. M. Sanandaji, K. Poola, and P. Varaiya, "Exploiting sparsity of interconnections in spatio-temporal wind speed forecasting using Wavelet Transform," *Appl. Energy*, vol. 165, pp. 735–747, Mar. 2016, doi: 10.1016/j.apenergy.2015.12.082.
- [8] H. Liu, H. Tian, X. Liang, and Y. Li, "Wind speed forecasting approach using secondary decomposition algorithm and Elman neural networks," *Appl. Energy*, vol. 157, pp. 183–194, Nov. 2015, doi: 10.1016/j.apenergy.2015.08.014.
- [9] J. Wang, W. Zhang, J. Wang, T. Han, and L. Kong, "A novel hybrid approach for wind speed prediction," *Inf. Sci.*, vol. 273, pp. 304–318, Jul. 2014, doi: 10.1016/j.ins.2014.02.159.
- [10] Y. Jiang, G. Huang, X. Peng, Y. Li, and Q. Yang, "A novel wind speed prediction method: Hybrid of correlation-aided DWT, LSSVM and GARCH," *J. Wind Eng. Ind. Aerodyn.*, vol. 174, pp. 28–38, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.jweia.2017.12.019.
- [11] H. Liu, X. Mi, and Y. Li, "Smart multi-step deep learning model for wind speed forecasting based on variational mode decomposition, singular spectrum analysis, LSTM network and ELM," *Energy Convers. Manag.*, vol. 159, pp. 54–64, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.enconman.2018.01.010.
- [12] E. Tsironi, P. Barros, C. Weber, and S. Wermter, "An analysis of Convolutional Long Short-Term Memory Recurrent Neural Networks for gesture recognition," *Neurocomputing*, vol. 268, pp. 76–86, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.neucom.2016.12.088.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Lê Anh Tuấn 20174336, là sinh viên Hệ Thống Điện, K62 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Hướng nghiên cứu hiện tại là điện mặt trời, điện gió và sinh khối.

Nguyễn Văn Nghiệp 20174097, là sinh viên Hệ Thống Điện, K62 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Hướng nghiên cứu hiện tại là điện mặt trời, điện gió và sinh khối.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. Nguyễn Thị Hoài Thu nhận bằng Thạc sỹ của Trường Đại học Bách khoa Hà Nội (2008), Tiến sĩ từ Đại học Tsukuba (2017).

Cô là giảng viên Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Các chủ đề nghiên cứu hiện tại của cô về năng lượng tái tạo.



NGHIÊN CỨU DỰ BÁO CÔNG SUẤT PHÁT CỦA NHÀ MÁY ĐIỆN MẶT TRỜI DỰA TRÊN DỮ LIỆU BỨC XẠ ĐÃ CÓ

Lê Tấn Vũ⁽¹⁾

(1) Sinh viên khoa Kỹ thuật điện – Trường Đại học Điện Lực

*Email: letanvu30121999@gmail.com

Supervisor: Phạm Mạnh Hải

TÓM TẮT

Với các ngành năng lượng mới, đặc biệt là điện mặt trời sản lượng điện luôn biến động và phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên của ánh sáng mặt trời. Nếu lưới điện không kiểm soát được tốt thì khi thời tiết xấu đi, sẽ gây ra sự cố mất an toàn đối với lưới điện. Vậy làm thế nào để kiểm soát ảnh hưởng bất lợi của phát điện mặt trời đối với lưới điện là vấn đề

quan trọng cần giải quyết. Chính vì hiểu rõ sự cấp thiết trên đề xuất này sẽ làm tối ưu hóa mô hình tính toán để khắc phục các vấn đề trên. Đề xuất này căn cứ dựa trên dữ liệu bức xạ đã có để dự báo công suất phát của nhà máy điện năng lượng mặt trời và đưa ra các đề xuất phương pháp và xây dựng thuật toán dự báo phù hợp cho các nhà máy điện mặt trời.

1. GIỚI THIỆU:

Nội dung đề xuất:

- I. Bộ dữ liệu về bức xạ mặt trời.
- II. Bộ dữ liệu về nhiệt độ.
- III. Bộ dữ liệu về công suất thực tế của nhà máy điện mặt trời.
- IV. Ứng dụng một số thuật toán để mô phỏng dự báo công suất phát.
- V. Tác động của các thông số trong thuật toán đến kết quả dự báo.
- VI. Đánh giá kết quả dự báo.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Phương Pháp đề xuất:

Hiện nay có ba phương pháp cơ bản được sử dụng để dự báo phụ tải:

- Bền vững
- Ngắn hạn
- Trí tuệ nhân tạo

Đề xuất này sẽ dựa trên phương pháp trí tuệ nhân tạo trên cơ sở các dữ liệu bức xạ nhiệt độ thu được có sẵn để đánh giá kết quả ước lượng công suất phát của nhà máy điện mặt trời.



2.2 Kỹ thuật

2.2.1 Thu thập dữ liệu

Kiểm chứng qua mô phỏng và đánh giá kết quả: mô phỏng trên máy tính thông qua các thuật toán trên nền tảng lập trình MATLAB dựa trên các dữ liệu bức xạ thu được có sẵn; đánh giá kết quả ước lượng các thông số công suất phát của nhà máy điện mặt trời.

3. PHÂN TÍCH

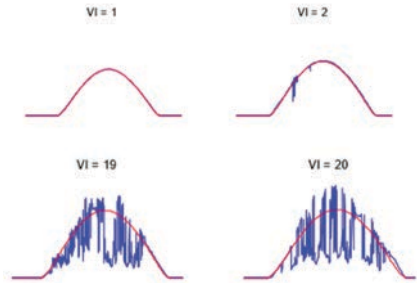
3.1 Phương trình điều chỉnh

- Việc dự báo cường độ bức xạ mặt trời phụ thuộc vào giá trị chiếu xạ ngang toàn cầu (GHI) và giá trị chiếu xạ trực tiếp bình thường (DNI) ^[1].
- Việc dự báo cường độ bức xạ mặt trời bị ảnh hưởng bởi các yếu tố như sự chiếu xạ trong trường hợp bầu trời không có mây, sự hấp thụ bức xạ của khí quyển, sự hấp thụ bức xạ của các đám mây ^[2].
- Chỉ số UVI (Universal Variability Index) hay chỉ số VI dùng để dự báo bức xạ mặt trời ít có biến đổi trong ngày: ^[3].

$$UVI = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{(GHI_i - GHI_{i-1})^2 + \Delta t_i^2}}{\sum_{i=1}^n \sqrt{(CSI_i - CSI_{i-1})^2 + \Delta t_i^2}} \quad (1)$$

GHI (Global Horizontal Irradiance): Chỉ số chiếu xạ ngang toàn cầu.

CSI (Clear Sky Index): chỉ số trong của bầu trời.



Hình 1. Sơ đồ của mô hình dự báo.

- Chỉ số VR (Variability Reduction) là chỉ số nói lên mối tương quan giữa sự biến thiên bức xạ và sự biến thiên công suất do biến thiên bức xạ gây ra ^[4].

$$VR = \frac{NVI}{NVP} \quad (2)$$

- NVI (Natural Variability of Irradiance): Sự biến thiên bức xạ tự nhiên.
- NVP (Natural Variability of Power): Sự biến thiên công suất tự nhiên.

$$NVI = \frac{\sigma_{\Delta GHI}}{\bar{G}} ; \sigma_{\Delta GHI} = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m (\Delta GHI_j - \Delta \bar{G})^2}$$

$$NVP = \frac{\sigma_{\Delta P}}{\bar{P}}$$

Biểu thị độ lệch chuẩn của thay đổi bức xạ mặt trời đo được trong một khoảng thời gian cụ thể.

$\sigma_{\Delta GHI}$: Biểu thị giá trị trung bình của bức xạ đo được.

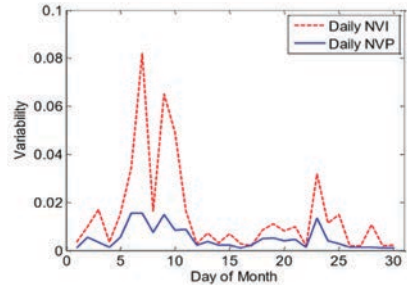
$\bar{G}$: Số lần đo bức xạ.

ΔGHI_j : Biểu thị điểm thứ j của bước thay đổi bức xạ.

$\bar{\Delta G}$: Biểu thị giá trị trung bình của các bước thay đổi bức xạ.

$\sigma_{\Delta P}$: Biểu thị độ lệch chuẩn của thay đổi công suất đo được trong một khoảng thời gian khi có sự thay đổi bức xạ mặt trời.

$\bar{P}$: Biểu thị giá trị trung bình của công suất đo được.



Hình 2. Mối tương quan giữa biến thiên bức xạ tự nhiên và biến thiên công suất tự nhiên.

THAM KHẢO

- [1] E. R. Sanseverino et al., "Review of Potential and Actual Penetration of Solar Power in Vietnam. .
- [2] U. K. Das et al., "Forecasting of photovoltaic power generation and model optimization: A review," Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 81, pp. 912–928, Jan. 2018, doi: 10.1016/j.rser.2017.08.017.
- [3] D. M. Willy, T. L. Acker, and R. K. Flood, "Natural variability of irradiance and power-simple variability metrics for photovoltaic power plants," in 43rd ASES National Solar Conference 2014, SOLAR 2014, Including the 39th National Passive Solar Conference and the 2nd Meeting of Young and Emerging Professionals in Renewable Energy, 2014, vol. 1, pp. 552–558.
- [4] J. S. Stein, C. W. Hansen, and M. J. Reno, "The variability index: A new and novel metric for quantifying irradiance and pv output variability, in World Renewable Energy Forum.



TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Tan-Vu LE: was born in Quang Ngai District, Vietnam in 1999. Currently, I am majoring in Power System at the Electric Power University. In addition, the current research direction of solar power, load forecasting and renewable energy.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Manh-Hai PHAM was born in Hai Duong District, Vietnam in 1983. He received the B.S. degrees in Power System from the Hanoi University of Science and Technology in 2006; M.S. degrees in Power System from University of Paul Sabatiers, Toulouse, France, in 2008; and the Ph.D. degree in Plasma Applications from University of Poitiers, Poitiers, France, in 2011.

From 2012 to now, he is a lecturer of Electrical Power University, Hanoi, Vietnam. His research interests include nonthermal plasma discharge processes and applications, load forecasting, reliability of Power System and renewable energy...



SESSION 2

Phòng: Jasmine 1 | Chủ tọa: Hoàng Trung Kiên, Nguyễn Quốc Minh

PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN BẢM ĐIỂM CÔNG SUẤT CỰC ĐẠI PIN MẶT TRỜI SỬ DỤNG DOUBLE DEEP Q NETWORK

Nguyen Duc Long ⁽¹⁾, Hoang Tien Thang ⁽¹⁾, Vu Thi Thuy Nga

(1) Sinh viên chuyên ngành Điều Khiển và Tự Động Hóa – Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội
long.nd174033@sis.hust.edu.vn, thang.ht174198@sis.hust.edu.vn,
nga.vuthithuy@hust.edu.vn

TÓM TẮT

Việc sử dụng các phương pháp của lý thuyết điều khiển cổ điển cho bài toán bám điểm công suất cực đại (Maximum Power Point Tracking - MPPT) đã cho những kết quả rất tốt. Tuy nhiên, các phương pháp

đó chưa tối ưu trong những điều kiện làm việc khác nhau, do vậy báo cáo này đề xuất một phương pháp điều khiển MPPT tổng quát dựa trên thuật toán học tăng cường (Reinforcement Learning – RL)

TỪ KHÓA: Điều khiển MPPT, thuật toán học tăng cường, Double Deep Q Network

1. GIỚI THIỆU

Phần nội dung mà nhóm sinh viên muốn trình bày đề xuất bao gồm 4 phần:

- Vấn đề điều khiển MPPT
- Phương pháp học củng cố áp dụng cho bài toán MPPT (Reinforcement learning for MPPT)
- Thuật toán Double Deep Q Network (DDQN)
- Những kết quả mô phỏng bằng phần mềm Matlab kiểm chứng đề xuất

2. PHƯƠNG PHÁP

2.1 Mô hình đề xuất

Đề xuất một phương pháp điều khiển MPPT sử dụng Double Deep Q Network đem lại hiệu quả cao hơn trong bài toán bám điểm công suất cực đại so với các mô hình MPPT truyền thống và bằng phương pháp Q Learning đã được đề xuất trước đây

2.2 Đặc điểm kĩ thuật

2.2.1 Vấn đề điều khiển MPPT

Điểm công suất cực đại (Maximum Power Point – MPP) là một điểm duy nhất trên đường cong PV, nơi năng lượng được tạo

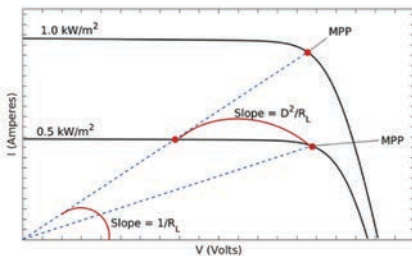


ra từ nguồn PV (Photovoltaic Sources) là tối đa, MPPT là một nhiệm vụ quan trọng trong hoạt động của các nguồn PV bởi trong phần lớn các ứng dụng, giá trị của tải điện trở là khác với giá trị điện trở tương ứng với MPP dưới nhiều điều kiện môi trường khác nhau

2.2.2 Phương pháp học củng cố cho bài toán MPPT

Reinforcement Learning (RL) hay học củng cố/tăng cường, là lĩnh vực liên quan đến việc dạy cho máy (agent)

thực hiện tốt một nhiệm vụ (task) bằng cách tương tác với môi trường (environment) thông qua hành động (action) và nhận được phần thưởng (reward). Và để áp dụng được điều này chúng ta cần định nghĩa một mô hình Markov Decision Process (MDP) với các thông số S, A, R, T

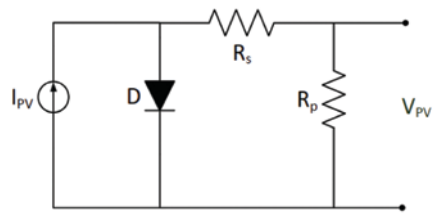


Hình 1. Ảnh hưởng của các điều kiện I-V đến điểm MPP

3. PHÂN TÍCH

3.1 Phương trình

Mô hình PV được sử dụng trong đề xuất này là một mô hình diode, có dòng điện được tạo ra từ nguồn PV được mô tả bởi các phương trình trong (P. Kofinas, RL MPPT, 2017)



Hình 2. Mô hình PV

Các phương trình:

$$I_{PV} = I_{SC} - a_1 e^{b_1 V_{PV}} \quad (1)$$

$$I_{SC} = I_{SCr} \frac{G_{PV}}{G_r} (1 + n_{ISCT}(T_{PV} - T_r)) \quad (2)$$

$$a_1 = I_{SCr} e^{-b_{STC} V_{OC}} \quad (3)$$

$$b_1 = \frac{b_{STC}}{1 + n_{VOTC}(T_{PV} - T_r)} \quad (4)$$

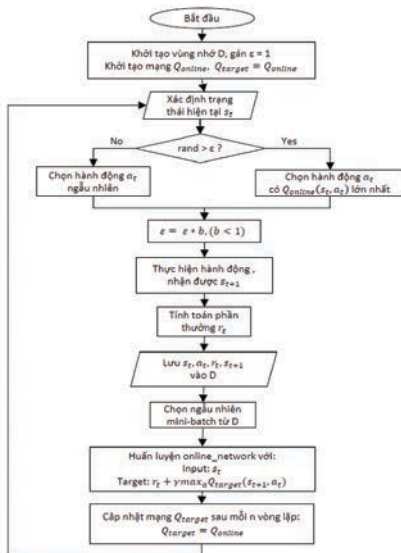
$$b_{STC} = \frac{\log(1 - \frac{I_{MPPr}}{I_{SCr}})}{V_{MPPr} - V_{OCr}} \quad (5)$$

3.2 Thuật toán DDQN trong bài toán MPPT

DDQN là một thuật toán nâng cấp từ Deep Q Network bằng việc sử dụng 2 mạng nơron: online network và target network. Mạng online network được dùng để chọn giá trị hành động tại một trạng thái nhất định. Mạng target network được dùng

để tính toán giá trị target khi huấn luyện mạng. Mạng target network được cập nhật sau một số lần lặp nhất định.

Lưu đồ thuật toán DDQN trong bài toán MPPT:



Hình 3. Lưu đồ thuật toán DDQN

3.3 Kết quả và thảo luận

Với điều kiện môi trường bức xạ biến thiên hoặc điều kiện tải thay đổi thì công suất phát ra của pin đã hội tụ về điểm công suất cực đại và sau khi điều kiện môi trường được lặp lại thì công suất phát ra của pin hội tụ về điểm công suất cực đại chỉ trong một thời gian ngắn.

Hình vẽ dưới đây là một kết quả mô phỏng của bài toán Double Deep Q Network so với đề xuất sử dụng thuật toán Q Learning trước đây trong trường hợp nguồn pin có công suất lớn.

Có thể thấy DDQN cho tốc độ hội tụ nhanh hơn và mức độ biến thiên của công suất trong quá trình chạy nhỏ hơn. Tuy nhiên, công suất sau khi hội tụ của thuật toán DDQN có xu hướng dao động nhỏ quanh điểm công suất cực đại. Điều này do việc lựa chọn tập dữ liệu huấn luyện chưa phù hợp gây ra nhiễu trong quá trình huấn luyện mạng, do số lượng dữ liệu huấn luyện chưa đủ khiến cho mạng nơron chưa thể dự đoán được hết tất cả các trạng thái của mô hình.



4. KẾT LUẬN

Thuật toán dựa vào ba tham số trạng thái để xác định xem điểm làm việc có gần với điểm công suất cực đại hay không. Thực hiện mô phỏng dưới một số kịch bản thử nghiệm để đánh giá mức độ hiệu quả của thuật toán với những điều kiện làm việc khác nhau. Kết quả mô phỏng cho thấy thuật toán hoạt động tương đối tốt và hiệu quả dưới nhiều điều kiện làm việc khác nhau như: biến thiên nhiệt độ, biến thiên bức xạ, biến thiên tải. Thuật toán cho thấy độ tin cậy và hiệu quả trong việc giải quyết bài toán MPPT.

5. THAM KHẢO

- [1] A reinforcement learning approach for MPPT control method of photovoltaic sources -P. Kofinas (2017)
- [2] An improved perturb and observe (P&O) maximum power point tracking (MPPT) algorithm for higher efficiency – Jubaer Ahmed (2015)
- [3] Deep reinforcement learning approach for MPPT control of partially shaded PV systems in Smart Grids – Luis Avila (2020)
- [4] Machine Learning cơ bản – Nguyễn Hữu Tiệp

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Hoàng Tiến Thắng 20174198 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Nguyễn Đức Long 20174033 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Vũ Thị Thúy Nga đã nhận bằng cử nhân và Bằng thạc sĩ Kỹ sư điện của Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam, lần lượt vào năm 2005 và 2008, và bằng Tiến sĩ. Tốt nghiệp Kỹ sư Điện tử tại Đại học Dongguk, Seoul, Hàn Quốc, năm 2013. Cô hiện đang làm việc với Bộ môn Điều khiển Tự động, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam, với tư cách là Giảng viên chính. Các mối quan tâm nghiên cứu của cô bao gồm truyền động máy điện dựa trên DSP và điều khiển các hệ thống phát điện phân tán sử dụng các nguồn năng lượng có thể tái tạo.



IMPACT OF DISTRIBUTED SOLAR PLANTS ON THE OPERATION OF MEDIUM VOLTAGE SYSTEMS

**Xuan-Thanh Tran ⁽¹⁾, Van-Duong Pham ⁽¹⁾, Manh Phan Dinh ⁽¹⁾,
Thi-Hoai Nguyen ⁽¹⁾, Dr. Huy-Nguyen Duc**

⁽¹⁾ Student at School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology

*Corresponding author: manh.pd174046@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

The development of distributed generation, primarily rooftop solar PV, is expected to increase substantially in the next decade. On the one hand, distributed generations help reduce the burden to invest in large, expensive power plants and reduce the cost of transmission system expansion. On the other hand, the dispersed nature of

distributed generation will create new technical challenges for the power system operation. The stochastic variation of wind and PV also will represent fluctuating operating modes. Therefore it is become increasingly challenging to ensure the reliability of supply. The current work aims at studying the impact of a solar plant connected to a medium voltage feeder.

Keywords: *Distributed Generation, solar power, load flow analysis.*

1. INTRODUCTION

The penetration of renewable energy sources in conventional power systems has increased steadily in the last decade. Renewable energy and distributed generation will inevitably become a significant participant in electric power systems. To ensure the power system's reliable operation with the wind, solar generation, it is necessary to develop new technologies to improve its reliability. Much work has been done to analyze the impact of renewable generation on the distribution

system's operation, and accordingly, to propose improved grid codes for the interconnection of distributed generation (DG) sources ^{[1], [2], [3]}. In this work, the impact of a solar PV plant connected to a 22kV feeder network analysis. The network data and PV output profile are based on actual data. The analysis is carried out using PSS Sincal software. Section 2 briefly summarizes the impact of Distributed generation sources in power systems. Section 3 presents some simulation results

2. BACKGROUND

Several technical issues need to be addressed to ensure smooth integration of wind and solar power into the power system. These renewable generation sources have two distinctive features that are fundamentally different from conventional generation sources. First, wind and solar power output are of stochastic and uncertain natures. Second, their interface with the power network is based on inverters (inverter-based generation) with operational characteristics that are very different from that of synchronous generators. The interconnection of distributed generation sources, therefore, need to account for the following issues:

- Voltage control and regulation: The penetration level of DG increase, the revised IEEE1547 (2018)[1] recommends that DG support the local grid voltage. The inverter needs to be able to regulate its reactive output to assist with grid voltage control.
- Power quality: Inverter-based generation sources need to satisfy power quality requirements, especially harmonics/current distortion.
- Primary frequency response: This feature helps improve grid resilience in frequency disturbances.
- Low voltage ride-through: During voltage disturbances, the inverters are required to provide reactive power support to aid with voltage stability and post-fault voltage recovery. This control capability is especially important for DGs that connect to a weak grid.

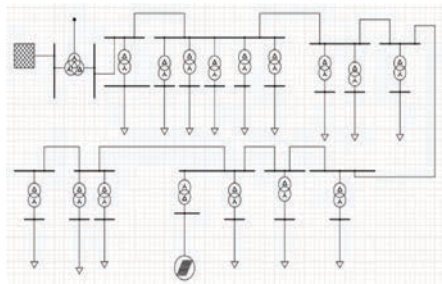


Figure 1 . Single line diagram of the 22kV feeder

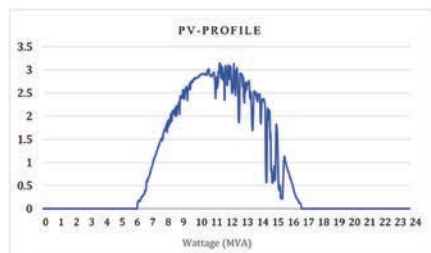


Figure 2. PV-profile

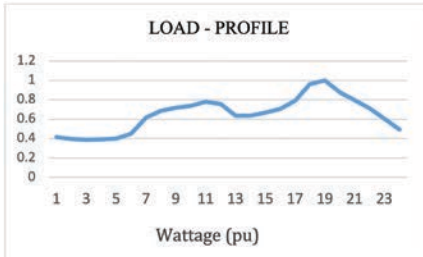


Figure 3. Load-profile

3. STUDIED SYSTEM

In this work, the effect of a PV plant on the voltage profile and power loss of a medium voltage (22kV) distribution network is analyzed. The single line diagram of the system is shown in Figure 1, the assumption of PV and Load is shown in Figure 2, 3. The loads are connected to 0.4kV buses via a 22/0.4kV transformer. It is assumed that all loads have a similar load profile. The PV plant is connected at 0.4kV bus and operates in constant power factor mode. The network model is constructed and analyzed using PSS/Sincal software ^[4].

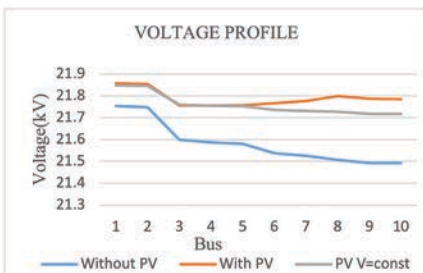


Figure 4. Voltage profile with and without PV plant

When the PV plant is in operation, the system voltage profile is improved. This is because the PV plant reduces the power flows from the 22kV feeder, which reduces power and voltage loss.

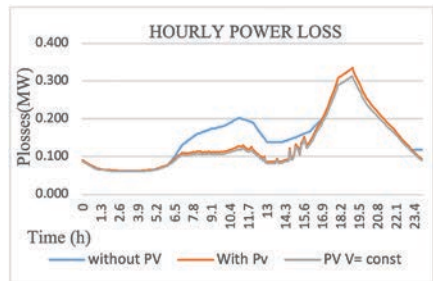


Figure 5. Hourly power loss with and without PV

Figures 5 show the hourly power losses, with and without the PV plant in operation. It can be seen that the loss characteristics are similar for operating hours when there is no PV output. The active power output from the PV plant helps reduce the power flows from the 22kV main feeder, and therefore reduces the total power loss.



4. CONCLUSIONS

The current paper analyzes the impact of a PV power plant connected to a distribution feeder (22kV). This simple study showed the potential positive impact of DGs in improving the voltage profile and active power loss. The positive impact can be further improved if the PV plant operating parameters are determined based on an optimal power flow framework. The results also underline the need for inverter-based generators to have reactive control capability.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] IEEE Std 1547-2018 (Revision of IEEE Std 1547-2003): IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces. IEEE, 2018.
- [2] I. Standards, C. Committee, D. Generation, and E. Storage, IEEE Guide for Conducting Distribution Impact Studies for Distributed Resource Interconnection. 2014.
- [3] Karimi, M., Mokhlis, H., Naidu, K., Uddin, S. and Bakar, A.H. "Photovoltaic penetration issues and World in distribution network - A review", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 53 (364- 0321), 2016, pp. 594–60
- [4] "Electricity Modules | PSS®SINCAL – simulation software for analysis and planning of all network types | Siemens Global." <https://new.siemens.com/global/en/products/energy/energy-automation-and-smart-grid/pss-software/pss-sincal/pss-sincal-electricity.html> (accessed Nov. 28, 2020).

AUTHORS

Xuan-Thanh Tran (1999) is an electrical engineering student at the School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology.

Van-Duong Pham (1999) is an electrical engineering student at the School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology.

Manh-Phan Dinh (1999) is an electrical engineering student at the School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology.

Thi-Hoai Nguyen (1999) is an electrical engineering student at the School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology.

SUPERVISOR

Duc-Huy Nguyen (1979) received a Ph.D. degree in electrical engineering from École de Technologie supérieure, Université du Québec, Québec, Canada in 2011. He is currently with the School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology, Hanoi, Vietnam, where he is the Vice Dean of the School of Electrical Engineering. His research areas are power system protection and control, applying optimization algorithms in power systems, and the influence of new and renewable energy sources on the power system operation.



ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG PHÁT TRIỂN NĂNG LƯỢNG THỦY TRIỀU TRÊN BIỂN TẠI VIỆT NAM

Hoàng Ngọc Chuyên (chuyen.hn181098@sis.hust.edu.vn),
Vũ Trung Kiên (kien.vt181190@sis.hust.edu.vn),
Nguyễn Xuân Trường (truong.nx181289@sis.hust.edu.vn)
Trần Thanh Sơn
Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Xã hội phát triển, năng lượng tái tạo đang là lựa chọn hàng đầu trong việc phát triển năng lượng hiện nay. Mặc dù chưa được sử dụng rộng rãi, năng lượng thủy triều có tiềm năng cho việc sản xuất điện năng trong tương lai. Trong số các nguồn năng lượng tái tạo, năng lượng thủy có mức chi phí thực hiện tương đối cao và chỉ thực hiện được ở những nơi có thủy triều đủ cao hoặc có vận tốc dòng chảy lớn. Tuy nhiên, với nhiều sự cải tiến và phát triển

về công nghệ hiện nay, phát triển về mặt thiết kế và công nghệ tua bin, cho thấy tổng công suất của năng lượng thủy triều có thể cao hơn nhiều so với giả định trước đây, nhờ đó chi phí kinh tế và môi trường có thể được đưa xuống mức cạnh tranh. Với bờ biển dài trên 3.200km, đứng thứ 32 trong tổng số 156 quốc gia có biển, Việt Nam có tiềm năng năng lượng biển rất lớn, đặc biệt phải kể đến 2 nguồn năng lượng khả quan nhất là gió và thủy triều.

Từ khóa: năng lượng tái tạo, thủy triều, năng lượng thủy triều.

1. LỜI MỞ ĐẦU

Ngày nay, cùng với những ảnh hưởng của nạn nóng lên toàn cầu có thể nhìn thấy khắp nơi trên thế giới, hiện tượng biến đổi khí hậu đã trở thành mối lo cho toàn thể nhân loại. Trong khi đó các nguồn năng lượng truyền thống như dầu mỏ, than đá đang dần cạn kiệt, giá thành cao lại gây ra ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Chính vì vậy, việc tiếp cận để tận dụng những nguồn năng lượng

mới không chỉ góp phần cung ứng kịp nhu cầu năng lượng cấp thiết của Việt Nam nói riêng và của cả xã hội nói chung. Trong số đó, việc sử dụng nguồn năng lượng thủy triều được rất nhiều nhà khoa học cả trong và ngoài nước quan tâm đặc biệt hơn cả.

Vào khoảng thế kỉ XII sử dụng thủy triều như một dạng năng lượng, chuyển động



lên xuống của thủy triều dẫn đến quay cối nghiền ngũ cốc sau đó bị thay thế bởi các dạng năng lượng khác rẻ hơn. Đến XIX nguồn năng lượng này được quan tâm trở lại phục vụ cho công nghiệp điện. Hiện nay, có khoảng 100 công ty trên toàn thế giới đang nghiên cứu việc chuyển đổi năng lượng từ thủy triều thành điện năng. Năng lượng từ thủy triều cũng có nhiều tiềm năng hơn năng lượng gió vì nước có tỷ trọng cao hơn không khí.

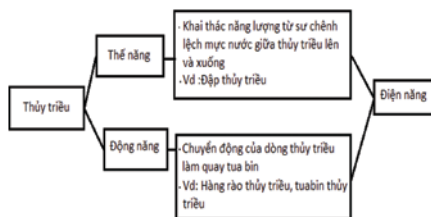
Kết quả đánh giá của Viện Khoa học Năng lượng Việt Nam, Việt Nam có tiềm năng khai thác nguồn năng lượng thủy triều cao bởi có rất nhiều vũng, vịnh, cửa sông, đầm phá và đặc biệt là có đường bờ biển dài trên 3.200km. Khu vực Quảng Ninh, mật độ năng lượng thủy triều đạt khoảng 3,7 GWh/km², Nghệ An khoảng

2,5 GWh/km² và giảm dần đến khu vực Thừa Thiên Huế với 0,3 GWh/km². Về phía Nam, Phan Thiết là 2,1 GWh/km², Bà Rịa - Vũng Tàu với 5,2 GWh/km². Việc xây dựng nhà máy điện thủy triều mang lại nhiều ưu điểm như: không tạo ra khí thải có hại tới môi trường, là nguồn năng lượng sạch và gần như vô tận, giúp cải thiện giao thông vì các đập chắn có thể làm cầu nối qua sông, bảo vệ đường bờ biển khỏi những mối nguy cơ về bão. Bên cạnh đó cũng tồn tại những nhược điểm như: xây dựng các đập chắn thủy triều tại cửa sông làm thay đổi mực nước tại lưu vực sông, đập chắn làm ảnh hưởng tới sự di chuyển của sinh vật dưới nước, nhiều loại sinh vật sống dưới sâu có thể bị chết bởi các cánh turbine, có thể phá hủy nơi sinh sống của các động thực vật ở gần đập, giá thành xây dựng nhà máy còn khá cao.

2. PHƯƠNG PHÁP

2.1 Mô hình đề xuất

Các máy phát điện thủy triều sử dụng động năng của các dòng chảy di chuyển tới các tuabin điện. Một số máy phát điện thủy triều có thể được xây dựng thành các kết cấu của các cây cầu hiện có hoặc bị chìm hoàn toàn, do đó tránh được những lo ngại về tác động đến cảnh quan thiên nhiên. Sơ đồ chuyển đổi thủy triều thành điện năng được thể hiện qua **hình 1**

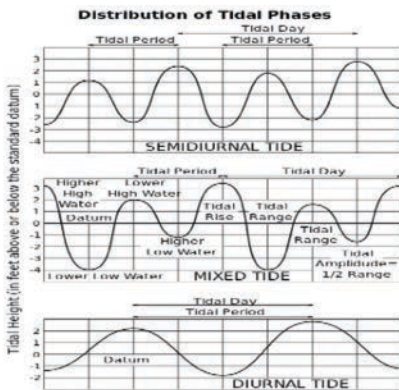




2.2 Kỹ thuật

Dữ liệu thu thập được bao gồm

- Biểu đồ sự biến đổi thủy triều trong 1 ngày



Lực thủy triều là các biến thiên định kỳ trong lực hút hấp dẫn do các thiên thể gây ra. Do sự hấp dẫn mạnh mẽ tới các đại dương, sự phình ra ở mực nước được tạo ra, gây ra sự gia tăng tạm thời mực nước biển.

- Tuabin điện thủy triều



Các tuabin điện thủy triều sử dụng động năng của các dòng chảy di chuyển tới các tuabin điện, theo cách tương tự với tuabin gió sử dụng năng lượng gió cho các tuabin điện

2.3 Phương pháp số

Khi hàm lượng động năng của dòng thủy triều chảy trong một đơn vị thời gian, giống như thủy năng, năng lượng sẵn có có thể được tính theo vận tốc, diện tích mặt cắt ngang quét vuông góc với hướng dòng chảy. Cung cấp vận tốc đồng đều trên diện tích mặt cắt ngang, tại bất kỳ thời điểm nào trong chu kỳ thủy triều, lượng năng lượng sẵn có sẽ là:

$$P = 1/2 \rho A v^3 C_p$$

Trong đó: C_p là hệ số điện tuabin; ρ là mật độ nước biển (kg/m^3); A là diện tích quét của tuabin (m^2); v là vận tốc của dòng chảy xa bờ (m/s).

2.4 Phương trình điều chỉnh

Từ biên độ thủy triều và diện tích mặt nước biển, theo Bernstren ta tính được công suất và điện năng lí thuyết của nhà máy:

Công suất lí thuyết:

$$N_{lt} = 225 A^2 F \text{ (KW)}$$

Điện năng lí thuyết:

$$E_{lt} = 1,97 \cdot 10^6 A^2 F \text{ (KWh/năm)}$$

Trong đó: A là biên độ thủy triều (m); F là diện tích mặt nước biển (km^2)



3. KẾT LUẬN

Trong tương lai, năng lượng thủy triều có thể trở thành một nguồn năng lượng thay thế lớn, nhưng không phải lúc này. Việt Nam có đường bờ biển dài cùng hàng ngàn đảo lớn nhỏ, vậy nên việc áp dụng năng lượng thủy triều là rất tiềm năng, đặc biệt là khu vực miền trung và các đảo. Tuy nhiên năng lượng thủy triều tại Việt Nam chưa được quan tâm rộng rãi để khai thác thực tế, cơ sở hạ tầng chưa đủ để thúc đẩy khai thác các nguồn năng lượng này.

THAM KHẢO

- [1] "Tidal Stream and Tidal Stream Energy Devices of the Sea". Alternative Energy Tutorials.
- [2] Tidal - Capturing tidal fluctuations with turbines, tidal barrages, or tidal lagoons"
- [3] Minh Cường. "Tiềm năng phát triển điện thủy triều lớn nhất nước".
- [4] Song Anh. "Điện thủy triều ở Việt Nam: Tại sao không?". 1
- [5] "Enhancing Electrical Supply by Pumped Storage in Tidal Lagoons"

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Vũ Trung Kiên, MSSV: 20181190, sinh năm 2000, là sinh viên Kỹ Thuật Điện, K63 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu hiện tại là điện mặt trời, điện gió và điện thủy triều.

Hoàng Ngọc Chuyên, MSSV: 20181098, sinh năm 2000, là sinh viên Kỹ Thuật Điện, K63 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu chính hiện tại là năng lượng tái tạo và tối ưu hóa hệ thống

Nguyễn Xuân Trường, MSSV: 20181289, sinh năm 2000, là sinh viên Kỹ Thuật Điện, K63 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu chính hiện tại là điện mặt trời, điện gió và điện thủy triều.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. Trần Thanh Sơn - giảng viên, Bộ môn hệ thống điện. Các hướng nghiên cứu chính: Chất lượng điện năng, Smart- grid.



NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT KẾT HỢP LẮP ĐẶT THÊM CÔNG NGHỆ TUABIN XOÁY NƯỚC PHÍA DƯỚI CHÂN THỦY ĐIỆN

Trịnh Hoàng Lâm

Sinh viên lớp Điện 1-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội

Tác giả liên hệ: trịnhhoanglamnvh@gmail.com

Giảng viên hướng dẫn: Nguyễn Quang Thuận

TÓM TẮT

Bài viết đề xuất nghiên cứu sử dụng công nghệ tua bin nước xoáy phía dưới chân các thủy điện trung và lớn tại Việt Nam để phát điện góp phần nâng cao hiệu quả đầu tư và bảo vệ môi trường.

Từ khóa: Thủy điện, tuabin xoáy nước, dòng xoáy

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam có yếu tố phù hợp trong phát triển thủy điện.

Tuy vậy, việc xây dựng liên tục các thủy điện mới nhằm cung cấp đủ nhu cầu tiêu thụ sẽ ngày càng khó khăn do ảnh hưởng trực tiếp đến môi trường, dân cư, thậm chí là khí hậu.

Khi thủy điện xả nước, dòng nước ra phía chân thủy điện có thể lên đến hàng nghìn m^3/s . Với lưu lượng nước lớn như vậy ta có thể tận dụng nhằm gia tăng năng suất của thủy điện, hay thậm trí có thể dùng nguồn này làm nguồn duy trì cho nhà máy thủy điện. Dựa trên công nghệ tuabin xoáy nước của công ty Turbulent ^{[1][2]}.

Công nghệ tua bin xoáy nước cơ bản có kết cấu bên ngoài là hình xoắn ốc nhằm tạo dòng xoáy nước, bên trong chỉ duy nhất 1 tua bin trục đứng được thiết kế để nhận nước chảy từ trên xuống.

Hiệu suất tuabin phụ thuộc vào 2 yếu tố: Độ cao rơi của tuabin (drop height) và lưu lượng dòng nước (water flow). Công ty Turbulent đã có bảng quy đổi tiềm năng cụ thể trong trong bảng 1 ^[3].

ĐỘ CAO RƠI (cm):	250	TIỀM NĂNG NĂNG LƯỢNG (hàng năm):	KWh: 2,625,000
LƯU LƯỢNG NƯỚC (m ³ /s):	20	TIỀM NĂNG TÀI CHÍNH (hàng năm):	2,625,000 x 1200 x 3,15 tỷ VNĐ

Bảng 1. Đánh giá tiềm năng sản xuất điện của một tuabin theo độ cao rơi và lưu lượng dòng nước ^[3]



2. DỰ KIẾN GIẢI PHÁP THỰC HIỆN Ý TƯỞNG

- Tính toán, khảo sát về vị trí phù hợp để lắp đặt, đánh giá mặt kĩ thuật và môi trường cho một số trường hợp cụ thể.

Công suất phát được tính theo công thức:

$$P = h \cdot Q \cdot A$$

h : độ cao rơi

Q : lưu lượng dòng chảy

A : hệ số theo công ty Turbulent ^[3]
= 52500

- Sử dụng phần mềm nghiên cứu, mô phỏng như: TELEMAT 3D, FLOW 3D, FLUENT,... Kết quả được phân tích tính khả thi, đánh giá, đối sánh với kết quả nghiên cứu.

Hình 1. Hình ảnh thủy điện Hòa Bình (đường kẻ màu đỏ là vị trí dự tính lắp đặt hệ thống tuabin)



Hình 1. Hình ảnh thủy điện Hòa Bình (đường kẻ màu đỏ là vị trí dự tính lắp đặt hệ thống tuabin)

3. KẾT LUẬN

Nhu cầu điện năng của Việt Nam ngày càng tăng để phát triển kinh tế xã hội. Các nguồn năng lượng hóa thạch ngày càng cạn kiệt, giá thành chắc chắn sẽ tăng cao lại gây ô nhiễm môi trường nặng nề. Vì vậy việc kết hợp tuabin xoáy nước này có thể là một giải pháp tốt phù hợp với yêu cầu hiện nay và cả tương lai của nước ta.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Turbulent Energy Explained: The Vortex Turbine, www.youtube.com/watch?v=7w9rxf6UutA
- [2] TurbulentHydro-www.turbulent.be
www.youtube.com/watch?v=yBAfFnggaKE
- [3] <https://www.turbulent.be/pricing>.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Trịnh Hoàng Lâm, Sinh năm 2000 Hiện đang là sinh viên lớp Điện 1-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Nguyễn Quang Thuấn tốt nghiệp Đại học, nhận bằng Thạc sĩ và Tiến sĩ ngành Kỹ thuật điện tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội lần lượt vào các năm 2000, 2006 và 2016. Năm 2013 thực tập nghiên cứu chuyên đề “Quá điện áp do sét trong trạm điện gió” tại Đại học Supélec, Pháp (nay là CentraleSupélec). Hiện đang công tác tại Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

Hướng nghiên cứu chính: Quá độ điện từ, bảo vệ chống quá điện áp trong hệ thống điện, năng lượng tái tạo và tiết kiệm năng lượng.



SESSION 3

Phòng: Jasmine 2 | Chủ tọa: Đặng Hoàng Anh, Võ Duy Thành

STATISTICAL MODELING FOR OFFSHORE WIND TURBINE: A QUANTITATIVE EVALUATION BETWEEN FOUNDATION STRUCTURES UNDER VIETNAM CONDITIONS

Phan Nguyen Tuan Long (BSc.), Le Gia Thanh Truc (MSc.)

Department of Energy, University of Science and Technology of Hanoi (USTH), Hanoi

*Corresponding author: tuanlongphannguyen@gmail.com

Supervisor: Dr. Hoang Trung Kien

ABSTRACT

Vietnam is estimated to have a tremendous offshore wind energy technical potential at around 160 gigawatts (GW) within five to 100 kilometers from the coast. Yet, in these coastal are, there have not been any offshore projects up until now. Therefore, a financial overview is needed to provide stakeholders key information that could lubricate this transition. In this study, we developed an offshore wind turbine model (cost: CapEx and OpEx, and mass) based on

26 studies and reports and real-world data of 57 offshore wind turbines. The model's parameters (wind and geography profile) is established as in Vietnam condition. Two main structures of offshore-turbine foundations are considered in the model: monopile and jacket. The jacket profile, despite having two-time folds more expensive than the monopile one, still has some advantageous cost/ performance ratio at certain rated capacities.

Keywords: *Vietnam, offshore, wind turbine, model, CapEx, OpEx*

1. INTRODUCTION

Vietnam is estimated to have a tremendous offshore wind energy technical potential at around 160 gigawatts (GW) within five to 100 kilometers from the coast. Yet, in these coastal are, there have not been any offshore projects up until now. Therefore, a financial overview is needed to provide stakeholders key information that could lubricate this transition.

2. METHODOLOGY

2.1 Proposed Model

The wind turbine model, which consisted of four main parts (CapEx: Turbine, Balance of Plant, Financials, and OpEx), is developed based on formulas collected from multiple studies, detail as below:

Turbine (Fingersh, Hand, & Laxson, 2006) & (Carroll, et al., 2016): Rotor total, Blades,



Hub, Pitch, Nose, Nacelle total, Low-speed shaft, Bearings, Brake/coupling, Generator, Variable-speed electronics, Yaw drive, and bearing, Mainframe, Platform & Railing, Electrical system, Hydraulics, Nacelle cover, Tower, Others, Converter, Control, safety system, and condition monitoring, Marinization.

Balance of Plant (BoP) (Maness, Maples, & Smith, 2017) & (Beiter, et al., 2016) & (Stehly, Beiter, Heimiller, & Scott, 2018): Foundation & Substructure, Electrical Infrastructure, Assembly & Installation, Development, Project management, Port and staging, logistic, transportation.

Financials (Stehly, Beiter, Heimiller, & Scott, 2018): Insurance during construction, Decommissioning bond, Construction finance, Contingency, Project completions/ commissioning.

The general parameters on wind and geography profile are input under Vietnam conditions.

2.2 Technique

2.2.1 Data acquisition

Formulas for comparisons and building model: Majorly from IRENA studies

Vietnam wind and geography profile: (Sissingh & Arends, 2018, p. 20), DTU and Vortex.

Real-world turbine profile:

www.wind-turbine-models.com
& www.thewindpower.net

3. ANALYSIS

3.1 Governing Equations

There is a total of 68 direct formulas were used in the model, highlighted equations are:

$$\text{The rotor radius formula: } r = \sqrt{\frac{2 \times 10^3 \times P}{\pi C_p \rho V^3}} \quad (1)$$

where, r is rotor radius (m), P is rated power (kW), ρ is the density of air (kg/m^3), C_p is the power coefficient, V is the wind speed (m/s)

Monopile mass:

$$M = ((\text{Rated power})^{1.5} + \frac{(\text{Hub Height})^{3.7}}{10} + 2100 * (\text{Water Depth})^{2.25} + (\text{RNA mass})^{1.13}) / 10000 \quad (2)$$

where, monopile mass (ton), rated power (kW), hub height (m), water depth (m), RNA mass is Rotor & Nacelle assembly total mass (kg).

3.2 Numerical Method

A quantitative approach is applied to govern the study and to select the most accurate theoretic formulas.



Table 1. Selected model profile

Parameters	Detail
General	Currency: 2018 USD; Power coefficient: 0.47; Wind speed: 9 m/s; Wind power density: 675 W/m ² ; Air density: 1.85 kg/m ³
Monopile	Sea depth: 30m; Coastal distance: 25 km
Jacket	Sea depth: 60m; Coastal distance: 40 km

3.3 Results and Discussion

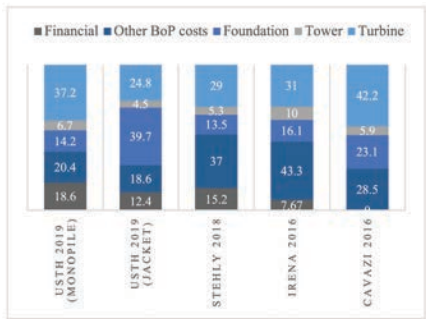


Figure 1. Cost-share (% CapEx) of main components in a wind turbine project between USTH and other models

The share of the foundation cost in two scenarios changes significantly from 14.2% (monopile) to 39.7% (jacket), see Figure 1. By using jacket foundation (for 40-80m sea-level depth), the total capital expenditure

can go up to 50% in comparison with a monopile system (<40m sea-level depth), see Figure 1.

The jacket-type offshore turbine has an optimized range from 7.5 – 9 MW, where the CapEx rate is lowest at approximately \$5,700/kW, see Fig 2; where the monopile-structured offshore turbine has a linear cost increasement from \$3,700/kW at 6MW to \$4,000/kW at 12MW

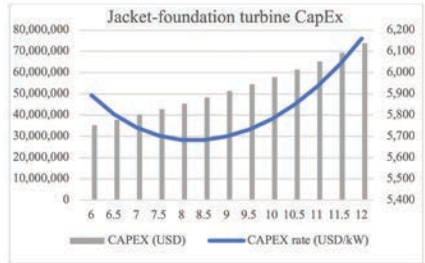


Figure 2. Turbine CAPEX and CAPEX rate with jacket foundation at different power ratings

4. CONCLUSIONS

The statistical model, developed from 68 scientific equations from 26 studies & reports and 57 real-world turbines, provides a comprehensive overview of mass and cost (CapEx & OpEx) scenarios for an offshore wind project with Vietnam wind and geographical profile. Further studies are needed for tuning details on Vietnam conditions: labor, transportation, and local production.



REFERENCES

- [1] Beiter, P., Musial, W., Smith, A., Kilcher, L., Damiani, R., Maness, M., . . . Scott, G. (2016). A Spatial-Economic Cost-Reduction Pathway Analysis for U.S. Offshore Wind Energy Development from 2015–2030. National Renewable Energy Laboratory (NREL).
- [2] Carroll, J., McDonald, A., Dinwoodie, I., McMillan, D., Revie, M., & Lazakis, I. (2016). Availability, operation and maintenance costs of offshore wind turbines with different drive train configurations. In *Wind Energy* (pp. 361-378). John Wiley & Sons, Ltd. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/we.2011>
- [3] Fingersh, L., Hand, M., & Laxson, A. (2006). *Wind Turbine Design Cost and Scaling Model*. Midwest Research Institute, U.S. Department of Energy. Colorado, USA: National Renewable Energy Laboratory (NREL).
- [4] Maness, M., Maples, B., & Smith, A. (2017). *NREL Offshore Balance-of-System Model*. National Renewable Energy Laboratory (NREL).
- [5] Sissingh, J., & Arends, E. (2018). *Wind Energy Potential Vietnam*. Netherlands Ministry of Foreign Affairs.
- [6] Stehly, T., Beiter, P., Heimiller, D., & Scott, G. (2018). *2017 Cost of Wind Energy Review*. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory (NREL).

NOMENCLATURE

Acronyms

CapEx: Capital Expenditure

OpEx: Operational Expenditure

AUTHORS

Phan Nguyen Tuan Long is a bachelor's student. His research focuses on climate data analysis and energy modeling. He is a YSEALI Academic fellow since 2019, YEP fellow since 2020, and won multiple awards in socioeconomics.

Le Gia Thanh Truc is a Master's student in Energy. Her research interests are biomass and energy efficiency.

SUPERVISOR

Hoang Trung Kien is a lecturer at the Department of Energy, University of Science and Technology of Hanoi



OPTIMAL SCHEDULING FOR CHARGING AND DISCHARGING OF ELECTRIC VEHICLES

Hoang Nhat⁽¹⁾, Dr. Nguyen Duc Tuyen

(1) Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology

*Corresponding author: nhat.h1812838@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

The vehicle electrification will have a significant impact on the power grid due to the increase in electricity consumption. It is important to perform intelligent scheduling for charging and discharging of electric vehicles (EVs). In this paper, we propose a globally optimal scheduling scheme and a locally optimal scheduling scheme for EV charging and discharging. We first formulate a global scheduling optimization problem, in which the charging powers are optimized to minimize the total cost of all EVs which perform

charging and discharging during the day. The globally optimal solution provides the globally minimal total cost. To develop a practical scheduling scheme, we then formulate a local scheduling optimization problem, which aims to minimize the total cost of the EVs in the current ongoing EV set in the local group. Through simulations, we demonstrate that the locally optimal scheduling scheme can achieve a close performance compared to the globally optimal scheduling scheme.

Keywords: Charging and discharging, convex optimization, distributed solution, EV, optimal scheduling, vehicle-to-grid (V2G)

1. INTRODUCTION

The automotive industry is heavily investing in plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) and fully electric vehicles (EVs) mainly in order to reduce the CO₂ emissions and oil dependency of current automotive technology. The vehicle electrification will have significant impacts

on the power grid due to the increase in electricity consumption. The overall load profile of electric system will be changed due to the introduction of EV charging and discharging. The charging of a large population of EVs has a significant impact on the power grid. It has been estimated

in ^[1]. V2G can also provide energy to the grid by discharging the battery ^[2]. Intelligent scheduling for EV charging and discharging has become a vital step towards smart grid implementation^{[3],[4]}. In the recent literature, a number of scheduling schemes for EV charging and discharging have been proposed ^{[5]–[8]}. All articles from ^{[5]–[8]} all studied the problems related to this paper.

2. GLOBAL SCHEDULING OPTIMIZATION

2.1. System model

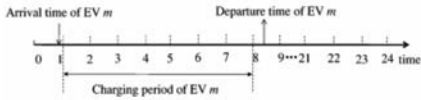


Fig 1. Charging period of EV

2.2 Technique

- Find a globally optimal scheduling scheme
- Set known conditions for EV
- Calculate the total cost
- Optimize the total cost

3. LOCAL SCHEDULING OPTIMIZATION

3.1. System model

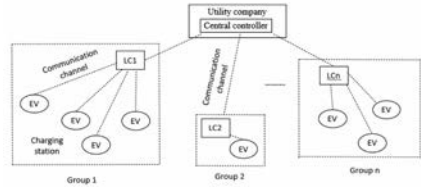


Fig 2. Illustration of communications and controls in the locally optimal scheduling scheme

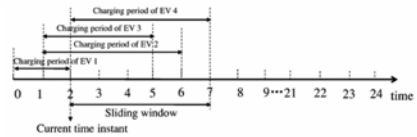


Fig 3. Illustration of ongoing EV set and the sliding window

3.2. Distributed protocol

4. CONCLUSIONS

In this paper, we study the scheduling optimization problem for EV charging and discharging. We first formulate a global scheduling optimization problem, in which the charging powers are optimized to minimize the total cost of all EVs which perform charging and discharging during the day. The globally optimal solution provides the globally minimal total cost. The locally optimal scheduling scheme is performed in an independent and distributed way, which is not only scalable to a large EV population but also resilient to the dynamic EV arrivals.



5. REFERENCES

- [1] Z. J. Ma, D. Callaway, and I. Hiskens, "Decentralized charging control for large populations of plug-in electric vehicles: Application of the Nash certainty equivalence principle," in Proc. IEEE Int. Conf. Control Appl., Sep. 2010, pp. 191–195.
- [2] C. Guille and G. Gross, "Design of a conceptual framework for the V2G implementation," in Proc. IEEE Energy 2030 Conf., Nov. 2008, pp. 1–3.
- [3] F. Li, W. Qiao, H. Sun, H. Wan, J. Wang, Y. Xia, Z. Xu, and P. Zhang, "Smart transmission grid: Vision and framework," IEEE Trans. Smart Grid, vol. 1, no. 2, pp. 168–177, 2010.
- [4] W. Shireen, S. Patel, and S., "Plug-in hybrid electric vehicles in the smart grid environment," in Proc. IEEE PES Transm. Distrib. Conf. Expo., Apr. 2010, pp. 1–4.
- [5] G. B. Shrestha, S. G. Ang, and S. G., "A study of electric vehicle battery charging demand in the context of Singapore," in Proc. Int. Power Eng. Conf., Dec. 2007, pp. 64–69.
- [6] K. Mets, T. Verschueren, W. Haerick, C. Develder, and F. D. Turck, "Optimizing smart energy control strategies for plug-in hybrid electric vehicle charging," in Proc. IEEE/IFIP Netw. Oper. Manage. Symp. (NOMS), Apr. 2010, pp. 293–299.
- [7] C. Hutson, G. K. Venayagamoorthy, and K. A. Corzine, "Intelligent scheduling of hybrid and electric vehicle storage capacity in a parking lot for profit maximization in grid power transactions," in Proc. IEEE Energy 2030 Conf., Nov. 2008, pp. 1–8.
- [8] A. Y. Saber and G. K. Venayagamoorthy, "Optimization of vehicle-to-grid scheduling in constrained parking lots," in Proc. IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet. (PES), Jul. 2009, pp. 1–8.

AUTHORS

Hoang Nhat is currently a 3th-year student, major in Electrical Engineering, School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology.

SUPERVISOR

Nguyen Duc Tuyen received the B.E. (2006) from Hanoi University of Science and Technology, M.E. (2009), and Ph.D. (2012) from Shibaura Institute of Technology. He is a lecturer, Hanoi University of Science and Technology. His current research topics on renewable energy



NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP DÙNG NHIỆT LƯỢNG Ủ TỪ HẦM RÁC ĐỂ SẢN XUẤT ĐIỆN

Đỗ Thị Ngọc Diễm, Ngô Thị Trang, Đỗ Thị Nguyệt, Hoàng Việt Phương

Sinh viên lớp Điện 3-K12, khoa Điện, Trường đại học Công Nghiệp Hà Nội

Tác giả liên hệ: ngocdiem21321@gmail.com

Giảng viên hướng dẫn : TS. Nguyễn Quang Thuận

TÓM TẮT

Bài viết đề xuất nghiên cứu sử dụng công nghệ ủ rác sinh nhiệt (nhiệt lượng sinh ra trong quá trình ủ) kết hợp sử dụng một trong các mô hình sử dụng nhà máy địa nhiệt để phát điện phù hợp với điều kiện tại Việt Nam góp phần bảo vệ môi trường.

Keyword: “Hầm rác, sản xuất điện từ rác, biogas”.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở Việt Nam, tốc độ phát sinh rác thải tùy thuộc vào từng loại đô thị và dao động từ 0,35-0,8kg/người/ngày. Cùng với sự phát triển thì rác thải của các hoạt động của con người thải ra môi trường ngày càng nhiều. Xử lý rác thải đang là vấn đề nóng bỏng ở các quốc gia trên thế giới, trong đó có Việt Nam.

Thực tế việc quản lý và xử lý rác thải mặc dù đã có nhiều tiến bộ, cố gắng nhưng chưa ngang tầm với nhu cầu đòi hỏi. Hiện nay, ở khu vực đô thị mới chỉ thu gom đưa đến bãi chôn lấp tập trung đạt khoảng 60-65%, còn lại rác thải xuống ao hồ, sông ngòi, bên đường. Còn ở khu vực nông thôn, rác thải hầu như không được thu gom, những điểm vớt rác tràn ngập khắp nơi.

Tỉ lệ thu gom rác thải ở Việt Nam đạt khoảng 31%. Hiện trạng quản lý, xử lý rác thải kém hiệu quả đã và đang gây dư luận trong cộng đồng, đặt ra nhiều thách thức đối với nhiều cấp, ngành, đặc biệt là ngành môi trường.

Phân loại rác thải sinh hoạt, rác thải sinh hoạt đa phần là các chất rắn đã bị loại ra trong quá trình sinh sống, kinh doanh, các hoạt động, và sản xuất của con người cũng như các loài động vật.

Thành phần của rác thải sinh hoạt:

- Rau thực phẩm thừa, chất hữu cơ dễ phân hủy chiếm khoảng 64,7% về khối lượng
- Cây gỗ chiếm khoảng 6,6% về khối lượng.



- Giấy, bao bì chiếm khoảng 2,1% về khối lượng.
- Plastic khó tái chế chiếm khoảng 9,1% về khối lượng.
- Cao su, đế giày dép chiếm 6,3% về khối lượng.
- Vải sợi, vật liệu sợi chiếm khoảng 4,2% về khối lượng.
- Đất đá, bê tông chiếm khoảng 1,6% về khối lượng.
- Thành phần khác chiếm khoảng 5,4% về khối lượng.

Thành phần chủ yếu của chúng là các chất hữu cơ và rất dễ gây ô nhiễm trở lại cho môi trường sống của chúng ta. Cho nên, rác sinh hoạt có thể định nghĩa là những thành phần tàn tích hữu cơ phục vụ cho cuộc sống của con người.

Vì thế nhóm em sẽ tập trung chủ yếu vào bất kể loại rác nào có thể dùng để ủ mà sản sinh ra lượng nhiệt trong lò nhiều nhất (bao gồm cả rác thải sinh hoạt).

Sự khác nhau của mô hình ủ rác trên thế giới và của nhóm nghiên cứu

- Giống nhau:
Vẫn sử dụng công nghệ ủ Biogas – là công nghệ sản xuất khí sinh học là quá trình ủ phân rác, phân hữu cơ, bùn cống rãnh, và các vật liệu khác...
- Khác nhau:
Thành phần Biogas CH_4 , CO_2 , N_2 , H_2 , H_2S ..., trong đó CH_4 , CO_2 là chủ yếu sử dụng để làm chất đốt sử dụng trong

quá trình nhiệt làm chất đốt để bay hơi nước quay tuabin và phát ra điện.

Đề tài của chúng em chủ yếu sử dụng nhiệt lượng trong hầm sản sinh ra trong quá trình ủ để làm bay hơi nước quay tuabin sản xuất ra điện. Hầm biogas được thiết kế để có thể dẫn nước đi qua.

2. DỰ KIẾN GIẢI PHÁP THỰC HIỆN Ý TƯỞNG

Dựa trên phương pháp ủ hầm Biogas và phương pháp sản xuất điện bằng địa nhiệt.

a. Quá trình trong hầm Biogas

Dựa vào vi khuẩn yếm khí để lên men phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ

Trong quá trình ủ sẽ sản sinh ra các phản ứng hóa học theo dây chuyền và sản sinh ra nhiệt lượng cần thiết của mỗi phản ứng. Nhiệt độ rác chất trong hầm có thể lên tới 60-70°C.

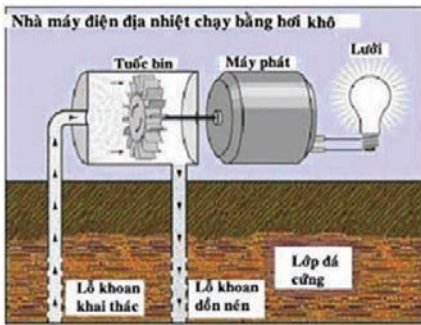
Do nước ta có khí hậu nhiệt đới với độ ẩm cao, nắng nhiều, nhiệt độ nóng tương đối cao vì vậy quá trình phân hủy các chất hữu cơ diễn ra tương đối nhanh và nhiệt sinh ra tương đối lớn. Phương pháp ủ nóng thực hiện khá thuận lợi.

b. Nguyên lý của nhà máy địa nhiệt

Hiện nay có 3 loại sơ đồ sản xuất điện năng sử dụng nguồn địa nhiệt.



Sơ đồ trực tiếp sử dụng hơi nóng khô (**Hình 1**), hơi nóng thổi trực tiếp và tuốc bin, làm quay máy phát để sinh ra điện. Đây là kiểu nhà máy điện địa nhiệt lâu đời nhất, lần đầu tiên được xây dựng ở Italia năm 1904 và vẫn hoạt động cho đến nay. Tại Caliphocnia có nhà máy lớn nhất thế giới hoạt động theo nguyên lý này.



Hình 1. Sơ đồ trực tiếp sử dụng hơi nước khô

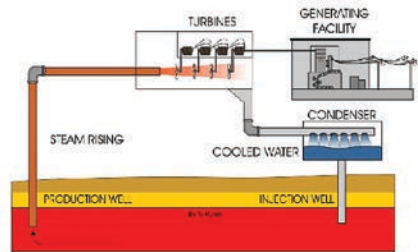
c. Dự kiến quá trình thực hiện ý tưởng

Hầm ủ rác được thiết kế theo hình trụ đứng, kín, có khả năng yếm khí cao và được đặt ở nơi có nhận nhiều nhiệt lượng từ mặt trời.

Sau quá trình phân loại rác hữu cơ được đưa vào hầm ủ. Trong 2 ngày đầu của quá trình ủ rác thì các vi sinh vật sẽ hoạt động nhanh phân giải các chất hữu cơ trong rác thành các chất khác nhau.

Các phản ứng phân giải protein thành các chất đơn giản. Các phản ứng này sẽ tỏa nhiệt ra môi trường làm cho nhiệt độ trong

hầm nóng lên và chất rắn bay hơi, cộng với nhiệt lượng mặt trời làm cho hơi nóng trong hầm tăng nhiệt nhanh.



Hình 2. Nguyên lý của một nhà máy địa nhiệt

Phần hơi nóng sẽ được dẫn làm quay tuabin để phát điện. Yêu cầu là các tuabin loại có công suất nhỏ. Như hình là nguyên lý của một nhà máy địa nhiệt, ý tưởng của chúng em thay việc hút hơi nóng ở dưới mặt đất thành lấy hơi nóng trực tiếp trong hầm để quay tuabin khí. Hơi nóng lấy được tốt nhất trong 2 ngày đầu của quá trình ủ.

d. Ứng dụng

Yêu cầu hầm ủ được đặt ở nơi có nhiệt lượng mặt trời cao nhất.

Phần nhiệt lượng trong hầm ủ có thể sử dụng để trong hệ thống sưởi ấm (nhiệt độ sưởi ấm 30-150°C)

Điện năng sản xuất ra nhỏ nên chỉ đủ dùng chạy hệ thống bóng đèn trong nhà, những nơi cần ít điện.



3. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] <https://tailieu.vn/doc/nguyen-cuu-qua-trinh-u-vi-sinh-rac-thai-huu-co-bang-phuong-phap-u-thieu-khi-cap-khi-tu-nhien--2034030.html>
- [2] Tài liệu về nhiệt lượng của phản ứng hóa học <https://www.wikihow.vn/T%C3%ADnh-Entanpy-c%E1%BB%A7a-Ph%E1%BA%A3n-%E1%BB%A9ng-H%C3%B3a-h%E1%BB%8Dc>
- [3] Tài liệu về nhà máy địa nhiệt

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Đỗ Thị Ngọc Diễm (1999)

Sinh viên lớp Điện 3-K12, ngành Công nghệ kỹ thuật điện - điện tử Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

Ngô Thị Trang (1999)

Sinh viên lớp Điện 3-K12, ngành Công nghệ kỹ thuật điện - điện tử Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

Đỗ Thị Nguyệt (1999)

Sinh viên lớp Điện 3-K12, ngành Công nghệ kỹ thuật điện - điện tử Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

Hoàng Việt Phương (1999)

Sinh viên lớp Điện 3-K12, ngành Công nghệ kỹ thuật điện - điện tử Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Nguyễn Quang Thuấn (1974) đang công tác tại Trường ĐH Công nghiệp Hà Nội. Ông nhận bằng đại học, Thạc sĩ và Tiến sĩ ngành Kỹ thuật điện tại Trường ĐH Bách khoa Hà Nội vào các năm 2000, 2006 và 2016. Năm 2013 thực tập nghiên cứu chuyên đề "Quá điện áp do sét trong trạm trại điện gió" tại Đại học Supélec, Pháp (nay là CentraleSupélec).

Hướng nghiên cứu chính: Quá độ điện từ, bảo vệ chống quá điện áp trong hệ thống điện, năng lượng tái tạo và tiết kiệm năng lượng.

THREE-PHASE INVERTER VOLTAGE CONTROL

**Quang-Bach Phan⁽¹⁾, Minh-Chinh Nguyen⁽¹⁾, Duy-Thiem Doan⁽¹⁾,
Hai-Dang Bui⁽¹⁾, Dr. Nga Thi-Thuy Vu**

(1) Student at School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology

*Corresponding author: bach.pq176920@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

The proposal presents the design of a voltage controller for a three-phase inverter. At first, the state-space model of the inverter with uncertainties and system parameters variation taken into account is constructed. The proposed controller combines a feedback component and a disturbance compensator. The first one is

accomplished using LQR control law which can be approximated by reinforcement learning algorithm. The other component is derived based on SMC method which is robust to changes in system parameters and disturbances. Briefly, the main purpose is to control the output voltage of an inverter installed in a green power system.

Keywords: *renewable energy, three-phase inverter, voltage control, LQR, SMC, reinforcement learning*

1. INTRODUCTION

In recent years, the world witnessed an upward trend in electricity generation from renewable sources (water/wind turbines, solar/fuel cells, etc.), as they are not only eco-friendly but also tremendously alleviates the burden that the conventional power system has to bear. Almost all renewable energy systems require cascading multiple converters since the quality of output voltage of the sources is relatively poor. As shown in **Figure 1**, it is a three-phase inverter that directly feeds a residential

load or ties the system to the grid. Therefore, controlling the inverter is considered an essential task as well as a promising topic when working with a power system.

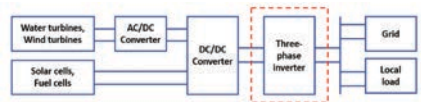


Figure 1. Block diagram of a renewable power system

The first aim of the controller for the inverter is to guarantee a high-quality output voltage when supplying various types of



loads, even unbalanced or non-linear loads. In dealing with the grid interconnecting, the con-troller simultaneously regulates the power flow and stabi-lizes the system frequency and phases while strictly following the synchronization standards.

The reference^[1] derived dead-beat control law based on space vector for a three-phase inverter operating in two modes: no-load and feeding resistive load. In^[2], the discrete-time sliding mode control with dual loop is de-signed for a UPS and shows robustness on low output voltage distortion, voltage regulation and insensitivity under load variation. The active disturbance rejection control is studied in^[3], the presented double loop struc-ture shows great advantage in enduring uncertainty and changes in system parameters. In^[4], sliding mode con-troller designed with grid voltage modulated DPC for grid-connected voltage source inverter can minimize the total harmonic distortion of the output currents but sacri-ficing the performance of real and reactive power.

All things considered; our research offers a simple single loop control structure that manipulates the output voltage of an inverter supplying a local. The fundamental target of the controller therefore is to maintain a high-quality output voltage applied for various types of load, even for unbalanced load and non-linear load.

2. SYSTEM MODELING

2.1 Nominal Model

When deriving the system mathematical model, the DC side of the inverter can be considered equivalent to a DC voltage source. The figure 2 shows the simplified schematic of the three-phase inverter with an output LC filter configured in star connection.

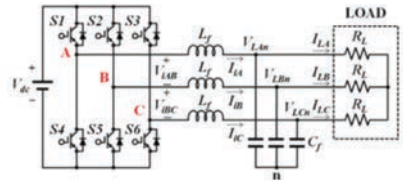


Figure 2. Schematic diagram of three-phase inverter with an LC filter

As proof in^[5], the nominal state-space model of the system is given by:

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & \omega & k_1 & 0 \\ -\omega & 0 & 0 & k_1 \\ -k_2 & 0 & 0 & \omega \\ 0 & -k_2 & -\omega & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ k_3 & k_4 \\ -k_4 & k_3 \end{bmatrix} u$$

$$= Ax + Bu$$

where $k_1 = \frac{1}{C_f}$, $k_2 = \frac{1}{L_f}$, $k_3 = \frac{1}{2L_f}$, $k_4 = \frac{1}{2\sqrt{3}L_f}$, $\omega = 2\pi f$.

Figure 3. LQR Control Diagram

2.2 System modeling with uncertainties

If the system parameters' changes and uncertainties are considered, the system model becomes:

$$\begin{aligned} \dot{x} &= (A + \Delta A)x + (B + \Delta B)u + d \\ &= Ax + Bu + \Delta Ax + \Delta Bu + d \\ &= Ax + Bu + d' \end{aligned}$$



where ΔA , ΔB is system parameters variation and d represents disturbances.

3. CONTROL STRATEGY

3.1 Traditional control method

The control signal $u = [V_{id} \ V_{iq}]^T$ can be defined by $u = u_1 + u_2$ where u_1 is the feedback control component that forces the steady state error to converge towards zero while u_2 will compensate the load disturbances. There exists several well-known control laws such as Linear Quadratic Regulator (LQR), Sliding Mode Control (SMC), Adaptive Control, etc. that meet the requirements.

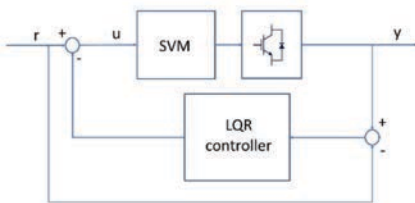


Figure 3. LQR Control Diagram

In this work, the former feedback component is established using full-state feedback controller using LQR method to find an optimal matrix K while the latter one uses SMC approach to cancel the uncertainties.

3.2 Smart control method

The vast development of Artificial Intelligence (AI) broadens the number of

applied fields, including smart control. The base of AI in control theory is reinforcement learning which is capable of studying the system's behaviors without knowing the system parameters.

In details, reinforcement learning can be applied in solving the LQR problem in our control scheme under the condition of lacking inverter parameters.

4. SIMULATION RESULTS

At the very first step, a state feedback controller is designed based on LQR method that is applied for the nominal system model connecting to a balanced resistive load. The reference load voltage amplitude is 12V and the proposed control matrix K is:

$$K = \begin{bmatrix} 0.2321 & -0.1340 & 2.6304 & -1.5186 \\ 0.1340 & 0.2321 & 1.5186 & 2.6304 \end{bmatrix}$$

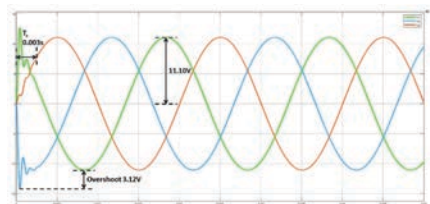


Figure 4. Simulation result of LQR controller for pure resistive load voltage

It is shown in the figure 4 that the ripples are eliminated after one period, but the steady state error is not completely canceled.



5. CONCLUSION

In conclusion, the result shows that the proposed control scheme has been successful in stabilizing the system with acceptable error and fast response. In the early stages of this research, the simulation is only carried out with simple no-disturbance resistive-load system. However, as the design of controlling method is still on developing process, the type of load can vary, as well as more control methods can be applied such as using adaptive controllers or implementing reinforcement learning.

REFERENCES

- [1] O. Kukrer, "Deadbeat control of a three-phase inverter with an output LC filter," in IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 11, no. 1, pp. 16-23, Jan. 1996.
- [2] Tsang-Li Tai and Jian-Shiang Chen, "UPS inverter design using discrete-time sliding-mode control scheme," in IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 49, no. 1, pp. 67-75, Feb. 2002.
- [3] M. Mehrabankhomartash, M. R. Toulabi and A. M. Ranjbar, "Voltage control of three phase inverters by using active disturbance rejection control," 2015 30th International Power System Conference (PSC), Tehran, pp. 169-176, 2015.
- [4] Y. Gui, Q. Xu, F. Blaabjerg and H. Gong, "Sliding mode control with grid voltage modulated DPC for voltage source inverters under distorted grid voltage," in CPSS Transactions on Power Electronics and Applications, vol. 4, no. 3, pp. 244-254, Sept. 2019.
- [5] J. Jung, N. T. Vu, D. Q. Dang, T. D. Do, Y. Choi and H. Choi, "A Three-Phase Inverter for a Standalone Distributed Generation System: Adaptive Voltage Control Design and Stability Analysis," in IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 29, no. 1, pp. 46-56, March 2014.



AUTHORS

Quang-Bach Phan (student ID: 20176920-K62) enrolled in Hanoi University of Science and Technology in 2017 and majors in Control and Automation. His research interests include the control of three-phase inverter and Eddy current sensor.

Minh-Chinh Nguyen (student ID: 20176923-K62) enrolled in Hanoi University of Science and Technology in 2017 and majors in Control and Automation. His research interests include control of three-phase inverter.

Doan Duy Thiem (student ID: 20176957-K62) enrolled in Hanoi University of Science and Technology in 2017 and majors in Control and Automation. His, Hanoi, Vietnam, as a Full Lecturer. Her research interests include DSP-based electric machine drives and control of three-phase inverter.distributed generation systems using renewable energy sources.

Hai-Dang Bui (student ID: 20173723 – K62) enrolled in Hanoi University of Science and Technology in 2017 and majors in Control and Automation. His research interests include control of three-phase inverter, battery management and state of charge estimation.

SUPERVISOR

Nga Thi-Thuy Vu received the B.S.and M.S.degrees in electrical engineering from Hanoi University of Science and Technology, Hanoi, Vietnam, in 2017 and majors 2005 and 2008, respectively, and the Ph.D.degree in electronics and electrical engineering from Dongguk University, Seoul, Korea, in 2013. She is currently with the Department of Automatic Control and Automation. His research interests include control of three - phase inverter.



TỰ ĐỘNG ĐIỀU CHỈNH ĐIỆN ÁP CỦA HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP MÁI NỐI LƯỚI

Nguyễn Trung Tuyên, Nguyễn Thế Anh, Vũ Quang Hải, TS. Lê Thị Minh Châu

Bộ môn Hệ thống Điện - Viện Điện - Trường Đại Học Bách khoa Hà Nội

Tác giả liên hệ: tuyen.nt181302@sis.hust.edu.vn

TÓM TẮT

Ngày nay, việc sử dụng năng lượng hóa thạch đang ngày càng cạn kiệt và gây ra nhiều vấn đề ảnh hưởng nặng nề đến môi trường. Sự phát triển của xã hội đòi hỏi gắn liền với sự phát triển của các nguồn năng lượng sạch. Trong đó, năng lượng mặt trời là nguồn năng lượng đang trở nên phổ biến với số lượng lắp đặt hệ thống điện mặt trời (PV) áp mái tăng theo cấp số nhân. Việc kết nối hệ thống PV vào lưới điện quốc gia thường gặp một số vấn đề về điện áp. Khi những giá trị điện áp tại điểm kết nối vượt

ra ngoài khoảng giới hạn điện áp cho phép, hệ thống PV sẽ bị ngắt kết nối với lưới. Bên cạnh đó, sự nhiễu loạn điện áp có thể gây ảnh hưởng lớn tới vấn đề chất lượng điện năng. Để giải quyết vấn đề này, nghiên cứu đề xuất phương pháp giúp hệ thống PV có thể tự động điều chỉnh điện áp tại điểm kết nối tùy theo công suất phát của hệ thống PV, góp phần tăng độ ổn định điện áp tại vị trí kết nối. Tính hiệu quả của phương pháp đề xuất sẽ được đánh giá qua kết quả mô phỏng bằng phần mềm Matlab/Simulink.

Từ khóa: hệ thống PV, chất lượng điện áp, tự động điều chỉnh điện áp.

1. GIỚI THIỆU

Năng lượng hóa thạch vẫn đang là nguồn cung cấp năng lượng chính cho nhu cầu của thế giới, và càng ngày chúng ta càng nhận thấy được ảnh hưởng rõ ràng của việc sử dụng năng lượng từ nhiên liệu hóa thạch. Nó không còn chỉ dừng lại ở vấn đề phát thải khí CO₂ mà là ảnh hưởng tới sự biến đổi khí hậu với hàng loạt những thiên tai, cháy rừng,... xảy ra khắp nơi trên thế giới. Năng lượng tái tạo trở thành một hướng đi mới cho thế giới. Một trong những nguồn

năng lượng tái tạo được phát triển rộng rãi hiện nay đó chính là năng lượng mặt trời (PV), nguồn năng lượng này có thể được khai thác ở nhiều quy mô, nhiều địa điểm khác nhau làm cho nguồn năng lượng này trở nên phổ biến hơn bao giờ hết. Hai mô hình điện mặt trời được sử dụng rộng rãi hiện nay phải kể đến đó là mô hình điện mặt trời áp mái và cánh đồng mặt trời. Trong phạm vi nghiên cứu này, các tác giả quan tâm đến vấn đề điện áp cho mô hình điện mặt trời áp mái.



Việc kết nối hệ thống điện mặt trời áp mái cũng có thể gây ảnh hưởng rất lớn tới lưới điện quốc gia nếu gặp phải một số vấn đề kỹ thuật như mất cân bằng pha, xâm nhập dòng một chiều, nhấp nháy điện áp, tính chọn lọc của hệ thống bảo vệ rơle...v.v.

[2]. Quyết định 13/2020/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ quy định giá mua điện (chưa bao gồm thuế giá trị gia tăng) áp dụng cho hệ thống điện mặt trời áp mái trong năm 2020 là 1.940 đồng/kWh, cao hơn so với các loại hình điện mặt trời khác. Theo EVN, tính đến đầu tháng 9/2020, cả nước đã có gần 50.000 hệ thống điện mặt trời áp mái với tổng công suất gần 1.200 MWp được lắp đặt và đưa vào vận hành, làm cho sự tương tác và ảnh hưởng qua lại giữa hai hệ thống điện này trở nên mạnh mẽ. Việc kết nối hệ thống PV với lưới đang gặp nhiều vấn đề do điện áp không ổn định [3]. Khi có sự biến thiên điện áp hệ thống PV có thể bị ngắt kết nối với lưới điện. Quá áp được coi là một nhiễu loạn điện áp, giá trị điện áp tại điểm kết nối tăng lên có thể gây ra sự cố quá điện áp trong trường hợp non tải và hệ thống PV phát công suất lớn. Với mục đích nhằm tăng cường thâm nhập

nhiều năng lượng mặt trời vào hệ thống điện, cần có một bộ điều khiển nhằm giữ điện áp của các hệ thống PV tại vị trí kết nối để tránh trường hợp có thể gây ra sự ngắt kết nối không cần thiết các hệ thống PV khi có hiện tượng dao động điện áp trên lưới.

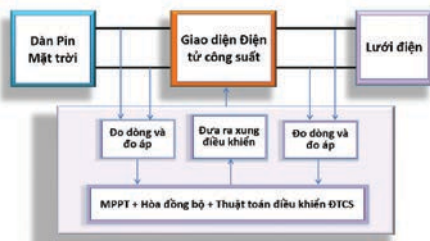
Các hệ thống PV hiện nay đang sử dụng hệ thống điều khiển P/Q thông thường [4,5] và chưa được tham gia vào việc điều chỉnh điện áp trên lưới điện. Chính vì vậy, nếu điện áp tăng lên quá cao hoặc giảm xuống quá sâu thì theo các tiêu chuẩn kết nối, hệ thống không thể duy trì kết nối trong trạng thái như vậy, dẫn tới ngắt kết nối với lưới điện, gây ra gián đoạn hệ thống. Nghiên cứu này đề xuất giải pháp sử dụng phương pháp tự động điều chỉnh điện áp tùy theo lượng công suất phát của hệ thống PV, vì lượng bức xạ của mặt trời trong mỗi khung giờ trong ngày là khác nhau. Hệ thống sẽ tự điều chỉnh điện áp trong khoảng giá trị cho phép bằng cách thay đổi (hấp thụ hoặc phát ra) công suất phản kháng, tăng tính ổn định cho hệ thống và tăng thêm khả năng kết nối nhiều hệ thống PV vào hệ thống điện.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Mô hình đề xuất

Tích hợp bộ 'tự động điều khiển điện áp bằng cách thay đổi công suất phản kháng' vào biến tần (inverter) của hệ

thống PV nối lưới để đảm bảo điện áp nằm trong khoảng giá trị cho phép tại vị trí kết nối với lưới điện.



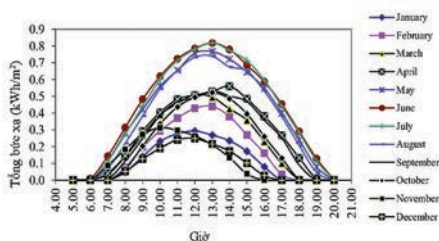
Hình 1. Mô hình của hệ thống PV kết nối lưới.

2.2 Phương pháp

2.2.1 Dữ liệu thu thập

Các dữ liệu cần thiết cho nghiên cứu cần thu thập và xây dựng bao gồm:

- Biểu đồ lượng bức xạ mặt trời các khung giờ trong ngày.
- Thông số lưới điện phân phối thực tế.
- Hiệu suất của hệ thống PV, giới hạn công suất Q của hệ thống PV



Hình 2. Ví dụ về cường độ bức xạ mặt trời trong 24h.

2.2.2 Phần mềm tính toán

MATLAB là một bộ phần mềm dùng để tính toán các bài toán kỹ thuật, hiện được sử dụng phổ biến để tính toán và mô phỏng các bài toán thuộc chuyên ngành hệ thống điện. Nhóm tác giả sẽ xây dựng thuật toán trên giao diện Matlab và mô hình hóa hệ

thống điện mặt trời áp mái kết nối lưới bằng Matlab/Simulink. Hiệu quả của thuật toán để xuất được đánh giá thông qua kết quả mô phỏng.

2.2.3 Dự kiến nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu các ảnh hưởng của hệ thống điện mặt trời đến lưới điện.

Nghiên cứu về các thuật toán điều khiển theo chế độ hoạt động của hệ thống PV (P/Q control, P/PF control, P/V control, V/f control) Mô hình hóa lưới điện phân phối và hệ thống điện mặt trời bằng phần mềm Matlab/Simulink.

Mô phỏng công suất của hệ thống điện mặt trời theo lượng bức xạ mặt trời đã thu thập được (theo chương trình điều khiển P/Q thông thường) Xây dựng thuật toán tự động điều chỉnh điện áp bằng cách thay đổi công suất phản kháng dựa trên việc đưa ra góc điều khiển tối ưu cho IGBT.

Áp dụng thuật toán tự động điều chỉnh điện áp tích hợp cho biến tần của hệ thống PV áp mái nối lưới và đánh giá tính hiệu quả của hệ thống tự động điều chỉnh điện áp.

3. KẾT LUẬN

Mục đích của nghiên cứu này là xây dựng thuật toán tự động điều khiển điện áp (tích hợp trong inverter) cho hệ thống PV. Thuật toán điều chỉnh này không chỉ có khả năng giữ điện áp trong phạm vi cho phép tại điểm kết nối mà còn tại mọi điểm trên lưới. Việc đánh giá hiệu quả của thuật toán tự



động điều chỉnh trong việc ổn giữ điện áp trong phạm vi cho phép tại điểm kết nối được thực hiện bằng việc mô phỏng kết nối các nguồn phân tán vào lưới phân phối bằng Matlab Simulink.

Khi sử dụng bộ tự động điều chỉnh điện áp cũng sẽ góp phần là giảm chi phí kết nối, nâng cao chất lượng điện năng, tăng khả năng kết nối nhiều hệ thống PV với nhau và thực hiện nối lưới. Giảm sự tác động từ hệ thống PV gặp sự cố gây ảnh hưởng tới lưới điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Le Duc Tung, Le Thi Minh Chau, June 2020, "Control voltage of grid-connected PV system facing voltage sags", Journal of Science & Technology 144 (2020) 001-005.
- [2] F. Shahnian, R. Majumder, A. Ghosh, G. Ledwich, F. Zare, 2010 "Sensitivity analysis of voltage imbalance in distribution networks with rooftop PVs", IEEE PES General Meeting.
- [3] Topic, Danijel, Zovko, Nikolina, Knezevic, Goran, Perko, Jurica, Raff, Rebeka, Golub, Velimir "Influence of PV Systems on Distribution Network Voltage Values and Power Losses: Case Study", Novi Sad, Serbia (2019.7.1-2019.7.4) IEEE EUROCON 2019 -18th International Conference on Smart Technologies
- [4] Kinal Kachiya, Makarand Lokhande, Mukesh Patel, 13-14 May 2011 "MATLAB/Simulink Model of Solar PV module and MPPT Algorithm", National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology.
- [5] Tshewang Lhendup, Sonam Wangchuk, Lungten Norbu, Chimi Rinzin, Saten Lhundup "Simulated Performance of a Grid-Connected and Standalone Photovoltaic Power System", International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 7, Issue 11, November 2016.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Nguyễn Thế Anh

MSSV: 20181081, sinh năm 2000, là sinh viên ngành Kỹ thuật điện, K63 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu về Năng Lượng điện mặt trời và điện gió.

Nguyễn Trung Tuyên

MSSV: 20181302, sinh năm 2000, là sinh viên ngành Kỹ thuật điện, K63 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu về Năng Lượng tái tạo.

Vũ Quang Hải

MSSV: 20181145, sinh năm 2000, là sinh viên ngành Kỹ thuật điện, K63 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu về Năng lượng tái tạo.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. Lê Minh Châu

Sinh năm 1984, Đà Nẵng, Việt Nam. Cô nhận bằng Kỹ sư ngành Kỹ thuật điện tại Đại học Bách Khoa Đà Nẵng năm 2007; bằng Thạc sĩ năm 2008 và Tiến sĩ năm 2012 chuyên ngành Kỹ thuật điện tại Trường Đại học Bách khoa Quốc gia Grenoble (thuộc nhóm Grandes Ecoles), Pháp. Cô hiện là Giảng viên thuộc bộ môn Hệ thống điện, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Lĩnh vực nghiên cứu của cô là phân tích tính toán và tối ưu hóa chế độ hệ thống điện, tích hợp các nguồn năng lượng tái tạo vào lưới điện, năng lượng điện mặt trời.



SESSION 4

Phòng: Board | Chủ tọa: Đinh Thành Việt, Nguyễn Thị Anh

XÂY DỰNG CÔNG CỤ XÁC ĐỊNH HIỆU QUẢ ĐẦU TƯ CỦA CÁC DỰ ÁN ĐIỆN MẶT TRỜI MÁI NHÀ TẠI VIỆT NAM

Nguyễn Thị Dung (1), Đỗ Văn Đạt (1), Nguyễn Thị Hằng (1), Ngô Linh Trang (1)

Sinh viên ngành Kinh tế công nghiệp – Viện KTQL

Tác giả liên hệ: dovandat2017@gmail.com,

Giảng viên hướng dẫn: PGS.TS. Bùi Xuân Hối

TÓM TẮT

Điện mặt trời mái nhà ở Việt Nam đã và đang thu hút sự quan tâm đặc biệt của các hộ gia đình, mức độ hiệu quả của đầu tư điện mặt trời mái nhà đối các hộ gia đình là một hàm đa biến từ điều kiện tự nhiên (bức xạ, số giờ nắng), đến các yếu tố thuộc về cơ chế chính sách của nhà nước (giá FIT, giá điện hiện hành) hay sản lượng điện tiêu dùng của các hộ gia đình. Trên cơ sở đó nhóm nghiên cứu sẽ xây dựng một công cụ mô phỏng tính toán xác định phương án tối ưu đầu tư điện mặt trời mái trong các điều kiện cụ thể. Công cụ này không chỉ hỗ trợ các hộ tiêu dùng ra các quyết định đầu tư phù hợp đồng thời thông qua việc điều chỉnh các yếu tố đầu vào có thể hỗ trợ các cơ quan quản lý nhà nước trong việc xác định các mức giá FIT hợp lý, cân bằng giữa các vùng miền.

Từ khóa: điện mặt trời mái nhà, hiệu quả đầu tư, Giá FIT, công cụ tính toán.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Sự phát triển của nền kinh tế đã kéo theo tốc độ đô thị hóa nhanh chóng, hàng loạt các tòa nhà cao tầng được đầu tư xây dựng cũng là một trong những nguyên nhân cơ bản khiến Việt Nam đang đứng trước nguy cơ mất cân đối nghiêm trọng giữa cung và cầu nguồn năng lượng. Chính vì vậy, năng lượng mặt trời nói chung và điện mặt trời mái nhà nói riêng đang được nhiều khách hàng quan tâm. Bởi sau khi đầu tư, lắp hệ thống công tơ hai chiều hòa vào lưới điện, khi thiếu người dân vẫn có thể mua điện

của nhà nước, lúc thừa lại có thể bán điện mặt trời thu lời. Về phía ngành điện hiện đang rất khuyến khích người dân đầu tư điện mặt trời. Tuy nhiên, không phải ai cũng có những hiểu biết cơ bản để ra quyết định đầu tư hay không và mức lợi ích thu được từ dự án là bao nhiêu. Chính vì vậy, công cụ này ra đời vừa giúp hỗ trợ người dân có thể dễ dàng ra quyết định, vừa giúp chính phủ định hướng xây dựng giá FIT để đảm bảo công bằng về lợi ích giữa các dự án.



2. PHƯƠNG PHÁP LUẬN

2.1. Mô hình đề xuất

Xây dựng mô hình của phần mềm dựa trên nền tảng của excel. Sử dụng các hàm trong excel để tạo ra mối liên hệ giữa các biến đầu vào của 1 dự án điện mặt trời mái nhà và đưa ra kết quả đầu ra thông số về 1 đề xuất dự án tối ưu.

2.2. Kỹ thuật

2.2.1. Thu thập dữ liệu

Nguồn dữ liệu sơ cấp: khi xây dựng công cụ, hộ gia đình sẽ đưa các dữ liệu đầu vào như khu vực họ ở, số điện tiêu thụ tối đa,...
 Nguồn dữ liệu thứ cấp: thu thập từ tài liệu trong ngoài và nước ngoài, v.v...

3. PHÂN TÍCH

3.1. Phương trình

Từ các yếu tố đầu vào phần mềm trả về kết quả được biểu diễn thông qua phương trình sau:

$$(LN, IRR, NPV, T_{hv}) = f(B, S, A, F, P, PR, H)$$

Trong đó:

LN: lợi nhuận (đ)

IRR: tỷ suất sinh lợi nội tại (%)

NPV: giá trị trị hiện tại thuần của dòng tiền (đ)

T_{hv} : Thời gian hoàn vốn (năm)

B: Cường độ bức xạ (kWh/m^2)

S: diện tích tối đa mà hộ gia đình có thể lắp

F: giá FIT của điện mặt trời (đ)

P: giá điện lưới quốc gia (đ)

PR: hệ số suy giảm hiệu suất các tấm pin mặt trời theo thời gian

H: hiệu suất tấm PV

3.2. Phương pháp số

3.3. Kết quả và thảo luận

Kết quả của đề xuất là phần mềm tính toán hỗ trợ việc ra quyết định của hộ gia đình khi thực hiện việc đầu tư dự án điện mặt trời trong điều kiện cụ thể. Phần mềm còn cho phép phân tích độ nhạy, nghiên cứu mức giá FIT phù hợp nhằm tạo ra sự công bằng đối với các nhà đầu tư ở các vùng miền trên cả nước.

4. KẾT LUẬN

Công cụ là phần mềm được xây dựng là rất hữu ích hỗ trợ hộ ra quyết định, hỗ trợ cơ quan quản lý nhà nước xây dựng chính sách phát triển điện mặt trời mái nhà.



THAM KHẢO

- [1] TS. Trần Văn Bình, TS. Nguyễn Hoàng Lan (Viện Kinh tế và Quản lý - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội) - Xác định ngưỡng thâm nhập cho dự án điện mặt trời áp mái theo các vùng khí hậu tại Việt Nam. Tạp chí Công Thương Các kết quả nghiên cứu khoa học và ứng dụng công nghệ, Số 19, tháng 8 năm 2020.
- [2] Võ Tấn Thái (Trường Đại học Bách Khoa Đà Nẵng) – Luận văn tiến sĩ “Thiết kế hệ thống sử dụng năng lượng mặt trời tại trường Cao đẳng nghề Việt Nam Hàn Quốc Quảng Ngãi”, 2017.
- [3] TS. Phạm Thị Thu Hà, giáo trình “Kinh tế đầu tư”, nhà xuất bản Bách Khoa.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Đỗ Văn Đạt, MSSV: 20181946

Sinh năm: 2000, Sinh viên K63–ngành Kinh tế công nghiệp–Viện Kinh tế và Quản lý–Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Nguyễn Thị Dung, MSSV: 2017032

Sinh năm: 1999, Sinh viên K62–ngành Kinh tế công nghiệp–Viện Kinh tế và Quản lý–Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Ngô Linh Trang, MSSV: 20170435

Sinh năm: 1999, Sinh viên K62–ngành Kinh tế công nghiệp–Viện Kinh tế và Quản lý–Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Nguyễn Thị Hằng, MSSV: 20170334

Sinh năm: 1999, Sinh viên K62–ngành Kinh tế công nghiệp–Viện Kinh tế và Quản lý–Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

PGS.TS. Bùi Xuân Hối

Hiện đang là giảng viên Viện Kinh Tế và Quản lý – Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Hướng nghiên cứu: Động thái của giá và thị trường năng lượng quốc tế, cơ chế giá năng lượng; Phát triển năng lượng bền vững và ảnh hưởng của việc thực thi các ràng buộc về môi trường đến giá và thị trường năng lượng; Phí điều tiết và thị trường điện cạnh tranh.

PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH KINH TẾ CỦA HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP MÁI

**Nguyễn Tiến Lực, Lưu Trung Kiên, Phan Văn Long,
Hoàng Văn Chiến, Nguyễn Tiến Trung⁽¹⁾, Lê Việt Tiến**

(1) Sinh viên bộ môn Hệ thống điện – Viện Điện – Trường đại học Bách Khoa Hà Nội
Email(1): luc.nt181213@sis.hust.edu.vn, kien.lt181189@sis.hust.edu.vn, long.pv181209@sis.hust.edu.vn,
chien.hv181094@sis.hust.edu.vn, trung.nt181285@hust.edu.vn

TÓM TẮT

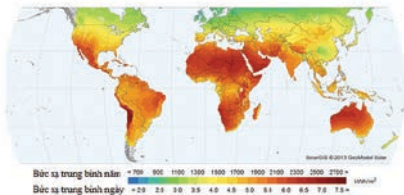
Hiện nay, năng lượng mặt trời đang trở thành xu hướng phát triển trên toàn thế giới về nhu cầu năng lượng và hiệu quả tài chính. Trong đó, Việt Nam ta là một nước có tiềm năng lớn về năng lượng mặt trời. Do đó việc phân tích kinh tế tài chính trong

việc lắp đặt, vận hành hệ thống điện là rất đáng quan tâm. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, báo cáo tập trung vào phân tích kinh tế, tài chính của việc lắp đặt và vận hành ở Việt Nam.

Từ khóa: điện mặt trời áp mái, kinh tế- tài chính, năng lượng tái tạo,...

1. GIỚI THIỆU

Việt Nam nằm trong dải phân bố ánh nắng mặt trời tương đối mạnh và có tiềm năng khai thác điện mặt trời.



Hình 1. Cường độ bức xạ hàng năm các khu vực trên thế giới

Năm 2019 đối với Việt Nam cũng được coi là một năm bùng nổ với các dự án điện mặt trời. Hơn 80 nhà máy được xây dựng và đưa vào đóng điện hòa vào lưới điện quốc gia với tổng công suất điện mặt trời đạt hơn 4,8 GW và hơn 8,9 GW được phê duyệt. Quy hoạch phát triển điện lực Quốc gia giai đoạn 2011-2020, có xét đến năm 2030, tính toán tổng công suất phát triển điện mặt trời đến năm 2025 khoảng 14,45 GW, đến năm 2030 khoảng 20,05 GW. Góp phần đáp



ứng nhu cầu tiêu thụ điện năng, phục vụ cung cấp điện an toàn, ổn định trong cả nước. Theo báo cáo mới nhất của Tập đoàn điện lực Việt Nam (EVN), trong quý I năm 2020, sản lượng điện mặt trời đạt 2,31 tỷ kWh, tăng gấp 28 lần so với cùng kỳ năm 2019. Các dự án điện mặt trời quy mô lớn đã vận hành thương mại trước thời điểm 30/6/2019 đến nay đã hoạt động ổn định. Nguồn điện từ năng lượng tái tạo, đặc biệt là điện mặt trời được đưa vào sử dụng trở thành sự bổ sung quan trọng cho hệ thống điện trong bối cảnh nguồn điện dự phòng không còn, giúp giảm phụ tải đỉnh.

Hệ thống điện mặt trời áp mái thích hợp với hệ thống cung cấp điện tại Việt Nam, các giải pháp kỹ thuật đã được đưa ra nhằm đem lại hiệu suất trong việc chuyển đổi năng lượng mặt trời thành điện năng. Tuy nhiên rào cản lớn nhất vẫn là vấn đề kinh tế vì hệ thống điện mặt trời áp mái thương do các hộ dân hoặc các phụ tải có nhu cầu sử dụng dưới 1MWp. Chính vì vậy việc nghiên cứu hiệu quả sử dụng năng lượng mặt trời cần được xem xét về mặt kinh tế sẽ tăng khả năng phát triển nguồn điện mặt trời và làm giảm sử dụng các nguồn tài nguyên (than, dầu, khí đốt...).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thu thập dữ liệu

- Vị trí, mô hình thiết kế, chi phí lắp đặt và vận hành của hệ thống điện mặt trời áp mái.
- Bảng giá mua và bán điện mặt trời ở Việt Nam

2.2. Xử lý dữ liệu

- Đánh giá mô hình
- Hiệu quả kinh tế

3. PHÂN TÍCH VÀ ĐÁNH GIÁ

3.1. Tổng mức đầu tư

- Dựa trên quy mô lắp đặt
- Dựa trên bộ luật, nghị định, thông tư của Nhà nước
- Báo giá mua sắm thiết bị, khung giàn và lắp đặt.
- Nội dung phân tích đánh giá kinh tế, tài chính của dự án được ban hành.

3.2. Phân tích tài chính

Việc phân tích và đánh giá sẽ tập trung sử dụng các chỉ tiêu đánh giá hiệu quả tài chính của chủ đầu tư dự án:

- Giá trị hiện tại ròng (NPV):

$$NPV = \sum_{i=0}^n CF_i \frac{1}{(1+r)^i}$$



$$= \sum_{i=0}^n TR_i \frac{1}{(1+r)^i} - \sum_{i=0}^n C_i \frac{1}{(1+r)^i}$$

- Giá trị của NPV càng lớn thì dự án càng có hiệu quả.
- Thời gian hoàn vốn chủ sở hữu có chiết khấu
- Tỷ suất sinh lợi nội tại về tài chính (IRR): lãi suất chiết khấu làm cho NPV=0

Phân tích tài chính được dựa trên các cơ sở:

Bảng 1: Giả thiết và mô phỏng dự án

Loại hình dự án	Điện mặt trời áp mái
Vị trí dự án	Sở công thương Hưng Yên
Tổng mức đầu tư	830.000.000 VNĐ
Công suất lắp đặt	39,33 kWp
Sản lượng điện năm đầu tiên	45,6 MWh
Tuổi thọ và thời gian vận hành	25 năm
Giá bán điện (theo QĐ 13/2020)	1943 VNĐ/kWh
Tổng số vốn vay	830.000.000 VNĐ
Hình thức vay	10 năm, thanh toán theo dư nợ giảm dần
Lãi suất ngân hàng	6%/năm
Giá mua điện từ lưới	1902 VNĐ/kWh
Mức giảm hiệu suất hệ thống	0,6%/năm
Chi phí vận hành, bảo dưỡng	1% tổng mức đầu tư

3.3. Tính toán hiệu quả kinh tế của dự án

Phần này báo cáo tìm hiểu và đánh giá dự án nhằm xác định thời gian hoàn vốn với các kịch bản giá điện khác nhau để có thể đưa ra các quyết định đúng.

Bảng 2: Kết quả tính toán hiệu quả kinh tế dự án

Loại hình dự án	1.630		1943	2100	2200
Điện mặt trời áp mái					
Giá trị hiện tại ròng - NPV	VND	0	353.437.773	440.750.364	496.363.479
Tỷ suất sinh lợi nội tại - IRR	%	9,33%	17,82%	22,79%	25,97%
Tỷ suất lợi ích/chi phí - B/C		1	1,90	2,03	2,12
Thời gian hoàn vốn	năm	25	22	20	19

4. KẾT QUẢ VÀ ĐÁNH GIÁ

- Hiệu quả kinh tế mang lại của dự án chưa lớn do kinh phí đầu tư lớn, thời gian hoàn vốn còn khá dài.
- Cần xác định rõ công suất lắp đặt từ đó đưa ra khoản đầu tư hợp lí để giảm thời gian hoàn vốn để thu lợi nhuận.
- Nhà nước cần có thêm những chính sách, cơ chế hỗ trợ giá để doanh nghiệp, người dân dễ dàng tiếp cận nguồn năng lượng này.
- Cần có những phân tích chi tiết để bổ sung đánh giá ảnh hưởng của hệ thống lên lưới.



TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Thông tư 39/2015/TT-BCT Quy định hệ thống điện phân phối
- [2] TS. Hoàng Dương Hùng, Năng lượng mặt trời lý thuyết và ứng dụng, Nhà xuất bản Đại học Bách Khoa Đà Nẵng, 2005.
- [3] Quyết định số 13/2020/QĐ-TTg, Cơ chế khuyến khích phát triển điện mặt trời tại Việt Nam.
- [4] Renewables 2020, Global Status Report.
- [5] NABCEEP, PV Installation Professional Resource Guide, 2016.
- [6] PGS.TS Đặng Đình Thống, Pin mặt trời và ứng dụng, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 2004.
- [7] Minh Quan Duong, Ngoc Thien Nam Tran, Gabriela Nioleta Sava, Vladimir Tanaisiev, Design, Performane and Economic Efficiency Analysis of the photovoltaic rooftop system, 2019.
- [8] Quyết định số 2068/QĐ-TTg, Chiến lược phát triển năng lượng tái tạo của Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050.
- [9] "Solar Electric System Design, Operation and Installation", Washington State University Extension Energy Program, 2009.
- [10] Hablerlin, Heinrich, Photovoltaics System Design and Practice, 2012.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Lưu Trung Kiên, sinh năm 2000, là sinh viên ngành Kỹ thuật điện khóa 63 (20181189), Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu về Năng lượng tái tạo.

Hoàng Văn Chiến, sinh năm 2000, là sinh viên ngành Kỹ thuật điện khóa 63 (20181094), Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu về Năng lượng tái tạo.

Phan Văn Long, sinh năm 2000, là sinh viên ngành Kỹ thuật điện khóa 63 (20181209), Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu về Năng lượng tái tạo

Nguyễn Tiến Trung, sinh năm 2000, là sinh viên ngành Kỹ thuật điện khóa 63 (20181285), Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu về Năng lượng tái tạo.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Lê Việt Tiến tốt nghiệp Đại học (2003) tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Tiến sĩ (2010) tại Trường Đại học Chulalongkorn. Hiện là giảng viên tại Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.



OPTIMIZATION OPERATION OF THE ENERGY STORAGE SYSTEM BASED ON GRAVITATIONAL ENERGY FOR RENEWABLE ENERGY SOURCES

Duc-Hoang Ho⁽¹⁾, Dr. Duc-Tuyen Nguyen

(1) Student at School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology

*Corresponding author: hoang.hd181159@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

In recent years, energy sources have experienced an extremely strong development. However, there are also a lot of limitations arising, one of which is the unstability of power generation. One of the well-known solutions to this problem is to store the energy and convert it into a more stable form, then transform again into electricity so as to be used during periods of high demand, in which the energy has

a higher value. This paper will give you an overview of proposed energy storage methods by synthesizing core principle of each method, analyzing its efficiency and evaluating the longevity of given energy source technology. Finally, an energy storage plan based on the gravitational potential theorem and railway storage system will be introduced, with the target to maximize the costs that the owner derives from the system.

Keywords: *Renewable energy sources (RES), energy storage systems (ESS), gravity potential, rails systems.*

1. INTRODUCTION

One of the studies considered to be the optimal solution for the intermittent power generation of renewable energy sources is about the Energy Storage System. The potential benefits of integrated network storage technology include reducing the need for new transmission and power generation capacity, improving load, providing spinning reserve, correcting factors for frequency, voltage, and power. energy, as well as indirect

environmental advantages. Energy storage is classified as mechanical, electrochemical or hydrogen electrochemical systems, especially acid batteries, are the most widely used accumulators for storing photoelectric energy ^[1]. However, the use of batteries requires high initial cost, does not support high cycling speeds and does not store a large amount of energy in a small volume. In addition, metal depletion during battery



production, fossil energy consumption and pollution caused by battery used are all drawbacks of such technology that needs to be taken into consideration. In [2], the stored energy source used is hydrogen, which is green and environmental friendly. However, large production costs and investment together with low round-trip efficiency have not been widely developed. Each energy storage system has specific characteristics such as response time, storage limit of energy, energy level, charge and discharge cycle, energy density, useful lifetime, performance, environmental impact, cost, technological maturity, etc. Below is a table showing some methods of mechanical energy storage:

Table 1. Technologies of energy storage.

Energy Storage Technology	Life Time Years	Roundtrip Efficiency %
Compressed Air	20-60	50-89
Pumped Hydroelectric	40-60	65-87
Dedicated Railway	40+	75-86

2. METHODOLOGY

2.1 Proposed Model

In this section, the overall system model includes the following parts:

- Unreliable, renewable energy source.
- Conventional rail systems can exchange energy with the rest of the model, located on a steep hill.
- Connected to the grid, through which energy can be bought or sold at a time

frame rate

- A power control system connects all other floors and controls all the energy flows in the model. The interactions and their exchange are shown in **Figure 1**

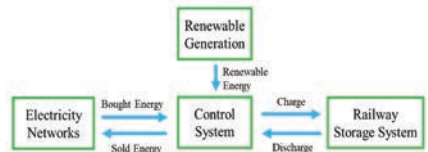


Figure 1 . Interactive and exchange diagrams of the components in the system

2.2 The purpose of the system

The model of the system is operated to perform a problem optimization trying to maximize the total return for the system owner, we assume that energy can be bought and sold to the network at known prices. In this context, the target function is written as:

$$\max C = \sum_{\Delta t \in T} [\Delta t \cdot (\varepsilon^s \cdot P^s - \varepsilon^b \cdot P^b)] \quad (1)$$

Assuming the cost of building the system is A, from the total profit function for the owner of the system above, the payback period can be considered by:

$$T_{refund} = A / (\varepsilon^s \cdot P^s - \varepsilon^b \cdot P^b) \quad (2)$$

2.3 Governing Equations

In this system model, the Control System acts as a connection and control, allowing energy to travel from any possible source to any possible destination. It can be thought of as a power balance button. Therefore, at all times the power balance is expressed as



follows:

$$P^{rw} + P^b + P^{dc} \cdot n^{dc} = P^s + P^c \cdot n^c \quad (3)$$

The above formula considers the efficiency of the received charge and discharge capacity.

2.4 . Railway System for Energy Storage

The novel storage system is based on the physics principle of energy transformation and conservation, the core idea is that any excess energy can be transformed into potential energy if it is applied to an electric motor connected to a train that goes uphill; this process is reversible with a reasonable level of efficiency because electric motors can reverse the flow of energy when the mechanical force is reversed, thus if the same train goes down hill, the electric motor will act as a generator and inject energy back to the electrical network to which it is connected. This Railway System for Energy Storage consists of N fixed mass carriages that run on rails and are controlled by the physical and electrical binding equations. The amount of energy stored at each moment is determined by:

$$E_t = E_{t-\Delta t} + \Delta t \cdot (P^c \cdot n^c - P^{dc} \cdot n^{dc}) \quad (4)$$

The geometric relationships used are determined by trigonometry. The relationship between the train position and its height relative to the downhill can be easily established. This is shown in Fig

2, where β is the angle of the slope, S is the length of the straight segment and h is the height of the vertex relative to the slope foot.

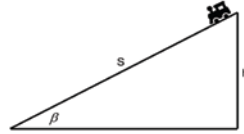


Figure 2 . The relationship between the train position and its height relative to the downhill

From here, the amount of energy stored at each moment is represented:

$$E_t = \sum_{t \in T} E_t^p + E_t^k = \sum_{t \in T} mgS_t \sin \beta + mv^2/2 \quad (5)$$

In addition, there are a number of pre-set power limits suitable for the system structure (with i : charge, discharge, sell, buy):

$$0 \leq P_t^i \leq P_{\max}^i; \forall t \in T \quad (6)$$

From the above formulas, the value of E_t is limited by $E_{\max}$ which is the highest energy level that can be stored and can be calculated as the energy stored when all trains stop at capture head:

$$0 \leq E_t \leq E_{\max}; \forall t \in T \quad (7)$$

3. MODELING OF THE SYSTEM

The law of gravitational potential is a very familiar law, but the novelty here is that this law is used in the application of energy storage systems for renewable energy sources. In this model, conventional railway is assumed located next to renewable energy sources. This train track does not



depend too much on the topography, only needs to be placed on terrain with a long, sloping surface. This terrain is very popular all over the world. The generating capacity of a renewable energy source is determined

based on forecast, which is then fed into the system to determine the capacity flow. This model can be useful in order to help assess the long-term profitability of such an investment.

4. CONCLUSIONS

This paper presented a new gravity-based energy storage system as a new technology for industrial and renewable energy farm usage. This new system is likely to have a high storage density, minute order uptime, lifespan of more than 40 years and efficiency around 75-86% and will improve in the future, which will optimize power supply and usage, as well as increase energy self-sufficiency. Dedicated Railway System is a viable and promising storage technology.

NOMENCLATURE

C [USD]	cost of profit function must be maximized
T [h]	set of time periods
$[USD/MWh]$	selling/buying price of energy for time period h
Δt [h]	duration of each interval
$P^{\Delta s}/P^{\Delta b}$ [MW]	the amount of electricity sold/bought to the distribution network over a period of time
P^{rw} [MW]	the amount of power generated by the renewable sources in time period h
$P^{\Delta dc}/P^{\Delta c}$ [MW]	the amount of power discharged/charged from the storage system in time period h
E_t [MWh]	the energy amount available in the storage system in period h

REFERENCES

- [1] Y. Riffonneau, S. Bacha, F. Barruel and S. Ploix, "Optimal Power Flow Management for Grid Connected PV Systems with Batteries," in IEEE Transactions on Sustainable Energy, vol. 2, no. 3, pp. 309-320, July 2011
- [2] Papadopoulos, V., Knockaert, J., Devellder, C., & Desmet, J. (2019). Techno-economic study of hydrogen production using PV, wind power and battery storage. 2019 IEEE PES
- [3] S. de la Torre, J. A. Aguado, L. Abreu-Caracuel "Optimal Operation of an Energy Storage System based on Gravitational Energy using a Dedicated Railway System" in 2019 IEEE

AUTHORS

Ho Duc Hoang is a 3th year student, major in Electric Power System, School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology. Main research direction: Renewable Energy – Energy Source System, Optimization System.

SUPERVISOR

Nguyen Duc Tuyen received the B.E. (2006) from Hanoi University of Science and Technology, M.E. (2009), and Ph.D. (2012) from Shibaura Institute of Technology.

He is a lecturer, Hanoi University of Science and Technology. His current research topics on renewable energy.



OPTIMAL SIZING FOR BATTERY ENERGY STORAGE IN ISOLATED POWER SYSTEMS

**Tuan-Tu Trinh*, Tuan-Anh Duong, Giang Hoang Thi Huong,
Nga Nguyen Thuy, Viet-Hoang Pham⁽¹⁾, Dr. Duc-Huy Nguyen**

Student at School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology

*Corresponding author: tu.tt165674@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

In isolated power systems, using alternative energy sources such as wind power and solar power can help reduce the electrical energy produced by diesel generators and reduce the energy cost as a result. In cases where PV power and wind power profiles are different from that of the load demand, the energy storage devices can be used to make the most use of these renewable energies. This paper presents an optimization model to determine the optimal BESS parameters to be installed in an isolated system with renewable energy sources. The effects of different factors, namely the project duration and the load growth rate, are analyzed. The optimization framework is formulated as a Mixed Integer Linear Programming (MILP) problem based on actual data from Phu Quy island, Binh Thuan province, Vietnam. The results showed that the optimal sizing problem for BESS could be successfully resolved with the proposed framework.

Keywords: Battery, Energy storage, Mixed Integer Linear Programming (MILP), Renewable Energy, Isolated power systems.

1. INTRODUCTION

Electrical energy supply for isolated island communities in Vietnam is mostly supplied from diesel generators. This generation source is costly and not sustainable. Alternative energy sources, such as wind and solar PV can work in conjunction or even replace the diesel generators. To make the most use of renewable energy sources, energy storage devices can be used^{[1] – [3]}. For example, excessive energy

produced from wind turbines in low-load hours can be stored in the BESS and will be discharged later in peak load hour. As a result, the energy produced from renewable energy is maximized, which improves the economic performance of the whole system. The paper presents a fundamental framework for analyzing the effect of BESS on the operation and economic performance of the isolated



system with renewable energy sources. The problem is formulated as a MILP problem. These optimization models allow to incorporate basic operational constraints such as power balance, operating reserve, the operation of BESS taking into account its charging/discharging efficiency. The optimization framework is formulated as a two-stage optimization framework. The first stage optimization describes operational constraints for a 24h duration, including load balance, charging/discharging efficiencies, generator maximum, and minimum power limits, etc. In the second stage, the optimization problem solves for the optimal parameter of BESS devices, such that the maximum level of energy can be supplied from renewable sources.

2. METHODOLOGY

2.1 Objective function

The objective function is the expected value of the cost over the project lifetime, which is written as follows:

$$\text{Min} \sum_t \sum_s \pi_s^t \left(\begin{aligned} & (C_{de} - C_e) \sum_i P_{de,i,s}^t + \\ & (C_{wd} - C_e) \sum_w P_{wd,w,s}^t - \\ & C_e P_{dc,s}^t \\ & + K_P P_{ESS} \end{aligned} \right) \quad (1)$$

The above equation is used for the case of a hybrid system with wind turbines and diesel generators. However, it can be easily changed to accommodate PV plants.

2.2 Constraints

2.2.1 Power balance

The total active power output from the diesel generators, the wind plant, and the storage system must equal the total load in any scenario s at any time t .

$$\sum_i P_{de,i,s}^t + \sum_w P_{wd,w,s}^t + P_{dc,s}^t = P_{load,s}^t + P_{c,s}^t \quad (2)$$

2.2.2 Generator on/off states

The power output of each diesel generator is usually limited to be above a certain minimum level. To account for this constraint, the following equations can be used:

$$P_{imin} u_{i,s}^t \leq P_{i,s}^t \leq P_{imax} u_{i,s}^t$$

The binary variables $u_{i,s}^t$ are used, so that each diesel generator output can be zero if it is shut down mod. A similar constraint is applied to wind/PV generators.

2.2.3 BESS constraints

The ESS charging and discharging power have to be smaller than the actual power rating of the storage device

$$0 \leq P_{c,s}^t \leq P_{ESS}; \quad 0 \leq P_{dc,s}^t \leq P_{ESS} \quad (4)$$

2.2.4 Charge/discharge status constraints

During a one-time period t , the ESS can only be in one state: charging or discharging state.

$$P_{c,s}^t - u_{ESS}^t M \leq 0; \quad P_{dc,s}^t + u_{ESS}^t M \leq M \quad (5)$$

where M is a sufficiently large constant.



2.2.5 Energy capacity constraints

At all times, the state of charge of the battery storage $e_{ESS,s}^t$ should be smaller than its rated capacity.

$$0 \leq e_{ESS,s}^t \leq E_{ESS} \quad (6)$$

2.2.6 BESS charging constraints

Assuming the charging and discharging efficiencies are similar, the change in state of charge (SOC) after each hour can be written as follows:

$$e_{ESS,s}^t = e_{ESS,s}^{t-1} + \eta P_{c,s}^t - P_{dc,s}^t / \eta \quad (7)$$

2.2.7 Stability constraints

In this study, we will use a simple approach to representing stability constraints. It is simple defined as the minimum number of diesel generators online. While both the diesel generator and the ESS can provide an operating reserve, the diesel generator is still considered more reliable. In addition to the load following capability, diesel generators contribute to the system's inertia which helps improve frequency stability.

$$\sum_t u_{i,s}^t \geq MRN \quad (8)$$

2.3 Results and Discussion

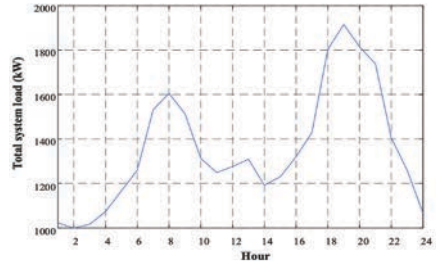


Fig 1. Typical load profile

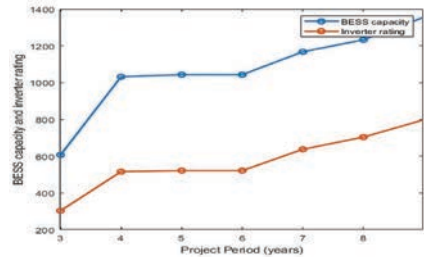


Fig 2. Summarizes the results

The data is based on the actual power system in Phu Quy Island, Binh Thuan province, Vietnam. **Figure 1** shows the typical daily load profile. The analysis is performed with different project durations. **Figure 2** summarizes the results. As the project duration becomes longer, the need for BESS capacity and the inverter rating increase accordingly.

4. CONCLUSIONS

The current paper analyzes an optimization model for the calculation of the optimal size of Battery Energy Storage device. The studied optimization model has been successfully

applied to an actual system. In future work, the optimization framework will be applied to different system configurations, such as storage sizing for grid-connected PV and wind farms.



REFERENCES

- [1] J. Hamilton, M. Negnevitsky, and X. Wang, "Economic Rationalization of Energy Storage under Low Load Diesel Application," *Energy Procedia*, vol. 110, pp. 65–70, 2017.
- [2] G. O. Suvire, M. G. Molina, and P. E. Mercado, "Improving the Integration of Wind Power Generation Into AC Microgrids Using Flywheel Energy Storage," *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 3, no. 4, pp. 1945–1954, 2012.
- [3] J. Hamilton, A. Tavakoli, M. Negnevitsky, and X. Wang, "Investigation of no load diesel technology in isolated power systems," in 2016 IEEE Power and Energy Society General Meeting (PESGM), 2016, pp. 1–5.

NOMENCLATURE

C_{de}	Operation cost of diesel generator (\$/kWh).
C_{wd}	Operation cost of wind generator (\$/kWh)
C_e	Price of electrical energy (\$/kWh).
K_e	Fixed cost of energy storage (\$/kWh).
K_P	Fixed cost of the inverter of the energy storage (\$/kW).
MRN	Minimum required number of diesel generator online
η	Charging/discharging efficiency of energy storage system (ESS)
R	The required operating reserve
$P_{(load,s)}^t$	Hourly load in scenario s at time t (kW)
E_{ESS}	Energy storage system's capacity (kWh)
P_{ESS}	Energy storage system's inverter rating (kW)
$P_{(de,i,s)}^t$	Power output of diesel generator i in scenario s at time t (kW).
$P_{(wd,w,s)}^t$	Power output of wind generator k in scenario s at time t (kW)
$P_{(dc,s)}^t$	Discharging power of storage system in scenarios at time t (kW)
$P_{(c,s)}^t$	Charging power of storage system in scenario s at time t (kW)
$u_{(i,s)}^t$	ON/OFF state of diesel generator i at time t , (binary variables).
u_{ESS}^t	Binary variable which equals to 1 if the storage system is being charged
$e_{(ESS,s)}^t$	Energy stored in the storage system at time t in scenario s (kWh).

AUTHORS

Trinh Tuan Tu (1998) is currently 5th Electrical Engineering student from Hanoi University of Science and Technology.

Nguyen Thuy Nga (1998) is currently 4th Electrical Engineering student from Hanoi University of Science and Technology.

Duong Tuan Anh (1999) is currently 4th Electrical Engineering student from Hanoi University of Science and Technology.

Hoang Thi Huong Giang (1999) is currently 4th Electrical Engineering student from Hanoi University of Science and Technology.

Pham Viet Hoang (1999) is currently 4th Electrical Engineering student from Hanoi University of Science and Technology.

SUPERVISOR

Duc-Huy Nguyen (1979) received a Ph.D. degree in electrical engineering from École de Technologie supérieure, Université du Québec, Québec, Canada in 2011. He is currently with the School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology, Hanoi, Vietnam, where he is the Vice Dean of the School of Electrical Engineering. His research areas are power system protection and control, applying optimization algorithms in power systems, and the influence of new and renewable energy sources on the power system operation.



WIND FARM LAYOUT OPTIMIZATION CONSIDERING WAKE EFFECT

Nguyen Thi Bich Ngoc⁽¹⁾

(1) Department of Energy, University of Science and Technology of Hanoi,

*Corresponding author: nguyenthibichngoctc123@gmail.com

Supervisor: Dr. Hoang Trung Kien

ABSTRACT

Offshore wind energy's contribution to the total electricity generation is continuously increasing worldwide. Due to the negative impact of the wake effect on wind farm energy production, the wind farm layout design greatly influences the investment cost and directly affects energy production. Therefore, wind farm layout optimization considering the wake effect is often required in the design phase of a wind project. The main purpose of this

research is to optimize a wind farm layout to increase annual energy production and minimize the investment cost at the same time. Jensen's wake effect model is utilized in this research. In order to develop a more realistic model, the variation of wind direction is examined. The Particle Swarm Optimization algorithm is chosen as the optimization tool. Recommendations will be given for the optimal spacing between turbines.

Keywords: Particle swarm optimization (PSO), wake effect, Jensen model, optimized layout, offshore wind energy.

1. INTRODUCTION

Since the 1980s, the wind turbine concept for converting the wind's kinetic energy into mechanical work and then into electricity has matured into a significant industry. According to the Wind Report 2019 of Global Wind Energy Council (GWEC), wind

energy has become the second-largest renewable energy source and will grow up to 19.5% of total renewable energy in the next five years (Global Wind Report 2019). Compared to onshore wind farms, offshore counterparts own higher energy



production, large continuous area, and less noise pollution. However, these drawbacks can be compensated by high annual energy production (AEP).

In a wind farm, the arrays of wind turbines are placed clustery, the inflow of some downwind turbines can be affected by the wakes of the turbine upwind – *wake effect*. The wind speed reduction might lead to a reduction of 5% - 20% of the annual energy production of onshore wind farms (Sørensen and Sørensen, 2011). The losses of energy yield in a wind farm are called wake loss, and it is one of the most significant energy losses in the wind farm. Wind Farm Layout Optimization (WFLO) aims to optimally place wind turbines to minimize wake loss. However, the wind farm layout is related to the electrical cables' total length that affects the electrical losses and cable installation costs. Also, the water surface lease should be a factor of consideration. This research employs Multi-objective Particle Swarm Optimization to maximize annual energy production and minimize the cable costs as well as the surface water lease.

2. METHODOLOGY

2.1 Wake Model

Wind turbines extract kinetic energy from the wind and reduce the wind speed behind the turbine's rotor. Therefore,

the downstream turbines receive lower wind speed and turbulences caused by wake behind the upstream wind turbines (Amaral and Castro, 2017), (Wall and Terzija, 2012). As the wind flow proceeds further downstream, this wake will begin to spread and gradually return to free-stream conditions. The spreading of the wake is called wake effect which strongly influences the energy production of downstream turbines. Placing these large-scale turbines in wind farm proposes a challenge due to the complex interaction of upstream wind turbine's wakes with downstream turbines. Compared to many different mathematical models for wake effect for solving wake effect, the Jensen's wake model is simple and presents faster computation time (Li, Wang and Liu), (Pérez, Mínguez and Guanche, 2013). Jensen's model requires incoming wind velocity v_0 , radius r_0 , thrust coefficient C_T of the wind turbine, (Katić, Højstrup and Jensen, 1987). Performing the momentum balance and using Betz theory, in case multiple wake effect and all turbines have the same diameter, the downwind speed is formulated as:

$$v_j = v_0 - \left[\sum_{i=1}^n v_i (-\sqrt{1-C_T}) \left(\frac{r_0}{r_i(x_{ij})} \right)^2 \left(\frac{A_{shadow,i}}{A_0} \right) \right] \quad (1)$$

Where $A_{shadow,i}$ is the overlapping, A_0 is rotor swap area, x_{ij} is the distance between the upstream i wind turbine and



the downstream wind turbine j . $r_{ij}(x_{ij})$ is the radius of the wake behind the upstream wind turbine at a distance x_{ij} .

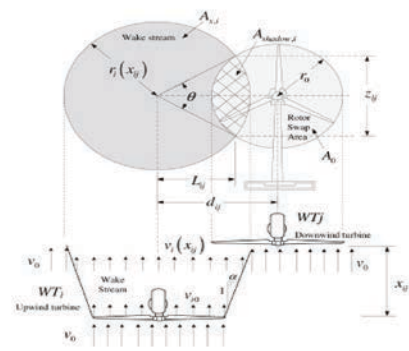


Figure 1. Wind turbine wake shadow

2.2 Particle Swarm Optimization

Based on fish schooling and bird flocking's social behavior, Kennedy and Eberhart proposed an evolutionary algorithm with a good performance in solving nonlinear optimization problems. In PSO, each possible solution is defined as a particle. The searching space is called particle size, and the particle position is updated by giving each particle a predefined speed. Then, all the particles will tend to move to their best positions, which are the local optimal solutions. The updating process will not be terminated until it reaches the maximum number of iterations or acceptable value. The final value should be stabilized after several iterations.

3. ANALYSIS

3.1. Illustration of wake effect's impact.

To show the functioning and the potential of the proposed methodology, a putative wind farm is chosen. This wind farm constructs in open sea conditions, 60 km away from the coast. It has 36 units of the REpower 5M turbine installed, totaling 180 MW capacity, as shown in Table 1 (Jonkman *et al.*, 2009). For this application, some assumptions are selected as follows:

- The reference wind farm: square shape 6-by-6.
- Cables type: 3-core cross-linked polyethylene (XLPE) AC cable.
- Air density is 1.225 kg/m^3 , wind speed is 15 m/s , other natural conditions are neglected.

The wind turbines are placed in a grid layout with the various displacements between turbines namely: 1.5D, 3D, and 5D and the illustrated wind directions are $-\pi/6$, $-\pi/4$, $-\pi/2$ (the angle between the horizontal axis and wind direction).

Table 1. Repower %M wind turbine datasheet.

Rated Power	5000 kW
Hub Height	90 m
Rotor Diameter	126 m
Generator Type	ASYN
Generator Voltage	660-960 V
Nominal Frequency	50 Hz



3.2. Wind farm layout optimization by PSO

As mentioned previously, this method's purposes are maximizing the annual energy production (objective 1) and minimizing the investment cost consisting of internal cable cost and surface water lease (objective 2).

Thus, two objective functions are to be optimized:

$$\text{Objective 1: } AEP = N \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \rho v_i^3 f(v_i) \quad (2)$$

$$\text{Objective 2: } Cost = C_{rental} + C_{cable} \quad (3)$$

where, d_x is the spacing between columns and d_y is the spacing between rows. In order to apply the developed optimization methodologies, the spacing between wind turbines in a row and the spacing between each wind turbine column in a putative wind farm is assumed to be different considering three wind direction of $-\pi/6; -\pi/4; -\pi/2$. Moreover, in 2 cases that the wind direction distributes equally in 36 and 16 main directions, respectively case 1 and case 2.

3.3 Results and Discussion

The results in case of wind direction of $-\pi/6$ show improvement. The annual energy reaches 4800 GWh, more than 65% compared to the case of $-\pi/2$. This result proves that wake influences are strongest in case of wind direction of $-\pi/2$. It can be explained by the downstream turbine is only affected by the aligned upstream wind

turbines without space in a row. Also, in case of wind direction of $-\pi/6$ the wind farm layout becomes the parallelogram shape in the context of facing wind direction. This layout's advantages are that many turbines are received natural wind speed and are not affected by wake-effect.

The wind direction is not constant. Two cases of various wind directions are considered. Comparing to case 2, the annual energy production in case 1 gets higher with nearly 4400 GWh while the investment cost increases insignificantly. As a conclusion in previous, in the wind direction of $-\pi/2$ and 0 the wake effect influences strongest compared to other wind directions. In assumption 1, these directions account for 40 percent of the total hours in a year, while assumption 2 only occupies 20 percent. Therefore, case 2 has more energy losses than case 1.

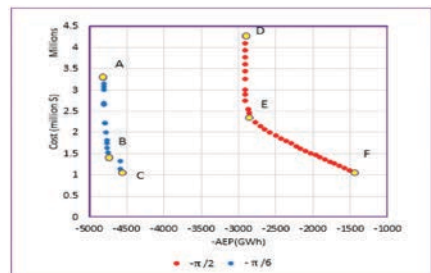


Figure 2. Optimized results in case of fixed wind direction

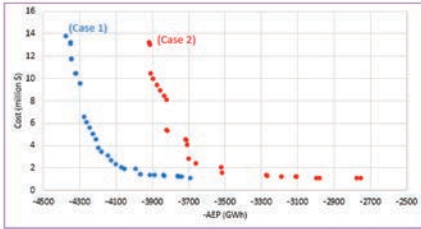


Figure 3. Optimized results in case of various wind directions

4. CONCLUSIONS

In this paper, a simple implementable method for constructing the wake model and maximizing offshore wind farms' expected power production. With the increasing size of the turbine, wake effect has a significant impact on energy reduction. The main objective is designing wind farm are considering different wind directions by particle swarm optimization algorithm (PSO). The effectiveness model was well demonstrated by a study case. The results show that the proposed model can be used for annual energy production and investment cost calculation with varying wind direction and velocity. From the comparison, it can be concluded that the proposed method may be used for parallelogram/rhombus shape wind farm layout design. Indeed, the energy production, capacity factor, efficiency, and cost per unit of power depend strongly on turbines' spacing. Accordingly, it can be

concluded that it is hard to decide in terms of energy production and investment cost simultaneously due to the contradictory aspect of both objectives.

For the future work, the optimization of irregular shape wind farm layout considering wake effect will be addressed. In that case, other optimization variables would be introduced. To place the WTs optimally, PSO is adopted to specify suitable locations to arrange the WTs.

REFERENCES

- [1] Amaral, L. and Castro, R. (2017) 'Offshore wind farm layout optimization regarding wake effects and electrical losses', *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 60(November 2016), pp. 26–34. doi: 10.1016/j.engappai.2017.01.010.
- [2] Global Wind Report 2019 | Global Wind Energy Council (no date). Available at: <https://gwec.net/global-wind-report-2019/> (Accessed: 8 October 2020).
- [3] Jonkman, J. et al. (2009) Definition of a 5-MW Reference Wind Turbine for Offshore System Development.
- [4] Katić, I., Højstrup, J. and Jensen, N. O. (1987) 'A Simple Model for Cluster Efficiency', undefined.
- [5] Li, L., Wang, Y. and Liu, Y. (no date) 'Impact of wake effect on wind power prediction', pp. 20–23.
- [6] Pérez, B., Mínguez, R. and Guanche, R. (2013) 'Offshore wind farm layout optimization using mathematical programming techniques', *Renewable Energy*, 53, pp. 389–399. doi: 10.1016/j.renene.2012.12.007.



- [7] Wall, P. and Terzija, V. (2012) 'Wake effect in wind farm performance: Steady-state and dynamic behavior', *Renewable Energy*, 39(1), pp. 329–338. doi: 10.1016/j.renene.2011.08.053.
 - [8] Wind energy systems: Optimising design and construction for safe and reliable operation (no date).
-

AUTHORS

Nguyen Thi Bich Ngoc (1999) is going to graduate from University of Science and Technology of Hanoi. Her research of interest is wind energy.

SUPERVISOR

Hoang Trung Kien received a Ph.D degree in electrical engineering from Paris-Saclay University. He is currently lecturer at University of Science and Technology of Hanoi (Vietnam – France University). His research areas are renewable energy, optimization algorithms and electrical machine.



SESSION 5

Phòng: Orchid | Chủ tọa: Phạm Mạnh Hải, Nguyễn Thị Hoài Thu

ASSESSMENT OF SOLAR IRRADIANCE FORECASTING UTILIZING ATTENTION-BASED BIDIRECTIONAL LONG SHORT-TERM MEMORY NETWORK

*Vu Xuan Son Huu ⁽¹⁾, Dr. Nguyen Duc Tuyen

(1) Hanoi University of Science and Technology, Vietnam

*Corresponding author: huu.vxs173948@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

The modernization of the world has considerably reduced the prime sources of energy such as coal, diesel and gas. Thus, alternative energy sources based on renewable energy have been the main concentration nowadays to address the world's energy demand as well as restrict global warming. Solar energy is the main source used to generate electricity through photovoltaic (PV) system. However, the output of PV power is normally intermittent. Thus accurate forecasting PV output is an important requirement to ensure the stability and reliability of the grid. This

study develops and validates a monthly PV power forecasting model by using Attention-based Bidirectional Long Short Term Memory (BiLSTM) networks. The performance of the proposed model is compared with three benchmark models named Long Short-Term Memory (LSTM), Recurrent Neural Network (RNN), and Convolutional Neural Network (CNN), respectively via Mean Absolute Percentage error (MAPE) assessment in monthly prediction. The results shown that the proposed model outperformed other models with 5% on the MAPE.

Keywords: Solar Irradiance Forecasting, Bidirectional Long Short-term Memory (BiLSTM), Attention mechanism, Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

1. INTRODUCTION

The exhaustion of conventional energy sources has spurred the integration of renewable energy sources (RES) since the advantages of RES. Among different types of renewable energies, solar photovoltaic (PV) systems are one of the main RES. However, the PV output power is normally unstable due to the influence on various factors,

such as solar irradiance, temperature, and different weather parameters. A slight variation in PV power output could occur considerable impact of the reliability, stability of the power systems. To cope with these circumstances, an accurate solar power output forecasting is required to enhance the power system quality.



Methods of PV prediction mainly concentrate on PV power or solar irradiance. The methods based on exploiting the historical data to predict the future values include linear regression, ARIMA^[1], grey theory, and Artificial Neural Network (ANN)^[2]. Recently, the combination of more than two methods implementing hybrid models has become prevalent in solar irradiance prediction. A hybrid deep learning model comprising Wavelet Packet Decomposition (WPD) and Long Short-Term Memory (LSTM) networks is proposed in^{[3],[4]} represented short-term PV power forecasting by constructing a combination of Empirical

Mode Decomposition (EMD) technique, Sine Cosine Algorithm (SCA), and Extreme Learning Machine (ELM) technique.

The purpose of this study is to produce a solar irradiance forecasting model utilizing BiLSTM and Attention mechanism based on the historical solar irradiance and meteorological data from the National Renewable Energy Laboratory (NREL). The performance of the proposed model is evaluated and validated by forecasting the Global Horizontal Irradiance (GHI) values and comparing with three benchmark models named respectively LSTM, RNN, and CNN via MAPE.

2. METHODOLOGY

2.1 Proposed Model

The proposed Attention-based Bidirectional LSTM architecture is indicated in Figure 1. As can be observed, the proposed model has five layers corresponding to tasks for GHI forecasting problem. In the input layer, the sequential data is fed into the predictive model. The embedding layer is used to map each sequence into a low dimension vector. The bidirectional LSTM layer processes the output of the embedding layer to obtain a vector then the Attention layer receives this output and computes the weight vector before combining the weight vector with the shallow output to achieve a new

vector input into the fully connected layer. Finally, the fully connected layer calculates the predicted values^[5].

2.2 Data Acquisition and Evaluation Metric

2.2.1 Data acquisition

The dataset in the time interval of 30 minutes was collected from the NREL for one year (2018), including the historical GHI and different meteorological factors. The GHI and meteorological values in 11 months (January to November) are used as the training set model whereas the GHI values in December are used to assess the forecasting performance of the proposed model.

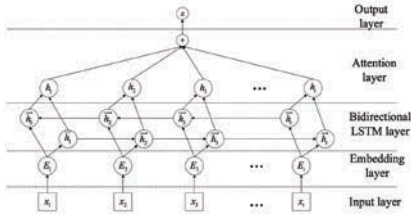


Fig 1. Attention-based Bidirectional LSTM architecture

2.2.2 Evaluation Metric

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) is adopted to evaluate the performance of the forecasting model.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{GP_i - \widehat{GP}_i}{GP_i} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Where n is the amount of observations; GP is the actual value; $\widehat{GP}_i$ is the predicted value.

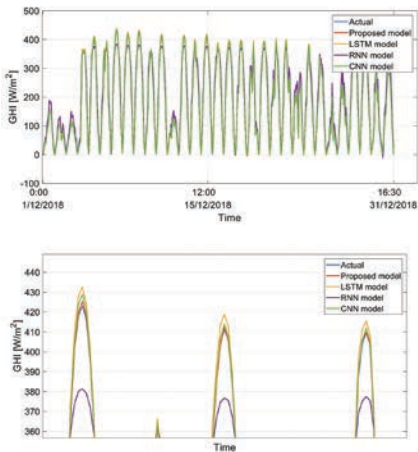


Fig 2. The comparison in forecasting results among the predictive models LSTM architecture

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The performance of the proposed model is validated by comparing the predicted GHI results in December, 2015 with three referenced model. **Table 1** depicts the comparison in forecasting outcomes of four models via MAPE. As can be seen, the proposed model yields 5.11% on MAPE, improving about 71%, 73%, and 76% in comparison with three referenced models, respectively. This can be reasonable that the proposed model was developed via the enhancement of three benchmark models.

Figure 2 illustrates the forecasting results of predictive models in comparison with the actual GHI values. As can be observed, the forecasting results obtained from the proposed model is the most similar with the actual GHI values.

Table 1. The forecasting results via MAPE.

Model	MAPE (%)
Proposed model	5.11
LSTM	17.6
RNN	18.98
CNN	21.67



4. CONCLUSIONS

In this paper, the GHI forecasting model comprising the BiLSTM and Attention mechanism is implemented and validated in the monthly prediction case via MAPE

assessment with three benchmark models. The results show that the proposed model yielded about 5% on MAPE in monthly prediction.

REFERENCES

- [1] V. Kushwaha and N. M. Pindoriya, "Very short-term solar PV generation forecast using SARIMA model: A case study," 2017 7th Int. Conf. Power Syst. ICPS 2017, pp. 430–435, 2018, doi: 10.1109/ICPS.2017.8387332.
- [2] Y. Kashyap, A. Bansal, and A. K. Sao, "Solar radiation forecasting with multiple parameters neural networks," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 49, pp. 825–835, 2015, doi: 10.1016/j.rser.2015.04.077.
- [3] P. Li, K. Zhou, X. Lu, and S. Yang, "A hybrid deep learning model for short-term PV power forecasting," *Appl. Energy*, vol. 259, no. November, p. 114216, 2020, doi: 10.1016/j.apenergy.2019.114216.
- [4] M. K. Behera and N. Nayak, "A comparative study on short-term PV power forecasting using decomposition based optimized extreme learning machine algorithm," *Eng. Sci. Technol. an Int. J.*, no. xxxx, 2019, doi: 10.1016/j.jjestch.2019.03.006.
- [5] J. Du, Y. Cheng, Q. Zhou, J. Zhang, X. Zhang, and G. Li, "Power Load Forecasting Using BiLSTM-Attention," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 440, no. 3, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/440/3/032115.

AUTHORS

Vu Xuan Son Huu is currently 4th Electrical Engineering student from Hanoi University of Science and Technology. His current research topics on forecasting renewable energy generation based on AI.

SUPERVISOR

Nguyen Duc Tuyen received the B.E. (2006) from Hanoi University of Science and Technology, M.E. (2009), and Ph.D. (2012) from Shibaura Institute of Technology.

He is a lecturer, Hanoi University of Science and Technology. His current research topics on renewable energy.



TWO-STAGE STOCHASTIC UNIT COMMITMENT FOR MICROGRID

***Do Van Long⁽¹⁾, Dr. Nguyen Duc Tuyen**

(1) School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology

*Corresponding author: long.dv174031@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

Unit commitment is a critical problem in electrical power system optimization that has been well solved over the years. This problem is more complicated for microgrids with high penetration of renewable energy resources. In that context, stochastic optimization has emerged as a remarkable approach that is considered uncertainties in the unit commitment problem besides robust optimization. This research proposed a stochastic optimization-based solution to solve the unit commitment for microgrid problem that the uncertainties from renewable energy resources and load forecast were taken into account.

Keywords: *Stochastic unit commitment; Renewable energy; Microgrid; Battery energy storage system; Load forecast*

1. INTRODUCTION

Unit commitment (UC) is a fundamental and indispensable concept in operating electrical power systems. Addressing this problem concerns determining the optimal schedule to call generation units in the system while considering various technical, economic, and environmental constraints. Because of the magnitude of the problem, thousands of research articles about UC have been published. The first studies were published in the 1960s by Garver^[1], then a series of studies came out to solve the traditional UC problem that is

called deterministic UC. Solution methods for deterministic UC are classified in^[2]. In the last two decades, it is witnessed a transition from deterministic to stochastic approach in UC research. In comparison with the deterministic approach, the uncertainty by renewable energy sources (RES) and load forecast error or equipment failure is considered by the mathematical model through scenarios or uncertainty set. The methods and algorithms of solving stochastic UC are reviewed by the authors in the publication^[3] and^[4].



This research accommodates the challenges of the UC problem for micro-grid (MG) by including tight constraints for the components in the MG. To make the model more robust, the load profile is forecasted using historical data and the output characteristics of RES are also forecasted in advance. A two-stage stochastic UC is presented. The achieved results will be demonstrated through specific case studies.

2. METHODOLOGY

2.1 UC objective function and constraints

In general, the UC problem is modeled as a mixed-integer program (MIP) optimization problem, consisting of binary variables representing the on off state of the units. The fundamentally objective function of UC is the operational cost function with basic constraints that ensure electricity generation meets demand with spinning reserves can be formulated as the following equations [5].

$$\begin{aligned} \min_{p_j(t)} & \sum_{t \in T} \sum_{j \in J} (c_j(p_j(t)) + c_j^U) \\ \text{s.t.} & \sum_{j \in J} p_j(t) = D(t), \sum_{j \in J} \bar{p}_j(t) \geq D(t) + R(t), \forall t \in T \end{aligned} \quad (1)$$

Where each value of $t \in T$ a time period in the planning horizon, $p_j(t)$ denotes the quantity of electricity generated by unit j at time $c_j^U(t)$ denotes the cost of starting up unit j in period $c_j(p_j(t))$ denotes hourly load forecast, $R(t)$ denotes spinning reserve

requirements, $p_j(t)$ denotes maximum available power at time t from unit j $c_j(p_j(t))$ and denotes the cost of producing $p_j(t)$ units of electricity using unit j at time t .

If only the operational cost is optimized with the power balance requirement as in ⁽¹⁾, the calculation is extremely simple and accurate. However, this result will not reflect the reality since the system requires a lot of technical and economic constraints, e.g., ramping constraint, generation limits constraint, spinning reverse constraint, AC network constraint, security constraint, CO₂ emission constraint, etc. Details of the constraints are presented in the document [5].

2.2 Two-stage stochastic optimization

The implemented stochastic optimization in this research consists of two stages. In the first stage, commitment decisions of traditional units (e.g., fuel engines, turbines, nuclear generators) are made ahead of time and only basic commitment constraints are required.

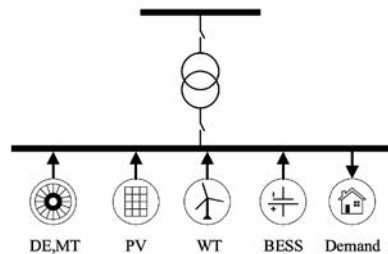


Fig 1. The example structure of microgrid



In the second stage, the uncertainty is taken into account and constitutes operational scenarios, and for each scenario, the dispatch can be adjusted to achieve an optimal solution based on the commitment decisions made in the first stage. The stochastic optimization approach is simple, ease of understanding, but it needs an explicit knowledge of the probability distribution of the uncertain demand and the quality of the solution is greatly influenced by the choice and number of scenarios ^{[3][6]}.

The coming research will approach the UC problem for an isolated MG that includes various types of generation units including diesel engines (DE), microturbines (MT), photovoltaic systems (PV), wind turbines (WT), and battery energy storage systems (BESS). The example structure of microgrid is shown in **Fig 1**. The uncertainty of this problem mainly comes from the volatility of the load and the RES. So, this research will concentrate on accurately forecasting the load and the RES previously. Instead of being dependent on the probability distribution of the uncertainty of load and the power from the RES, the prediction error of the proposed model is adjusted to

a reasonable distribution. The Long short-term memory (LSTM) model is employed to forecast the load and the power generation of the RES one day in advance. Accordingly, the UC problem is performed one more step which obtains a prediction of the load curve. Then, the CPLEX solver by IBM is employed as it is appropriate to the MIP problem like the UC in MG.

The procedure of this research to identify the optimal solution is illustrated in Fig 2. In phase 1, the demand and the power generation from the RES are forecasted by the LSTM model. After that, the on/off status of dispatchable units is determined in phase 2 by solving the UC problem with two-stage stochastic approach.

3. CONCLUSION

This research addresses the unit commitment problem for microgrid with different types of sources including renewable energy sources, taking into account the uncertainty. The two-stage stochastic unit commitment optimization is introduced based on scenarios with tight constraints, especially focusing on BESS constraints.

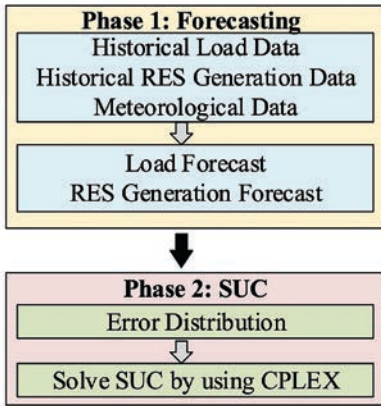


Fig 2. The procedure for the UC in MG problem

4. CONCLUSIONS

In this paper, a SWM problem between the electric power suppliers and the consumers and a pricing method of incentive payment in the DRs was constructed are introduced based on Lagrangian Relaxation method.

AUTHOR

Do Van Long is a 4th-year student (K62), major in Electric Power System, School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology.

Main research direction: Power electronic converter in Power System, Demand Response, Unit commitment.

REFERENCES

- [1] L. L. Garver, "Power Generation Scheduling by Integer Programming-Development of Theory," Trans. Am. Inst. Electr. Eng. Part III Power Appar. Syst., vol. 81, no. 3, pp. 730–734, Apr. 1962, doi: 10.1109/AIEEPAS.1962.4501405.
- [2] G. B. Sheble and G. N. Fahd, "Unit commitment literature synopsis," IEEE Trans. Power Syst., vol. 9, no. 1, pp. 128–135, 1994, doi: 10.1109/59.317549.
- [3] Q. P. Zheng, J. Wang, and A. L. Liu, "Stochastic Optimization for Unit Commitment—A Review," IEEE Trans. Power Syst., vol. 30, no. 4, pp. 1913–1924, Jul. 2015, doi: 10.1109/TPWRS.2014.2355204.
- [4] M. Häberg, "Fundamentals and recent developments in stochastic unit commitment," Int. J. Electr. Power Energy Syst., vol. 109, pp. 38–48, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.ijepes.2019.01.037.
- [5] J. Ostrowski, M. F. Anjos, and A. Vannelli, "Tight mixed integer linear programming formulations for the unit commitment problem," IEEE Trans. Power Syst., vol. 27, no. 1, pp. 39–46, 2012, doi: 10.1109/TPWRS.2011.2162008.
- [6] J. R. Birge and F. Louveaux, Introduction to Stochastic Programming. New York, NY: Springer New York, 2011.

SUPERVISOR

Nguyen Duc Tuyen received the B.E. (2006) from Hanoi University of Science and Technology, M.E. (2009), and Ph.D. (2012) from Shibaura Institute of Technology. He is a lecturer, Hanoi University of Science and Technology. His current research topics on renewable energy.



SHORT-TERM LOAD FORECASTING USING LONG SHORT-TERM MEMORY NETWORK

Hai-Trieu Le⁽¹⁾, Tuan-Tu Trinh⁽¹⁾, Son-Huu Vu Xuan⁽¹⁾, Dr. Duc-Huy Nguyen

(1)Student at School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology

*Corresponding author: trieu.lh174280@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

Load forecasting has always been a crucial part of an efficient power system planning an operation. Since the global electricity market has developed rapidly in recent years, accurate load forecasting is becoming increasingly difficult. Short-Term Load Forecasting (STLF) has an enormous impact on unit commitment, strategic power reserve for national power systems and enhances the power supply's reliability. Use many techniques for load forecasts, such as fuzzy logic, similar-

day approach, and expert systems. This paper proposes an STLF model based on Long Short-Term Memory (LSTM) network combining the Linear Regression (LR) algorithm. The analysis carries using actual load demand data of Vietnam. LR adopts for trend forecasting, and LSTM uses for residual forecasting. Besides evaluating the proposed model's performance, an Artificial Neural Network (ANN) utilize as a benchmark model compared to several computed errors.

Keywords: *Short-Term Load Forecasting, LSTM, MAPE, Load Data, Linear Regression*

1. INTRODUCTION

Electricity load forecasting has been becoming a crucial research field in electrical engineering over the last decade. The increase of forecast error might incur a considerable economic cost to the power systems. Therefore, accurate load forecasting is significant to address the unbalance between the demand and the power supply. Moreover, effective demand forecasting could enhance the power quality and ensure the safety of the power

grid. Based on decision-making activities in the operation of the power systems, the load forecasting with performed the length of time in the future divide into three types: Short-Term Load Forecasting (STLF) (a few minutes, hours, or days in advance), Medium-Term Load Forecasting (MTLF) (a few weeks or months ahead), and Long-Term Load Forecasting (LTLF) (a few years in advance). Recent studies concentrating on MTLF and LTLF are ^{[1], [2], [3], [4]}. The current



results of STLF are adopted to secure operational planning and the reliability of the power systems. Since many developing countries increasingly focus on improving their power grids, the STLF is a prerequisite to address the issues.

2. METHODOLOGY

2.1 Proposed Model

In this paper, an STLF scheme is proposed based on LSTM and LR. The proposed model's performance validates on the real-world data collected by the National Load Dispatching Centre (NLDC). The ANN is utilized as the benchmark model to evaluate the computational performance and the accuracy of the proposed model via performance metrics, namely, Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

2.2 Technique

2.2.1 Data acquisition

In this study, the raw data from the NLDC includes the load power in Vietnam and the temperature of several cities that have large electricity consumption from the National Centre for Hydro-Meteorological Forecasting. The data collect from 1/1/2014 to 31/12/2019 with a time interval is one hour.

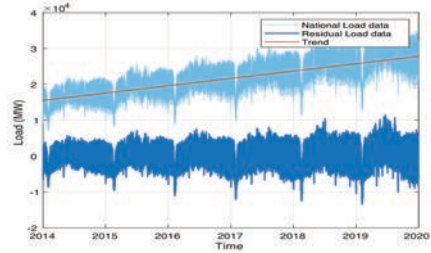


Figure 1. The load power of Vietnam from 1/1/2014 to 31/12/2019

3. ANALYSIS

3.1 Governing Equations

In this paper, MAPE adopts to evaluate the performance of the forecasting model. MAPE is a measure of prediction accuracy of a forecasting method in the form of a percentage error and defines as:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{GP_i - \widehat{GP}_i}{GP_i} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Where n is the number of observations; GP is the actual value; $\widehat{GP}_i$ is the predicted value. The lower MAPE brings more accuracy in forecasting results.

Forecast hour rate with a forecast error rate of less than 2% in the number of forecast hours to be 51% or more

$$ACCURACY = \frac{\tilde{n}}{n} \times 100\% \quad (2)$$

Where n is the number of observations; $\tilde{n}$ is the number of observations with Absolute Percentage Error (APE) less than 2%

$$APE_i = \left| \frac{GP_i - \widetilde{GP}_i}{GP_i} \right| \times 100\% \quad (3)$$

3.2 Results and Discussion

The dataset divides into two parts: the training set and the testing set. The training set consisting of these above variables from 1/1/2014 to 31/12/2018 is utilized for training the predictive model, thus optimizing the proposed model's parameter. The testing set, including these values in 2019, is adopted to predict the load power values in 12 months (January 2019 to December 2019) and validate the predictive model's performance. The forecast model used to give an accurate about $54.3 \div 59.9\%$ and MAPE about $1.79 \div 2.75\%$ for 12 months in 2019.

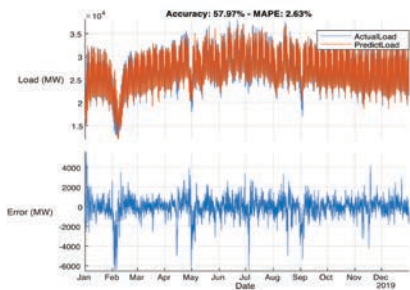


Figure 2. The load forecasting results in 2019 by the LSTM model

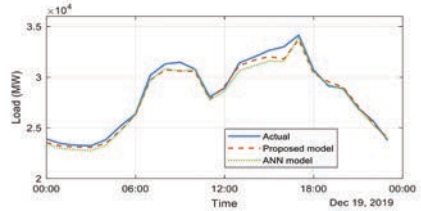


Figure 3. The load forecasting results in specific days of December

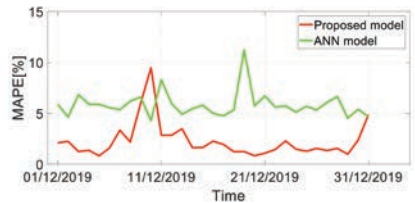


Figure 4. The load forecasting results in December via MAPE

4. CONCLUSIONS

This study proposes the STLF scheme using the combination of LR and LSTM based on the real-world data collected from the NLDC. To assess the performance and the accuracy of the proposed model in daily prediction, the ANN model utilizes the referenced model. The outcomes demonstrate that the proposed model outperformed the ANN model. The MAPE obtained from the proposed model ranges from 1% to about 3% in the two case studies. The result can help Vietnam Power Market Operation planning. In the future,



we could enhance the proposed model by combining it with other deep learning models to obtain a complex hybrid model with higher accuracy.

REFERENCES

- [1] Y. Yang, E. U. Haq, and Y. Jia, "A Novel Deep Learning Approach for Short and Medium-Term Electrical Load Forecasting Based on Pooling LSTM-CNN Model," 2020 IEEE/IAS Ind. Commer. Power Syst. Asia, I CPS Asia 2020, pp. 26–34, 2020, doi: 10.1109/ICPSAsia48933.2020.9208557.
- [2] J. Zhang, R. Xue, X. Gao, F. Chen, Y. Chen, and J. Yan, "Medium and Long Term Electricity Demand Forecasting of Different Industries Based on Deep Belief Network," 2nd IEEE Conf. Energy Internet Energy Syst. Integr. EI2 2018 - Proc., pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/EI2.2018.8582229.
- [3] A. Laouafi, M. Mordjaoui, and F. Laouafi, "An evaluation of conventional and computational intelligence methods for medium and long-term load forecasting in Algeria," 3rd Int. Conf. Control. Eng. Inf. Technol. CEIT 2015, 2015, doi: 10.1109/CEIT.2015.7233138.
- [4] Haowen Chen, Wenxia Liu, and Yueqiao Li, 'Medium-Term Load Forecast Based on Sequence Decomposition and Neural Network', 2019 IEEE 3rd International Electrical and Energy Conference (CIEEC), 2019, 1360–1365.

AUTHORS

Hai-Trieu Le (1999) is an electrical engineering student at the School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology.

Tuan-Tu Trinh (1998) is an electrical engineering student at the School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology.

Son-Huu Vu Xuan (1999) is an electrical engineering student at the School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology.

SUPERVISOR

Duc-Huy Nguyen (1979) received a Ph.D. degree in electrical engineering from École de Technologie supérieure, Université du Québec, Québec, Canada in 2011. He is currently with the School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology, Hanoi, Vietnam, where he is the Vice Dean of the School of Electrical Engineering. His research areas are power system protection and control, applying optimization algorithms in power systems, and the influence of new and renewable energy sources on the power system operation.



KẾT HỢP ĐIỆN MẶT TRỜI VỚI TUABIN TRÊN ĐƯỜNG ỐNG DẪN NƯỚC DỌC ĐẠI LỘ THĂNG LONG CẤP ĐIỆN CHIẾU SÁNG, SẠC XE ĐIỆN VÀ HÒA LƯỚI

Bùi Đức Việt, Đào Văn Thiên, Hoàng Bảo Thuyền

Sinh viên lớp Điện-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

buiducviet0306@gmail.com

Giảng viên hướng dẫn: TS. Nguyễn Quang Thuận

TÓM TẮT

Bài viết trình bày ý tưởng kết hợp điện mặt trời (ĐMT) với các máy phát điện từ đường ống cấp nước sinh hoạt từ sông Đà dọc theo đại lộ Thăng Long phục vụ cấp điện chiếu sáng, sạc xe điện và hòa lưới.

Từ khóa: ĐMT, tuabin phát điện từ đường ống nước.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Năng lượng hóa thạch là nguồn năng lượng hiện đang được sử dụng phổ biến trên thế giới. Tuy nhiên, nguồn năng lượng này là có hạn và sẽ cạn kiệt trong tương lai. Hơn nữa việc sử dụng năng lượng hóa thạch còn gây phát thải khói, bụi và khí độc hại gây ô nhiễm môi trường. Vì thế, hiện nay thế giới đã và đang đưa năng lượng tái tạo dần thay thế các nguồn năng lượng hóa thạch. Thủy và tái tạo nên được nghiên cứu phát triển nhiều trong những năm gần đây trên thế giới. Các tác giả đưa ra ý tưởng nghiên cứu, ứng dụng kết hợp ĐMT và tuabin trong đường ống dẫn nước trên đại lộ Thăng Long cấp điện cho hệ thống chiếu sáng, sạc xe điện và hòa lưới góp phần tạo môi trường điện xanh cho Việt Nam.

2. CÔNG NGHỆ TUA BIN PHÁT ĐIỆN TỪ ĐƯỜNG ỐNG DẪN NƯỚC

Công ty LucidPipe sử dụng đường ống nước để sản xuất điện. Hệ thống này có thể được lắp đặt và hoạt động với hầu hết các loại đường ống nước hiện có. Lượng điện sinh ra phụ thuộc vào tốc độ chảy của dòng nước.

Nhằm tránh ảnh hưởng đến hệ thống cung cấp nước chung, LucidPipe chỉ được lắp tại đường ống nước chảy từ trên cao xuống thấp ^[1].

Nguyên tắc hoạt động của LucidPipe khá giống với tuabin điện gió loại trục đứng (VAWT) với các cánh bên trong ống nước. Khi nước chảy sẽ làm quay cánh quạt, trục cánh quạt gắn với máy phát điện đặt bên ngoài ống sinh ra điện (**Hình 1**).



Hai Bộ Môi trường, Bộ Y tế, Lao động và Phúc lợi Nhật Bản ngày 28/8 cho biết đã lên kế hoạch phối hợp cử các nhóm điều tra nghiên cứu tính khả thi của dự án lắp đặt các máy phát điện loại nhỏ tận dụng áp lực nguồn nước cung cấp cho các hộ dân.

Các nhóm điều tra sẽ được cử đi khắp cả nước để đánh giá thực trạng hệ thống cung cấp nước, tính khả thi trong thiết kế, thi công và dự trù các vấn đề liên quan. Ngân sách dự kiến vào khoảng 280 triệu yên, tương đương 2,8 triệu USD, được cung cấp trong năm tài khóa mới 2015.



Hình 1. Tuabin thủy điện trong đường ống nước [2]

Các nhà quản lý Nhật Bản cho rằng, các đường ống nước từ các nhà máy cung cấp hay khu vực tích trữ có chứa một nguồn năng lượng lớn nhờ sự chênh lệch về áp suất và luồng nước. Nếu việc lắp đặt các máy phát điện nhỏ được tiến hành, nguồn năng lượng này có thể được biến đổi thành nguồn điện năng từ mức độ 50 kW đến hàng trăm kW [3].



3. DỰ KIẾN NỘI DUNG NGHIÊN CỨU VÀ GIẢI PHÁP THỰC HIỆN

3.1. Đánh giá tiềm năng phát điện của đường ống cấp nước cho thành phố Hà Nội từ Hòa Bình dọc theo đại lộ Thăng Long (Vị trí lắp đặt và tiềm năng phát của tuabin đường ống cấp nước) – Lắp đặt các tuabin trong lòng ống dẫn nước kết hợp các tấm pin năng lượng mặt trời dọc đại lộ Thăng Long.

3.2. Đánh giá tiềm năng ĐMT trên đại lộ Thăng Long (Vị trí lắp đặt và tiềm năng phát của ĐMT).

3.3. Nghiên cứu kết hợp giữa ĐMT và tuabin nước trên đại lộ Thăng Long để cấp điện cho các phụ tải/hòa lưới (Kết hợp 2 nguồn này cấp điện cho hệ thống chiếu sáng đường, các trạm sạc xe điện và hòa lưới).

4. KẾT LUẬN

Việc sử dụng các dạng năng lượng tái tạo ứng dụng vào cuộc sống là thật sự cấp thiết do nguồn năng lượng hóa thạch ngày càng cạn kiệt, đắt đỏ và gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Công nghệ ĐMT ngày càng phát triển và được thương mại ứng dụng nhiều, giá thành ngày giảm. Máy phát điện đặt trên đường ống nước, không đòi hỏi phải thi công quá phức tạp và cũng không ảnh hưởng đến chất lượng nước nên chi phí được cho rất rẻ, có khả năng ứng dụng rộng rãi. Vì thế, ý tưởng kết nối 2 nguồn năng lượng tái tạo này với nhau phát cấp điện cho hệ thống chiếu sáng, sạc xe điện trên đại lộ Thăng Long và lượng điện năng thừa có thể hòa lưới hoặc cấp điện cho các hộ dân cư gần đại lộ này là hoàn toàn khả thi, góp phần giảm chi phí điện năng chiếu sáng đại lộ Thăng Long, sạc xe điện và đóng góp điện năng vào lưới điện quốc gia.



TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Sản xuất điện từ... đường ống nước <https://tietkiemnangluong.com.vn/tin-tuc/khoa-hoc-cong-nghe/t24051/san-xuat-dien-tu-duong-ong-nuoc.html>
- [2] Portland Now Generates Electricity From Turbines Installed In City Water Pipes
<https://earthmaven.io/sustainablehuman/new-stories/portland-now-generates-electricity-from-turbines-installed-in-city-water-pipes-pVDQEYhkPUK8GB4tNMYbw>
- [3] Nhật Bản nghiên cứu xây máy phát điện từ đường ống dẫn nước
<https://www.thiennhien.net/2014/08/29/nhat-ban-nghien-cuu-xay-may-phat-dien-tu-duong-ong-dan-nuoc/>

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Bùi Đức Việt sinh năm 1999 là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Điện 1-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

Hoàng Bảo Thuyên sinh năm 1999 là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Điện 1-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

Đào Văn Thiên sinh năm 1999 là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Điện 1-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Nguyễn Quang Thuấn tốt nghiệp đại học, nhận bằng Thạc sĩ và Tiến sĩ ngành Kỹ thuật điện tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội lần lượt vào các năm 2000, 2006 và 2016. Năm 2013 thực tập nghiên cứu chuyên đề “Quá điện áp do sét trong trang trại điện gió” tại Đại học Supélec, Pháp (nay là CentraleSupélec). Hiện đang công tác tại Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

Hướng nghiên cứu chính: Quá độ điện từ, bảo vệ chống quá điện áp trong hệ thống điện, năng lượng tái tạo và tiết kiệm năng lượng.



PHOTOVOLTAIC SYSTEM INTEGRATION IN A GREEN DATA CENTER

Quach Duong Trong Hieu* ⁽¹⁾, Ngo Viet Hoang⁽¹⁾

(1) Student at University of Science and Technology of Hanoi

*Corresponding author: hieuqdt.b7068@st.usth.edu.vn

Supervisor: Dr. Nguyen Xuan Truong

ABSTRACT

As smart technologies continue to grow, so is the demand for data centers. In fact, data centers operate 24/7 and consume a considerably high amount of energy. The number of researches and reports on power consumption level of data center is still limited. To have a deeper understanding about green data center, which has become a topic of great interest and discussion, and focus on conventional energy sources dependency reduction by using renewable energy source, a photovoltaic (PV) system

has been designed to supply additional power to the suggestion sketch of USTH's data center. The simulation for this purpose will be done using PVSyst V7.0 to estimate the production of the photovoltaic system installation on the building's rooftop by using the weather data imported from MeteoNorm. Analysis of simulation results confirms the potential of on-site PV system exploitation to provide energy for data center - which is a critical infrastructure in urban area.

Keywords: *Infrastructure Topology, Tier Level, Green Data Center, Photovoltaic System, Energy Efficiency.*

1. INTRODUCTION

The initiative of "green data center for sustainability" is likewise an important step towards achieving energy-efficiency for a greener planet [Lorincz. J, 2019]. One of the ideas is to increase the use of renewable energy sources, such as on-site photovoltaic generation, which partly contributes to the data center's energy supply, thus indirectly contributing to the reduction

of the carbon footprint. This study aims to understand more deeply the advantages of minimizing energy consumption from data center by increasing the use of renewable energy resources. After designing the main infrastructure (i.e. cooling system, electrical system) of University of Science and Technology of Hanoi (USTH) data center, a large amount of energy consumption in the



data center can be noticed. Based on the idea of “green data center”, a photovoltaic system has been designed to add additional power to the suggestion sketch of USTH’s data center in Hanoi, with the goal of being able to carry 20 to 30 percent of the total energy consumption. The Photovoltaic simulation tool is important in predicting the energy production from the solar panels. The simulation and results for this section will be analyzed by using PVSyst software [André. M, 2019] to evaluate the production of the Photovoltaic installation using the weather data imported from MétéoNorm.

2. METHODOLOGY

2.1 Proposed Design Concept of Data Center

This case study is based on a new proposal concept of data center suggestion sketch in USTH. The recommended data center platform is situated on the 5th floor of the USTH building. It has proposed a data center design with 20 IT-racks (power density for server rack: 5kW/rack and 3.5 kW/rack for other racks), based on TIER-3 and ANSI/TIA-942 infrastructure standards [Chalise. S 2015], which are being applied in most major data centers in Vietnam. The data center electrical infrastructure with N+1 redundancy to critical IT load; source

of electricity from two independent grids, and the precision cooling technology was used. A daily consumption of 3984 kWh/day can be calculated after the initial design.

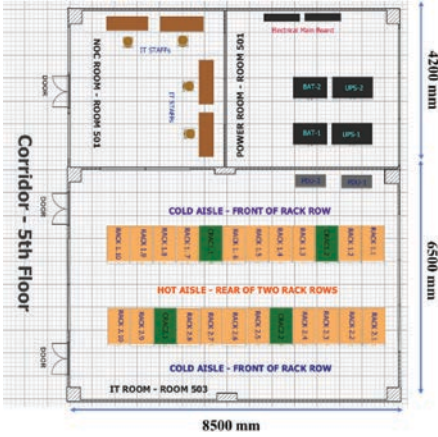


Fig 1. 3D schematic for the new data center in USTH according to the Uptime Institute Tier 3

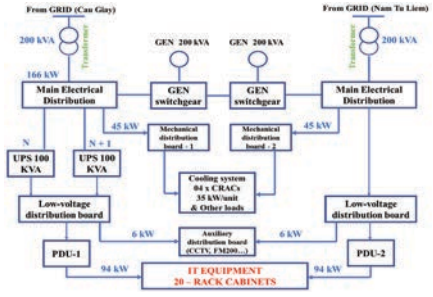


Fig 2. Proposal topology for data center in USTH refer to the Uptime Institute Tier 3 for mechanical and electrical infrastructure



2.2 Photovoltaic Source Integration in Data Center

The USTH building is a 37.9-meter-high block, with a 939-meter square rooftop. However, due to most of the area having been occupied by other facilities, the photovoltaic array will be set up on a frame in the flat yard of the rooftop, with the total area available reduced to approximately 128-meter square. **Figure 3a** showcases the location of USTH based on Google Maps, while **Figure 3b** showcases the 3D schematic of the available area. Due to the fact that the size of a photovoltaic panel typically 1 x 2m, a total number of 36 PV panels can be placed here.

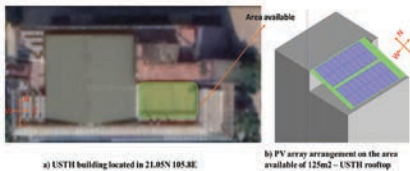


Fig 3. a) Location of the site based on Google Maps. **b)** 3D schematic of USTH flat yard with PV panels.

3. RESULT AND DISCUSSION

Using an optimally oriented photovoltaic array with crystalline modules and central inverter are mentioned, with the yearly data is averaged over 24 h period for each month by estimated in PVSyst, annual system production of an 18 kWp-photovoltaic system is 21196 kWh/year, and the specific yearly production is 1178

kWh/kWp/year. The overall performance ratio (PR) is 84.7% and the normalized production is 3.23 kWh/kWp/day. An average daily PV system yield of 58 kWh/day can be evaluated after the simulation.

However, as the power demand for the current UTSH's data center suggestion is approximately 3984 kWh/day, the current PV system design can only carry 1.5% of the data center power demand, 19.5% short from the starting goal. There are two explanations and suggestions that can be drawn from this case study: (i) The small area available and heavy architectural constraints limit the size of the PV system, which can be fixed easily enough with a different and bigger site; (ii) The data center itself consumes a huge amount of energy, which can be solved, hopefully, with more techniques and technologies to reduce the total power demand.

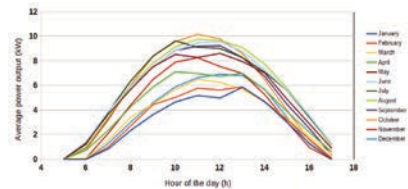


Fig 4. Average power output per hour (kW)

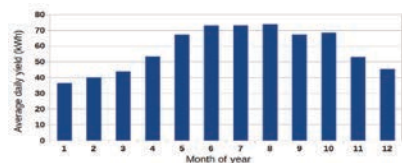


Fig 5. Average daily yield (kWh)



4. CONCLUSIONS

In this study, an 18 kWp photovoltaic (PV) system has been designed to supply additional power to the suggestion sketch of USTH's data center. Analysis of the simulation can confirm the potential of on-site PV system exploitation to provide energy for data center - which is a critical infrastructure in urban area. However, the results show that the annual power output (approximately 21196 kWh/year) is still too small compared with Data Center's power demand (about 1.5% total power consumed). On the topic "green data center", "energy efficiency" is one important factor and a big-research question in the future.

REFERENCES

- [1] Lorincz, J.; Capone, A.; Wu, J. Greener, "Energy-Efficient and Sustainable Networks: State-Of-The-Art and New Trends". Sensors 2019, 19, 4864.
- [2] André Mermoud, Adrien Villos, Bruno Wittmer, "Simulation of grid-tied pv systems with battery storage in PVsyst", 36th European PV Solar Energy Conference and Exhibition –Marseille, France, 9-13 September 2019.
- [3] S. Chalise et al., "Data center energy systems: Current technology and future direction," IEEE Power & Energy Society General Meeting, Denver, CO, pp. 1-5, 2015.

AUTHORS

Quach Duong Trong Hieu, born 1998, student of Energy department, University of Science and Technology of Hanoi. Current research interests involved renewable energy (solar power energy), green data center infrastructure design with energy efficiency.

Ngo Viet Hoang, born 1998, student of ICT department, University of Science and Technology of Hanoi. Current research interests involved data center infrastructure design in both hardware and software.

SUPERVISOR

Dr. Nguyen Xuan Truong received his M.Sc degree in electrical engineering from the Grenoble institute of technology, France (2009) and Ph.D. degree in electrical engineering from the Paul Sabatier University, Toulouse, France (in 2014). He is currently Lecturer of the Energy department, at the University of Science and Technology of Hanoi, Vietnam. His research interests are in the fields: renewable energy (solar power energy), building energy management, energy conservation and efficiency, smart micro-grid, electric vehicle-grid integration and its services, dynamic line rating solutions for transmission lines



SESSION 6

Phòng: Jasmine 1 | Chủ tọa: Nguyễn Phúc Khải, Vũ Thị Thúy Nga

CONTROL OF ACTIVE AND REACTIVE POWER OF VOLTAGE SOURCE CONVERTER

Trong-Hung Pham ⁽¹⁾, Cong-Minh Phan ⁽¹⁾, Van-Du Hoang ⁽¹⁾

(1) Student at Department of Electrical and Electronic Engineering, Thuyloi University

*Corresponding author: vinhnv@tlu.edu.vn

Supervisor: Dr. Van-Vinh Nguyen, Dr. Nhat-Tung Nguyen

ABSTRACT

This paper introduces the active and reactive power control of voltage source converter (VSC) station. The direct current control using a double closed-loop control structure has been implemented at the terminal of the VSC. The introduced power

control can be applied to renewable energy systems to regulate the connected electric power system's power quality. The performance of power control is verified in the MATLAB/Simulink environment.

Keywords: *voltage source converter, power control.*

1. INTRODUCTION

In general, the output active and reactive power of VSC is implemented at the converter station, which is called the station-level control ^[1]. It mainly includes the direct current control and indirect current control. The indirect current control has good static control characteristics, whose control structure is quite simple. However, its dynamic control characteristic is very slow, which cannot

control the internal overcurrent, so that it is rarely applied in practical engineering. The direct current control uses a double closed-loop control structure with the current inner loop and power outer loop based on the dq coordinate system's mathematical model. Therefore, it can realize that fast current response, as well as the active power and reactive power decoupling control ^[2,3].



2. MODELLING OF VSC CONTROL

In the dq coordinate system, the station-level control of the VSC can be divided into the inner-loop current controller and outer-loop power controller. Firstly, the outer-loop power controller calculates the reference value i_{dref} and i_{qref} for the inner-loop current controller, according to the reference value active and reactive power. Then the inner-loop current controller calculates the reference value of the converter ac-side output voltage.

The outer-loop power controller includes active power control and reactive power control. The constant active-power control controls the ac-side active power. According to $P_s = 1.5U_{sd}i_d$ and $Q_s = -1.5U_{sd}i_q$, the active power can be controlled by adjusting the ac-side d-axis current i_d ; meanwhile, the reactive power can be controlled by adjusting the ac-side q-axis current i_q . Therefore, the outer-loop power control is designed as

$$i_{dref} = \left(k_p + \frac{k_I}{s} \right) (P_{ref} - P_s) \quad (1)$$

$$i_{qref} = \left(k_p + \frac{k_I}{s} \right) (Q_{ref} - Q_s) \quad (2)$$

The inner-loop current controller controls the converter ac-side dq currents i_d and i_q , which tracks the reference dq currents i_{dref} and i_{qref} calculated by the outer-loop power controller.

However, according to (3) and (4), in the converters mathematical model, there is cross coupling relationship between the d-axis component and the q-axis component. Meanwhile, there are disturbance components caused by the system voltage.

$$L \frac{di_d}{dt} = u_d - v_d - Ri_d + \omega Li_q \quad (3)$$

$$L \frac{di_q}{dt} = u_q - v_q - Ri_q - \omega Li_d \quad (4)$$

To eliminate the influence of the cross-coupling relationship and the disturbance components, the inner-loop current control is designed as

$$v_{dref} = - \left(k_p + \frac{k_I}{s} \right) (i_{dref} - i_d) + \omega Li_q + u_d \quad (5)$$

$$v_{qref} = - \left(k_p + \frac{k_I}{s} \right) (i_{qref} - i_q) - \omega Li_d + u_q \quad (6)$$

Therefore, the active power variable and the reactive-power variable can be controlled independently. From Equations (1), (2), (5), and (6), a control diagram of the outer-loop power controller and the inner-loop current controller is designed as in

Figure 1.

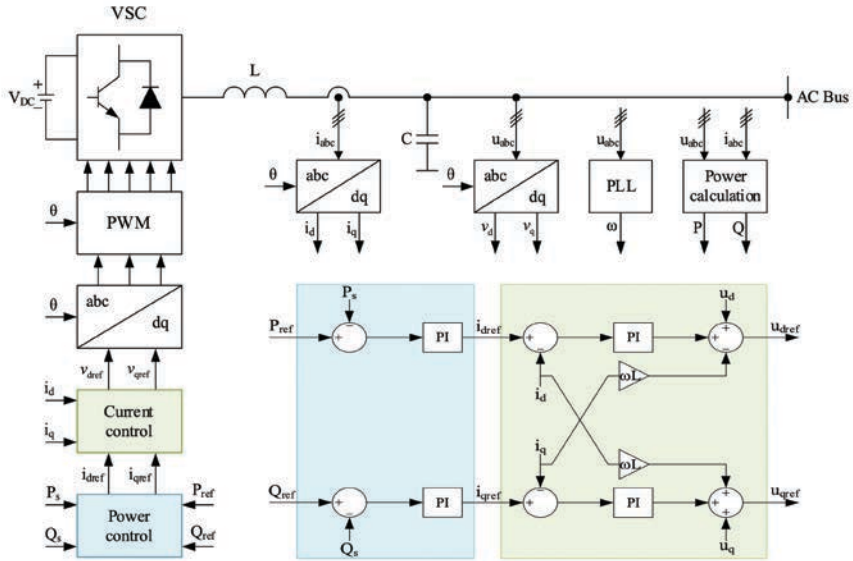


Fig 1. The control diagram of the active and reactive power control

3. SIMULATION RESULTS

The topology of the three-phase two-level VSC is used to test for this work. The simulation results show that the active and reactive power is controlled by changing the reference values, as shown in Figure 2 and 3. In the case of active power control, P_{ref} starts at 0kW and changes to 20kW at 5s, then changes to -20kW at 10s, and changes to 10kW at 15s finally. For the reactive power control, Q_{ref} begins at 0kW and changes to -20kW at 5s, then changes to 20kW at 10s, and changes to -10kW at 15s finally.

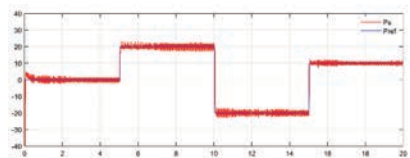


Fig 2. Performance of active power control.

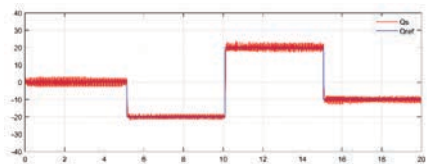


Fig 3. Performance of reactive power control.



4. CONCLUSIONS

This paper has introduced the control for active and reactive power of the VSC in DC grid applications. The performance of active and reactive power has been controlled well. Furthermore, the active and reactive power can be bidirectionally controlled by the VSC. From this work, the control of active and reactive power of VSC can be applied to AC/DC Microgrid, which includes renewable energy sources.

REFERENCES

- [1] A. Yazdani and R. Iravani, Voltage-sourced converters in power systems: modeling, control, and applications. Hoboken, N.J.: IEEE Press/John Wiley, 2010.
- [2] Akagi, H., Kanazawa, Y., & Nabae, A., Instantaneous reactive power compensators comprising switching devices without energy storage components. IEEE Transactions on Industry Applications, 20(3), pp. 625–630, 2008.
- [3] Meshram, P. M., & Borghate, V. B., A simplified nearest level control (NLC) voltage balancing method for modular multilevel converter (MMC). IEEE Transactions on Power Electronics, 30(1), 450–462, 2015.

AUTHORS

Pham Trong Hung enrolled in Thuyloi University in 2016 and majors in Electrical Engineering. His research interests control Microgrids.

Hoang Van Du enrolled in Thuyloi University in 2017 and majors in Electrical Engineering. His research interests control Microgrids.

Nguyen Van Vinh received the M.S. degree in electrical engineering from Hanoi University of Science and Technology, in 2015, and Ph.D. degree in electrical engineering from Incheon National University, Incheon, Korea, in 2020. He is currently a Lecturer in the Department of Electrical and Electronic Engineering, Thuyloi University, Hanoi, Vietnam. His research interests include control and protection of Microgrid and High Voltage Direct Current (HVDC) grid.

Phan Cong Minh enrolled in Thuyloi University in 2015 and majors in Electrical Engineering. His research interests control Microgrids.

SUPERVISOR

Nguyen Nhat Tung received his Engineer diploma degree in electrical engineering from Hanoi University of Science and Technology, Vietnam in 2005; M.S & Ph.D degree in electrical engineering from the Grenoble Institute of Technology, Grenoble, France, in 2006 & 2009. He is currently Head of faculty Electrical & Electronics Engineering, Head of department Electrical Engineering, at Thuyloi University, Vietnam. His research fields are: Electrical Power plan center, electrical network, Simulation and modeling on material and on power system network, smart grid, fault current limiter, many projects that related to both electrical systems, machinery or embedded system.



PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN DỰ BÁO DÒNG ĐIỆN CẢI TIẾN CHO NGHỊCH LƯU ĐA MỨC CẦU H NỔI TĂNG

Dương Minh Sang⁽¹⁾, Trần Hữu Đức⁽¹⁾, TS. Vũ Hoàng Phương

(1) Sinh viên thuộc Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

*Tác giả phản hồi: sang.dm163469@sis.hust.edu.vn

TÓM TẮT

Bài viết này sẽ đề xuất một thuật toán điều khiển dự báo mô hình mới phù hợp cho nghịch lưu đa mức cấu trúc cầu H nổi tăng, có thể triển khai trong ứng dụng kết nối hệ thống nguồn năng lượng tái tạo với lưới điện. Phương pháp điều khiển dự báo mô hình, với nguyên lý là tìm ra vector điện áp tối ưu cho nghịch lưu đa mức trong một khoảng thời gian trích mẫu rất nhỏ, rất khó để thực thi. Phương pháp này không có khâu điều chế, nên việc thực hiện tối ưu điện áp common-mode và giảm số lần đóng cắt của van bán dẫn chỉ có thể thực hiện trong hàm mục tiêu. Để giải quyết vấn đề này, bài viết đề xuất một phương pháp điều khiển dự báo mô hình cải tiến mà chỉ xét tới 19 vector điện áp trong mỗi chu kỳ trích mẫu và có thêm các thành phần triệt tiêu điện áp common-mode và tối ưu đóng cắt trong hàm mục tiêu. Sử dụng mô hình hệ thống trên miền thời gian gián đoạn để dự đoán giá trị dòng điện tương lai tương ứng với từng vector trong một nhóm bao gồm vector ở chu kỳ trích mẫu trước và 18 vector liên kế với nó. Vector được chọn là vector khiến cho hàm mục tiêu đạt giá trị nhỏ nhất. Do đó, trong nghịch lưu đa mức với số mức điện áp bất kỳ, hàm mục tiêu chỉ được thực hiện 19 lần trong mỗi chu kỳ trích mẫu. Việc thực thi trên nền tảng FPGA cho phép 19 phép tính có thể thực hiện đồng thời, giúp cho thời gian thực thi trở nên rất nhỏ. Tính khả thi của thuật toán đề xuất được kiểm chứng bằng mô hình mô phỏng trên phần mềm MATLAB-Simulink và thực nghiệm trên hệ thống nghịch lưu 11 mức cầu H nổi tăng.

Từ khóa: Điều khiển dự báo dòng điện, nghịch lưu đa mức, cầu H nổi tăng, khối lượng tính toán, điện áp common-mode, pin năng lượng mặt trời.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghịch lưu đa mức được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng với hệ thống điện áp cao và công suất lớn nhờ một số ưu

điểm như: tổng độ méo sóng hài (THD) thấp, giảm điện áp trên các phần tử van bán dẫn và tốc độ thay đổi điện áp chậm



hơn. Trong những cấu trúc khác nhau của nghịch lưu đa mức, nổi bật nhất là cấu trúc cầu H nổi tầng. Cấu trúc này có ưu điểm là tính mô-đun hóa cao, có nhiều vector điện áp mà có thể tạo ra cùng một mức điện áp trên pha, do đó nó nâng cao độ tin cậy của hệ thống. Cấu trúc nghịch lưu đa mức cầu H nổi tầng được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp với nhiều ứng dụng như trong hệ thống STATCOM, các bộ biến đổi cho động cơ công suất lớn và trong hệ thống kết nối nguồn năng lượng tái tạo với lưới điện.

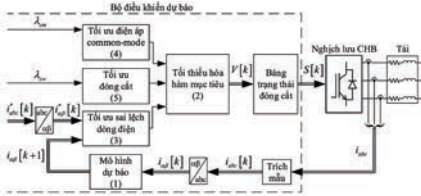
Phương pháp điều khiển dự báo mô hình (MPC) được nghiên cứu rất rộng rãi vì những ưu điểm như dễ tiếp cận, có thể làm việc với hệ thống phi tuyến trên miền thời gian, thời gian đáp ứng nhanh, linh hoạt trong việc bổ sung thêm các đối tượng trong hàm mục tiêu. Một trong những giới hạn của phương pháp MPC là khối lượng tính toán mà vi điều khiển phải thực hiện là rất lớn, gây ảnh hưởng tới chất lượng của bộ điều khiển. Đã có rất nhiều nghiên cứu cắt giảm khối lượng tính toán trong phương pháp MPC. Ví dụ,^[1] đề xuất phương pháp chỉ xét tới 7 vector trong mỗi chu kỳ trích mẫu. Điều này đảm bảo rằng số lượng tính toán hàm mục tiêu là hằng số, bất kể với số lượng mức điện áp bất kỳ. Tuy nhiên, việc chỉ

lựa chọn 7 vector này ảnh hưởng tới chất lượng của bộ điều khiển, đặc biệt trong quá trình quá độ. Bên cạnh đó, phương pháp này cũng không triệt tiêu được điện áp common-mode hay tối ưu số lần đóng cắt của van bán dẫn. Nhờ sự phát triển của vi điều khiển và FPGA trong thời gian gần đây, vấn đề về khối lượng tính toán lớn của MPC có thể được giải quyết. Do đó, trong nghiên cứu này, tác giả sẽ đề xuất một phương pháp MPC cải tiến cho nghịch lưu đa mức cầu H nổi tầng với những yêu cầu sau: giảm số lượng tính toán hàm mục tiêu bằng việc sử dụng 19 vector điện áp trong mỗi chu kỳ trích mẫu, triệt tiêu điện áp common-mode và tối ưu số lần đóng cắt van bán dẫn.

2. THUẬT TOÁN ĐỀ XUẤT

Đối tượng nghiên cứu là hệ thống nghịch lưu ba pha đa mức cầu H nổi tầng, với tải trở cảm ba pha. Trong hàm mục tiêu của thuật toán MPC đề xuất, ngoài thành phần tối ưu sai lệch dòng điện như thông thường, có thêm hai thành phần khác để tối ưu điện áp common-mode và tối ưu số lần đóng cắt van bán dẫn.

Sử dụng phương pháp như trong ^[1], dòng điện dự báo được xác định bởi phương trình sau.



Hình 1. Sơ đồ khối của thuật toán MPC đề xuất.

$$i_{\alpha,\beta}[k+1] = \frac{T_s}{L} \left(v_{\alpha,\beta}[k] - i_{\alpha,\beta}[k] \left(R - \frac{L}{T_s} \right) \right) \quad (1)$$

Bộ điều khiển MPC đề xuất sẽ lựa chọn vector điện áp cho thời điểm k bằng hàm mục tiêu (2).

$$g = g_0 + \lambda_{cm} g_1 + \lambda_{sw} g_2 \quad (2)$$

với λ_{cm} và λ_{sw} lần lượt là trọng số của thành phần tối ưu điện áp common-mode và thành phần tối ưu đóng cắt.

Từng thành phần của (2) được xác định như sau.

$$g_0 = (i_{\alpha}^*[k] - i_{\alpha}[k+1])^2 + (i_{\beta}^*[k] - i_{\beta}[k+1])^2 \quad (3)$$

$$g_1 = \frac{|v_{ZN}[k]|}{V_{dc}} \quad (4)$$

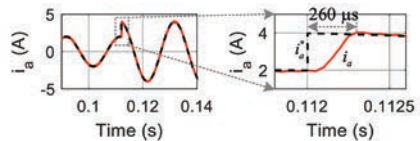
$$g_2 = |S_A[k] - S_A[k-1]| + |S_B[k] - S_B[k-1]| + |S_C[k] - S_C[k-1]| \quad (5)$$

Với nghịch lưu 11 mức cầu H nối tầng, sẽ có 331 vector điện áp có thể được lựa chọn để thực thi hàm mục tiêu (2). Số lượng phép tính toán trong một chu kỳ trích mẫu

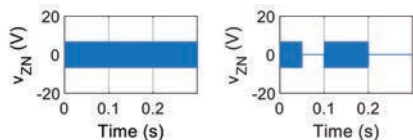
là quá lớn, do đó, tác giả đề xuất chỉ xét đến một nhóm 19 vector trong mỗi chu kỳ trích mẫu. Nhóm này được xác định từ vector được lựa chọn trong chu kỳ trước và 18 vector liên kế với nó. Vector nào khiến cho (2) đạt cực tiểu sẽ được lựa chọn cho bộ nghịch lưu.

3. KIỂM CHỨNG

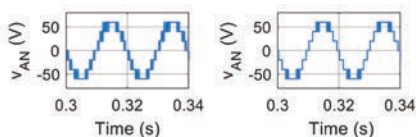
Thuật toán MPC đề xuất được kiểm chứng bằng mô phỏng trên MATLAB-Simulink và thực nghiệm với mô hình nghịch lưu ba pha 11 mức cầu H nối tầng với tải trở cảm. Các kết quả mô phỏng được thể hiện trên các Hình 2, Hình 3, Hình 4. Các kết quả thực nghiệm được thể hiện trên các Hình 5, Hình 6, Hình 7. Có thể thấy rằng dòng điện có độ bám giá trị đặt rất tốt, thời gian đáp ứng nhanh. Khi áp dụng các trọng số, điện áp common-mode được triệt tiêu hoàn toàn, số lần đóng cắt van giảm đáng kể.



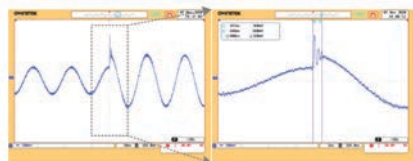
Hình 2. Dòng điện đo (nét đỏ) và đặt (nét đen) 1 pha.



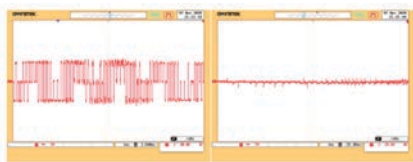
Hình 3. Điện áp common-mode trước (hình trái) và sau (hình phải) khi bổ sung trọng số.



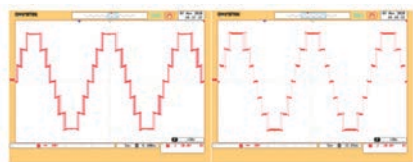
Hình 4. Điện áp trên pha A trước (hình trái) và sau (hình phải) khi bổ sung trọng số.



Hình 5. Dòng điện đo trên một pha.



Hình 6. Dòng điện đo trên một pha.



Hình 7. Điện áp trên pha A trước (hình trái) và sau (hình phải) khi bổ sung trọng số.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Dương Minh Sang là sinh viên Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội từ năm 2016. Anh hiện là thành viên của PELab quản lý bởi TS. Vũ Hoàng Phương. Hướng nghiên cứu hiện tại là bộ biến đổi đa mức cầu H nổi tầng và những ứng dụng của nó trong truyền động điện và trong các hệ thống năng lượng mặt trời nổi lưới.

Trần Hữu Đức là sinh viên Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Từ năm 2018, anh là thành viên của PELab quản lý bởi TS. Vũ Hoàng Phương. Hướng nghiên cứu hiện tại là các bộ biến đổi công suất lớn, đặc biệt là bộ nghịch lưu đa mức cầu H nổi tầng.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Vũ Hoàng Phương nhận bằng Kỹ sư, Thạc sĩ và Tiến sĩ tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội vào các năm 2006, 2008 và 2014, tất cả đều về lĩnh vực Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa. Từ năm 2006, anh công tác tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội với vai trò là giảng viên và nghiên cứu sinh tại Viện Điện. Hướng nghiên cứu hiện tại bao gồm mô hình hóa và mô phỏng các bộ biến đổi điện tử công suất cho các ứng dụng như hệ thống điện mặt trời, điện gió, truyền động điện.



NHẬN DẠNG TẤM PIN MẶT TRỜI BỊ LỖI DỰA TRÊN DỮ LIỆU ẢNH BẰNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO

**Nguyễn Đăng Tiến⁽¹⁾, Trần Trang Ninh⁽¹⁾, Nguyễn Tiến Thành⁽¹⁾,
Nguyễn Trần Minh Trang⁽¹⁾, Nguyễn Đức Thảo⁽¹⁾, TS. Nguyễn Quốc Minh**

(1)Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

*Tác giả liên hệ: tien.nd174260@sis.hust.edu.vn

TÓM TẮT

Việc xác định tấm pin mặt trời bị hỏng có vai trò rất quan trọng trong việc đảm bảo hiệu suất tối đa của các nhà máy điện mặt trời. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất sử dụng phương pháp học máy để tự động hoá việc phân loại tấm pin mặt trời bị hỏng. Mô hình học máy được huấn luyện và kiểm tra trên tập dữ liệu bao gồm 2.146 hình ảnh điện phát quang có độ phân giải cao của các tấm pin mặt trời loại mono và loại poly. Kết quả phân loại cho thấy mô hình học máy có thể phân loại được tấm pin mặt trời bị hỏng với độ chính xác f1-score lên đến 86,26%.

Từ khóa: phân loại tấm pin mặt trời, học máy, mạng nơ-ron tích chập, svm

1. GIỚI THIỆU

Các tấm pin năng lượng mặt trời thường được bảo vệ bởi khung nhôm và tấm kính bề mặt để tránh khỏi các tác động của môi trường. Tuy nhiên, các biện pháp bảo vệ này không phải lúc nào cũng có thể ngăn ngừa được các hư hỏng do cơ học như tác động từ mưa đá, các cành cây rơi, rơi khi lắp đặt, thậm chí có những vết nứt nhỏ không nhìn thấy được, hoặc các khuyết tật khi sản xuất dẫn tới các tấm pin mặt trời bị hỏng. Điều này làm giảm hiệu suất năng lượng được chuyển hoá thành điện năng của các mô-đun năng lượng mặt trời. Do đó việc cần phải theo dõi tình trạng của các mô-đun năng lượng mặt trời và thay thế hoặc sửa chữa các đơn vị tấm pin mặt trời

bị lỗi là cần thiết để đảm bảo hiệu suất tối đa cho các nhà máy năng lượng mặt trời.

Việc xác định và phân loại các tấm pin mặt trời bị lỗi là đặc biệt khó khăn, nó là một thách thức lớn ngay cả với các chuyên gia được đào tạo cũng có thể không phát hiện ra những vết nứt hỏng, bởi một số khuyết tật này không thể nhìn thấy được bằng mắt thường. Ngược lại, một số khuyết tật khác có thể nhìn thấy bằng mắt thường nhưng lại không hề làm giảm hiệu quả của mô-đun.

Hình ảnh điện phát quang (Electroluminescence - EL) là một phương thức hữu ích để kiểm tra các tấm pin mặt trời. EL cung cấp hình ảnh có độ phân giải cao

giúp có thể phát hiện các vết nứt, khuyết tật trên bề mặt của các mô-đun. Tuy nhiên, việc phân tích thủ công sẽ tiêu tốn rất nhiều thời gian, tiền bạc, công sức và còn đòi hỏi kiến thức chuyên môn về các loại khuyết tật khác nhau.

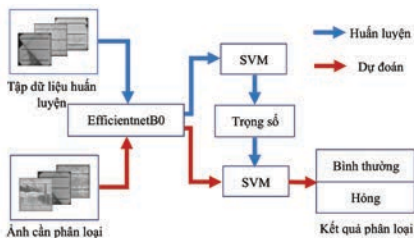
Ngày nay, với sự phát triển của trí tuệ nhân tạo nói chung và học máy nói riêng, việc nhận dạng và phân loại hình ảnh trở nên ngày càng chính xác thậm chí một số tác vụ có thể vượt qua con người. Việc ứng dụng máy học vào

việc phân loại tấm pin mặt trời cũng được quan tâm và nghiên cứu ^[1-2]. Bởi ưu điểm vượt trội của máy học là không cần hiểu quá nhiều về các loại khuyết tật, các đặc trưng này sẽ được trích xuất tự động trong quá trình huấn luyện. Trong nghiên cứu này chúng tôi đề xuất mô hình máy học kết hợp giữa mạng nơ-ron tích chập (Convolutional Neural Network - CNN) với vec tơ hỗ trợ (Support Vector Machine - SVM) để phân loại tấm pin mặt trời hỏng.

2. PHƯƠNG PHÁP

2.1 Mô hình học máy

Chúng tôi sử dụng mạng nơ-ron tích chập (CNN) như một phương pháp trích xuất đặc trưng để thuật toán SVM phân loại. Cụ thể được mô tả như Hình 1 dưới đây.



Hình 1. Quy trình chung của mô hình phân loại hình ảnh tấm pin mặt trời hỏng

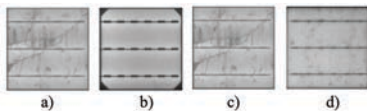
Mạng nơ-ron tích chập là một mạng nơ-ron tập hợp các lớp tích chập chồng lên nhau. Mỗi lớp tích chập sẽ được sử dụng các bộ lọc khác nhau, số lượng thường đến hàng trăm, hàng nghìn bộ lọc sau đó sẽ kết hợp kết quả của chúng lại với nhau. Lớp tích chập này sẽ

được đi qua một hàm kích hoạt phi tuyến tính để tạo ra các thông tin trừu tượng hơn cho các lớp tiếp theo. Ngoài ra còn sử dụng một vài lớp khác như các loại lớp pooling dùng để chắt lọc lại các thông tin hữu ích. Trong quá trình huấn luyện mạng nơ-ron sẽ tự động học qua các lớp bộ lọc để trích xuất đặc trưng. Lớp cuối cùng sẽ được dùng để phân nhóm hình ảnh. Mạng nơ-ron tích chập chúng tôi sử dụng trong mô hình máy học đề xuất là kiến trúc mô hình EfficientNet-B0 ^[3] đã được huấn luyện trên bộ dữ liệu Imagenet với hơn 1,3 triệu bức ảnh cho 1000 lớp hình ảnh khác nhau, chúng tôi loại bỏ các lớp phân nhóm hình ảnh ở cuối kiến trúc mô hình, giữ lại trọng số tại các lớp tích chập để từ đó sử dụng mạng nơ-ron tích chập như một phương pháp trích xuất đặc trưng.

Vec tơ hỗ trợ (SVM) là một thuật toán thường được dùng trong các bài toán phân loại dữ liệu thành các nhóm riêng biệt. Trong thuật toán này, dữ liệu được ánh xạ vào không gian nhiều chiều hơn để từ đó tìm ra siêu mặt phẳng để phân chia các nhóm cần phân loại. Sau khi sử dụng thuật toán tìm kiếm các tham số tối ưu cho SVM chúng tôi thu được tham số điều chuẩn C là 100, nhân của thuật toán là 'rbf' với hệ số nhân gamma là 0.001.

2.2 Tập dữ liệu và huấn luyện mô hình

Mô hình được huấn luyện và kiểm thử trên bộ dữ liệu bao gồm 2146 bức ảnh điện phát quang của các tấm pin mặt trời loại mono và poly có độ phân giải cao được đưa về kích thước 300x300 được trích xuất từ 44 mô-đun năng lượng mặt trời, cụ thể hình ảnh các loại tấm pin mặt trời được mô tả tại Hình 2. Trong tập dữ liệu bao gồm 717 bức ảnh tấm pin mặt trời bị hỏng và 1429 bức ảnh tấm pin mặt trời bình thường. Tập dữ liệu được chia thành 2 phần là tập huấn luyện và tập kiểm thử với tỉ lệ 80-20.



Hình 2. Hình ảnh điện phát quang.

- a) pin mặt trời loại mono bị hỏng;
- b) pin mặt trời loại mono bình thường;
- c) pin mặt trời loại poly bị hỏng;
- d) pin mặt trời loại poly bình thường

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Kết quả mô hình

Để kiểm tra kết quả phân loại của mô hình chúng tôi sử dụng chỉ số f1-score để đánh giá các dự đoán của mô hình với các nhãn thật được gán sẵn trên tập dữ liệu kiểm thử. F1-score được thể hiện qua công thức dưới đây:

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (1)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

$$F1 = 2 * \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall} = \frac{2TP}{2TP + FP + FN} \quad (3)$$

Chúng tôi đã đánh giá mô hình trên tập kiểm thử đã được chia và cách ly khỏi tập huấn luyện kết quả được mô tả ở **Bảng 1**.

Bảng 1. Kết quả của mô hình trên tập kiểm thử

Chỉ số	%
Accuracy	91.63
Recall	80.71
Precision	92.62
F1-score	86.26

3.2 Thảo luận

Do tập dữ liệu có sự mất cân bằng ở 2 nhóm tấm pin mặt trời bị hỏng và tấm pin mặt trời bình thường với tỉ lệ lần lượt là 33.41% , 66.59%. Vì thế chúng tôi đã không sử dụng độ chính xác Accuracy để đánh giá mô hình mà sử dụng chỉ số F1-score. Dựa trên các chỉ số Recall, Precision có thể cho thấy mô hình máy học có tỉ lệ tìm thấy tấm pin mặt trời bị hỏng trong tổng số các tấm pin thực sự hỏng là 80.71%, tỉ lệ phân loại đúng tấm pin mặt trời bị hỏng trong tổng số các tấm pin được phân loại bị hỏng là 92.62%.



4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đề xuất một cách tiếp cận để phân loại tự động tấm pin mặt trời bị hỏng từ hình ảnh điện phát quang dựa trên mô hình học máy. Từ kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng mô hình học máy cho kết quả khả quan với độ chính xác f1-score là 86.26%. Chúng tôi nghĩ rằng đây vẫn là kết quả khiêm tốn chính vì thế nghiên cứu trong tương lai sẽ sử dụng các thuật toán mạnh hơn để cải thiện độ chính xác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sergiu Deitsch, et al., "Automatic classification of defective photovoltaic module cells in electroluminescence images", Solar Energy, 185, pp. 455-468, 2019.
2. Kurukuru, V. S. B., Haque, A., Khan, M. A., & Tripathy, A. K., "Fault classification for Photovoltaic Modules Using Thermography and Machine Learning Techniques", 2019 International Conference on Computer and Information Sciences (ICCIS), 2019.
3. Mingxing Tan, Quoc V Le, "EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks", International Conference on Machine Learning, 2019

CHÚ THÍCH

TP: Số dự đoán dương tính thật

FP: Số dự đoán dương tính giả

FN: Số dự đoán âm tính giả

Chữ viết tắt

EL: Hình ảnh điện phát quang

-Electroluminescence

TÁC GIẢ BÀI BÁO

Nguyễn Đăng Tiến (1999) là sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật điều khiển và tự động hoá Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Trần Trang Ninh (2000) là sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật điện Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Nguyễn Tiến Thành (2000) là sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật điện Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Nguyễn Trần Minh Trang (2000) là sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật điện Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Nguyễn Đức Thảo (2000) là sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật điện Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. Nguyễn Quốc Minh nhận bằng Tiến sĩ chuyên ngành Kỹ thuật điện tại trường The University of Texas at Arlington năm 2016. Hiện tại đang là Phó Trưởng Bộ môn Hệ thống điện tại Viện Điện - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Các hướng nghiên cứu chính: bảo vệ và điều khiển hệ thống điện, ứng dụng AI trong lưới điện thông minh, ăng ten và truyền sóng.



ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THỨ BẬC (AHP) LỰA CHỌN DẠNG NĂNG LƯỢNG PHÁT ĐIỆN CHO CÁC HỘ GIA ĐÌNH VÙNG SÂU, VÙNG XA CHƯA CÓ ĐIỆN LƯỚI NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH TẠI TỈNH LAI CHÂU

Nguyễn Thị Trâm Anh, Lê Thu Cúc, Nguyễn Hoàng Sơn, Nguyễn Phương Thảo

Viện Kinh tế và Quản lý - Trường đại học Bách khoa Hà Nội

Giảng viên hướng dẫn: TS. Phạm Cảnh Huy

(lethucuc1998@gmail.com)

KHÁI QUÁT

Hiện nay, theo kết quả điều tra thực trạng kinh tế - xã hội 53 dân tộc thiểu số do Ủy ban Dân tộc phối hợp với Tổng cục Thống kê mới công bố cho thấy hiện vẫn còn 3,7% số hộ dân tộc thiểu số chưa được tiếp cận điện lưới^[1]. Để có thể cung cấp điện cho toàn bộ người dân và dựa trên “Chiến lược phát triển năng lượng quốc gia của Việt Nam đến năm 2020 tầm nhìn đến năm 2050” được thủ tướng chính phủ phê duyệt đặt mục tiêu hướng tới các nguồn năng

lượng mới và tái tạo, đã có nhiều dự án đưa các dạng năng lượng tái tạo đưa vào sử dụng tại các khu vực này. Lựa chọn dạng năng lượng phù hợp cho cung cấp điện đang là một vấn đề khó khăn và cấp thiết đối với chính quyền cũng như ngành điện. Bài nghiên cứu lựa chọn sử dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) để so sánh và sắp xếp thứ tự ưu tiên cho các dạng năng lượng. Nghiên cứu sẽ tìm ra dạng năng lượng phù hợp nhất cho khu vực Lai Châu.

Từ khóa: Điện lưới, dân tộc thiểu số, năng lượng tái tạo, phương pháp phân tích thứ bậc.

1. GIỚI THIỆU

Khu vực Tây Bắc là nơi có mật độ dân cư thưa thớt, địa hình hiểm trở, việc cấp điện cho phụ tải khu vực này gặp nhiều khó khăn. Do chưa có điện, nhiều hộ dân gặp khó khăn trong phát triển kinh tế và cải thiện cuộc sống. Hơn thế, khu vực này có nhiều tiềm năng về các dạng năng lượng tái tạo. Bức xạ mặt trời trung bình năm tại khu vực đạt từ 4,1 kWh/m²/ngày đến 4,9

kWh/m²/ngày và số giờ nắng trung bình cả năm từ 1800 – 2100 giờ, tốc độ gió tại khu vực này khoảng 3 đến 3,25m/s cùng nguồn năng lượng sinh khối lớn và đa dạng từ gỗ củi, bã cà phê, rơm rạ và bã mía^[2]. Vì vậy, để có thể giải quyết vấn đề cấp điện, cùng với điện lưới, một số các dạng năng lượng tái tạo khác như năng lượng mặt trời, gió và sinh khối đã được xem xét để đưa vào sử

dụng tại khu vực Tây Bắc nói chung và tỉnh Lai Châu nói riêng.

Có rất nhiều phương pháp hỗ trợ việc ra quyết định trong các dự án đa mục tiêu, trong đó, phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) là một phương pháp phổ biến và được sử dụng nhiều. Trong nghiên cứu về việc lựa chọn dạng năng lượng phù hợp trong cấp điện, ngoài chỉ tiêu về kinh tế, cần xem xét đến các chỉ tiêu về xã hội, môi trường cũng như sự phù hợp với chính sách của Nhà nước. Vì vậy, nhóm sử dụng phương pháp phân tích thứ bậc để lựa chọn dạng năng lượng phù hợp.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Đề xuất mô hình

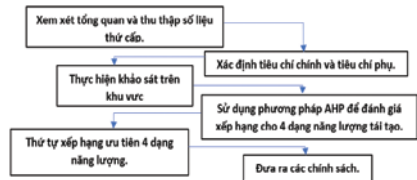
Sử dụng phương pháp AHP để đánh giá và xếp hạng ưu tiên dạng năng lượng để cấp điện bao gồm: điện lưới, năng lượng mặt trời, năng lượng gió và năng lượng sinh khối.

2.2 Thu thập số liệu

Nghiên cứu sử dụng số liệu thứ cấp và số liệu sơ cấp thông qua khảo sát ý kiến chuyên gia. Các chuyên gia dự kiến đến từ: Bộ Công Thương, Viện năng lượng, Tập đoàn điện lực Việt Nam, Tổng công ty điện lực miền Bắc, Công ty điện lực Lai Châu, Giảng viên Trường Đại học Bách khoa Hà Nội,...

3. PHÂN TÍCH

3.1 Các bước thực hiện



3.2 Mô tả bài toán

Bước đầu tiên là phân cấp vấn đề, mục tiêu đặt ở cấp độ cao nhất, tại cấp độ 2 là các tiêu chí, ở cấp cuối cùng là các lựa chọn thay thế. Tiếp theo, ta gán giá trị số cho các tiêu chí dựa trên ý kiến của các chuyên gia. Các giá trị này được đo lường theo thang đo được đề xuất bởi nhà khoa học Thomas L. Saaty.

Ma trận A gồm các so sánh cặp, trong đó phần tử a_{ij} (w_i/w_j) là kết quả của sự so sánh.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

giữa yếu tố i và j . Các giá trị đối lập của phép so sánh được đặt tại vị trí a_{ji} [3].

Chỉ số đồng nhất: $CI = (\lambda_{\max} - n)/(n-1)$

Trong đó: $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\sum a_{ij} * w_i) * \frac{1}{w_i}$

$$w_i = \frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i}, D_i = \prod_{j=1}^n (a_{ij})^{1/n}$$



Tỷ lệ đồng nhất: $CR = CI/RC$

Trong đó: RC là một nhất quán ngẫu nhiên của ma trận A có thể tra cứu trong bảng tiêu chuẩn^[3]. Sau đó, xác định véc tơ ưu tiên cho các tiêu chí chính và tiêu chí phụ. Tính toán giá trị của các lựa chọn thay thế ứng với từng tiêu chí dựa trên véc tơ ưu tiên tìm được. Tiến hành so sánh kết quả tính toán để tìm ra dạng năng lượng tối ưu.

3.3 Kết quả và thảo luận

Nghiên cứu sẽ đưa ra dạng năng lượng phù hợp nhất sử dụng phát điện cho các hộ gia đình vùng sâu, vùng xa chưa có điện lưới tại tỉnh Lai Châu

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã áp dụng phương pháp phân tích thứ bậc để lựa chọn dạng năng lượng phù hợp phát điện cho những vùng sâu, vùng xa và cũng có thể được áp dụng cho các khu vực khác.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Thanh Huyền-Tấn Sỹ(2020), “Điện chưa đến nên nghèo chưa đi”, báo Dân tộc và Phát triển.
- [2] Cập nhật khảo sát cường độ bức xạ mặt trời ở Việt Nam”(09/07/2020), Tạp chí Năng lượng Việt Nam.
- [3] Carlos Robles Algarín, Aura Polo Llanos, Adalberto Ospino Castro (2017), “An Analytic Hierarchy Process Based Approach for Evaluating Renewable Energy Sources”, International Journal of Energy Economics and Policy.

NHÓM SINH VIÊN THỰC HIỆN

Nguyễn Thị Trâm Anh: Sinh viên lớp Kinh tế công nghiệp K62, MSSV 20170304.

Lê Thu Cúc: Sinh viên lớp Kinh tế công nghiệp K62, MSSV 20170314

Nguyễn Hoàng Sơn: Sinh viên lớp Kinh tế công nghiệp K62, MSSV 20170411.

Nguyễn Phương Thảo: Sinh viên lớp Kinh tế công nghiệp K62, MSSV 20170421.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. Phạm Cảnh Huy: Viện Kinh tế và Quản lý, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.



SESSION 7

Phòng: Jasmine 2 | Chủ tọa: Nguyễn Quang Thuận, Lê Thị Minh Châu

ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ ỨNG DỤNG QGIS TRONG NGHIÊN CỨU TIỀM NĂNG KHAI THÁC THỦY ĐIỆN VÀ TÁC ĐỘNG ĐẾN MÔI TRƯỜNG CỦA THỦY ĐIỆN NHỎ TRÊN LƯU VỰC SÔNG VU GIA THU BỒN

Hồ Thị Mai Quyên, Đoàn Hải Ninh

Sinh viên lớp 62MN1, khoa Kỹ thuật Môi trường, Trường Đại học Xây dựng Hà Nội.

Tác giả liên hệ: maiquyennd99@gmail.com

Giảng viên hướng dẫn: TS. Nguyễn Lan Hương

TÓM TẮT

Hiện nay việc xây dựng các hồ chứa, đập thủy điện lớn đã hoàn thành ở khắp các lưu vực sông của nước ta và đang có sự chuyển hướng sang việc phát triển các nhà máy thủy điện vừa và nhỏ. Việc nghiên cứu tác động của thủy điện vừa và nhỏ lên môi trường là cấp thiết để có thể xây dựng quy hoạch phát triển thủy điện bền vững trong tương lai. Nghiên cứu này sử dụng công cụ thông tin địa lý QGIS để đưa ra đánh giá tác động môi trường và kinh tế của công tác quy hoạch thủy điện dẫn dòng quy mô nhỏ và đưa ra các khuyến nghị về quy hoạch phát triển quy mô nhỏ nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu trên sông Vu Gia Thu Bồn.

Từ khóa: thủy điện dẫn dòng, lưu vực sông

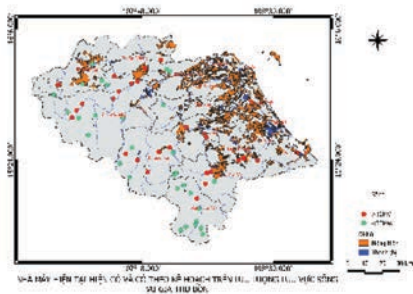
1. GIỚI THIỆU

Các dự án thủy điện lớn có thể gây ra những tác động tiêu cực về môi trường xã hội^[1]. Sự phát triển thủy điện dòng chảy ở Việt Nam không chỉ để đáp ứng nhu cầu phát triển mà còn góp phần giảm phát thải khí nhà kính và giảm thiểu biến đổi khí hậu, đặc biệt là trong ngành nước. Nghiên cứu này đánh giá tính khả thi của việc xây dựng các nhà máy thủy điện trên lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn tác động đến môi trường. Để xác định được vị trí của các nhà máy chúng tôi sử dụng QGIS.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1 Tiềm năng phát triển thủy điện dẫn dòng ở lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn.

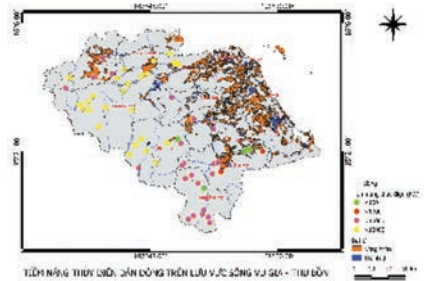
Hệ thống sông Vu Gia Thu Bồn thuộc tỉnh Quảng Nam và Thành phố Đà Nẵng có tiềm năng thủy điện lớn, các nhà máy thủy điện tại đây có vai trò rất lớn trong việc cung cấp điện cho điện lưới quốc gia. Có 8 dự án quy mô lớn với công suất lắp đặt và kế hoạch là 1.100MW và 37 dự án thủy điện vừa với tổng công suất 346MW^[2]. Hầu hết các nhà máy thủy điện bán điện lưới cho quốc gia và cung cấp cho vùng thượng nguồn nên tại nhiều khu vực ở đây vẫn đang không thể sử dụng điện mặc dù rất gần nhà máy thủy điện.



Hình 1. Nhà máy điện hiện có và có theo kế hoạch trên lưu vực sông Vu Gia Thu Bón.

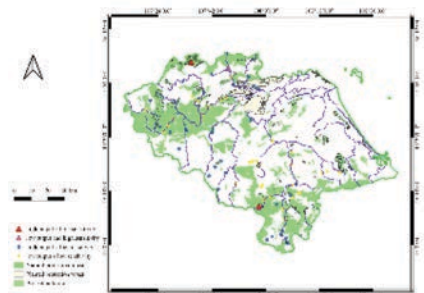
Theo TS. Nguyễn Lan Hương [3], nhu cầu điện của hộ gia đình nông thôn trong vùng tính theo năm đối với một hộ gia đình nông thôn là 960 kWh, thấp hơn mức trung bình của đất nước. Tổng nhu cầu điện là 0.14 triệu MWh/năm (2012) và sẽ tăng lên 2,3 triệu MWh/năm (2041). Tuy nhiên, việc cung cấp điện ở nông thôn không ổn định, đặc biệt là mùa khô, mất điện thường xuyên xảy ra. Đối với khu vực khó khăn vùng sâu vùng xa không có điện, củi được cho là nguồn năng lượng chính.

Trong nghiên cứu này, ước tính tiềm năng thủy điện ngoài sông của miền Trung nước ta đã được thực hiện bằng mô hình thủy văn phân tán và phương pháp đường cong thời gian chảy. Kết quả cho thấy tổng tiềm năng thủy điện dẫn dòng là 277.342 MW với hệ số công suất trung bình là 40.2%. Chúng tôi sử dụng kỹ thuật chồng bản đồ để xác định độ nhạy môi trường của các nhà máy thủy điện dẫn dòng và mức độ ảnh hưởng môi trường.



Hình 2. Tiềm năng thủy điện dẫn dòng trên lưu vực sông Vu Gia Thu Bón

Những ảnh hưởng đến môi trường đã được nghiên cứu và bản đồ ảnh hưởng của thủy điện dẫn dòng đã được xây dựng. Phân loại các nhà máy tiềm năng thành 4 nhóm: *tác động môi trường cao sản lượng cao, tác động môi trường thấp sản lượng cao, tác động môi trường cao sản lượng thấp, tác động môi trường thấp sản lượng cao.*



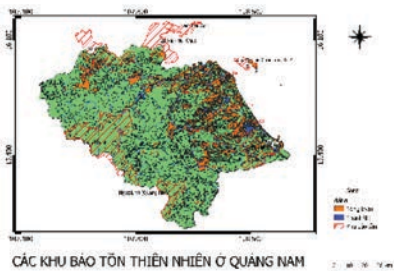
Hình 3. Mức độ tác động môi trường của các vị trí nhà máy thủy điện.



Có 2 trong số 111 vị trí tiềm năng rơi vào loại có tác động cao và 1 vị trí rơi vào sản lượng thấp tác động cao. Những địa điểm này kém hấp dẫn đối với các nhà đầu tư vì tiềm năng phát triển thấp và chi phí cho môi trường cao vì chúng nằm trong khu bảo tồn quốc gia của Núi Thành và Sao La.

2.2 Phân tích - đánh giá môi trường

Khu vực này nổi tiếng với sự đa dạng sinh học với độ che phủ rừng cao. Nó bị đe dọa bởi sự tăng trưởng kinh tế khu vực, mở rộng nông nghiệp và phát triển nhà máy thủy điện quy mô lớn. Tuy nhiên, Hồ Đắc^[4] đã phát triển các mô hình phân bố loài cho thấy mức độ phong phú của các loài cây tiềm năng ở phía tây bắc của lưu vực sông giáp biên giới Lào và vùng cao nguyên ở phía nam biên giới với tỉnh Kon Tum.



Hình 4. Các khu bảo tồn thiên nhiên ở Việt Nam

Chúng tôi thu thập thông tin và vẽ bản đồ mạng lưới các khu vực được bảo vệ trong lưu vực sông Vu Gia Thu Bồn. Các khu vực được bảo vệ nằm ở phía Tây Nam của lưu vực. Khu bảo tồn thiên nhiên Sông Thanh là

nơi sinh sống của loài hổ đang bị đe dọa^[5]. Khu bảo tồn Ngọc Linh, đã được chứng minh rất quan trọng đối với một số loài chim bị đe dọa và hạn chế trên toàn cầu. Khu bảo tồn Sao Vàng nằm ở biên giới với tỉnh lân cận phía bắc Thừa Thiên-Huế được biết là khu bảo vệ của một trong những động vật có vú nguy cấp nhất và khó nắm bắt nhất trên thế giới.

Bản đồ QGIS của khu vực bảo vệ quốc gia được lấy từ Cục Lâm nghiệp Bảo tồn Thiên nhiên Việt Nam và nhập vào Arcgis Pro. Chúng tôi sử dụng kỹ thuật lập bản đồ lớp phủ để xác định độ nhạy môi trường của nhà máy thủy điện dẫn dòng và mức độ ảnh hưởng môi trường.

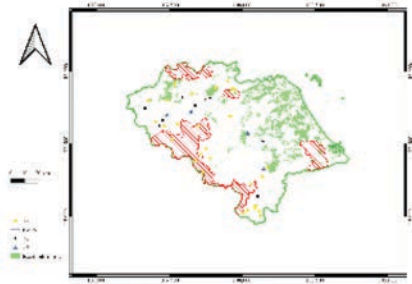
2.3 Phân tích - đánh giá về kinh tế:

Để đánh giá được tác động kinh tế của nhà máy thủy điện dẫn dòng người ta dùng thời gian hoàn vốn đơn giản, bằng cách chia tổng chi phí đầu tư cho doanh thu hàng năm. Dự án gọi là có khả thi khi thời gian hoàn vốn là dưới 8 năm. Chi phí điện năng tránh được (LCOE):

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}} \quad \text{Trong đó: } M_t \text{ là chi phí vận hành bảo}$$

dưỡng; n là tuổi thọ của hệ thống; E_t là sản xuất điện trong năm t ; Giả định tuổi thọ của hệ thống là 30 năm; giá trị chiết khấu của điện bán r là 10% và giá bán lẻ điện là 0.07USD/kWh.

Giá trị vốn điện năng được phân cấp và hoàn vốn kinh tế cho các địa điểm đã được tính toán và thể hiện trên bản đồ. Có 7 vị trí có hoàn vốn kinh tế cao được tô sáng cho thấy sự quan tâm dành cho các nhà đầu tư.



Hình 5. Các vị trí tiềm năng của thủy điện trên sông và hoàn vốn kinh tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] Baxter, R., Environmental effects of dams and impoundments. Annual Review of Ecology and Systematics, 1977. 8(1): p. 255-283.
Poff, N.L. and D.D. Hart, How Dams Vary and Why It Matters for the Emerging Science of Dam Removal
- [2] Icem, Strategic Environmental Assessment of the Quang Nam Province Hydropower Plan for the Vu Gia-Thu Bon River Basin , Prepared for the ADB, MONRE, MOITT & EVN. 2008: Hanoi, Vietnam.
- [3] Lan Huong, N., Low-carbon watershed management: Integration of renewable energy supply and decentralized wastewater treatment - a case study in Vietnam. 2016.
- [4] Raedig, C., H. Ho Duc, and U. Nehren, Connectivity Conservation Management: A Biodiversity Corridor for Central Vietnam. 2017.
- [5] Hoang, C., L. Trang, and N. Tinh, Technical Report on Wildlife hunting and Trading in Song Thanh Nature Reserve, Quang Nam Province, Vietnam. 2010.

3. KẾT LUẬN

Để kết luận, phương pháp mà chúng tôi đề xuất mang lại sự thuận tiện cho những người đưa ra quyết định cho việc xác định sơ bộ các vị trí phù hợp sẽ xây dựng các nhà máy thủy điện trong khu vực sông Vu Gia Thu Bồn. Tuy nhiên, để khai thác thêm các nhà máy thủy điện chạy trên sông, việc khảo sát và tính toán kỹ thuật của các vị trí đo là cần thiết.

THÔNG TIN TÁC GIẢ

Hồ Thị Mai Quyên: Sinh viên

quyen170362@nuce.edu.vn, khoa Kỹ Thuật Môi Trường, Trường Đại Học Xây dựng, 55 Giải Phóng, Hai Bà Trưng, Hà Nội.

Đoàn Hải Ninh: Sinh viên

ninh154262@nuce.edu.vn, khoa Kỹ Thuật Môi Trường, Trường Đại Học Xây dựng, 55 Giải Phóng, Hai Bà Trưng, Hà Nội.

GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN:

T.S Nguyễn Lan Hương,

huongnl2@nuce.edu.vn, Bộ môn Cấp Thoát Nước, khoa Kỹ Thuật Môi Trường, Trường Đại Học Xây dựng, 55 Giải Phóng, Hai Bà Trưng, Hà Nội.



TIÊU CHUẨN VÀ QUY CHUẨN ÁP DỤNG CHO HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI TẠI VIỆT NAM

Vũ Xuân Tùng ⁽¹⁾, Nguyễn Tiến Khôi ⁽¹⁾, TS. Lê Việt Tiến

(1) Sinh viên Bộ môn Hệ thống điện - Viện Điện - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Email(1): tung.vx181301@sis.hust.edu.vn, khoi.nt181184@sis.hust.edu.vn

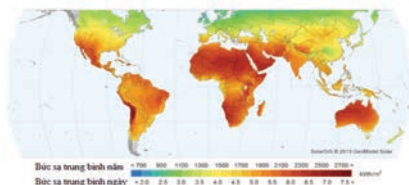
TÓM TẮT

Tại Việt Nam, hệ thống điện mặt trời đang ngày càng phát triển nhanh chóng cả về quy mô, mô hình và số lượng. Do đó tìm hiểu kĩ những tiêu chuẩn, quy chuẩn áp dụng trong hệ thống điện mặt trời để có thể xây dựng và hoạt động là điều cần thiết. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, báo cáo chủ yếu tập trung vào những tiêu chuẩn, quy chuẩn được áp dụng và ban hành tại Việt Nam.

Từ khóa: Tiêu chuẩn, quy chuẩn, điện mặt trời

1. GIỚI THIỆU

Việt Nam là nước nằm trong dải phân bố ảnh hưởng mặt trời trong năm tương đối mạnh trên bản đồ bức xạ mặt trời của thế giới. Theo bản đồ bức xạ mặt trời (**Hình 1.1**) ta thấy rằng Việt Nam được xếp vào nhóm các quốc gia có tiềm năng khai thác hệ thống điện mặt trời.



Hình 1.1. Bản đồ cường độ bức xạ mặt trời trên thế giới.

Số giờ nắng trung bình năm tại Việt Nam khoảng 2000 – 5000h với tổng bức xạ mặt trời trung bình 150 Kcal/cm^2 . Năm 2014, một dự án do chính phủ Tây Ban Nha tài trợ đã công bố bản đồ đánh giá tiềm năng năng lượng mặt trời trên lãnh thổ Việt Nam. Theo đó kết quả nghiên cứu của dự án này: Miền Bắc có 1681 giờ nắng /năm với cường độ bức xạ trung bình $3.4 \text{ kWh/m}^2/\text{ngày}$, miền Trung có 1980 giờ nắng/năm với cường độ bức xạ trung bình $3.8 \text{ kWh/m}^2/\text{ngày}$. Miền Nam có 2588 giờ nắng trong năm với cường độ bức xạ trung bình $4.8 \text{ kWh/m}^2/\text{ngày}$.



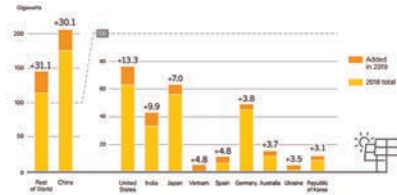
Năm 2019 đối với Việt Nam cũng được xem là một năm bùng nổ với các dự án điện mặt trời. Dựa theo biểu đồ tăng trưởng điện mặt trời của một số nước trên thế giới (hình 1.2) ta thấy công suất điện mặt trời của Việt Nam tăng lên một cách đáng kể và thực tế đã có hơn 80 nhà máy được xây dựng và đưa vào đóng điện hòa vào lưới điện quốc gia với tổng công suất điện mặt trời đạt hơn 2,8 GW và hơn 8,9 GW được phê duyệt. Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011 – 2020, có xét đến năm 2030, tính toán tổng công suất phát triển điện mặt trời đến năm 2025 khoảng 14,45GW, đến năm 2030 khoảng 20,05GW. Góp phần đáp ứng nhu cầu tiêu thụ điện năng, phục vụ cung cấp điện an toàn, ổn định điện trong cả nước. Theo báo cáo mới nhất của Tập đoàn điện lực Việt Nam (EVN), trong quý I năm 2020, sản lượng điện mặt trời đạt 2,31 tỷ kWh, tăng gấp 28 lần so với cùng kỳ năm 2019. Các dự án điện mặt trời quy mô lớn đã vận hành thương mại trước thời điểm 30/06/2019 đến nay đã hoạt động ổn định. Nguồn điện từ năng lượng tái tạo, đặc biệt là năng lượng mặt trời được đưa vào sử dụng trở thành sự bổ sung quan trọng cho hệ thống điện trong bối cảnh nguồn điện dự phòng không còn giúp phụ tải đỉnh.

Bảng 2.1: Tiêu chuẩn IEC áp dụng cho hệ thống điện mặt trời áp mái.

STT	TIÊU CHUẨN VÀ QUY CHUẨN ÁP DỤNG	
1.	IEC 62-IEC 62093	Các thành phần cân bằng của hệ thống quang điện
2.	IEC 61727-2004	PV- đặc tính kết nối tiện ích
3.	IEC 61730-1,2	Chứng chỉ an toàn modul quang điện: yêu cầu xây dựng & thử nghiệm
4.	IEC 62894	Biến tần quang điện, tên & data sheet
5.	IEC 62109-1,2	An toàn bộ chuyển đổi nguồn: Yêu cầu chung & biến tần
6.	IEC 62116	Biến tần quang điện kết nối tiện ích & quy trình kỹ thuật các biện pháp chống đảo
7.	IEC 62852	Đấu nối cho dòng DC trong hệ thống: thử nghiệm an toàn
8.	IEC 62446-1-Part 1	Kết nối lưới: tài liệu thử nghiệm, vận hành và kiểm tra
9.	IEC 60364-4 -42	Lắp đặt điện hạ thế. Part 4-42: bảo vệ chống tác dụng nhiệt
10.	IEC 60364-4-43	Lắp đặt điện hạ thế. Part 4-43: Bảo vệ quá tải
11.	IEC 60364-6	Lắp đặt điện hạ thế, part 6: xác minh
12.	IEC 60051.1 to 8	Tác động tới thiết bị đo điện tương tự
13.	IEC 60387	Quy cách ký hiệu cho công tơ điện xoay chiều
14.	IEC 60145	Var-hour meter
15.	IEC TS61724-1,2,3	Hiệu suất hệ thống điện
16.	IEC 60099-4	Chống sét lan truyền mà không có khe hở AC



Hiện nay, tại Việt Nam, các dự án điện mặt trời đưa vào sử dụng và kết nối lưới nhiều với sản lượng lớn. Do đó, trong khuôn khổ tìm hiểu của báo cáo, chúng tôi mong muốn tập hợp và tìm hiểu kỹ các quy định, quy chuẩn và tiêu chuẩn được áp dụng tại Việt Nam đối với các dự án điện mặt trời



Hình 1.2. Công suất điện mặt trời tăng thêm của các nước trong năm 2019

2. PHƯƠNG PHÁP

2.1 Tiêu chuẩn IEC

Một số tiêu chuẩn IEC áp dụng cho hệ thống điện mặt trời áp mái được tra cứu tại www.iec.ch được chúng tôi liệt kê thông qua **Bảng 2.1**

2.2 Tiêu chuẩn Việt Nam

Sau đây là các tiêu chuẩn Việt Nam đối với hệ thống điện mặt trời áp mái được thông báo tại thông tư 39/2015/TT-BCT được liệt kê thông qua **bảng 2.2**:

Bảng 2.2: Tiêu chuẩn Việt Nam cho hệ thống điện mặt trời áp mái.

Đại lượng	Văn bản quy định
Công suất & vị trí đấu nối	Điều 41 Thông tư 39/2015/TT-BCT
Tần số	Điều 41 Thông tư 39/2015/TT-BCT
Điện áp	Điều 41 Thông tư 39/2015/TT-BCT
Cân bằng pha	Điều 6 Thông tư 39/2015/TT-BCT
Xâm nhập dòng DC	Khoản 4, điều 41 Thông tư 39/2015/TT-BCT
Sóng hài điện áp	Điều 7 Thông tư 39/2015/TT-BCT
Nhấp nháy điện áp	Điều 8 Thông tư 39/2015/TT-BCT
Nối đất	Khoản 1, điều 10 Thông tư 39/2015/TT-BCT
Bảo vệ	Khoản 5, điều 41 Thông tư 39/2015/TT-BCT

3. ĐÁNH GIÁ

3.1 Tiêu chuẩn áp dụng với hệ thống điện mặt trời áp mái.

Đây là nguồn năng lượng phân tán: Các tiêu chuẩn chủ yếu áp dụng trong lưới điện hạ áp.

3.2 Tiêu chuẩn áp dụng đối với trang trại mặt trời

Đây là nguồn năng lượng tập trung: Các tiêu chuẩn áp dụng khắt khe và nghiêm ngặt hơn so với hệ thống điện áp mái do các tiêu chuẩn này phải áp dụng các tiêu chuẩn trong các lưới điện cao, trung và hạ áp.

3.3 Đánh giá và phân tích

Theo thông tư số 39/2015/TT-BCT: Quy định về hệ thống điện phân phối cho lưới điện hạ áp – Mục 2: Yêu cầu đối với hệ thống điện mặt trời đấu nối vào lưới điện hạ áp quy định:

Các yêu cầu hệ thống cần phải đáp ứng khi đấu nối vào lưới điện hạ áp:



Bảng 3: Nội dung tiêu chuẩn áp dụng cho hệ thống điện mặt trời áp mái tại Việt Nam.

STT	Đại lượng	Yêu cầu
1.	Công suất	Tổng công suất đặt phải nhỏ hơn 30% tổng công suất trạm biến áp phân phối Hệ thống có công suất nhỏ hơn 3KVA được đấu nối lưới hạ áp 1 hoặc 3 pha Hệ thống có công suất từ 3-100KVA thỏa mãn (1) được đấu nối lưới hạ áp 3 pha
2.	Tần số	Phải có khả năng duy trì phát điện vận hành liên tục trong dải từ 49-51Hz Khí tần số nằm ngoài dải (1) thì phải có khả năng duy trì phát điện tối thiểu 0,2 s
3.	Xâm nhập dòng DC	Sự xâm nhập dòng 1 chiều không được vượt quá 0,5% dòng định mức tại điểm đấu nối
4.	Thiết bị bảo vệ	Hệ thống có công suất từ 10KVA khách hàng muốn đấu nối phải thống nhất yêu cầu về bảo vệ với hệ thống phân phối
5.	Điện áp, cân bằng pha, sóng hài và nhấp nháy liên tục	Được quy định tại điều 5, 6, 7, 8, 10 tại thông tư này

Các tiêu chuẩn, quy chuẩn là bộ khung quan trọng đảm bảo phát triển bền vững năng lượng.

4. KẾT LUẬN

Đã có những tiêu chuẩn cụ thể cho điện mặt trời áp mái tuy nhiên cần phải hoàn thiện hơn nữa các tiêu chuẩn để phù hợp

với thực tiễn như có những tiêu chuẩn về phòng cháy cho những công trình nằm ngoài phụ lục IV nghị định 79/2014/NĐ-CP, hay những tiêu chuẩn về môi trường , đảm bảo an toàn chất lượng để phát triển nguồn năng lượng mặt trời bền vững tránh việc phát triển ồ ạt mất kiểm soát.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Thông tư 39/2015/TT-BCT Quy định hệ thống điện phân phối
- [2] www.iec.ch
- [3] Renewables 2020, Global Status Report

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Vũ Xuân Tùng, MSSV 20181301, sinh viên kỹ thuật điện, Khóa 63 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Hướng nghiên cứu hiện tại: Năng lượng Tái Tạo.

Nguyễn Tiến Khôi MSSV 20181184, sinh viên kỹ thuật điện, Khóa 63 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Hướng nghiên cứu hiện tại: Năng lượng Tái Tạo.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Lê Việt Tiến tốt nghiệp Đại Học (2003) tại Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, Tiến sĩ (2010) tại Trường Đại học Chulalongkorn. Hiện là giảng viên tại Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.



INTRODUCTION TO OVERVOLTAGE PROTECTION OF PV PLANT

Phan Quoc Bao ⁽¹⁾, Dr. Nguyen Doan Quyet

(1) Student at School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology

*Corresponding author: bao.pq173663@sis.edu.vn

ABSTRACT

On many parts of the world, solar photovoltaic (PV) systems are currently regarded as one of the best renewable energy (RE) sources in terms of cost of installation, return of investment (ROI), incentives and benefits to users and power grid. PV systems are mostly installed on building rooftop or outdoor locations to increase received sun energy but at the same time assume high possibility of

getting struck by atmospheric lightning. Lightning protection of photovoltaic installations is an important aspect, to warrant uninterrupted operation of the system, avoiding faults and damages to PV plant equipment. Risk evaluation, external and internal lightning protection (LPS) system, selection guide for LPS components and devices are discussed in this paper.

Keywords: overvoltage, lightning protection, PV plant

1. INTRODUCTION

The Sun is an enormous source of renewable energy. At any instant, the surface of the terrestrial hemisphere exposed to the Sun gets a power exceeding 50 thousand TW; the quantity of solar energy which reaches the terrestrial soil is enormous, about 10 thousand times the energy used all over the world. (ABB 2014)

Photovoltaic (PV) systems, due to their extensive surface and their installation

position in wide-open areas, are vulnerable to direct or indirect atmospheric discharges, which can cause damages and failures to their equipment and interruption of their normal operation. The layout of a typical PV installation is larger in comparison with conventional power systems, so the probability to be struck by lightning is higher. About 26 % of damage to PV systems are from lightning strikes and overvoltage surges (**Fig.1**).

The current work deals with design of a protection system for PV installations against lightning. It emphasizes on coordination of various surge protection parts and summarizes the basic procedures for the sufficient and effective study of PV lightning protection. The presented design technique includes risk evaluation, the separation into lightning protection zones (LPZ), the internal and external LPS, the selection of the electrical characteristics, according to existing Standards, considering, simultaneously, international research results and common practice.

2. RISK EVALUATION

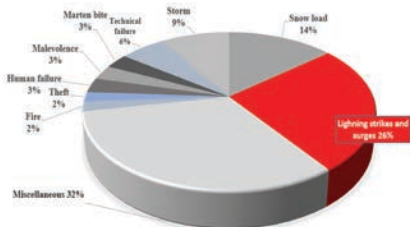


Fig 1. Damage statistics for PV systems (Ahmad, N. I. et al. 2018)

The necessity of a PV lightning protection system shall be examined, in an effort to reduce lightning-caused losses. Risk evaluation procedure is described in IEC 2010. The risk (R) is the value of a probable average annual loss. For each type of loss

(L) corresponds a type of risk (R), i.e., risk of loss of human life (R_1), risk of loss of service to the public (R_2), risk of cultural heritage (R_3) and risk of loss of economic value (R_4). Each risk is the sum of different risk components R_X (where $X = A, B, C, M, U, V, W, Z$), which are grouped according to the source and the type of the damage. Each risk component $R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W$ and R_Z is calculated according to equation (1).

$$R_X = N_X \cdot P_X \cdot L_X \quad (1)$$

where:

N_X is the number of dangerous events per annum,

P_X is the probability of damage to the structure,

and L_X is the consequent loss.

In order to characterize protection measures, IEC EN 62305-1 (IEC 2006) defines the Lightning Protection Level (LPL). Four LPLs are defined, from LPL I (the most severe: the probability of occurrence of lightning with minimum or maximum current parameters outside the range of values defined for LPL I is less than 2 %) to LPL IV (the least severe). Each Protection Level is related to a defined set of lightning current parameters and to the probability of a lightning strike being included in these parameters and therefore in the protection.



3. LIGHTNING PROTECTION SYSTEM (LPS)

The classification of lightning protection system is shown in **Fig 2** and **Fig 3** below:

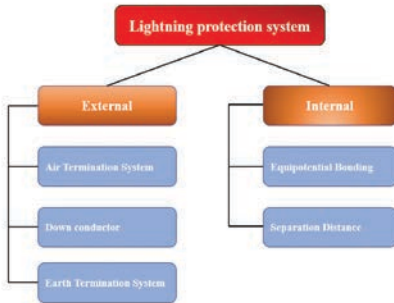


Fig 2. Classification of lightning protection system (Ahmad, N. I. et al. 2018)

3.1 Types of lightning protection on PV system

3.1.1 External lightning protection

An external lightning protection system (external LPS), is intended to intercept the stepped leader through an air termination system, to conduct the lightning current safely towards ground level via a down conductor and to conduct the lightning current into the earth through an earth termination system. The most important equipment are lightning rods and lightning arrester.

3.1.2 Internal lightning protection

As shown in **Fig 2** there are two types of internal lightning protection. The equipotential bonding is interconnection of the structural metal parts and installations, the internal system and the external conductive parts and lines connected to the structure. The second one is separation distance between: the air termination or the down conductor and the metallic parts.

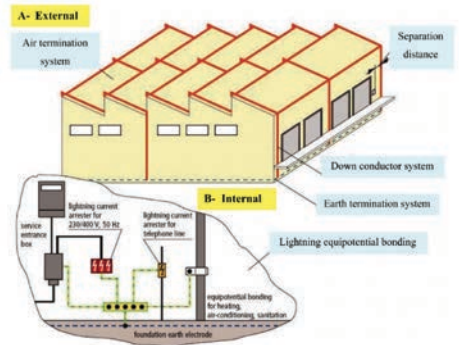


Fig 3. A schematic diagram of external and internal LPS (Ahmad, N. I. et al. 2018)

of the installation, the length of the conductors and the insulation material and the sharing of the lightning current.



4. CONCLUSIONS

An overview of solar PV system and the previous works established by other researchers have been introduced and summarized. It is clear that the highly excessive voltages and currents can threaten the operation of a PV system. The potential risk due to lightning strikes and the necessity of protection against lightning strikes are the essential steps for the effective design of LPS. In order to ensure the sufficient lightning protection, the correct protective measures need to comply with the standards requirements as it can prolong lifespan of PV operation.

REFERENCES

- Ahmad, N. I. et al. Lightning protection on photovoltaic systems: A review on current and recommended practices. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 82, 1611–1619 (2018).
- ABB, Photovoltaic plants, Technical Application Papers, (2014)
- IEC 62305-1:2006, Protection against lightning – Part 1: General principles
- IEC 62305-2:2010, Protection against lightning – Part 2: Risk Management

AUTHOR

Phan Quoc Bao - 20173663. He was born in Nghe An province in 1999.. He is a student of Hanoi University of Science and Technology (since 2017). His majors is electric power systems engineer His current research topics on renewable energy and overvoltage protection.

SUPERVISOR

Nguyen Doan Quyet was born in Ha Nam province, Vietnam in 1985. He received his B.S. degree in Electric Power Systems, M.Sc. degree in Electrical Engineering from the Hanoi University of Science and Technology (HUST) in 2008, 2010 respectively. In 2019 he received his Dr.-Ing. degree in Applied Polymer Science from University of Potsdam (Germany). Since 2009 he has been a faculty at the Department of Electrical Power Systems (HUST). His research interests include: electro-magnetic transient simulation in electric power systems, over-voltage protection of electric power system (lightning and switching over-voltage); power system analysis with large incorporation of renewable energy; electro-acoustical probing of space-charge and dipole polarization depth-profile in polymer film and slab for high-voltage insulation and electrets (transducer) applications.



PHƯƠNG PHÁP TUA BIN GIÓ KHÔNG KHÍ Ở ĐỘ CAO LỚN

**Phạm Hải Minh⁽¹⁾, Nguyễn Vũ Nhật Nam⁽¹⁾, Tào Thị Quỳnh Anh⁽²⁾,
TS. Nguyễn Đức Tuyên**

(1) Sinh viên khoa Hệ Thống Điện Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

(2) Sinh viên Viện Kinh tế và quản lí Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Tác giả liên hệ: quynhanhtaothi@gmail.com

Ý TƯỞNG

Ở nước ta những năm gần đây đã có những bước tiến mạnh mẽ về phát triển năng lượng điện gió, tiềm năng với hơn 39% tổng diện tích Việt Nam được ước tính là có tốc độ gió trung bình hàng năm lớn hơn 6m/s, ở độ cao 65m, tương đương với tổng công suất 512 GW. Và hơn 8% diện tích Việt Nam có tiềm năng gió rất tốt (tốc độ gió ở độ cao 65m là 7-8 m/giây), có thể tạo ra hơn 110 GW. Qua đây, tôi muốn đề xuất dự án Tuabin gió không khí ở độ cao lớn hay còn gọi là Airborne Wind Energy System (AWES) nhằm khai thác tối đa và phát triển tiềm năng của điện gió tốt hơn. ^[1]

Hệ thống năng lượng gió trên không (Airborne Wind Energy System-AWES), là một loại chuyển đổi năng lượng gió mới được hình thành để sản xuất điện. Hệ thống mới này sử dụng cánh hoặc máy bay có dây buộc bay để tiếp cận gió thổi ở các tầng khí quyển mà các tuabin gió truyền thống không thể tiếp cận được.

Từ khóa: AWE; AWES, Hệ thống năng lượng gió trên không, Tuabin gió không khí ở độ cao lớn.

1. GIỚI THIỆU

Ở nước ta những năm gần đây đã có những bước tiến mạnh mẽ về phát triển năng lượng điện gió, tiềm năng với hơn 39% tổng diện tích Việt Nam được ước tính là có tốc độ gió trung bình hàng năm lớn hơn 6m/s, ở độ cao 65m, tương đương với tổng công suất 512 GW. Và hơn 8% diện tích Việt Nam có tiềm năng gió rất tốt (tốc độ gió ở độ cao 65m là 7-8 m/giây), có thể tạo ra hơn 110 GW. Qua đây, tôi muốn đề xuất dự án Tuabin

gió không khí ở độ cao lớn hay còn gọi là Airborne Wind Energy System (AWES) nhằm khai thác tối đa và phát triển tiềm năng của điện gió tốt hơn. ^[1]

2. PHƯƠNG THỨC HOẠT ĐỘNG

2.1 PHÂN LOẠI

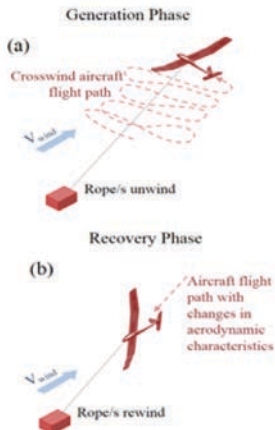
- Tuabin gió trên không (Airborne Wind Energy System) bao gồm hai loại thiết bị năng lượng^[2]:



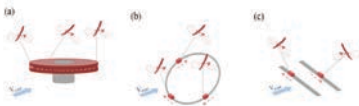
- Trạm mặt đất (Ground Gen-AWES): phù hợp ở độ cao từ 300-10000m và tối ưu là từ 300-1000m
- Trạm di chuyển (Fly Gen -AWES): phù hợp ở độ cao từ 300-10000m và tối ưu là từ 300-1000m

2.2 PHÂN TÍCH CHUNG

Trong các hệ thống Trạm mặt đất năng lượng điện được sản xuất trên mặt đất bằng công việc cơ học được thực hiện bởi lực kéo, truyền từ máy bay đến hệ thống mặt đất thông qua một hoặc nhiều sợi dây thừng, tạo ra chuyển động của máy phát điện. Các hệ thống Trạm mặt đất có thể được phân loại thành các trạm mặt đất cố định và di chuyển.



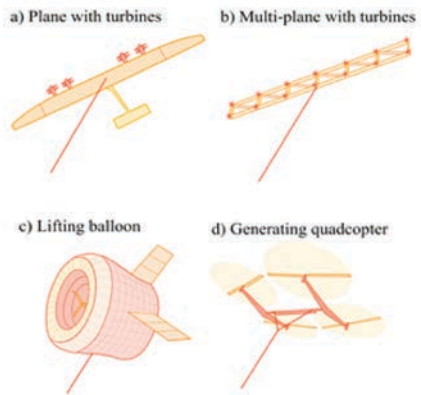
Hình 1. Ground -Gen mặt đất cố định



Hình 2. Trạm mặt đất di chuyển

- Trạm mặt đất cố định được cho là một phương án dễ dàng tiếp cận và khả thi hơn so với trạm di chuyển. Nó có 2 chu trình tạo ra năng lượng là chu trình sản xuất (Generation phase) và chu trình phục hồi (Recovery phase).
- Trạm mặt đất di chuyển có hệ thống phức tạp hơn nhằm mục đích cung cấp một dòng điện luôn luôn tích cực mà làm có thể đơn giản hóa kết nối của họ với lưới điện.

Các hệ thống Trạm di chuyển này sử dụng tuabin gió trên máy bay để tạo ra điện. Những chiếc máy bay này có thể có nhiều hình thức, chẳng hạn như máy bay có cánh, máy bay 4 cánh quạt, hoặc thậm chí bóng bay. Trong



Hình 3. Các hệ thống Fly-Gen

khi các hệ thống Trạm di chuyển có cánh duy trì trên không bằng cách sử dụng lực nâng được tạo ra từ cánh của chúng tương tự như hầu hết các hệ thống Trạm mặt đất, các hệ



thống máy bay 4 cánh quạt^[3] phụ thuộc vào lực đẩy từ cánh quạt và các hệ thống Trạm di chuyển sử dụng nổi nhẹ hơn không khí. Không có vấn đề phương pháp ở trên cao, hệ thống Trạm di chuyển sử dụng tuabin để tạo ra điện trên máy bay và truyền tải xuống đất thông qua một sợi dây thừng đặc biệt mang cáp điện. Trạm di chuyển sản xuất điện liên tục trong khi hoạt động ngoại trừ trong quá trình cất cánh và hạ cánh.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

• Kết Quả:

Năng lượng gió ở độ lớn cao là 1 tài nguyên rất hứa hẹn cho việc sản xuất bền vững năng lượng điện với lượng năng lượng của gió thổi từ 300 đến 1000m so với mặt đất sẽ có thể trích xuất hơn 1800TW lớn hơn khoảng 100 lần so với nhu cầu năng lượng hiện nay trong khi năng lượng gió chỉ cung cấp bề mặt 400TW^[4].

Gió trong khí quyển có xu hướng nhanh hơn và nhất quán hơn gió bề mặt, điều này đặt ra một cơ hội thú vị để thu hoạch năng lượng với tốc độ cao hơn với gió trong khí quyển so với gió bề mặt.^[5]

• Cơ hội:

- Không chiếm nhiều diện tích đất
- Giá thành rẻ hơn so với việc lắp đặt những cột tuabin gió thông thường
- Là một nguồn tài nguyên vô hạn rất hứa hẹn cho việc sản xuất bền vững

năng lượng điện, tận dụng tối đa năng lượng của gió đem lại

- Có thể đáp ứng nhu cầu năng lượng của nước ta cũng như trên thế giới không làm ảnh hưởng đến môi trường

• Thách thức:

- Thử thách cất cánh, hạ cánh là một vấn đề khó khăn về tự động hóa phải đòi hỏi để nghiên cứu.
- Cáp rất dài cần đảm bảo độ ổn định, an toàn là một khó khăn lớn
- Sự khó khăn của thời tiết làm ảnh hưởng đến chu trình bay của thiết bị

• Ứng dụng thực nghiệm:

- Vào tháng 12 năm 2016, Makani lần đầu tiên vận hành một nguyên mẫu 600 kW với sải cánh 28 mét. Kể từ tháng 8 năm 2018, Makani đã vận hành một địa điểm thử nghiệm điều năng lượng trên Hawaii.^[6]
- Ở các nước EU, các nước đã phát triển thành công hệ thống Skypull 1 MW gấp đôi tuabin gió công suất định mức tương tự, được lắp đặt ở cùng một vị trí. Máy bay không người lái có kích thước nhỏ hơn 7 lần so với cánh quạt tuabin gió truyền thống và hoạt động ở độ cao 200-600 mét, giảm 90% tác động thị giác. Chi phí năng lượng được quy đổi (LCoE) cho hệ thống Skypull 1MW sẽ thấp hơn 30% so với các tuabin gió truyền thống ở các vị trí có gió thấp
- Tiềm năng của Tua bin gió trên không đối với Việt Nam: Nước ta thuộc khu vực nhiệt đới gió mùa ẩm. Không



những thế, chúng ta có vùng biển rộng lớn => có thể phát triển loại hình này trên lãnh thổ nước ta trên vùng núi và ngoài biển mà không ảnh hưởng đến thương mại hay kinh tế chính trị.

4. KẾT LUẬN

Các thiết bị năng lượng gió trong không khí ở độ cao lớn đặt ra cho chúng ta rất nhiều cơ hội vì nước ta có đường bờ biển trải dài từ Bắc vào Nam, khí quyển thuận lợi, môi trường nhiệt đới gió mùa ẩm, hoàn lưu gió tích cực có thể đáp ứng nhu cầu năng lượng của nước ta cũng như trên thế giới không làm ảnh hưởng đến môi trường.

Tuy nhiên bên cạnh đó cũng xuất hiện những thách thức khó khăn về công nghệ, kĩ thuật. Để thương mại hóa, hiện thực hóa vấn đề này, chúng ta cần có nhiều dự án nghiên cứu được Chính Phủ đầu tư một cách nghiêm túc vì nó có thể là nguồn năng lượng chính thay thế cho nguồn năng lượng hóa thạch hiện giờ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1]. <http://nangluongvietnam.vn/news/vn/nhan-dinh-phan-bien-kien-nghi/tong-quan-tiem-nang-va-trien-vong-phat-trien-nang-luong-tai-ao-vietnam.html>
- [2] Airborne wind energy: basic concepts and physical foundations. U. Ahrens, M. Diehl, R. Schmehl (Eds.), Airborne wind energy, Springer, Berlin (2013), pp. 3-22 [Chapter 1]
- [3] A. Cherubini et al., "Airborne Wind Energy Systems: A Review of the Technologies," Renew. Sustain. Energy Rev. 51, 1461 (2015).

- [4] K. Marvel, B. Kravitz, and K. Caldeira, "Geophysical Limits to Global Wind Power," Nat. Clim. Change 3, 118 (2013).
- [5] C. Archer and K. Caldeira, "Global Assessment of High-Altitude Wind Power," Energies 2, 307 (2009). https://en.wikipedia.org/wiki/Makani_
- [6] [https://en.wikipedia.org/wiki/Makani_\(company\)?fbclid=IwAR2P3B41dvvKcTgz6g5keyNomN-T9Erlxh7pDtErXFnORrJNJFbJ2P7cxM7o](https://en.wikipedia.org/wiki/Makani_(company)?fbclid=IwAR2P3B41dvvKcTgz6g5keyNomN-T9Erlxh7pDtErXFnORrJNJFbJ2P7cxM7o)
- [7] <https://solarimpulse.com/efficient-solutions/skypull-airborne-wind-energy?fbclid=IwAR2k-TVAaTRIOJILPERLh3jY61QbUq1AvSD-OdO-71PhR2cFn0FPmoNDF6m9M>

TÁC GIẢ Y TƯỜNG

Phạm Hải Minh 20181223 Là sinh viên KTĐ, K63 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu hiện tại là điện gió. Mail: Minh.ph181223@sis.hust.edu.vn

Nguyễn Vũ Nhật Nam 2018 Là sinh viên KTĐ, K63 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu hiện tại là điện gió. Mail: Nam.nvn181231@sis.hust.edu.vn

Tào Thị Quỳnh Anh 20181941 Là sinh viên Kinh Tế Công Nghiệp K63, Viện Kinh Tế và Quản Lý Hướng nghiên cứu hiện tại là điện gió. Mail: Anh.ttg181941@sis.hust.edu.vn

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Ts. Nguyễn Đức Tuyên: Tốt nghiệp Trường Đại học Bách khoa Hà Nội (2006), thạc sĩ (2009) và tiến sĩ (2012) từ Viện công nghệ Shibaura. Thầy hiện đang là giảng viên tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội với chuyên ngành nghiên cứu là năng lượng tái tạo



NGHIÊN CỨU QUÁ ĐIỆN ÁP TRONG TRANG TRẠI ĐIỆN GIÓ KHI XẢY RA SÉT ĐÁNH

Phùng Văn Hào⁽¹⁾, Dương Ngọc An⁽²⁾, Hoàng Thị Tiến⁽²⁾, Khương Thị Trang⁽³⁾

(1) Sinh viên lớp ĐH Điện 7- K12 – Khoa điện – ĐHCNHN

(2) Sinh viên lớp ĐH Điện 3 – K13 – Khoa điện – ĐHCNHN

(3) Sinh viên lớp ĐH Điện 1 – K12 – Khoa điện – ĐHCNHN

Tác giả: phungvanhao20111997@gmail.com

Giáo viên hướng dẫn: TS. Ninh Văn Nam

TÓM TẮT

Điện gió là một trong những nguồn năng lượng tái tạo ngày càng phát triển mạnh mẽ. Bên cạnh những ưu điểm thì điện gió cũng nhiều nhược điểm, một trong những yếu điểm lớn nhất là các Tua bin gió (WT- Wind Turbine) hay bị sét đánh hoặc sét đánh gây sự cố hư hỏng thiết bị làm gián đoạn phát điện. Mặc dù, các WT đã có các biện pháp bảo vệ chống sét nhưng sự cố

do sét gây ra vẫn còn cao. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu sự lan truyền quá điện áp trong một trang trại điện gió (WF- Wind Farm) khi sét đánh vào một trong những WT và khi xảy ra sét đánh từ đường dây trên không nổi lưới vào WF. Kết quả mô phỏng được thực hiện bằng chương trình quá độ điện từ EMTP/ATP và kết hợp phần mềm MATLAB.

Từ khóa: *Tua bin gió, chống sét van, phần mềm EMTP*

1. GIỚI THIỆU

Theo nghiên cứu của ngân hàng thế giới^[1] chỉ ra rằng, Việt Nam (VN) là nước có tiềm năng gió lớn nhất trong 4 nước trong khu vực. Với hơn 39% tổng diện tích của VN được ước tính có tốc độ gió trung bình hàng năm lớn hơn 6 m/s ở độ cao 65m tương đương với tổng công suất 512 GW. VN nằm trong khu vực có mật độ giông sét khá cao^[2], mật độ sét từ 1.4-14.9 lần/km²/năm nên số lần sét đánh vào các WT rất lớn, theo^[3] số lần sét đánh vào WT có thể tới 30 lần/năm.

Theo [3,4] sự cố do sét gây ra thường xuyên xảy ra trong mạch điện áp thấp, điều khiển và thông tin liên lạc chiếm hơn 50%. Sự cố này không chỉ do sét đánh trực tiếp vào WT đó mà do sét đánh từ đường dây trên không nổi lưới lan truyền vào trong WF. Hiện nay, trong các WT luôn được trang bị các thiết bị chống sét, trên cánh của WT lắp đặt các đầu kim thu sét, còn phía sơ cấp và thứ cấp máy biến áp được lắp đặt các chống sét van (CSV) để hạn chế quá điện áp.

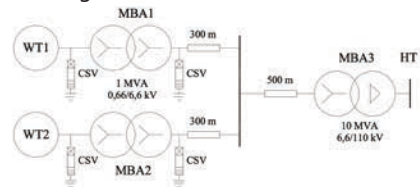
Khi sét đánh vào WT (hoặc đường dây trên không nối lưới từ WF lên lưới) có thể xuất hiện QĐA sét nguy hiểm trong WF. Sét đánh sẽ gây hỏng WT dẫn đến dừng vận hành máy phát điện gây sự cố nghiêm trọng. Do đó, bài báo này sẽ trình bày kết quả nghiên cứu quá điện áp khi sét đánh vào WT và sét đánh từ

đường dây trên không nối với WF để đánh giá mức độ nguy hiểm của quá điện áp (QĐA) do sét gây ra để làm cơ sở đề xuất và nghiên cứu biện pháp giảm thiểu. Trong bài báo này, các thành phần của WT, máy biến áp (MBA) và CSV, hệ thống nối đất sử dụng mô hình đã được đề xuất trong ^[3,4,5] để mô phỏng.

2. MÔ TẢ MÔ HÌNH

Mô phỏng cho một WF gồm hai WT giống nhau mô tả trên **hình 1**. Công suất mỗi WT là 1 MW, cột WT cao 60m, cánh WT bán kính 3m, WF nối với hệ thống lưới điện bằng đường dây trên không dài 15km. Mỗi WT sử dụng một hệ thống nối đất được thay bởi điện trở một chiều có trị số 10 Ω và hệ thống nối đất của 2 WT được nối với nhau bởi thanh dẫn có bán kính

10mm, chôn sâu trong đất 0.8m. Tổng trở sóng của cột là 122 Ω và cánh là 500 Ω xác định theo thực nghiệm được mô tả trong ^[4].



Hình 1. Một WF gồm 2 WT

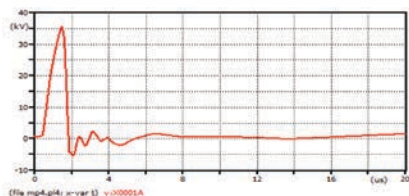
3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ THẢO LUẬN

3.1 Trường hợp sét đánh vào một WT

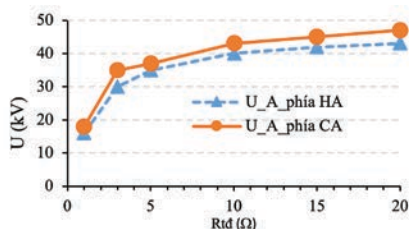
Giả thiết sét đánh vào cánh WT1, kết quả mô phỏng sóng điện áp của một pha (pha A) phía sơ cấp của MBA1 khi sét đánh vào WT1 với dòng điện sét 51 kA (1.2/50 μ s) trình bày trên **hình 2**. Kết quả mô phỏng cho thấy phía sơ cấp của MBA 1 có điện áp rất lớn gần 35 kV gấp 4 lần mức BIL (cấp 0,6 kV điện áp xung BIL lớn nhất =8 kV), nếu không có biện pháp hạn chế sẽ gây hư hỏng cho các thiết bị.

Ảnh hưởng của trị số điện trở tiếp địa từng

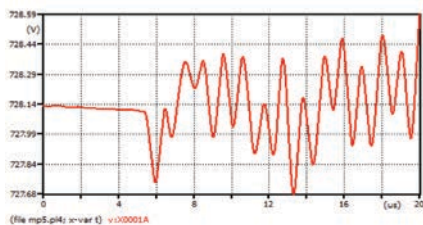
WT sẽ ảnh hưởng rất lớn tới trị số QĐA các pha. Kết quả mô phỏng QĐA pha A phía sơ cấp MBA1 khi sét đánh WT1 với các trị số Rtd trên **hình 3**. Từ kết quả cho thấy để hạn chế QĐA thì thực hiện nối đất sao cho Rtd của các WT có trị số nhỏ nhất có thể.



Hình 2. Điện áp pha A phía sơ cấp MBA1

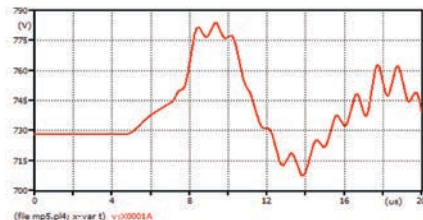


Hình 3. Trắc nghiệm điện áp pha A phía sơ cấp MBA1 theo Rtd



Hình 4. Điện áp pha A phía sơ cấp MBA1 khi sét đánh đỉnh cột đường dây trên không

Trường hợp sét đánh vào dây pha, dòng điện sét có trị số 6 kA (1,2/50μs) điện áp phía sơ cấp MBA1 trên hình 5



Hình 5. Điện áp pha A phía sơ cấp MBA1 khi sét đánh dây pha A đường dây trên không

Kết quả mô phỏng cho thấy khi sét đánh vào đỉnh cột hoặc DCS và vào dây pha của đường dây trên không điện áp trên dây pha phía sơ cấp của MBA1 và MBA2 không đáng kể, còn phía thứ cấp có trị số cao, do vậy để giảm QĐA có thể sử dụng biện pháp đặt CSV phía thứ cấp và sơ cấp của MBA3.

4. KẾT LUẬN

Khi sét đánh vào một WT hiện tượng QĐA xuất hiện trong WF mặc dù đã được lắp CSV. Với cường độ dòng điện sét 51 kA, điện trở nối đất WT là 10 Ω biên độ điện áp pha phía sơ cấp MBA1 và MBA2 rất lớn gây QĐA nên cần kết hợp các biện pháp bảo vệ trong đó biện pháp giảm Rtd các WT.

Khi sét đánh vào đường dây trên không đã treo DCS điện áp các pha trong WF mặc dù đều thấp hơn mức BIL, nhưng để đảm bảo an toàn hơn với những cú sét có cường độ lớn nên lắp CSV cuối đoạn cáp nối với đường dây trên không.

Ngoài ra, để dễ thực phối hợp bảo vệ, đảm bảo an toàn cho các phân tử, thiết bị trong WF nên thực hiện nối đất tại mỗi WT có trị số nhỏ nhất có thể, đồng thời nên sử dụng hệ thống nối đất chung.



TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Viện năng lượng, Bổ sung quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011-2020, có xét đến năm 2030, 2015
- [2] Bộ xây dựng, Quy chuẩn xây dựng Việt Nam số liệu điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng, 2008
- [3] Nguyễn Quang Thuấn, Nghiên cứu quá điện áp do sét trong lưới điện có các nguồn năng lượng tái tạo, luận án TS, ĐHBKHN, 2015
- [4] M. Abd_Elhady, Overvoltage Investigation of Wind Farm under Lightning Strokes, IET Conference on Renewable Power Generation, 2011
- [5] Ninh Văn Nam, Nghiên cứu một số giải pháp giảm sự cố do sét cho đường dây truyền tải điện trên không luận án TS, ĐHBKHN, 2020

NHÓM SINH VIÊN THỰC HIỆN

Phùng Văn Hào sinh năm 1997 là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Điện 7-K12, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

Khuơng Thị Trang sinh năm 1999 là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Điện 1-K12, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

Dương Ngọc An sinh năm 2000 là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Điện 3-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

Hoàng Thị Tiến sinh năm 1999 là sinh viên lớp Công nghệ kỹ thuật Điện 3-K13, khoa Điện, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Thầy Ninh Văn Nam tốt nghiệp đại học và nhận bằng Thạc sĩ tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội vào các năm 2001 và 2005.

Năm 2020 bảo vệ thành công luận án Tiến sĩ ngành kỹ thuật điện tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hiện nay đang công tác tại Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.

Hướng nghiên cứu chính: quá độ điện từ trên lưới truyền tải điện, phối hợp cách điện, hệ thống nối đất, quá điện áp và bảo vệ chống quá điện áp cho hệ thống điện, năng lượng gió, điện mặt trời.



SESSION 8

Phòng: Board | Chủ tọa: Nguyễn Văn Vinh, Nguyễn Kiên Trung

ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG DÒNG NGẮN MẠCH TỪ TUA BIN GIÓ

**Trần Hoàng Nam, Hoàng Nguyên Khánh, Bùi Thị Phương,
Hà Đức Mạnh, TS. Nguyễn Quốc Minh**

Sinh viên chuyên ngành hệ thống điện K61-K62, Viện Điện, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Tác giả liên hệ: nam.th174084@sis.hust.edu.vn

TÓM TẮT

Năng lượng gió đang dần phát triển theo xu hướng năng lượng sạch trên thế giới, nhưng với cấu trúc khác với các dạng năng lượng truyền thống và tính bất ổn định đã đặt ra nhiều vấn đề cần giải quyết để tận dụng nguồn năng lượng này. Bài viết này đề cập đến 1 trong những vấn đề đó là lúc xảy ra các sự cố ngắn mạch, đóng góp của dòng ngắn mạch từ tuabin gió sẽ thay đổi và ảnh hưởng như nào. Việc phân tích 2 loại tuabin gió điển hình hiện nay đã cho ta thấy sự khác nhau giữa chúng. Ở máy tuabin máy phát điện gió loại 1 và loại 2 đường đặc tính của dòng điện vẫn tuân theo đường xác định bởi các đặc tính thông thường của máy phát điện cảm ứng dạng roto lồng sóc nhưng riêng loại 2 bị thay đổi do ảnh hưởng của biến trở trên roto. Phát hiện những thay đổi của dòng ngắn mạch này sẽ giúp ích rất nhiều cho công tác vận hành và bảo vệ cho lưới.

Từ khóa: Năng lượng gió, ngắn mạch, 4 loại tuabin gió, ảnh hưởng của năng lượng gió

1. GIỚI THIỆU

Cùng với sự phát triển của ngành điện nói riêng và hệ thống điện nói chung, các nguồn năng lượng tái tạo trên toàn thế giới đang ngày một phát triển đem nguồn năng lượng vô tận thay thế cho các nguồn năng lượng khoáng thạch có hạn, sự phát triển của năng lượng sạch đang và sẽ là xu thế phát điện mới của tương lai [3]. Trong đó năng lượng điện gió được đánh giá sẽ phát triển tốt tại Việt Nam với nhiều điều kiện thuận lợi. Tuy việc phát triển năng lượng

điện gió là nhu cầu tất yếu nhưng cùng với đó cần phải phát triển toàn bộ mạng lưới điện truyền thống trong nước. Việc tích hợp các nguồn năng lượng có công suất và tần số không ổn định có thể gây mất đồng bộ cùng với đó là việc kiểm soát và điều phối sẽ cực kì khó, cùng với một số chỉ tiêu về kinh tế là những vấn đề đặt ra cho các kĩ sư hệ thống điện. Một vấn đề được nêu ra trong nghiên cứu này là sự thay đổi của các dòng điện ngắn mạch khi tuabin máy phát không

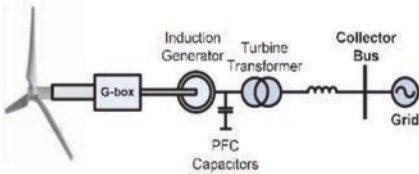


còn là tuabin của máy phát điện thông thường mà thay thế bằng tuabin gió, dòng điện ngắn mạch khi có sự cố đóng góp vào hệ thống có sự thay đổi.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Một số ứng dụng chính của năng lượng gió là hòa điện và lưới cung cấp điện cho phụ tải, nhưng tua bin này thường có kích thước khá lớn lên tới trên 1 MW. Có 4 loại tua bin gió chính đang được sử dụng.

2.1 Loại 1- Tuabin máy phát cảm ứng dạng lồng sóc

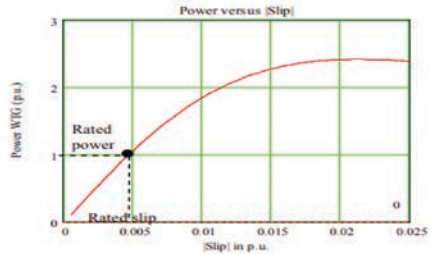


Hình 1. Tuabin gió Loại 1

Tuabin gió loại 1 sử dụng máy phát điện dạng roto lồng sóc nối trực tiếp đến 1 máy biến áp tăng áp dạng bậc thang [5]. Tuabin máy quay với tốc độ gần bằng với tần số lưới. Một đặc điểm bởi quán tính cơ học khi tốc độ gió thay đổi đột ngột sẽ dẫn đến điều chỉnh công suất bị hạn chế

Tuabin này được điều khiển chính bằng tốc độ đồng bộ (tốc độ từ trường quay). Ảnh hưởng của tốc độ đồng bộ đến công suất phát được thể hiện qua độ trượt. Độ trượt được hiểu là độ lệch giữa tốc độ từ trường quay và tốc độ hoạt động của máy điện

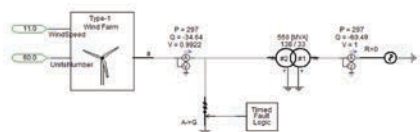
cảm ứng. Máy phát điện hoạt động trong điều kiện bình thường sẽ có độ trượt từ 0% đến -1% [1]. Độ trượt và công suất phát tuân theo đường đặc tính.



Hình 2. Đường đặc tính giữa độ trượt và công suất phát thực của tua bin loại 1 [1]

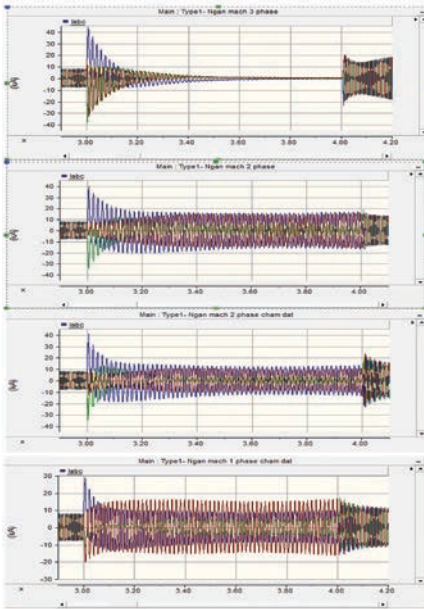
Có thể thấy moment của máy phát tăng tuyến tính với tốc độ, với độ trượt 0.005 pu sẽ phát công suất định mức. khi vượt quá hệ số này công suất phản kháng sẽ tăng khi công suất phát tăng.

Mô hình tuabin Loại 1 mô phỏng bằng phần mềm pscad [5].



Hình 3. Mô hình tạo sự cố ngắn mạch tuabin gió Loại 1

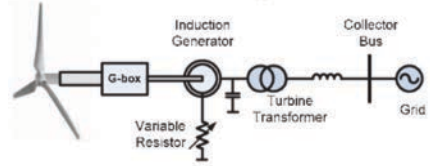
Trên mô hình điểm ngắn mạch đặt tại điểm đầu tua bin



Hình 4. Dòng ngắn mạch của 4 dạng sự cố gây ra bởi tuabin loại 1

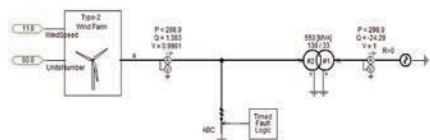
Dòng điện ngắn mạch khi cho 4 loại sự cố tác động được thể hiện trên hình với thời gian bắt đầu từ giây thứ 3 khi tốc độ tuabin ổn định và kéo dài trong vòng 1s. Ở sự cố 3 pha chạm đất, dòng xung kích ban đầu tăng cao gấp khoảng 4 đến 5 lần dòng định mức sau đó giảm xuống trị số rất nhỏ so với dòng định mức, còn với các sự cố khác dòng điện tăng lên và giảm xuống 1 trị số nhất định nhưng vẫn đạt giá trị lớn hơn dòng định mức

2.2 Loại 2- Máy phát điện cảm ứng dạng lồng sóc có biến trở

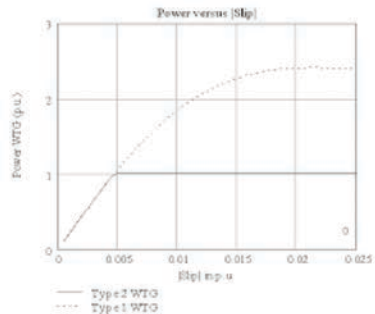


Hình 5. Tuabin gió loại 2

Tuabin gió Loại 2 sử dụng máy phát điện cảm ứng roto dây quấn nối trực tiếp với máy biến áp tăng áp. Mạch stato tương tự như mạch của tuabin loại 1 với việc bổ sung một biến trở. Một thiết bị điện tử công suất với điện trở được lắp ngoài roto (thiết kế Weier) giúp kiểm soát dòng điện roto cho công suất phát ổn định nhưng thiết kế có nhược điểm dễ ảnh hưởng đến phản ứng động khi có sự cố^[3]



Hình 6. Mô hình tạo sự cố ngắn mạch tuabin gió Loại 2



Hình 7. Đường đặc tính công suất phát và độ trượt tuabin gió Loại 2 [1]

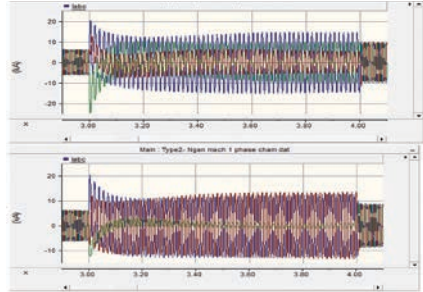
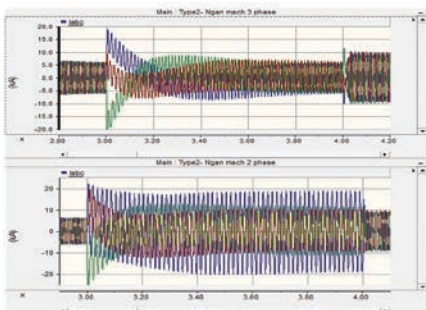


Bộ điều khiển điện trở roto cho phép thay đổi rất nhanh điện trở hiệu dụng đặt trên roto. Đặc tính trượt của Loại 2 được so sánh với Loại 1:

Đường đặc tính độ trượt của tuabin loại 2 là các đường thẳng tuyến tính, tại đỉnh giá trị định mức của công suất phát độ trượt thay đổi sẽ không làm thay đổi giá trị công suất phát. Bộ điều khiển điện trở roto vận hành rất linh hoạt, tốc độ gió thấp góc mở cánh đạt giá trị tối đa để giữ công suất đạt định mức độ trượt sẽ thay đổi giá trị điện trở tự điều chỉnh giá trị thấp nhất và ngược lại, nhưng sẽ xảy ra vấn đề phát nóng và tổn thất nhiệt khi máy hoạt động ở độ trượt quá cao giá trị điện trở tăng. Một sơ đồ tương đương và biểu thức^[1] được đưa ra từ sơ đồ tương đương của máy phát để kiểm soát độ trượt và giữ công suất định mức (vận hành tối ưu nhất).

Máy phát điện loại 2 có một ưu điểm là cho phép độ trượt dao động trong phạm vi ± 0.01 pu dù cho góc mở cánh điều chỉnh để khống chế độ trượt.

Dòng ngắn mạch trong các chế độ sự cố:



Hình 8. Dòng ngắn mạch của 4 dạng sự cố gây ra bởi tuabin gió loại 2

Đồ thị dòng đã thể hiện biên độ dòng xung kích và duy trì của tuabin gió Loại 2 gây ra nhỏ hơn Loại 1 do điện trở roto hoạt động làm giảm dòng ngắn mạch. Khi điện trở roto giảm cực đại dòng ngắn mạch tương tự như máy phát roto lồng sóc.

3. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu ta thấy được ảnh hưởng của dòng ngắn mạch từ tuabin Loại 1 và Loại 2 máy phát điện gió đến lưới có sự khác biệt. Giá trị dòng ngắn mạch lớn nhất ở sự cố ngắn mạch 3 pha, dòng ngắn mạch 1 pha chạm đất có biên độ duy trì lớn hơn do ảnh hưởng của điện áp đường dây... Các giá trị thu thập được có thể đóng góp vào công tác lập kế hoạch cài đặt bảo vệ role cho đường dây hay chế tạo và cài đặt các thiết bị làm việc riêng cho các lưới có tích hợp năng lượng gió. Việc đánh giá ảnh hưởng sự cố để đưa ra các biện pháp phòng ngừa khá quan trọng trong công tác quản lý và vận hành, giảm thiểu tối đa ảnh hưởng của sự cố tác động. Các nguồn



năng lượng tái tạo nói riêng và năng lượng gió nói chung cần được quan tâm và phát triển hơn nữa vì đây là những nguồn năng lượng sạch và vô tận, trong tương lai công tác nghiên cứu sẽ được phát triển hơn để đáp ứng nhu cầu phổ biến, tăng công suất hòa lưới của nguồn năng lượng này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. E.Muljadi, V.Gevorgian, N.Samaan, J.Li, S. Pasupulat, "Short Circuit Current Contribution for Different Wind Turbine Generator Types," IEEE PES General Meeting, Providence, RI, USA, July 2010, IEEE Xplore, 2010, pp.1-8, DOI: 10.1109/PES.2010.5589677
2. E.Muljadi, Y.Zhang, V.Gevorgian, D.Kosterev, "Understanding dynamic model validation of a wind turbine generator and a wind power plant," 2016 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), Milwaukee, WI, USA Sept. 2016, IEEE Xplore, 2017, pp.1-5, DOI: 10.1109/ECCE.2016.7855542
3. Ryoichi Hara, "Prediction of wind power generation output and network operation", Integration of Distributed Energy Resources in Power Systems, 2016.
4. National Renewable Energy Laboratory, "Modeling of Type 2 Wind Turbine Generators". [Online]. Available: <https://www.esig.energy/wiki-main-page/modeling-of-type-2-wind-turbine-generators/> [Accessed 11/4/2020].
5. National Renewable Energy Laboratory, "Modeling of Type 1 Wind Turbine Generators", [Online]. Available: <https://www.esig.energy/wiki-main-page/modeling-of-type-1-wind-turbine-generators/> [Accessed 11/4/2020].
6. Development of an on-grid photovoltaic system for an electrical charging station" by Đỗ Tùng Dương, Nguyễn Phạm Đăng Khôi, Phan Nguyễn Duy Thái, Nguyễn Khánh Huyền, Vũ Ngọc Hương Giang, Nguyễn Xuân Trường. Add this document after this page - Link (https://drive.google.com/file/d/1K3oawcTUMBgV8Nqft0V_OY30x1Vcb-4W/view?usp=sharing)

NHÓM SINH VIÊN THỰC HIỆN

Trần Hoàng Nam 1999) sinh viên lớp KTD-06 khóa 62, chuyên ngành hệ thống điện, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Bùi Thị Phương (1998) sinh viên lớp KTD-01 khóa 62, chuyên ngành hệ thống điện, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Hoàng Nguyễn Khánh (1998) sinh viên lớp chương trình tiên tiến khóa 61, chuyên ngành hệ thống điện, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Hà Đức Mạnh (1999) sinh viên lớp KTD-06 khóa 62, chuyên ngành hệ thống điện, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Thầy Nguyễn Quốc Minh tốt nghiệp Thạc sĩ, chuyên ngành kỹ thuật điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội 2009. Tốt nghiệp Tiến sĩ, chuyên ngành kỹ thuật điện, The University of Texas at Arlington, Texas, USA, 2016.

Hướng nghiên cứu chính: Bảo vệ và điều khiển hệ thống điện; Ứng dụng AI trong lưới điện thông minh; Ăng ten và truyền sóng... Hiện nay thầy đang đảm nhiệm vị trí Phó Trưởng Bộ môn Hệ thống điện, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội



DEVELOPMENT OF AN ON-GRID PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR AN ELECTRICAL VEHICLE CHARGING STATION

**Tung Duong Do ⁽¹⁾, Pham Dang Khoi Nguyen, Nguyen Duy Thai Phan,
Khanh Huyen Nguyen, Ngoc Huong Giang Vu**

Department of Energy, University of Science and Technology of Hanoi, Hanoi, Vietnam

Email address: duongdt.bi9076@st.usth.edu.vn

(1) Corresponding author

(2) Supervisor: Nguyen Xuan Truong

ABSTRACT

The development of electric vehicles (EV) has been a promising field in Vietnam due to its remarkable contribution in reducing fossil fuel consumption and CO₂ emissions. However, such vehicles' energy demand could become a burden on the transmission line, causing overloads to the national electricity network. Hence to solve this problem, a decentralized renewable energy system can be utilized to fulfill electricity needs in an EV charging station. In this paper, a methodology for sizing a grid-tied

photovoltaic (PV) system for a charging station will be discussed. Moreover, a proposed PV rooftop system for a specific site in Hanoi for a charging station with theoretical demand will be simulated. This paper's main idea is to provide an approach to design a desirable PV system to supply the load consumption and provide sufficient energy to the charging station. This paper can be a recommended input for electrical engineers and investors to consider using this energy source for charging vehicles.

Keywords: Renewable Energy, Photovoltaic System, Rooftop PV, Electrical Vehicles, Charging Station.

1. INTRODUCTION

In line with the fast growth rates of the economic, Vietnam still depended primarily on hydropower and thermal generation from fossil fuels, as stated in the annual report of Electricity of Vietnam (EVN). Thus, Vietnam has been facing multiple problems in terms of environment such as air pollution, water contamination, and soil degradation, mainly from industrial

production and transportation. In such a context, the rising development of electric vehicles is one of the most promising technologies with the urge to solve these obstacles and to diversify energy sources from petroleum. However, the energy demand of this means of transport has caused a situation of strain on the national grid system. With increasing growth



of renewable energy in recent years, particularly the growth of solar energy, a decentralized rooftop PV system will be an auspicious way of meeting the need for EV charging station and in the meantime fixing the overload problem.

The paper contains two main parts: the first one provides a simulated model of the EV charging station located at Pham Van Dong, Hanoi, Vietnam, and the methodology for sizing a rooftop PV system installed at the EV station. The second part will focus on analyzing the data obtained from the PVSYST 7.0 software (licensed) and giving some conclusions for the collected results.

2. METHODOLOGY

The PV charging station model is simulated with the PVSYST software, which provides the meteorological data obtained from MeteoNorm. This database records the climatic parameters for specific sites with a radius of 10km, such as Global Horizontal Irradiance (GHI) or Ambient Temperature. These data undergo processing progress of PYSYST to acquire the exported ones under the form of photovoltaic system's production (Energy output, Available energy...). For this case study, the PV system is located at Pham Van Dong street, deduces the shadowing effects thanks to its West-East orientation. As a result, the PV module is installed according to the North-South

axis. This system's installed capacity is 55kWp (129 modules in 320m²) designed to partially supply for the load including EV charging system (Level 2 standard-7.4kWac) and a cafeteria. The EV charging demand is assumed to be 19 electric cars per day with 1-hour charging for each car, from 8 to 18h. The daily consumption for theoretical demand is 220kWh/day. The lack of energy could be compensated from grid-connected resources.^{[1], [2]} The schematic view of the evaluating site is simulated using SketchUp software, see **Fig 1**.



Fig 1. Schematic view of the evaluating site

3. ANALYSIS

Using optimal orientation for PV system in Hanoi (azimuth angle is 0°, and tilted angle is 15°), the simulation result is obtained from PVSYST. The designed system's yearly output is 64.7 MWh/year, with specific generation is 1167kWh/kWp/year. The overall performance ratio is 0.832, and the normalized production is 3.20kWh/kWp/day. The average power output per hour and the average daily yield are illustrated in **Fig 2** and **Fig 3**, respectively.

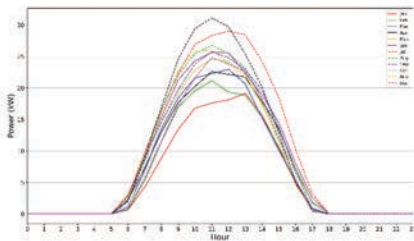


Fig 2. Average power output per hour (kW)

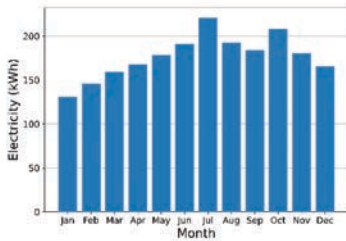


Fig 3. Average daily yield (kWh)

In this study, it is shown that the system could supply about 60-70% of the charging station's demand with detailed information, see **Fig 4**. The power output varies under wild fluctuation between summer and winter, as the power distribution of January and July, see **Fig 5**.

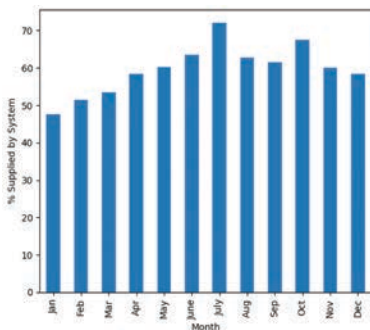


Fig 4. Coverage of system

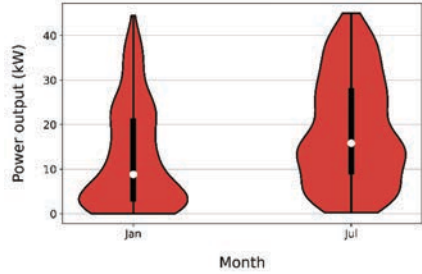


Fig 5. Violin plot of power output distribution in January and July

4. CONCLUSIONS

The results of the aforementioned analysis have proved the necessity of grid connection and local storage systems to improve the overall performance. With the support of this roof-top PV system, the financial benefit could be considerable by saving around 129 billion VND/year (considering 2000VND/kWh generated). Additionally, this distributed generation source could save more than 381 thousand tons of CO₂ emission in its 20-year lifespan and could be even higher, considering reducing gasoline vehicles. In this study, the advantage of the battery system has not been analyzed; however, this work still indicates an overview of the potential of PV-based EV charging stations.



REFERENCES

- [1] M. C. Falvo, D. Sbordone, I. S. Bayram, and M. Devetsikiotis, "EV charging stations and modes: International standards," 014 Int. Symp. Power Electron. Drives Autom. Motion, pp. 1134–1139, Aug. 2014, doi: 10.1109/SPEEDAM.2014.6872107.
- [2] G. R. C. Mouli, B. P., and Z. M., "System design for a solar powered electric vehicle charging station for workplaces," Elsevier Ltd, vol. 168, no. 2016, pp. 434–443, doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.01.110>.

AUTHORS

Do Tung Duong is a third-year student at University of Science and Technology of Hanoi. In his studies, he is focusing on researches about renewable energy (photovoltaic system), smart buildings, energy production and consumption forecasting. He is currently finishing his Bachelor degree of Science in Electrical Engineering and Renewable Energy, and hopes to intern in international organizations in the near future.

Nguyen Pham Dang Khoi is a third-year student at University of Science and Technology of Hanoi. He is currently finishing his Bachelor of Science of Electrical Engineering and Renewable Energy. He is interested in the development of renewable energy, energy production and consumption forecasting.

Phan Nguyen Duy Thai is a third year student at University of Science and Technology. His main interests are renewable energy (solar system, wind power and biomass). He is currently finishing his Bachelor of Science in Electrical Engineering and Renewable Energy.

Nguyen Khanh Huyen is a third-year student from Department of Energy at University of Science and Technology of Hanoi. Her research interest is in the field of renewable energy (photovoltaic system, wind energy and biomass). Huyen is the co-author of the paper "The Status and Potential Assessment of Solar Power Energy Development in Vietnam" on International Journal of Energy and Power Engineering (IJEPE), published in November 2020. She is currently finishing her Bachelor of Science in Electrical Engineering and Renewable Energy.

Vu Ngoc Huong Giang is a third-year student at University of Science and Technology of Hanoi. Her main interests focus on the development of renewable energy (photovoltaic system) and performance enhancement of hybrid vehicles. Giang is the co-author of the publication "The Status and Potential Assessment of Solar Power Energy Development in Vietnam" on International Journal of Energy and Power Engineering (IJEPE), published in November 2020. She is currently finishing her Bachelor degree of Science in Electrical Engineering and Renewable Energy.

SUPERVISOR

Our supervisor, **Dr. Nguyen Xuan Truong**, received his M.Sc. degree in electrical engineering from the Grenoble institute of technology, France (2009) and a Ph.D. degree in electrical engineering from the Paul Sabatier University, Toulouse, France (in 2014). He is currently Lecturer in the Energy department at the University of Science and Technology of Hanoi, Vietnam. His research interests are in the fields: renewable energy (solar power energy), building energy management, energy conservation and efficiency, smart micro-grid, electric vehicle-grid integration and its services, dynamic line rating solutions for transmission lines.



DỰ ÁN THIẾT KẾ - TÍNH TOÁN HỆ THỐNG ĐÈN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

***Nguyễn Tuấn Anh (1)**

(1) Giảng viên khoa Kỹ thuật điện, nghiên cứu sinh khoa Công nghệ năng lượng – Trường Đại Học Điện Lực

*Tác giả liên hệ: Anhnt88@epu.edu.vn

Giáo viên hướng dẫn: Phạm Mạnh Hải

TÓM TẮT

Thế kỷ 21 năng lượng tái tạo nói chung và năng lượng tái tạo nói riêng đang là một trong những lựa chọn hàng đầu về phát triển năng lượng. Việc sử dụng năng lượng mặt trời mang lại nhiều lợi ích như tính kinh tế, giảm ô nhiễm môi trường, đa dạng hóa nguồn năng lượng... Trong bài báo này chúng tôi đề xuất một phương án thiết kế tính toán cho hệ thống đèn năng lượng mặt trời và một mô hình đèn mặt trời nhỏ.

Từ khóa: Năng lượng mặt trời, đèn năng lượng mặt trời, năng lượng tái tạo

1. GIỚI THIỆU

Mục tiêu thiết kế đèn sử dụng điện từ năng lượng mặt trời, đèn tự động bật vào ban đêm và tắt vào ban ngày. Dự án được thực hiện bởi giảng viên và nhóm sinh viên nghiên cứu khoa học khoa Kỹ thuật điện Trường Đại học Điện Lực

2.2 Danh sách linh kiện

Các linh kiện sử dụng:

- Tấm pin mặt trời (40wp)
- Mạch điều khiển sạc: LM7805, IRF3205, Đi-ốt 6A10,
- Điện trở 10kΩ và 330Ω, Led báo tín hiệu (chọn led màu tùy ý)
- Đèn led 12V-12W, Header, jump, dây dẫn,...
- Ắc quy (24Ah)
- Giá đỡ, dây cắm.

2. PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ

2.1 Yêu cầu thiết kế

Ở phạm vi bài nghiên cứu, ta sẽ tính toán, thiết kế mô hình hệ thống điện năng lượng mặt trời có khả năng cung cấp cho tải một chiều 12W trong 12h, điện áp cấp cho tải Led - 12V (Điện áp một chiều).

=> Tổng công suất phải cấp cho tải:

$$12 \times 12 = 144 \text{ Wh.}$$



3. Tính toán thiết kế kỹ thuật

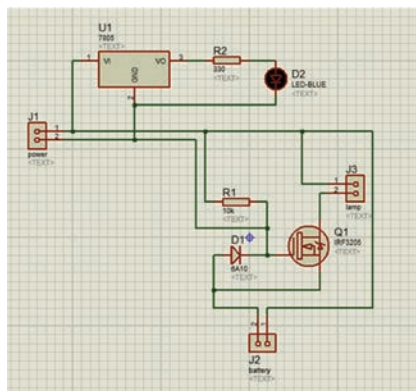
3.1 Tính toán thông số các thiết bị của đèn Tính toán ắc-quy

- Tổng công suất cấp cho tải/
 $(0.85 \times 0.6 \times 12) = 144 / (0.85 \times 0.6 \times 12) = 23.5 \text{ Ah}$
- Hiệu suất xả nạp của ắc quy chỉ khoảng 85% cho nên chia số Wh của tải tiêu thụ với 0.85 ta có Wh của ắc quy Với mức deep of discharge DOD (mức xả sâu) là 0.6 (hoặc thấp hơn là 0.8), ta chia số Wh của ắc quy cho 0.6 sẽ có dung lượng ắc quy

Tính toán tấm pin mặt trời

$144 \times 1.3 = 187.2 \text{ Wh/ngày}$. Tổng Wp của tấm PV = $183.2 / 4.58 = 40.8 \text{ Wp}$. Chọn loại PV có 40Wp.

Thiết kế điều khiển mạch sạc^[1]



Hình 1. Mạch điều khiển sạc cho đèn mặt trời

3.2 Phân tích hoạt động của mạch

- Ban ngày, khi có ánh nắng mặt trời, điện áp pin mặt trời ở vào khoảng $15 \div 17.9\text{V}$.
- Mạch gồm 2 phần: Phần báo tín hiệu và phần mạch nạp.

*) Vào ban ngày:

- Pin mặt trời tạo ra điện, khi có điện áp tại phần báo tín hiệu, qua IC7805 thì điện áp sẽ ổn định ở giá trị 5V, qua điện trở $R2=330\Omega$ thì điện áp sẽ ổn định ở giá trị 1.7V cung cấp cho đèn báo tín hiệu tránh bị quá áp khi pin mặt trời hoạt động không ổn định.
- Dòng điện từ pin mặt trời đi trực tiếp tới ắc quy, mạch nạp có một diốt D1 chống phóng điện ngược từ ắc quy trở về nguồn gây hư hỏng ắc quy và chống điện áp từ ắc quy phóng lên làm đóng cực G của mosfet.

*) Vào ban đêm:

- Khi điện áp cung cấp từ pin mặt trời xuống dưới ngưỡng điện áp tiêu chuẩn ắc quy là 13.8V thì lúc này đèn báo tín hiệu sẽ báo giảm dần tín hiệu cho đến khi không có điện từ pin mặt trời đèn tín hiệu sẽ tắt hoàn toàn. Lúc này, ắc quy sẽ phóng điện lên thông qua $R1=10k\Omega$ sẽ làm điện áp ở chân G của mosfet từ mức 0 lên mức 1. Cực G được đóng vào, điện áp sẽ dẫn từ cực D sang cực S, dòng điện sẽ khép mạch

từ ắc quy => bóng đèn => cực DS của mosfet => đi ốt => trở về ắc quy. Quá trình này sẽ lặp lại hàng ngày

3.3 Kết quả



Hình 2. Đèn năng lượng mặt trời vào buổi tối

4. Đánh giá

Mô hình đèn năng lượng mặt trời hoạt động tốt vào

buổi tối đúng với nguyên lý hoạt động.

Thông số của đèn

Công suất: 144 Wh

Cân nặng: 15 [kg]

Các thông số khác: chiều dài 0.8m (tấm pin), chiều cao 1m

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] L. K. Anh, "Ứng dụng các bộ điện tử công suất trong điều khiển nối lưới các nguồn phân tán," Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ Phần A: Khoa học Tự nhiên, Công nghệ và Môi trường, p. 44, 2013.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

NGUYỄN TUẤN ANH sinh năm 1988 tại Hà Nội, Việt Nam. Tốt nghiệp hệ kỹ sư chuyên ngành Kỹ thuật điện tại Đại học Nông nghiệp Hà Nội (nay là Học Viện Nông Nghiệp Việt Nam) năm 2012. Tốt nghiệp hệ thạc sỹ chuyên ngành Kỹ thuật điện tại Đại học Điện Lực năm 2016. Từ năm 2017 đến nay là giảng viên khoa Kỹ thuật điện Trường Đại học Điện lực. Hướng nghiên cứu chính: Khí cụ điện, năng lượng tái tạo, DCS và SCADA...

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

MANH-HAI PHAM Sinh năm 1983, Hải Dương. Tốt nghiệp chuyên ngành Hệ Thống Điện của Trường Đại Học Bách Khoa Hà Nội năm 2006; Đạt học vị Thạc Sĩ của Trường Đại Học Paul Sabatiers, Toulouse tại Pháp 2008 và Đạt học vị Tiến Sĩ về ứng dụng plasma của Đại Học Poitiers tại Pháp 2011.

Từ năm 2012 đến nay, là giảng viên của Trường Đại Học Điện Lực Hà Nội; Nguyên cứu các vấn đề bao gồm: quy trình và ứng dụng phóng điện plasma, dự báo phụ tải, độ tin cậy của hệ thống điện và năng lượng tái tạo...



HỆ THỐNG MÔ PHÒNG TÍCH HỢP PHẦN CỨNG CHO HỆ NĂNG LƯỢNG LAI TRÊN XE Ô TÔ ĐIỆN MITSUBISHI I-MiEV

Nguyễn Trần Hoài Linh, Nguyễn Văn Sơn, Hoàng Xuân Trí và TS. Võ Duy Thành

Phòng thí nghiệm Nghiên cứu Xe điện, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Tác giả liên hệ: hoailinhkuro@gmail.com

TÓM TẮT

Ô tô điện đang ngày một phát triển như một xu thế tất yếu của thời đại. Một trong những vấn đề lớn cần quan tâm nghiên cứu đó là nguồn năng lượng cho xe. Xe điện trong tương lai sẽ có ít nhất hai loại nguồn điện phối hợp với nhau để đạt hoạt động hiệu quả hơn, khi đó bài toán quản lý năng lượng giữa các nguồn này cũng trở nên thực sự cần thiết. Việc thử nghiệm

những chiến lược điều khiển quản lý năng lượng trên xe thật gặp những khó khăn nhất định do chi phí cao và tính an toàn cho con người, vì vậy tác giả đề xuất một hệ thống mô phỏng tích hợp phần cứng (Hardware-in-the-loop) dạng công suất (Wilamowski & Irwin, 2016) như một bước trung gian đáng tin cậy trước khi đưa thuật toán vào thử nghiệm trên thực tế.

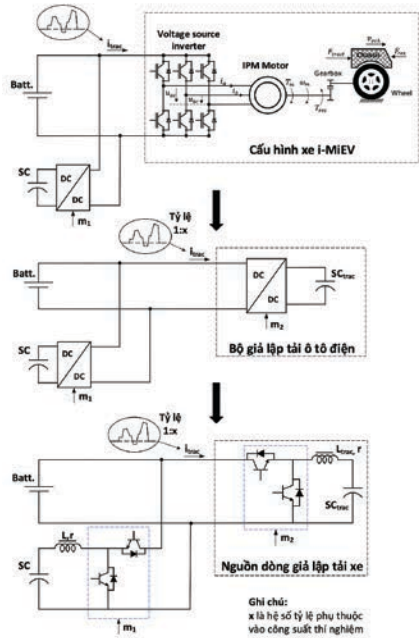
Từ khóa: Ô tô điện, hệ năng lượng lai, mô phỏng HIL, phương pháp biểu diễn vi mô năng lượng (EMR).

1. PHẦN MỞ ĐẦU

Hệ thống năng lượng là một thành phần quan trọng bậc nhất trong các loại xe chạy bằng nguồn năng lượng điện. Hiện nay, pin là loại nguồn được sử dụng phổ biến nhất do có khả năng tích trữ năng lượng rất tốt. Tuy nhiên, với hệ thống chỉ sử dụng pin lại tồn tại một số vấn đề lớn như mật độ công suất của pin thấp, việc điều tiết nhiệt độ của pin trong điều kiện chịu tải cao. Bên cạnh đó, tuổi thọ của pin cũng cần đặc biệt lưu tâm trong hệ thống vận hành có tần số nạp xả cao như ô tô điện. Một giải pháp được

đưa ra để khắc phục nhược điểm từ hệ năng lượng chỉ dùng pin đó là một hệ năng lượng lai kết hợp giữa pin và siêu tụ điện. Có thể thấy rằng siêu tụ điện và pin là sự bổ sung cho nhau để tạo nên một hệ thống tốt khi mà pin có mật độ năng lượng rất cao nhưng mật độ công suất lại thấp, còn siêu tụ thì ngược lại. Hơn nữa, việc siêu tụ có khả năng nạp xả nhanh cũng sẽ giúp cho hệ năng lượng trên xe có thể hấp thu năng lượng tốt hơn trong quá trình hãm tái sinh. Phòng thí nghiệm Nghiên cứu Xe điện hiện sử dụng mẫu xe Mitsubishi i-MiEV, hệ năng lượng lai

pin-siêu tụ trên xe sẽ trao đổi năng lượng với hệ truyền động điện khi xe di chuyển trên đường. Để có thể nghiên cứu được những chiến lược điều khiển phân phối năng lượng thì cần lắp pin và siêu tụ lên xe rồi tiến hành chạy xe trên thực tế. Tuy nhiên điều này tiềm ẩn nhiều nguy cơ về sự an toàn cũng như tốn chi phí vận hành lớn. Vì vậy, trước khi thực hiện, cần có những bước kiểm tra tính đúng đắn của các thuật toán tối ưu và bộ điều khiển được sử dụng. Với bài toán đặt ra như trên thì mô phỏng tích hợp phần cứng là giải pháp phù hợp. Từ đây, tác giả từng bước xây dựng mô hình mô phỏng HIL dạng công suất cho hệ năng lượng lai nhằm thử nghiệm các chiến lược quản lý năng lượng trên ô tô điện. Trên cơ sở lý thuyết này sẽ triển khai chế tạo hệ thống mạch thực nghiệm để phục vụ cho những nghiên cứu về ô tô điện trong tương lai.



Hình 1. Cấu hình mô phỏng HIL dạng công suất cho hệ năng lượng lai

2. CẤU HÌNH HỆ THỐNG VÀ MÔ HÌNH HÓA

2.1. Cấu hình hệ thống

Xét riêng phần động cơ và các thành phần xe, có thể thấy rằng hệ thống con này chỉ có vai trò tạo ra yêu cầu về dòng điện (itrac) cho hệ thống năng lượng pin và siêu tụ trong quá trình xe chạy trên đường. Khi đó toàn bộ phần truyền động điện cũng như phần động học thân xe có thể được mô phỏng lại bằng một nguồn dòng có điều khiển, nguồn dòng này đưa ra được đặc tính dòng điện giống hệt như thực tế và

được ghép nối với hệ năng lượng lai (Hình 1). Từ đó quá trình trao đổi năng lượng giữa các phần trong hệ thống có thể được nghiên cứu theo thời gian thực và mang lại đặc tính như một chiếc xe điện. Ý tưởng để tạo ra nguồn dòng có điều khiển mô phỏng cho xe là dùng một siêu tụ điện khác ghép nối tiếp với một cuộn kháng và một bộ biến đổi DC/DC 2 chiều (Nguyen, German, Trovao, & Bouscayrol, 2019). Khi đã có cấu hình của bộ giả lập xe, việc tiếp theo là tạo ra được một bộ dữ liệu chính xác về



dòng điện thực tế mà xe yêu cầu trong quá trình chạy theo một chu trình lái thử nghiệm chuẩn làm lượng đặt để điều khiển nguồn dòng. Để có được điều đó, tác giả đã xây dựng một mô hình truyền động động cơ IPM của xe i-MiEV (Chouhou, Grée, Jivan, Bouscayrol, & Hofman, 2013) từ những thông số kỹ thuật đã có. Việc kiểm tra tính đúng đắn của mô hình này được dựa trên những kết quả sẵn có từ đề tài cấp nhà nước KC-03.08/11-15 đã nghiệm thu của Phòng thí nghiệm: “Nghiên cứu thiết kế chế tạo hệ thống truyền động và điều khiển cho xe ô tô điện”.

2.2. Mô hình hóa và biểu diễn hệ thống

Dưới đây là mô hình toán của các phần tử trong hệ thống:

- Pin
 $u_{bat} = const.$ (1)

- Siêu tụ điện
$$u_{sc} = U_0 - R_{sc}i_{sc} - \frac{1}{C} \int_0^t i_{sc} dt.$$
 (2)

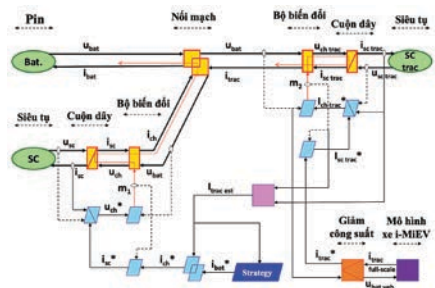
- Cuộn kháng phía nguồn
$$u_{sc} = L \frac{d}{dt} i_{sc} + i_{sc} r_L + u_{ch}.$$
 (3)

- Bộ biến đổi DC/DC 2 chiều phía nguồn:
$$\begin{cases} u_{ch} = m_1 u_{bat} \\ i_{ch} = m_1 i_{sc} \eta_{ch}^k. \end{cases}$$
 (4)

- Cuộn kháng phía nguồn giả lập:
$$u_{sc} trac = L \frac{d}{dt} i_{sc} trac + i_{sc} trac r_L + u_{ch} trac.$$
 (5)

- Bộ biến đổi DC/DC 2 chiều phía nguồn giả lập:
$$\begin{cases} u_{ch} trac = m_2 u_{bat} \\ i_{trac} = m_2 i_{sc} trac \eta_{ch}^k. \end{cases}$$
 (6)

- Điểm nối mạch:
$$\begin{cases} u_{bat} = const \\ i_{ch} + i_{bat} = i_{trac}. \end{cases}$$
 (7)

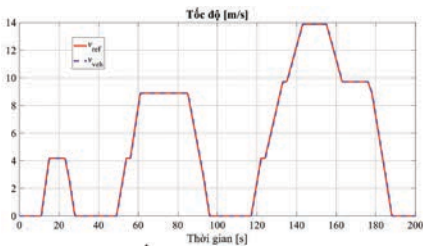


Hình 2. Cấu hình mô phỏng HIL dạng công suất cho hệ năng lượng lai

Từ cấu hình phần cứng hệ thống được đề cập ở mục 2.1 và mô hình toán đã có của các phần tử, hệ thống được biểu diễn và thiết kế điều khiển bằng phương pháp biểu diễn vi mô năng lượng (Bouscayrol, Hautier, & Lemaire-Semail, 2013) như trên **Hình 2**. Do hoạt động bên trong pin không phải nội dung nghiên cứu chính nên mô hình toán của pin được mô tả đơn giản như ở (1). Bộ biến đổi DC/DC ở đây cũng được giả thiết như một phần tử biến đổi điện-điện có hiệu suất là η để đơn giản hóa mô hình, phần tổn thất và khả năng chịu tải của mạch điện tử công suất sẽ được tính toán chi tiết trong quá trình thiết kế mạch.

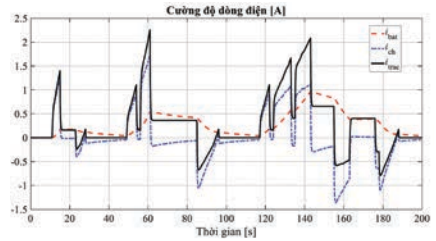
3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ

Hệ thống được mô phỏng kiểm chứng bằng phần mềm Matlab/Simulink 2017b qua 2 bước gồm: mô phỏng bằng mô hình trung bình hệ thống biểu diễn bằng phương pháp EMR và mô phỏng kết hợp các phần tử điện tử công suất sử dụng thư viện SimPowerSystems với bộ điều khiển đã được thiết kế dựa trên EMR trước đó. Kịch bản thử nghiệm ở đây sử dụng chu trình lái chuẩn trong nội đô ECE của châu Âu.

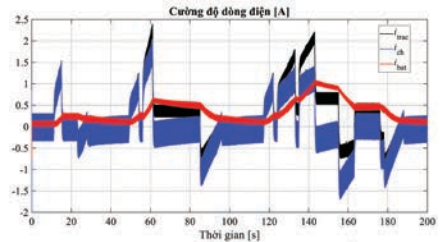


Hình 3. Đáp ứng tốc độ của mô hình xe i-MiEV theo chu trình ECE

Kết quả đáp ứng tốc độ của xe theo chu trình ECE ở **Hình 3** cho thấy tính chính xác của mô hình truyền động của xe i-MiEV. **Hình 4** cho thấy yêu cầu về dòng điện của nguồn dòng giả lập xe itrac và đáp ứng của phía nguồn ibat và ich ở cả mô hình trung bình. Hình 5 là sự kiểm chứng lại bằng mô hình dạng chuyển mạch, có thể thấy được dạng dòng điện đáp ứng giống với đồ thị mô hình trung bình ở trên.



Hình 4. Đáp ứng các dòng điện mô hình trung bình



Hình 5. Đáp ứng các dòng điện dạng chuyển mạch

Từ những kết quả trên, tác giả đã có cơ sở tiếp tục triển khai hệ thống thực nghiệm trên thực tế. Phòng thí nghiệm hiện đã có 2 siêu tụ điện và hệ thống pin, vậy nên tác giả đã thiết kế phần tử còn thiếu là bộ biến đổi DC/DC 2 chiều và chế tạo cuộn kháng phù hợp với yêu cầu về công suất của hệ thống. Do giới hạn của bài báo cho diễn đàn nên tác giả không đưa vào phần thiết kế mạch. Việc chế tạo và hoàn thiện mạch hiện đang được nhóm nghiên cứu tiếp tục triển khai và sẽ được đề cập tới trong những công bố khoa học sau.



4. KẾT LUẬN

Những nghiên cứu về ô tô điện nói chung và hệ thống năng lượng nói riêng vẫn luôn là một chủ đề nóng. Nhận thấy vấn đề về chi phí cũng như sự an toàn đã mang đến những trở ngại không hề nhỏ cho nghiên cứu, nhóm tác giả đã tìm hiểu những ưu điểm của phương pháp biểu diễn ví mô năng lượng và mô phỏng tích hợp phần cứng để đưa ra một hệ thống mô phỏng có tính an toàn và tiết kiệm hơn rất nhiều. Ngoài ra, phương pháp mô phỏng này còn đem lại tính thời gian thực và sát với thực tế hơn so với mô phỏng chỉ bằng phần mềm. Cuối cùng, các kết quả được đưa ra ở trên đã chứng minh độ tin cậy của mô hình đề xuất và hoàn toàn triển khai được thành hệ thống thực nghiệm trong phòng thí nghiệm.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Nguyễn Trần Hoài Linh nhận bằng cử nhân Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa (2020) tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hiện anh là học viên cao học tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu chính của anh là về quản lý năng lượng cho xe điện và các hệ thống năng lượng tái tạo

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Wilamowski, B. M., & Irwin, J. D. (2016). Control and mechatronics. <https://doi.org/10.1201/9781315218403>
- [2] Nguyen, B. H., German, R., Trovao, J. P. F., & Bouscayrol, A. (2019). Real-time energy management of battery/supercapacitor electric vehicles based on an adaptation of pontryagin's minimum principle. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 68(1), 203–212. <https://doi.org/10.1109/TVT.2018.2881057>
- [3] Chouhou, M., Grée, F., Jivan, C., Bouscayrol, A., & Hofman, T. (2013). Energetic Macroscopic Representation and Inversion- Based control of a CVT-based HEV. *World Electric Vehicle Journal*. <https://doi.org/10.3390/wevj6020251>
- [4] Bouscayrol, A., Hautier, J.-P., & Lemaire-Semail, B. (2013). Graphic Formalisms for the Control of Multi-Physical Energetic Systems: COG and EMR. In *Systemic Design Methodologies for Electrical Energy Systems*. <https://doi.org/doi:10.1002/9781118569863.ch3>

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Võ Duy Thành nhận bằng kỹ sư (2004), Thạc sĩ (2007) và Tiến sĩ (2019) ngành Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hiện nay anh đang là giảng viên tại bộ môn Tự động hóa công nghiệp, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu chính của anh gồm: Phân tích, mô hình hóa và điều khiển động cơ điện, Thiết kế và điều khiển các dây chuyền sản xuất tự động và Điều khiển ô tô điện (EVs).



ĐÁNH GIÁ KINH TẾ CỦA HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI MÁI NHÀ TẠI VIỆT NAM

Đoàn Tiến Anh⁽¹⁾, TS. Nguyễn Thị Anh

(1) Sinh viên Viện Điện-Trường Đại học Bách khoa Hà Nội
Tác giả liên hệ: anh.dt173637@sis.hust.edu.vn

TÓM TẮT

Với chính sách hỗ trợ của Chính phủ Việt Nam, điện mặt trời mái nhà những năm gần đây phát triển mạnh mẽ với tổng công suất lắp đặt tính đến 9/2020 là 1531 MWp. Tuy nhiên sự phân bố lại không đồng đều tập trung ở các vùng có bức xạ cao như miền Trung và miền Nam và rất ít ở khu vực miền Bắc. Do đó để phát triển đồng đều điện mặt trời ở các vùng miền cần phải xem xét đầy đủ các yếu tố ảnh hưởng đến chỉ

tiêu kinh tế của dự án. Bài báo này trình bày đánh giá kinh tế của các hệ thống điện mặt trời quy mô nhỏ ở các tỉnh, thành phố với bức xạ điển hình ở Việt Nam. Việc đánh giá được thực hiện dựa trên các chỉ tiêu kinh tế: Giá trị hiện tại ròng (NPV), Tỷ lệ hoàn vốn nội bộ (IRR), Chỉ số lợi nhuận (PI), Thời gian hoàn vốn có chiết khấu (DPP). Sản lượng của hệ thống điện mặt trời được mô phỏng bằng phần mềm PVsyst.

1. GIỚI THIỆU

Có thể thấy, năng lượng mặt trời là nguồn năng lượng vô tận mà con người có thể tận dụng để đưa vào phát điện. Điện mặt trời được đánh giá là một nguồn năng lượng sạch, thân thiện với môi trường. Nó có thể bù đắp lại sự thiếu hụt về điện trong tương lai khi các nguồn tài nguyên hóa thạch dần cạn kiệt. Vì lý do đó, điện mặt trời được nhiều quốc gia trên thế giới và Việt Nam khuyến khích phát triển thông qua chính sách hỗ trợ từ Chính phủ. Việc sử dụng năng lượng mặt trời mái nhà sẽ giúp người sử dụng giảm được hóa đơn tiền điện,

trong khi đó cũng nhận được ưu đãi giá bán từ chính sách của Chính phủ (8,38 US cent/kWh (tương đương 1943 đồng) đối với điện mặt trời mái nhà^[1]). Bên cạnh đó giá thành lắp đặt hệ thống điện mặt trời có xu hướng ngày càng giảm, tuổi thọ lớn và chi phí bảo dưỡng đối với hệ thống thấp. Hệ quả, điện mặt trời tại Việt Nam những năm gần đây có bước phát triển mạnh mẽ, trong 9 tháng đầu năm 2020, trên toàn quốc đã lắp đặt 33606 dự án điện mặt trời mái nhà với tổng công suất 1146 MWp. Tổng cộng đến nay, đã có 55983 dự án điện mặt trời mái nhà đã



đưa vào vận hành với tổng công suất 1531 MWp^[2]. Tuy nhiên, sự gia tăng nhanh điện mặt trời tại một số khu vực miền Trung và miền Nam có dấu hiệu vượt khả năng tải công suất lưới điện, còn khu vực miền Bắc thì rất ít hệ thống được lắp đặt. Do đó cần có những chính sách hỗ trợ phù hợp hơn

có tính tới đặc điểm riêng của từng vùng miền. Bài báo này sẽ trình bày những đánh giá kinh tế cho các hệ thống điện mặt trời mái nhà cho các vùng tại Việt Nam dựa trên các chỉ tiêu kinh tế NPV, IRR, PI, DPP và đánh giá, phân tích độ nhạy của các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả kinh tế của dự án.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Việc đánh giá tính khả thi về kinh tế được thực hiện với các hệ thống điện mặt trời mái nhà có công suất lắp đặt là 10kWp ở chín địa điểm có tiềm năng năng lượng mặt trời khác nhau trên khắp Việt Nam thông qua bốn chỉ tiêu về kinh tế.

2.1. Phần mềm mô phỏng

Pvsyst là phần mềm được sản xuất bởi các nhà nghiên cứu khoa học có trụ sở công ty tại Thụy Sĩ. Phần mềm Pvsyst được sử dụng để thiết kế hệ thống PV và mô phỏng sản lượng của hệ thống PV từ các địa điểm khác nhau ở Việt Nam.

2.2 Chỉ tiêu kinh tế

Giá trị hiện tại ròng (Net present value, NPV): Là chênh lệch giữa tổng dòng thu của dự án được quy về mặt bằng thời gian hiện tại với tổng chi phí đầu tư của dự án cũng đã được quy về mặt bằng thời gian hiện tại theo một tỉ suất hoàn vốn nhất định.

$$NPV = \sum_{i=0}^n TR_i \frac{1}{(1+r)^i} - \sum_{i=0}^n C_i \frac{1}{(1+r)^i} \quad (1)$$

Trong đó: TR_i : Thu nhập hằng năm của dự án; C_i : Chi phí hằng năm của dự án; r : Lãi suất chiết khấu của dự án; n : Số năm của dự án

Tỉ lệ hoàn vốn nội bộ (Internal rate of return, IRR): Là tỉ lệ chiết khấu làm cho giá trị hiện tại ròng (NPV) của tất cả các dòng tiền từ một dự án cụ thể bằng không.

$$NPV = 0 = \sum_{i=0}^n TR_i \frac{1}{(1+IRR)^i} - \sum_{i=0}^n C_i \frac{1}{(1+IRR)^i} \quad (2)$$

Chỉ số lợi nhuận (Profitability index, PI): là tỉ lệ giữa giá trị hiện tại của các dòng thu nhập và giá trị hiện tại của các dòng vốn đầu tư của dự án.



$$PI = \frac{\sum_{i=0}^n TR_i \frac{1}{(1+r)^i}}{\sum_{i=0}^n C_i \frac{1}{(1+r)^i}} \quad (3)$$

Thời gian hoàn vốn có chiết khấu (Discounted payback period, DPP): là khoảng thời gian cần thiết để tổng giá trị hiện tại tất cả dòng thu nhập trong tương lai của dự án vừa đủ bù đắp số vốn đầu tư bỏ ra ban đầu.

$$\sum_{i=0}^{DPP} \left(\frac{TR_i}{(1+r)^i} - \frac{C_i}{(1+r)^i} \right) = 0 \quad (4)$$

3. ĐỊA ĐIỂM MÔ PHỎNG

Tính khả thi về kinh tế của một hệ thống PV phụ thuộc rất nhiều vào sản lượng điện của nó, do đó phụ thuộc vào điều kiện khí tượng tại vị trí hoạt động của hệ thống. Vì sản lượng điện phụ thuộc nhiều vào bức xạ mặt trời, điều cần thiết là phải biết chính xác dữ liệu khí hậu dài hạn có sẵn cho vị trí lắp đặt. Địa điểm mô phỏng vị trí lắp đặt cho trong bảng 1.

Bảng 1. Bảng tên tỉnh, thành phố được mô phỏng ^[3]

Bức xạ (kWh/m ² / ngày)	3.8-4.1	4.2- 4.4	4.5- 4.7	4.8- 5.0	5.1- 5.3	5.4- 5.6
Tỉnh, thành phố	Thái Nguyên, Quảng Binh	Hà Nội, Huế	Điện Biên, Đà Nẵng	Khánh Hòa	Cần Thơ	TP.Hồ Chí Minh

4. HƯỚNG NGHIÊN CỨU

Đánh giá ảnh hưởng và phân tích độ nhạy của các yếu tố ảnh hưởng:

- Thông số về điều kiện tự nhiên
- Thông số công nghệ và lắp đặt
- Thông số về vốn đầu tư
- Phương thức chi trả
- Qui mô của tài

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] EVN. Quyết định 13/2020/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ chính thức có hiệu lực thi hành từ ngày 22/5/2020, điện mặt trời mái nhà được kỳ vọng. <https://www.evn.com.vn/d6/news/Quyết-dinh-132020QD-TTg-cua-Thu-tuong-Chinh-phu-chinh-thuc-co-hieu-luc-thi-hanh-tu-ngay-2252020-dien-mat-troi-mai-nha-duoc-ky-vong-phat-trien-manh-66-142-25694.aspx>. [Online]
- [2] EVNNPC. Tình hình hoạt động 9 tháng đầu năm 2020 và mục tiêu, nhiệm vụ công tác 3 tháng cuối năm 2020
<http://npc.com.vn/View/tabid/56/id/19800/Default.aspx>. [Online]
- [3] Bức xạ mặt trời là gì? Bản đồ bức xạ mặt trời tại Việt Nam. https://givasolar.com.vn/buc-xa-mat-troi-la-gi-ban-do-buc-xa-mat-troi-tai-viet-nam/?fbclid=IwAR3JqrycpFaMVx0kU5OnO2HfzMZAWc70s_1VRkejXQjNBltY9wVj1hl6ss. [Online]
- [4] Ciprian Cristea, Maria Cristea, Iulian Birou, Radu-Adrian Tîrnovan. Economic assessment of grid-connected residential solar photovoltaic, Renewable Energy 162 (2020) 13-29 <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.07.130>.



- [5] R. Espinoza, E. Munoz-Ceron, J. Aguilera, J de la Casa, Feasibility evaluation of residential photovoltaic self-consumption projects in Peru, *Renew. Energy* 136 (2019) 414-427, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.01.003>.
- [6] Q. Lu, H. Yu, K. Zhao, Y. Leng, J. Hou, P. Xie, Residential demand response considering distributed PV consumption: a model based on China's PV policy, *Energy* 172 (2019) 443-456, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.097>.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Đoàn Tiến Anh sinh năm 1999, sinh viên ngành Kỹ thuật điện-K62 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu hiện tại: Những yếu tố ảnh hưởng đến chỉ tiêu kinh tế khi lắp đặt hệ thống điện mặt trời.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Nguyễn Thị Anh sinh ra ở Hà Nội, Việt Nam. Cô nhận bằng Kỹ sư Hệ thống điện năm 2006, thạc sĩ ngành Kỹ thuật điện năm 2010 tại Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội và bằng Tiến sĩ kỹ thuật điện tại Đại học Chulalongkorn, Thái Lan. Hiện nay, cô đang là giảng viên tại Bộ môn Hệ thống điện, Viện Điện, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu chính: Tích hợp các nguồn năng lượng tái tạo, các vấn đề về bảo vệ và tự động hóa trong hệ thống điện.

SESSION 9

Phòng: Orchid | Chủ tọa: Đinh Thành Việt, Hoàng Đức Chính

HỆ THỐNG SẠC ĐỘNG HIỆU SUẤT CAO CHO Ô TÔ ĐIỆN

***Nguyễn Xuân Khải, Nguyễn Tuấn An, Lê Văn Hiếu, TS. Nguyễn Kiên Trung**

Nhóm sinh viên ngành Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

*Tác giả liên hệ chính: khai.nx173970@sis.hust.edu.vn

TÓM TẮT

Ô tô điện được khuyến cáo sử dụng với nhiều ưu điểm. Tuy nhiên, một số nhược điểm mà xe điện gặp phải như: sạc pin lâu, quãng đường đi ngắn, giá thành pin cao...đang hạn chế sự phổ biến của ô tô điện. Nghiên cứu trong đề xuất này xoay quanh việc thiết kế hệ thống sạc động hiệu suất cao cho ô tô điện. Để tài nghiên cứu cấu trúc 3 cuộn truyền

1 cuộn nhận với mạch bù LCC hai phía để nâng cao hiệu suất truyền và đề xuất cấu trúc điều khiển bám trở kháng tối ưu phía nhận. Hệ thống được thiết kế có công suất định mức 1.5 kW, hoạt động ở tần số 85 kHz. Tính khả thi của đề xuất được kiểm chứng trên phần mềm mô phỏng PSIM, với hiệu suất của hệ thống thu được đạt 95.3%.

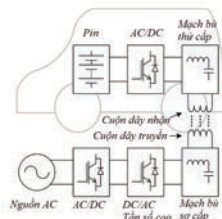
Từ khóa: sạc không dây động, nâng cao hiệu suất, mạch bù LCC hai phía, điều khiển trở kháng, bám tải tối ưu.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, vấn đề cấp thiết được quan tâm trên toàn cầu là sự ô nhiễm môi trường đang ngày càng nghiêm trọng và nguồn nhiên liệu hóa thạch đang dần cạn kiệt bởi sự khai thác và sử dụng quá mức của con người. Một trong những giải pháp cho vấn đề này là sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo để thay thế cho năng lượng hóa thạch và chuyển sang sử dụng các thiết bị tương thích, ô tô điện là một trong số đó.

Ô tô điện có ưu điểm như: thân thiện với môi trường, sử dụng nguồn năng lượng sạch, tiếng ồn nhỏ khi di chuyển,... Tuy

nhien, hiện nay ô tô điện phải đối mặt với nhiều thách thức lớn, như thời gian sạc lâu, giá thành pin cao và quãng đường di chuyển trong một lần sạc ngắn. Để khắc phục nhược điểm này, đề xuất được đưa ra ở đây là sử dụng hệ thống sạc không dây.



H 1. Cấu trúc chung hệ thống sạc không dây cho xe điện

Hệ thống sạc điện có dây có ưu điểm là hiệu suất sạc cao, sạc nhanh, tuy nhiên còn tồn tại một số hạn chế như không thuận tiện cho người dùng, độ an toàn chưa cao. Ở những nơi công cộng, bộ sạc có dây thường hay bị hỏng hóc ở đầu sạc và cáp sạc gây rò rỉ điện, dẫn tới nguy hiểm cho người sử dụng đặc biệt trong trường hợp môi trường ẩm ướt. Hệ thống sạc không dây có thể khắc phục nhược điểm của sạc có dây, ứng dụng nguyên lý cảm ứng điện từ gồm cuộn truyền và cuộn nhận nên an toàn và thuận tiện. Hệ thống sạc không dây được chia làm hai loại: Sạc không dây tĩnh và Sạc không dây.

Hệ thống sạc không dây tĩnh có ưu điểm là thuận tiện, hiệu suất truyền cao, tuy nhiên tồn tại nhược điểm: Quãng đường di chuyển trên một lần sạc không được cao. Muốn thời gian di chuyển trong một lần sạc được cao

hơn thì cần phải có một dung lượng ác quy lớn, do đó giá thành xe sẽ tăng theo. Hệ thống sạc động là hệ thống mà các bộ sạc được bố trí trên đường, do đó quãng đường di chuyển được xa hơn, và xe cũng chỉ cần một dung lượng pin nhỏ, nhờ vậy tiết kiệm được chi phí, giảm giá thành.

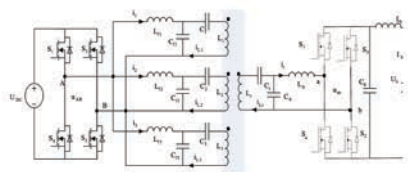
Mục đích nghiên cứu của đề tài này nhằm khắc phục nhược điểm của hệ thống sạc động là hiệu suất chưa cao. Nhằm nâng cao hiệu suất của hệ thống, nghiên cứu đề xuất sử dụng cấu trúc mạng bù LCC hai phía kết hợp với cấu trúc 3 cuộn truyền 1 cuộn nhận và phương pháp điều khiển bơm tải tối ưu thông qua phương pháp ước lượng hệ số kết nối giữa hai cuộn dây. Kết quả mô phỏng cho thấy hệ thống có thể đạt được hiệu suất cao nhất là 95.3% trong nhiều điều kiện khác nhau của tải.

2. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

2.1 Thiết kế cuộn dây và mạch bù

Trong nghiên cứu này, hệ thống sử dụng cấu trúc cuộn dây theo phương pháp chia đoạn, mỗi module gồm có 3 cuộn truyền (H2.) được đặt sát nhau sử dụng chung một bộ biến đổi. Ưu điểm của bộ truyền kiểu đoạn là chúng có thể được điều khiển linh hoạt bật/tắt ứng với vị trí mà cuộn nhận di chuyển qua, khiến từ trường rò rỉ thấp hơn, nâng cao hiệu suất; có thể dễ dàng điều chỉnh tổng chiều dài của bộ truyền và giảm điện áp đặt trên tụ bù.

Để tăng được hiệu suất của truyền năng lượng điều kiện cần là phải sử dụng nguồn xoay chiều có tần số lớn khoảng 100 kHz. Có hai vấn đề làm hạn chế hiệu suất truyền của hệ thống.



H2. Cấu trúc của hệ thống ba cuộn truyền một cuộn nhận



Thứ nhất, chuyển mạch cứng gây ra tổn thất trên van lớn. Thứ hai, khi tần số càng lớn thì trở kháng của các giá trị điện cảm rò càng lớn làm cho không thể truyền được công suất từ nguồn vào sang tải được.

Để giải quyết được vấn đề này, một cấu trúc mới kết hợp giữa hai cấu trúc nối tiếp và song song. Mạch bù gồm hai tụ điện và một cuộn cảm LCC được đề xuất sử dụng. Mạch bù LCC nằm ở cả hai phía có thể thực hiện như một nguồn dòng ở cả đầu vào và đầu ra. Bên phía sơ cấp, mạch bù LCC có thể tạo ra điều kiện chuyển mạch mềm giúp giảm tổn hao năng lượng trên van. Bên phía thứ cấp, công suất phản kháng được bù để tạo ra công suất lớn, do đó hiệu suất được tăng cao đối với tải nhẹ và tải nặng ^[1].

2.2 Điều khiển trở kháng bám tải tối ưu

2.2.1 Phân tích thiết kế và công thức ước lượng
Để hiệu suất lớn nhất khi và chỉ khi:

$$R_{L_{opt}} = \frac{\omega^2 L_f^2}{R_o} \sqrt{\frac{3}{3 + k_r^2 Q_i Q_r}} \quad (1)$$

Trạng thái ac quy thay đổi liên tục khi sạc, do đó ta cần điều khiển bám giá trị trở kháng tối ưu để hiệu suất tối ưu. Ở đây R_o là trở kháng của tải, để duy trì trở kháng bám với giá trị trở kháng tối ưu ta sử dụng bộ biến đổi chỉnh lưu tích cực toàn cầu sử dụng phương pháp dịch pha đối xứng kết hợp với đồng bộ pha. Vì vậy mối quan hệ của chúng được biểu thị trong phương trình (2) dưới đây:

$$R_L = \frac{8}{\pi^2} \cos^2\left(\frac{\beta}{2}\right) R_o = \frac{U_{ab}}{I_r} \quad (2)$$

Với cấu trúc mạch bù LCC hai phía có những ưu điểm như tạo nguồn dòng cả 2 bên. Ta coi dòng điện trước chỉnh lưu là nguồn dòng, thay vì điều khiển trực tiếp trở kháng ta điều khiển tỷ số trên bám với giá trị trở kháng tối ưu.

Ngoài ra, qua phân tích, công thức ước lượng hệ số hở cảm:

$$k_r = \frac{1}{\sqrt{L_i L_r}} \cdot \frac{w^2 C_\beta^2 U_{ab} R_r + I_r}{w^2 C_\beta C_\beta U} \quad (3)$$

Việc tính toán hệ số hở cảm thông qua việc đo dòng và điện áp bên thứ cấp.

2.2.2 Thiết kế bộ điều khiển bám trở kháng tối ưu

Dòng điện, điện áp ở đầu ra của bộ chỉnh lưu được đo về, từ đó ước lượng được hệ số hở cảm được ước lượng theo (3). Sau đó trở kháng tối ưu để đạt hiệu suất cao nhất được tính theo (1). Giá trị trở kháng này nhân với dòng điện đầu ra bộ chỉnh lưu sẽ là giá trị đặt điện áp cho mạch vòng điều khiển PID, điều khiển điện áp đầu ra của bộ chỉnh lưu.

3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

Đồ thị H 3 mô tả hiệu suất của hệ thống khi giá trị tải trở thay đổi. Nếu có bộ điều khiển bám trở kháng tối ưu thì hiệu suất cả hệ thống cao và đạt trung bình 95%.

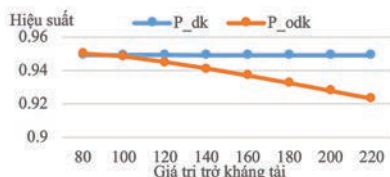
Kết quả hiệu suất của hệ thống tại tải trở 220 Ω , di chuyển đồng trục được thể hiện ở H 4. Khi không sử dụng bộ điều khiển bám trở kháng tối ưu thì hiệu suất trung bình của hệ thống đạt 92,3%. Khi có bộ điều khiển bám trở kháng tối ưu thì hiệu suất trung bình hệ thống đạt 95,3%. Từ đó ta thấy rõ tác dụng của bộ điều khiển bám trở kháng tối ưu để nâng cao hiệu suất của hệ thống.

4. KẾT LUẬN

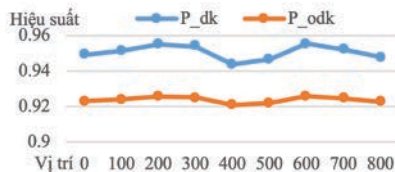
Đề xuất đã trình bày về tiềm năng của xe điện cũng như những lợi ích của việc sử dụng phương tiện giao thông chạy điện đối với việc bảo vệ môi trường sống. Đề xuất đưa ra một thiết kế cụ thể của một hệ thống sạc động hiệu suất cao cho ô tô điện. Mạch bù LCC hai phía cho hệ thống (3 cuộn truyền, 1 cuộn nhận) giảm được tổn thất chuyển mạch, cải thiện hiệu suất. Phương pháp điều khiển tải tối ưu là phù hợp để nâng cao chất lượng của hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1] S. Li, W. Li, J. Deng, T. D. Nguyen, and C. C. Mi, "A Double-Sided LCC Compensation Network and Its Tuning Method for Wireless Power Transfer," IEEE Trans. Veh. Technol., vol. 64, no. 6, pp. 2261–2273, 2015.



H3. Đồ thị hiệu suất của hệ thống



H4. Đồ thị hiệu suất của hệ thống phụ thuộc vị trí

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Nguyễn Tuấn An là sinh viên năm cuối chuyên ngành Điều khiển và Tự động hóa lớp TĐH 01 Khóa 61 tại Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội. Lĩnh vực nghiên cứu chủ yếu bao gồm hệ thống sạc điện không dây cho xe điện. Email: nguyentuanan1998@gmail.com

Lê Văn Hiếu là sinh viên năm cuối chuyên ngành Điều khiển và Tự động hóa lớp TĐH 03 Khóa 61 tại Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội. Lĩnh vực nghiên cứu chủ yếu bao gồm hệ thống sạc điện không dây cho xe điện. Email: lehieubk98@gmail.com

Nguyễn Xuân Khải là sinh viên năm cuối chuyên ngành Điều khiển và Tự động hóa lớp Chương trình Tài năng – Điều khiển Tự động Khóa 62 tại Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội. Lĩnh vực nghiên cứu chủ yếu bao gồm hệ điều khiển nâng cao, hệ thống sạc điện không dây cho xe điện. Email: khai.nx173970@sis.hust.edu.vn

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. Nguyễn Kiên Trung tốt nghiệp Đại học và nhận bằng Thạc sĩ khoa học chuyên ngành Điều khiển và Tự động hóa tại Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội vào các năm 2008 và 2011. Năm 2016 nhận bằng Tiến Sĩ tại viện công nghệ Shibaura Tokyo, Nhật Bản. Sau thời gian làm nghiên cứu sau Tiến Sĩ, anh về nước tiếp tục công việc giảng dạy tại Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội từ cuối năm 2017.

Lĩnh vực nghiên cứu chủ yếu bao gồm các bộ biến đổi tần số cao, hệ thống sạc và quản lý năng lượng cho xe điện, hệ thống sạc điện không dây cho xe điện.



FAST ADAPTIVE PARAMETERS IDENTIFICATION FOR ONLINE STATE-OF-CHARGE ESTIMATION

**Dang Bui Hai ⁽¹⁾, Ngoc-Quy Do ⁽¹⁾, Manh-Hung Vu ⁽¹⁾,
Viet Nguyen The ⁽¹⁾, Dr. Kien-Trung Nguyen**

(1) Student at School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology

*Corresponding author: dang.bh173723@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

In this research we propose a combination approach-ing of adaptive algorithm called Condition Memory Re-cursive Least Square (CMRLS) to continuously identi-fies the parameters of battery equivalent circuit model (ECM), the achieved model then be used to estimate SoC by Uncented Kalmann Filter (UKF).

Keywords: *Battery, Battery management system, State of charge, Equivalent circuit model, Uncented Kalmann filter*

1. INTRODUCTION

As the drastically growing of electric vehicles (Evs) and hybrid electric vehicles (HEVs) around the world, the Lithium-ion batteries management system (BMS) for vehicles are extremely important^[1]. The most im-portance role of BMS is State of Charge estimation or also known as determining the residual capacity of the battery pack. Accurate determination and calculation of SOC is essentially for guarantees the reability and capa-bility of delivering power and energy of the battery pack to predict the remaining range of the EV.

There are a lot of methods used for estimating SOC. Those most well-established methods are open circuit voltage (OCV) method and coulomb counting method which are direct,

simple and clear to understand. However, the accuracy of these two methods is difficult to guar-antee. In addition, the machine learning approach can be used directly to estimate SOC but they have low inter-pretableness and difficult to deploy on embeded system due to the calculation limitation. Hence, the most widely used method of SOC estimation is the model-based method ^[2]. The method we propose here to estimate the SOC is based on considering a simple resistance–capacitance (RC)-equivalent circuit to model the battery dynamics while using an adaptive online parameter-identification algorithm to identify and update the mod-el's parameters as they change, the achieved model then be used to estimate SoC by Uncented Kalmann Filter.



2. PARAMETERS IDENTIFICATION

2.1 Thevenin equivalent circuit model for battery

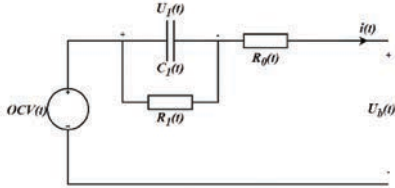


Figure 1. Thevenin model for Lithium-ion battery

Thevenin model in the frequency domain can be de-scribed as:

$$\begin{cases} \dot{U}_1(s) = \frac{I(s)}{C_1} + \frac{U_1(s)}{R_1 C_1} \\ U_b(s) = U_{OCV}(s) - U_1(s) - R_1 I(s) \end{cases} \quad (1)$$

Set $U_b(s) - U_{OCV}(s) = E(s)$, then the transfer function is:

$$G(s) = \frac{E(s)}{I(s)} = -\frac{R_0 + R_1 + R_0 R_1 C_1 s}{1 + R_1 C_1 s} \quad (2)$$

After discretization $G(s)$ by Tustin's method, we obtain:

$$G(z^{-1}) = \frac{a_2 + a_3 z^{-1}}{1 - a_1 z^{-1}} \quad (3)$$

$$E(k) = a_1 E(k-1) + a_2 I(k) + a_3 I(k-2) \quad (4)$$

By assuming that $U_{OCV}(k) - U_{OCV}(k-1) = 0$ [3] then above eq can be rewrite:

$$U_b(k) = (1 - a_1) U_{OCV} + a_1 U_b(k-1) + a_2 I(k) + a_3 I(k-2) \quad (5)$$

Define $\Phi = [1, U_b(k-1), I(k), I(k-1)]$ as the measured data vector; $\Phi = [(1 - a_1), U_{OCV}, a_1, a_2, a_3]$ as the parameters vector.

Parameter vector θ can be identified by recursive fomulas then the model parameters R_0, R_1, C_1 can be derived from expression of a_1, a_2, a_3 .

2.2 Condition memory recursive least square

The usual RLS algorithm has its limitations dealing with the data saturation problem. The proposed CMRLS introduces a forgetting factor (FF) to overcome this phenomenon. The identification is realised as:

$$y_k = \Phi(k) \theta(k) + e(k) \quad (6)$$

$$E(k) = U_b(k) - \Phi(k) \theta(k-1) \quad (7)$$

$$K(k) = \frac{P(k-1) \Phi^T(k)}{\lambda(k-1) + \Phi^T(k) P(k-1) \Phi(k)} \quad (8)$$

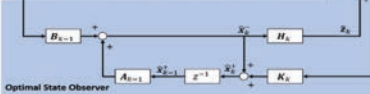
$$\hat{\theta}(k) = \hat{\theta}^-(k) + K(k) e(k) \quad (9)$$

$$P(k) = \frac{P(k-1) - K(k) \Phi^T(k) P(k-1)}{\lambda(k-1)} \quad (10)$$

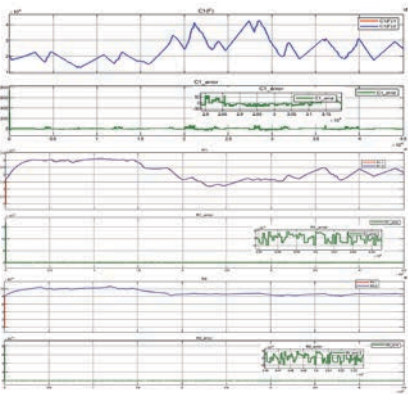
$$\lambda(k) = 1 - \frac{e^2(k)}{1 + K^T(k) P(k) K(k)} \quad (11)$$

$\hat{\theta}(k)$: estimation of parameter vector θ ; $e(k)$: estimation error of the terminal voltage $U_b(k)$; $K(k)$: gain, $P(k)$: covariance matrix, λ : FF to perform real time correction for changes in parameters and update the covariance matrix.

The idea of CMRLS algorithm can be clearly seen from fomula of $\lambda(k)$. When the system changes significantly i.e the error $e(k)$ increase then $\lambda(k)$ decrease rapidly, so that the old data are quickly "forgotten" while a new learning model is established using newest data, thus achieving the target of



Score	Frequency
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	10
6	8
7	0
8	0
9	0
10	0





REFERENCES

- [1] Feng Guo, Guangdi Hu, Shun Xiang, Pengkai Zhou, Ru Hong, Neng Xiong, "A multi-scale parameter adaptive method for state of charge and parameter estimation of lithium-ion batteries using dual Kalman filters", *Energy*, Volume 178, 2019, Pages 79-88.
- [2] H. Rahimi-Eichi, F. Baronti and M. Chow, "Online Adaptive Parameter Identification and State-of-Charge Coestimation for Lithium-Polymer Battery Cells," in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 61, no. 4, pp. 2053-2061, April 2014.
- [3] Tiancheng Ouyang, Peihang Xu, Jingxian Chen, Jie Lu, Nan Chen, "Improved parameters identification and state of charge estimation for lithium-ion battery with real-time optimal forgetting factor", *Electrochimica Acta*, Volume 353, 2020.
- [4] Xiaosong Hu, Fei Feng, Kailong Liu, Lei Zhang, Jiale Xie, Bo Liu, "State estimation for advanced battery management: Key challenges and future trends", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 114, 2019.
- [5] Hongwen He, Rui Xiong, Jiankun Peng, "Real-time estimation of battery state-of-charge with unscented Kalman filter and RTOS μ COS-II platform", *Applied Energy*, Volume 162, 2016, Pages 1410-1418.

AUTHORS

Vu Manh Hung enrolled Hanoi University of Science and Technology in 2017 and majors in Control and Automation. His current research topics on Battery Management System.

Do Ngoc Quy received the B.E. and M.Sc. degrees in Control and Automation from Hanoi University of Science and Technology in 2018 and 2020, respectively.

Nguyen The Viet enrolled Hanoi University of Science and Technology in 2017 and majors in Control and Automation. His current research topics on Battery Management System.

Bui Hai Dang enrolled Hanoi University of Science and Technology in 2017 and majors in Control and Automation. His current research topics on Battery Management System and Three-phase inverter.

SUPERVISOR

Nguyen Kien Trung was born in Hanoi, Vietnam. He received the B.E. and M.Sc. degrees in Control and Automation from Hanoi University of Science and Technology, Vietnam in 2008 and 2011, respectively. In 2016, he received the Ph.D. degree in Functional control systems at Shibaura Institute of Technology, Japan, where he worked as a postdoctoral researcher in 2016-2017. From 2018, he works as a lecturer at Hanoi University of Science and Technology. Dr. Trung is a member of the IEEE and IEE of Japan. His research interests include high-frequency converters and wireless power transfer systems.



MÔ PHỎNG THỜI GIAN THỰC CHO Ô TÔ ĐIỆN SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP BIỂU DIỄN VĨ MÔ NĂNG LƯỢNG

Nguyễn Minh Tiến, Trần Anh Dũng, Tạ Hữu Quang Duy, TS. Võ Duy Thành

Phòng thí nghiệm Nghiên cứu Xe điện

Sinh viên ngành Tự động hóa Công nghiệp, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Tác giả liên hệ: tien.nm174258@sis.hust.edu.vn

TÓM TẮT

Ô tô điện đã và đang là một chủ đề hấp dẫn, thu hút nhiều sự quan tâm nghiên cứu. Một trong những công cụ mạnh mẽ mới được phát triển trong thời gian gần đây để giải quyết vấn đề này là Phương pháp biểu diễn vĩ mô năng lượng (Energetic Macroscopic Representation – EMR). Trong báo cáo này,

chúng tôi thực hiện việc mô hình hóa ô tô điện sử dụng phương pháp EMR, sau đó tiến hành mô phỏng thời gian thực cho ô tô điện. Tính khả dụng của mô hình được kiểm chứng bằng mô phỏng trong môi trường MATLAB/Simulink kết hợp dSPACE1103.

Từ khóa: Ô tô điện, biểu diễn vĩ mô năng lượng, mô hình hóa, thời gian thực

1. PHẦN MỞ ĐẦU

Trong thời đại xã hội ngày càng phát triển, kéo theo vô vàn hệ lụy tác động xấu lên môi trường. Việc tìm ra những giải pháp làm giảm ảnh hưởng xấu của con người lên môi trường đã và đang là yếu tố sống còn. Chính vì vậy, trong tương lai gần, ô tô điện chính là một giải pháp thiết thực và hiệu quả. Tuy nhiên, việc phát triển và tối ưu nguồn năng lượng trong ô tô điện đang còn nhiều khó

khăn, phần lớn vì hệ truyền động nhiều thành phần phức tạp. Phương pháp EMR^[1] được phát triển giúp nhà nghiên cứu có cái nhìn tổng quan và dễ dàng hơn về hệ thống trên. Quá trình mô phỏng thời gian thực được tiến hành trên dSPACE1103 đã kiểm chứng tính chính xác của mô hình xe điện được xây dựng bằng EMR. Kết quả mô phỏng được thể hiện trong báo cáo này.



2. MÔ HÌNH HÓA Ô TÔ ĐIỆN [2]

- Nguồn (pin): $U_{bat} = 400V$ (1)

- Bộ chuyển đổi: $U_{ch} = U_{bat} \times m, I_{bat} = I_{ch} \times m$ (2)

- Động cơ một chiều:

$$U_{ch} - E = i_{ch} \times R_a + L_a \times \frac{di_{ch}}{dt} \quad (3)$$

$$T_e = K_m \times i_{ch}$$

$$E_a = K_m \times \omega_e \quad (4)$$

- Hộp số: $T_{gear} = T_e \times K_g; W_e = W_{gear} \times K_g$ (5)

- Bánh xe: $T_g = F_{trans} \times r, V_{veh} = \omega_g \times r$ (6)

- Khung gầm:

$$F_{trans} - F_{env} = M_{veh} \times \frac{dV_{veh}}{dt} \quad (7)$$

- Môi trường:

$$F_{env} = F_{aero} + F_{roll} + F_{grade} \quad (8)$$

Trong đó:

U_{ch}, U_{bat} là điện áp của bộ chuyển đổi và nguồn.

I_{ch}, I_{bat} là dòng điện của bộ chuyển đổi và nguồn.

R_a, L_a, E là điện trở, điện cảm của cuộn dây và suất điện động phản ứng.

T_{gear}, T_e là momen hộp số và trục động cơ.

W_{gear}, W_e là tốc độ quay của hộp số và trục động cơ.

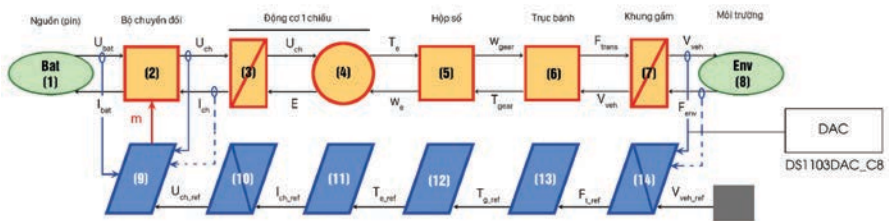
F_{trans}, F_{env} là lực kéo của xe và lực cản của môi trường.

M_{veh}, V_{veh} là khối lượng và vận tốc của xe.

K_g là tỉ số truyền của hộp số.

$F_{roll}, F_{grade}, F_{aero}$ là lực cản lăn, thành phần trọng lực của xe khi lên dốc và lực cản không khí.

Mô hình EMR được xây dựng trên **Hình 1**.

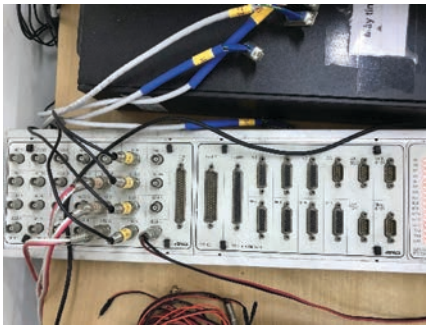


Hình 1. Mô hình & Cấu trúc điều khiển của EMR ô tô điện



3. TRIỂN KHAI TRÊN THỜI GIAN THỰC

Sau khi mô phỏng trên MATLAB/Simulink, mô hình được đưa lên dSPACE1103 để chạy thời gian thực. Tín hiệu vận tốc được xuất ra cổng DAC và hiển thị tín hiệu trên Oscilloscope dưới dạng tín hiệu điện áp. Để đảm bảo có thể xuất chính xác tín hiệu vận tốc ra, vận tốc được mã hóa theo cách thức: $0 \div V_{max}$ tương ứng với đầu vào của khối DAC là số thực $0 \div 1$. Ta có đầu ra của DAC tương ứng với khoảng tín hiệu đầu vào $0 \div 10V$. Kết quả được hiển thị trên Oscilloscope.

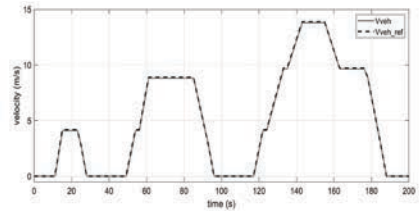


Hình 2. Kit dSPACE1103

4. KẾT QUẢ MÔ PHÒNG

4.1. Mô phỏng bằng MATLAB/Simulink

Giá trị thực bám sát với giá trị đặt, tính đúng đắn của mô hình được kiểm chứng.

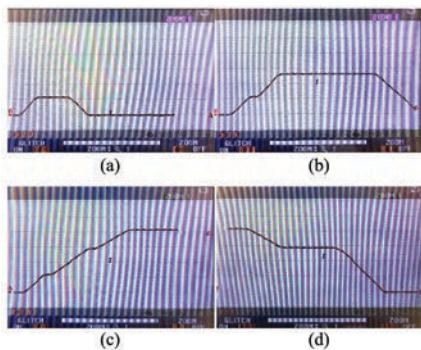


Hình 3. Kết quả mô phỏng tốc độ trong MATLAB/Simulink

4.2. Mô phỏng thời gian thực

Mô hình thời gian thực được triển khai trên dSPACE1103 và phần mềm ControlDesk. Tín hiệu vận tốc được đưa ra cổng DAC. Sử dụng Oscilloscope để đo dạng tín hiệu điện áp đầu ra trên chân DACH8, nhận thấy tín hiệu hiển thị trên ControlDesk và Oscilloscope đều giống như khi ta mô phỏng trên MATLAB/Simulink.

Do hạn chế về dải đo của Oscilloscope (tối đa 48 giây) trong khi thời gian khảo sát là 200 giây nên kết quả thu được với 4 chu trình đo được hiển thị trên Hình 4. Chu trình 1 ứng với hình 4a, tốc độ tăng từ 0 lên 4.2 m/s, duy trì trong 8 giây sau đó giảm về 0. Chu trình 2 ứng với hình 4b, tốc độ tăng đến 4.2 m/s, duy trì trong khoảng thời gian ngắn sau đó tăng và ổn định ở giá trị 9 m/s rồi về 0. Chu trình 3 diễn ra từ giây thứ 117 đến giây 150 ứng với hình 4c, xe trải qua 3 lần tăng tốc, ổn định ở 14 m/s. Chu trình 4 khảo sát ở khoảng thời gian còn lại, tốc độ giảm từ 14 m/s về 9.5 m/s sau đó giảm dần về 0, ứng với hình 4d.



Hình 3. Kết quả mô phỏng tốc độ trong MATLAB/Simulink

5. KẾT LUẬN

Trong suốt chu trình mô phỏng MATLAB/Simulink và mô phỏng tích hợp phần cứng dSPACE, giá trị thực luôn bám sát giá trị đặt. Các kết quả mô phỏng là minh chứng rõ ràng cho tính đúng đắn của mô hình đồng thời cho thấy phương pháp EMR có tiềm năng quan trọng trong nghiên cứu về quản lý năng lượng và điều khiển chuyển động cho xe điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1] Alain Bouscayrol, EMR library, <http://www.emrwebsite.org/library.html>, 2020.
- 2] L. I. Silva, A. Bouscayrol, C. H. De Angelo, and B. Lemaire-Semail, "Coupling bond graph and energetic macroscopic representation for electric vehicle simulation," *Mechatronics*, vol. 24, no. 7, pp. 906–913, 2014.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Nguyễn Minh Tiến sinh năm 1999, hiện đang là sinh viên chuyên ngành Tự động hóa Công nghiệp, thuộc Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu chính tập trung vào Điện tử công suất và Điều khiển truyền động cho ô tô điện.

Trần Anh Dũng sinh năm 1999, hiện đang là sinh viên chuyên ngành Tự động hóa Công nghiệp, thuộc Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu chính tập trung vào Quản lý năng lượng và Điều khiển truyền động trên ô tô điện.

Tạ Hữu Quang Duy sinh năm 1999, hiện đang là sinh viên chuyên ngành Tự động hóa Công nghiệp, thuộc Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu chính tập trung vào Năng lượng tái tạo và ứng dụng trong ô tô điện.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Võ Duy Thành sinh năm 1982. Sau khi tốt nghiệp đại học chuyên ngành Tự động hóa năm 2004, anh đã tham gia một dự án nghiên cứu về điều khiển Robot tại Nagoya, Nhật Bản. Anh hoàn thành chương trình Thạc sĩ năm 2007 và bảo vệ luận án Tiến sĩ năm 2019 tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội chuyên ngành Điều khiển và Tự động hóa. Từ năm 2006 tới nay, anh là Giảng viên của Bộ môn Tự động hóa Công nghiệp, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu chính của anh tập trung vào các hệ thống nhúng, phối hợp tín hiệu đa cảm biến và điều khiển chuyển động cho ô tô điện.



GIẢI PHÁP THU HOẠCH NĂNG LƯỢNG TỪ HIỆU ỨNG MA SÁT ĐIỆN ỨNG DỤNG CHO GIÀY THÔNG MINH

Nguyễn Thanh Hùng*, Lê Quang Huy, Trần Minh Ngọc, TS. Lê Minh Thùy

Sinh viên bộ môn Kỹ thuật Đo và Tin học công nghiệp, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

*Liên hệ tác giả: thanhhungnguyen1210@gmail.com

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất một giải pháp thu hoạch và lưu trữ năng lượng từ hiệu ứng ma sát điện xảy ra khi một cặp hai vật liệu khác nhau được cọ sát với nhau. Việc triển khai các cặp ma sát điện nhiều lớp đặt dưới đế giày có thể thu hoạch được năng lượng lên tới 32 mW/m^2 . Công suất thu được này đủ cung cấp cho nút cảm biến đo các thông số như sai bước, tốc độ

chạy, và truyền tin công nghệ BLE với công suất tiêu thụ cực thấp được tích hợp trong giày. Giải pháp thu hoạch năng lượng từ hiệu ứng ma sát điện cung cấp nguồn cho cảm biến không dây của giày thông minh. Giải pháp được phát triển phục vụ nhu cầu của những vận động viên và người đam mê bộ môn chạy với cảm biến công suất cực thấp được tích hợp trong giày.

Từ khóa: giày thông minh, hiệu ứng ma sát điện, thu hoạch năng lượng từ hiệu ứng ma sát điện, tiết kiệm năng lượng.

1. GIỚI THIỆU

Thu hoạch năng lượng là quá trình chuyển đổi các nguồn năng lượng tự nhiên hoặc sản sinh ra trong quá trình sinh hoạt hàng ngày của con người. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất việc thu hoạch năng lượng từ cơ năng sản sinh ra khi con người bước đi. Nguồn năng lượng này được sản sinh ra khi con người chuyển động, và việc thu hoạch năng lượng này đã được các nhóm nghiên cứu trên thế giới thực hiện từ năm 2012 đến nay. Với mật độ năng lượng

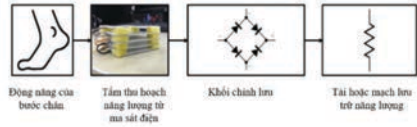
tăng vọt từ 3.67 mW/m^2 lên tới 313 W/m^2

^[1] đã mở ra một giải pháp mới cung cấp năng lượng cho các thiết bị, nút cảm biến công suất thấp có thể tự chủ được năng lượng không cần phải sử dụng pin. Vấn đề khó khăn chúng tôi giải quyết trong đề xuất này là tích hợp mạch thu hoạch năng lượng vào trong đế giày với kích thước $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ và phải đảm bảo chất lượng của đế giày không bị ảnh hưởng. Nhược điểm của nghiên cứu^[2] đối với ứng dụng của



chúng tôi là kích thước lớn và có độ cứng cao vì vật liệu được sử dụng để chế tạo tấm thu hoạch năng lượng làm từ nhựa. Đối với nghiên cứu^[3], chuyển động của bước chân người có chiều lên xuống nên việc tiếp xúc trượt quay được đề xuất trong^[3] khó có thể triển khai thực hiện. Đề xuất của chúng tôi có công suất thu được là 80 μW với mật độ năng lượng 32 mW/m^2 đủ để cung cấp

năng lượng cho nút cảm biến hoạt động đo tốc độ chạy, sai bước, và truyền thông theo công nghệ BLE.

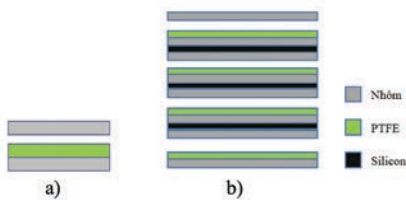


Hình 1. Sơ đồ khối chức năng thu hoạch năng lượng từ hiệu ứng ma sát điện

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Kiến trúc đề xuất

Mô hình của tấm thu hoạch năng lượng được đề xuất là cấu trúc cặp ma sát điện nhiều lớp tăng năng lượng thu được từ động năng do tăng diện tích tiếp xúc của ma sát điện. Lựa chọn vật liệu có tính chất âm lớn được sử dụng nghiên cứu là PTFE cùng với vật liệu có tính chất dương để tích hợp làm bản cực là nhôm. Silicon thêm vào để tăng độ đàn hồi giúp kiến trúc trở lại trạng thái ban đầu khi không bị tác động bởi ngoại lực. Kiến trúc đề xuất được thể hiện trong hình 2.



Hình 2. Kiến trúc đề xuất chế tạo
a) cặp ma sát điện 1 lớp và b) cặp ma sát điện 4 lớp với vật liệu là nhôm và PTFE

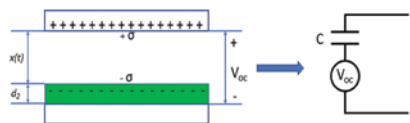
2.2 Kỹ thuật thu thập dữ liệu

Bảng 1 tổng hợp kết quả của các công trình nghiên cứu liên quan. Theo^[5], mức tiêu thụ năng lượng tối đa của công nghệ BLE vào khoảng 15 mW , vì vậy nguồn năng lượng từ hiệu ứng ma sát điện hoàn toàn đủ để nút cảm biến không dây công nghệ BLE tự duy trì hoạt động.

Bảng 1. Các công trình nghiên cứu liên quan

Công bố	Công suất thu được	Mật độ công suất
[2]	132 mW	120 W/m^2
[3]	4 mW	1 W/m^2
[4]	33 μW	21.6 mW/m^2

2.3 Phân tích mô hình toán học



Hình 3. Mô hình mạch tương đương
Mô hình hóa tương đương kiến trúc đề xuất trong hình

3. Công thức tính điện áp hở mạch V_{OC} (Q là điện tích của 2 bản cực, σ là mật độ điện tích



mặt sau khi va chạm)

$$V_{oc} = -\frac{Q}{S\epsilon_0} \left(\frac{d_2}{\epsilon_{r2}} + x(t) \right) + \frac{\sigma x(t)}{\epsilon_0} \quad (1)$$

Ghép nối với tải thuần trở ta có điện áp rơi trên tải theo công thức (2) (ghép nối để đo công suất)

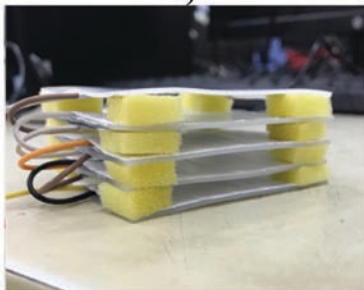
$$R \frac{dQ}{dt} = V = -\frac{1}{c} Q + V_{oc} \quad (2)$$

3. Kết quả và nhận xét

Hình 4 thể hiện kết quả chế tạo và hình 5 thể hiện kết quả đo tấm thu hoạch năng lượng từ hiệu ứng ma sát điện

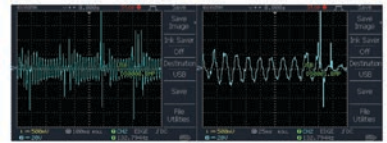


a)

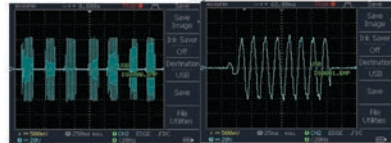


b)

Hình 4. Chế tạo a) cặp ma sát điện 1 lớp b) cặp ma sát điện 4 lớp với vật liệu là nhôm và PTFE



a)



b)

Hình 5. Kết quả đo a) cặp ma sát điện 1 lớp b) cặp ma sát điện 4 lớp với vật liệu là nhôm và PTFE

Các kết quả đo đặc trên được thực hiện với điều kiện đo là cấm trực tiếp tải 10 MΩ vào đầu ra của tấm thu hoạch năng lượng từ hiệu ứng ma sát điện. Cặp ma sát điện 1 lớp thu được điện áp đỉnh – đỉnh từ 30V, công suất thu được trên tải là 11.25 uW. Cặp ma sát điện 4 lớp thu được điện áp đỉnh – đỉnh 80V, công suất thu được trên tải là 80 uW tồn tại trong 150 ms. Kết quả khảo sát cho thấy khi thực hiện nhiều lớp cặp ma sát điện cho kết quả tốt hơn rất nhiều 1 cặp ma sát điện. Công suất thu được của 4 lớp ma sát điện cao hơn 7 lần cặp ma sát điện 1 lớp.

Năng lượng thu được của 4 lớp ma sát điện 12 uJ trong mỗi bước chân chuyển động. Nút cảm biến đã thiết kế đặt dưới để giày được thiết kế với IC DA14585 có điện áp cung cấp 3.3 V với công suất tiêu thụ tối đa 11 mW khi hoạt động. Khi nút cảm biến truyền bản tin có khung truyền tin 50 bytes với tốc độ 1Mbps mất thời gian truyền là 400 us tiêu thụ năng lượng 4.4 uJ theo công



nghe BLE. Trong điều kiện lý tưởng tích trữ năng lượng không bị hao phí, lượng năng lượng thu hoạch từ mỗi bước chân đã đủ để cung cấp cho nút cảm biến hoạt động.

4. KẾT LUẬN

Kiến trúc của khối thu hoạch năng lượng từ hiệu ứng ma sát điện được đề xuất trong bài viết này đã được chế tạo và được đo kiểm. Đối với tải 10 MΩ, công suất thu được trong mỗi bước chân từ hiệu ứng khi sử dụng cặp ma sát điện 4 lớp là 80 μW và tấm thu năng lượng ma sát điện có mật độ công suất là 32 mW/m².

TÀI LIỆU THAM CHIẾU

- [1] Wang Zhong Lin, "Triboelectric Nanogenerators as New Energy Technology for Self-Powered Systems and as Active Mechanical and Chemical Sensors," ACS Nano., vol 7, pp 9533-9557, Nov. 2013, doi: 10.1021/nn404614z.
- [2] G. Zhu et al., "Toward Large-Scale Energy Harvesting by a Nanoparticle-Enhanced Triboelectric Nanogenerator," Nano Lett., vol. 13, no. 2, pp. 847-853, Feb. 2013, doi: <https://doi.org/10.1021/nl4001053>
- [3] L. Lin et al., "Segmentally Structured Disk Triboelectric Nanogenerator for Harvesting Rotational Mechanical Energy," Nano Lett., vol. 13, no. 6, pp. 2916-2923, Jun. 2013, doi: 10.1021/nl14013002.
- [4] W. Jiang et al., "Fully Bioabsorbable Natural-Materials-Based Triboelectric Nanogenerators," Adv. Mater., vol.30, no. 32, p. 1801895, Aug. 2018, doi: 10/1002/adma.201801895.
- [5] Torbjorn Ovrebekk, The Importance of Average Power Consumption to Battery Life," Sep. 30, 2020. <https://blog.nordicsemi.com/getconnected/the-importance-of-average-power-consumption-to-battery-life>.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Nguyễn Thanh Hùng sinh viên khóa 61 bộ môn Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Trần Minh Ngọc sinh viên khóa 63 bộ môn Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Lê Quang Huy sinh viên khóa 63 bộ môn Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. Lê Minh Thùy giảng viên hướng dẫn thực hiện đề tài. Hiện đang là giảng viên bộ môn Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.



PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ DAO ĐỘNG CÔNG SUẤT CỦA NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

Nguyễn Minh Ngọc⁽¹⁾

⁽¹⁾Khoa Kỹ Thuật Điện, Đại học Điện Lực

*Tác giả liên hệ: minhngoc.nguyen29@gmail.com

Giảng viên hướng dẫn: TS. Phạm Mạnh Hải

TÓM TẮT

(NLTT) đang là một trong những lựa chọn hàng đầu về phát triển năng lượng, nhưng bên cạnh đó NLTT cũng có rất nhiều nhược điểm, một trong những yếu tố khiến năng lượng tái tạo khó được mở rộng ở quy mô công nghiệp và có tỷ trọng năng lượng lớn trong hệ thống điện chính là sự thiếu ổn định trong việc phát công suất,

do bị ảnh hưởng bởi yếu tố thời tiết. Để đảm bảo tính ổn định của hệ thống điện trong tương lai, nghiên cứu về dao động công suất của điện mặt trời hay điện gió qua nhiều năm để dự báo và có các kịch bản cho ổn định hệ thống điện là những nghiên cứu rất cần thiết.

Từ khóa: NLTT, Dao động công suất, ổn định hệ thống

1. INTRODUCTION

Năng lượng tái tạo và năng lượng hạt nhân đang là tương lai năng lượng sắp tới của con người. Trong khi năng lượng hạt nhân đang có những giới hạn về mặt công nghệ, con người chưa vượt qua được, thì NLTT là xu hướng trong ngắn hạn để bù đắp năng lượng sắp thiếu hụt trong thời gian sắp tới, cũng như cố gắng cắt giảm tiêu thụ hóa thạch đang làm biến đổi khí hậu trong thời gian qua. Trong quá trình hình thành và phát triển

năng lượng tái tạo, các nghiên cứu và dự báo về dao động công suất năng lượng tái tạo được công bố liên tục với các xu hướng tăng về năng lượng gió và năng lượng mặt trời. Trong nghiên cứu (Gallego-Castillo, 2015), đã thống kê từ năm 2007 đến tháng 8 năm 2014 đã liên tục gia tăng. Trong công trình nghiên cứu (Ferreira et al., 2011), đã chỉ ra bốn chỉ số về dao động công suất cần trong nghiên cứu về năng lượng tái tạo, bao gồm:



ΔPr : Dao động công suất trong khoảng thời gian T

Δt : khoảng thời gian mà công suất thay đổi

$\Delta Pr/\Delta t$: Tỷ lệ giao động công suất trên thời gian

t_0 : số lần công suất dao động trong

Các nghiên cứu trong dự báo và phân tích dao động công suất được đi theo 3 nhóm chính, tập trung vào tìm kiếm định nghĩa lại các dao động công suất trong năng lượng tái tạo và đánh giá phân tích các yếu tố và thống kê như những nghiên cứu của các báo cáo (Wan, 2011), (Kamath, 2010). Xu hướng nghiên cứu tiếp theo sẽ tập trung vào một vấn đề chính là sự tương quan giữa dao động công suất tái tạo với các yếu tố thời tiết tại các nghiên cứu số (Cutler et al., 2007), (Zack, 2007). Cuối cùng là xu hướng lớn nhất là các dự báo mức độ và thời gian dao động công suất trong các bài báo (Ferreira et al., 2013), (Greaves et al., 2009) và (Ferreira et al., 2012). Trong nghiên cứu này, tác giả sẽ đi theo xu hướng thứ nhất, phương pháp thống kê để tính toán dao động công suất tại Đài Loan trong 2 năm từ 2016 tới 2017. Nghiên cứu sẽ thống kê lại các dao động công suất trên toàn quốc, theo vùng, trong từng tháng. Từ đó đưa ra những đánh giá và đưa ra các giải pháp để hạn chế dao động công suất trong một hệ thống điện, hạn chế các kịch bản phát điện cực đoan.

2. METHODOLOGY

2.1 Proposed Model.

Nghiên cứu được sử dụng trên cơ sở dữ liệu năng lượng mặt trời trong suốt 2 năm tại Đài Loan từ 2016 và 2017 với thời gian lấy mẫu là năm phút một lần.

Dữ liệu sẽ được phân tích sự dao động công suất trong thời gian 10 phút, 30 phút, 60 phút và 120 phút. Dựa trên kết quả đó chúng ta đưa ra sự thay đổi dao động công suất trong suốt hai năm, ảnh hưởng của vùng địa lý đến với dao động công suất, ảnh hưởng của các mùa trong năm, và ảnh hưởng của việc sự phát triển công suất phát đối với sự thay đổi công suất phát.

2.2 Technique

2.2.1 Data acquisition

Trong nghiên cứu này, các kỹ thuật tính toán và thống kê thường dùng được áp dụng vào, các phương pháp tính được lấy từ tài liệu nghiên cứu số (Davis, 1977).

Công thức tính toán dao động công suất:

$$\Delta P = |P_{i+n} - P_i| \quad (1)$$

ΔP : Công suất phát dao động

P : Công suất phát

n : Thời gian mà công suất thay đổi

Tính toán Giá trị kỳ vọng và Phương sai của dao động công suất theo thời gian. Phương sai của dao động công suất được tính toán theo công thức số 2.

$$Var(X) = E((X - \mu)^2) \quad (2)$$

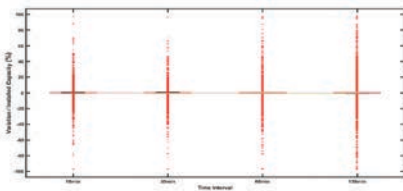


μ : giá trị kỳ vọng của dao động công suất
 T : giá trị công suất tại thời điểm t

3. ANALYSIS

3.1 Visualization

Hình biểu diễn của dao động công suất được thể hiện bằng biểu đồ box



Hình 1. Dao động công suất tại mùa thu vào năm 2016 tại miền bắc Đài Loan

Kết quả được tổng hợp dưới dạng bảng thống kê các phương sai của dao động công suất theo các tháng trong năm, cũng như các mùa trong năm, trong đó dao động công suất bị ảnh hưởng bởi vị trí địa lý và mùa trong năm, bên cạnh đó thì dao động công suất có dấu hiệu tăng khi công suất tăng theo, việc theo dõi biến động công suất có thể giúp dự báo công suất thay đổi từ đó chọn các vùng địa lý phù hợp để xây dựng các nhà máy làm giảm dao động công suất đối với lưới điện.

3.2 Results and Discussion

Trong các xu hướng nghiên cứu trước đây khi tập chung theo phương pháp thống kê và phân tích dao động công suất đều chỉ ra rằng, khi tốc độ gia tăng công suất năng lượng tái tạo tăng lên cũng làm giảm thiểu trường hợp tăng công suất. Đặc biệt, trong nghiên cứu số (Wan, 2011). Trong đó đã thể hiện là sự gia tăng công suất của năng lượng gió tại Hoa Kỳ trong vòng 5 năm. Nghiên cứu cũng cho chúng ta thấy mức độ dao động công suất ở toàn Hoa Kỳ có xu hướng liên tục giảm khi công suất về năng lượng tái tạo liên tục tăng. Nhưng ngược lại chúng ta có thể thấy trong dao động công suất ở Đài Loan có xu hướng tăng khi tổng công suất phát tăng, trên toàn lãnh thổ của đảo Đài Loan (Trung Quốc). Do trong nghiên cứu chỉ sử dụng dữ liệu trong hai năm từ 2016 đến 2017. Nên nghiên cứu cần mở rộng thêm dữ liệu của các năm sau. Nghiên cứu cần chú trọng thêm vấn đề dữ liệu địa lý chi tiết cho từng nhà máy năng lượng tái tạo.

4. CONCLUSIONS

Trong nghiên cứu đang thống kê dao động công suất của các nhà máy điện mặt trời trong 2 năm 2016 và 2017. Từ đó đưa ra các yếu tố ảnh hưởng tới dao động công suất của NLTT bao gồm yếu tố địa lý, mức tăng công suất và theo các mùa trong năm tác động tới dao động công suất ngắn hạn trong năm.



REFERENCES

- [1] Cutler, N. et al. (2007) 'Detecting, categorizing and forecasting large ramps in wind farm power output using meteorological observations and WPPT', Wind Energy: An International Journal for Progress and Applications in Wind Power Conversion Technology, 10(5), pp. 453–470.
- [2] Davis, H. T. and Brandt, S. (1977) Statistical and Computational Methods in Data Analysis, Technometrics. North-Holland Publishing Company Amsterdam, The Netherlands: doi: 10.2307/1267898.
- [3] Ferreira, C. et al. (2011) A survey on wind power ramp forecasting. Argonne National Lab.(ANL), Argonne, IL (United States).
- [4] Ferreira, C. et al. (2013) 'Probabilistic ramp detection and forecasting for wind power prediction', in Reliability and risk evaluation of wind integrated power systems. Springer, pp. 29–44.
- [5] Ferreira, C. A. et al. (2012) 'Predicting Ramp Events with a Stream-based HMM framework', in International Conference on Discovery Science. Springer, pp. 224–238.
- [6] Gallego-Castillo, C., Cuerva-Tejero, A. and Lopez-Garcia, O. (2015) 'A review on the recent history of wind power ramp forecasting', Renewable and Sustainable Energy Reviews, 52, pp. 1148–1157.
- [7] Greaves, B. et al. (2009) 'Temporal forecast uncertainty for ramp events', Wind Engineering, 33(4), pp. 309–319.
- [8] Kamath, C. (2010) 'Understanding wind ramp events through analysis of historical data', in IEEE PEST&D 2010. IEEE, pp. 1–6.
- [9] Wan, Y. H. (2011) Analysis of wind power ramping behavior in ERCOT. National Renewable Energy Lab.(NREL), Golden, CO (United States).
- [10] Zack, J. W. (2007) 'Truewind A. AWS Truewind's final report for the Alberta forecasting pilot project', in Proceedings of the European Wind Energy GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN Conference EWEC, Milano (IT).

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Nguyen Minh Ngoc Sinh viên khoa hệ thống điện-Đại học Điện Lực (2010-2015), thạc sĩ khoa học tại Đại Học Quốc Gia Trung Chính Đài Loan (2018-2019)

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Phạm Mạnh Hải Nhận bằng kỹ sư hệ thống điện tại Trường đại học Bách Khoa Hà Nội năm 2006; Thạc sỹ tại University of Paul Sabatiers, Toulouse, France, năm 2008; và Tiến sỹ tại University of Poitiers, Poitiers, France, năm 2011. Từ 2012 đến nay là giảng viên tại Trường đại học Điện Lực. Hướng nghiên cứu bao gồm: quy trình và ứng dụng phóng điện plasma không nhiệt, dự báo phụ tải, độ tin cậy hệ thống điện và năng lượng tái tạo.

SESSION 10

Phòng: Jasmine 1 Chủ tọa: Nguyễn Phúc Khải, Lê Minh Thùy

HỆ THỐNG GIÁM SÁT CHO NGUỒN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

Trần Đình Chiến⁽¹⁾, Đậu Danh Quyết⁽¹⁾, Vũ Hoàng Phương, Hoàng Đức Chính

(1) Sinh viên bộ môn Tự động hóa Công nghiệp, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội
chien.td160432@sis.hust.edu.vn, quyet.dd163444@sis.hust.edu.vn

TÓM TẮT

Hệ thống điện mặt trời kiểu lai tích hợp các nguồn năng lượng tái tạo và các bộ lưu điện là hệ thống năng lượng có độ tin cậy cao. Hệ thống có khả năng làm việc ở chế độ độc lập hoặc chế độ nối lưới trong đó điện được cung cấp cho lưới điện theo yêu cầu của các công ty quản lý và khai thác lưới. Việc tích hợp các thiết bị lưu trữ năng lượng như pin

hoặc ắc quy vào hệ thống khai thác năng lượng mặt trời không chỉ làm tăng độ tin cậy của hệ thống mà còn giúp cho việc điều tiết năng lượng đạt hiệu suất cao. Bài báo này trình bày đề xuất một hệ thống giám sát từ xa cho hệ thống năng lượng mặt trời nối lưới để giúp cho việc theo dõi và quản lý năng lượng hiệu quả hơn.

Từ khóa: hệ thống Solar PV, hệ thống giám sát năng lượng, nguồn năng lượng phân tán...

1. GIỚI THIỆU

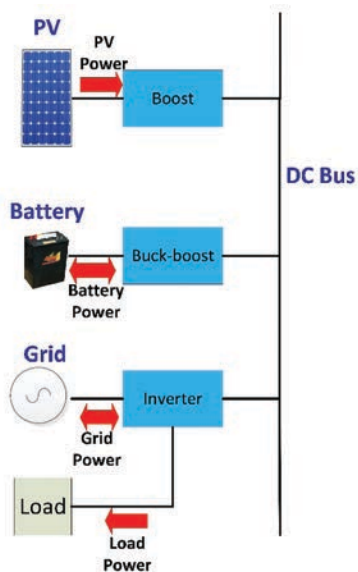
Ngày nay, nhu cầu năng lượng không ngừng gia tăng, trong khi năng lượng hóa thạch hoặc năng lượng hạt nhân có xu hướng suy giảm do lo ngại về vấn đề ô nhiễm môi trường và sự giới hạn về tài nguyên. Các giải pháp năng lượng thân thiện với môi trường đang dần được quan tâm nhiều hơn và đưa vào ứng dụng rộng rãi, đặc biệt là năng lượng mặt trời. Tuy nhiên, do đặc tính tự nhiên của năng lượng mặt trời và điều kiện môi trường xung quanh trong quá trình hoạt động khiến công suất khai

thác dễ thay đổi. Do đó việc giám sát các biến trạng thái của hệ thống là hết sức cần thiết để có những điều chỉnh kịp thời nhằm nâng cao hiệu quả khai thác năng lượng ^[2].

2. CẤU TRÚC HỆ THỐNG NĂNG LƯỢNG

Như đã trình bày ở trên hệ thống được đề xuất có sự tích hợp nhiều nguồn điện khác nhau bao gồm PV, pin và lưới, được nối với tải qua một bộ biến tần như mô tả trong **hình 1**. Trong đó các biến trạng thái mà ta

cần theo dõi bao gồm: công suất của từng thành phần trong hệ thống (đại diện cho cường độ hoạt động của từng thành phần năng lượng) và điện áp/dòng điện tương ứng với các thành phần đó (đại diện cho sự ổn định của các nguồn năng lượng).



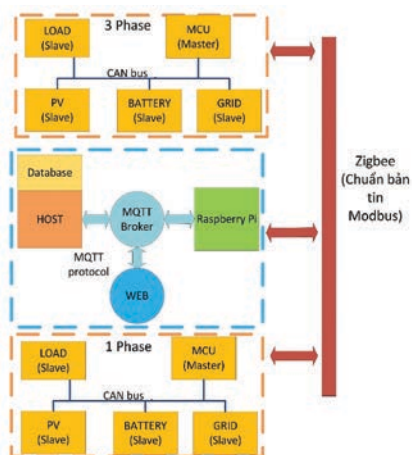
Hình 1. Cấu trúc hệ thống năng lượng.

3. HỆ THỐNG GIÁM SÁT

3.1 Cấu trúc

Để giám sát các thông số đã được đề cập ở phần trên ta sẽ cần cài đặt các giao thức truyền thông cho hệ thống. Hệ thống được đề xuất ở đây bao gồm hai phần chính: bộ biến đổi công suất ở cấp trường và hệ thống máy tính và mạng giám sát cấp cao. Các giao thức truyền thông được sử dụng tương ứng trong hai thành phần này là

giao thức Controller Area Network (CAN) dùng để trao đổi dữ liệu giữa các vi điều khiển của các bộ biến đổi công suất và các giao thức để trao đổi giữa các thiết bị trong mạng internet nhằm mục đích theo dõi hệ thống từ xa như HTTP và MQTT. Ngoài ra, giao thức truyền thông Zigbee cũng được sử dụng để truyền dữ liệu giữa hệ thống công suất tại hiện trường và thiết bị thu thập dữ liệu ở phòng điều khiển. Cấu trúc hệ thống được mô tả như trong hình 2.



Hình 2. Cấu trúc hệ thống giám sát.

3.2 Controller Area Network (CAN) và Zigbee

Mạng CAN đóng vai trò giao thức trao đổi thông tin giữa các vi điều khiển. Trong một mạng CAN luôn chứa hai loại thiết bị Master và Slave. Trong hệ thống thí nghiệm, Master được chọn là vi điều khiển STM32F407, còn với Slave ở đây được chọn là DSP F28379D LaunchPad.

Dựa trên ý tưởng ở ^[2], hệ thống sử dụng mạng Zigbee hai module Master STM32F4 tương ứng với hệ thống 1 pha và 3 pha sẽ gửi các đại lượng yêu cầu lên Gateway Raspberry Pi để gửi dữ liệu lên Internet.

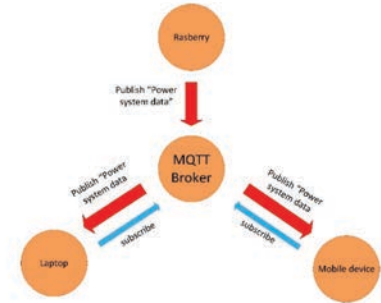
3.3 Các giao thức mạng Internet được sử dụng

Trong hệ thống giám sát như ở trên **hình 2**, Raspberry Pi không gửi trực tiếp dữ liệu đến Web hiển thị từ xa mà sẽ thông qua giao thức MQTT gián tiếp gửi qua một phần mềm máy chủ trung gian gọi là Broker. Việc gửi/nhận trong giao thức này được thực hiện thông qua cơ chế Subscribe/Publish. Mỗi khi có một thiết bị trong mạng Internet gửi (publish) một bản tin nào đó được xác định bằng một topic cụ thể thì thiết bị khác có thể nhận được dữ liệu này bằng cách đăng ký nhận (subscribe) vào topic đó. Việc phân luồng gửi nhận các bản tin này được đảm nhiệm bởi Broker như mô tả trong **hình 3**

Nghiên cứu này sử dụng một broker mã nguồn mở là mosquitto ^[3].

Thiết bị máy chủ (host) ở **hình 2** là một máy tính với một phần mềm được phát triển bằng ngôn ngữ Python đảm nhiệm việc thu thập và lưu trữ dữ liệu của hệ thống. Máy tính này thực hiện giao thức MQTT dựa vào module paho-mqtt cho ngôn ngữ Python. Đồng thời, do yêu cầu nối mạng nội bộ, Web server cũng được cài đặt để

thực thi giao diện giám sát trên nền Web đã được xây dựng.



Hình 3. Phân luồng dữ liệu trong giao thức MQTT

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày đề xuất hệ thống giám sát năng lượng mặt trời. Cơ sở hạ tầng của hệ thống đã được xây dựng và phần mềm giao diện đã được phát triển với các tính năng cơ bản có thể theo dõi các thông số chính của các bộ nguồn. Hệ thống vẫn đang trong quá trình hoàn thiện để có thể thu thập dữ liệu đầy đủ hơn. Từ đó sẽ giúp cho định hướng nghiên cứu tiếp theo của nhóm là phân tích và đưa ra các khuyến nghị cho việc vận hành an toàn cũng như đưa ra các dự đoán về khả năng khai thác năng lượng và nhu cầu tiêu thụ của tải để tối ưu hóa hoạt động.



THÔNG SỐ PH 1			THÔNG SỐ PH 2		
Loại	Giá trị	Đơn vị	Loại	Giá trị	Đơn vị
Công suất	500W		Công suất	811W	
THÔNG SỐ BATTERY			THÔNG SỐ INVERTER 1 phase		
Loại	Giá trị	Đơn vị	Loại	Giá trị	Đơn vị
Phạm vi	100		Công suất	1770W	
Công suất	100W		Loại	Giá trị	Đơn vị
THÔNG SỐ TẮT 1 phase			THÔNG SỐ TẮT 1 phase		
Loại	Giá trị	Đơn vị	Loại	Giá trị	Đơn vị
Công suất	100W		Công suất	100W	

Hình 4. Kết quả trên web hiển thị

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] M. H. de Freitas Takami, S. A. Oliveira da Silva and L. P. Sampaio, "Dynamic performance comparison involving grid-connected PV systems operating with active power-line conditioning and subjected to sudden solar irradiation changes," in IET Renewable Power Generation, vol. 13, no. 4, pp. 587-597, 18 3 2019, doi: 10.1049/iet-rpg.2018.5810
- [2] Yongfu Li, Peijie Lin, Haifang Zhou, Zhicong Chen, Lijun Wu, Shuying Cheng, Fengping Su, "On-line Monitoring System Based on Open Source Platform for Photovoltaic Array", Energy Procedia, Vol. 145, 2018.
- [3] Eclipse Mosquito [Online]. Available: <https://mosquito.org/>. [Accessed: 02-Dec-2020]

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Trần Đình Chiến đang học tập và nghiên cứu tại bộ môn Tự động hóa Công nghiệp, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Lĩnh vực nghiên cứu: Hệ thống giám sát trong công nghiệp, năng lượng thông minh.

Đậu Danh Quyết đang học tập và nghiên cứu tại bộ môn Tự động hóa Công nghiệp, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Lĩnh vực nghiên cứu: Hệ thống giám sát trong công nghiệp, năng lượng thông minh.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. Vũ Hoàng Phương tốt nghiệp Đại học và nhận bằng Thạc sĩ khoa học, Tiến sĩ chuyên ngành Điều khiển và Tự động hóa tại Trường ĐHBKHN vào các năm 2006, 2008, 2014. Từ năm 2006, anh là giảng viên Trường ĐHBKHN. Lĩnh vực nghiên cứu gồm mô hình hóa và điều khiển các bộ chuyển đổi điện tử công suất cho các ứng dụng như PV, truyền động điện.

TS. Hoàng Đức Chính là giảng viên tại Bộ môn Tự động hóa Công nghiệp, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội từ năm 2019. Anh tốt nghiệp Đại học chuyên ngành Điều khiển tự động tại trường ĐHBKHN năm 2017 và nhận bằng Tiến sĩ tại Đại học Quốc gia Singapore năm 2013. Anh làm việc tại Đại học Quốc gia Singapore với vai trò là kĩ sư nghiên cứu năm 2012 và nghiên cứu sau tiến sĩ từ cuối năm 2013. Lĩnh vực nghiên cứu gồm lưới điện thông minh, tòa nhà thông minh, mạng cảm biến và chấp hành không dây, quản lý và phân tích dữ liệu, các phương pháp tối ưu và ứng dụng.



SIMULATION AND ASSESSMENT OF FALSE DATA INJECTION ATTACK IN PHYSICAL LAYER OF SMART GRID

***Vo Ba Linh⁽¹⁾, Dr. Nguyen Duc Tuyen**

(1) Student at School of Engineering, Hanoi University of Science and Technology, Vietnam

*Corresponding author: linh.vb181898@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

With the integration of smart grid technology to the existing power grid, namely the inclusion of cyber infrastructure and the improvements of Supervisory Control and Data Acquisition systems (SCADA), the modern power grid could be considered as a cyber physical system. There had been cyberattacks on cyber physical system, including smart grid, which caused disruption to normal operation and cause extensive damage to equipment. With regards to the physical

layer of smart grid, many studies have focused on detecting, mitigating the effect of such attack on smart grid and improving the resiliency of the grid. However, the implementations of the attack on the test system are usually not stated in detail. In this paper, we present method to conduct simulated false data injection (FDI) attack on the IEEE 14-bus test system using pandapower tool. The impact of FDI attack is then considered in terms of grid stability.

Keywords: *Smart Grid, Cyber-Security, Malicious Attack, Power Grid Simulation*

1. INTRODUCTION

The progress of information and communication technology (ICT) in recent years has enable the integration of such technology in physical infrastructures, one of which is the inception of smart grid concept, which ultimately serves to improve the infrastructure's performance^[1]. Due to the interconnection with the cyber layer in the forms of communication and control, physical grids are also exposed to cyberattacks, if successfully disrupted

the grid's operation, could inflict serious consequences on the national scale. A famous example was the attack on Ukraine power grid in 2015, when hackers paralysed the SCADA system and forced grid operators to switch to manual control^[2].

After bypassing cybersecurity measures and having infiltrated the system, the attackers could destabilise a vulnerable grid by tampering with the grid's



measurements. This is FDI attack on measurements. Therefore, research on cyber physical system also focus on detecting, mitigating bad data sent by adversaries and enhance the robustness of the grid so that it could reduce the adverse effect from the attack.

To experiment with cyber physical security strategy, the method of simulating attack and control strategies on IEEE test bus using software, or testbeds for hardware-in-the-loop (HIL) simulation, is often chosen.

Software such as MATLAB (MATPOWER^[3], PSCAD^[4], and recently, pandapower have been used to demonstrate results of those strategies. Pandapower has some advantage over other software, namely its open-source nature and the ease of parametrise electric models^[5].

This paper intends to go through the process of setting up the test system in pandapower for measurement FDI attack and assess the impact of FDI on an unprotected system.

2. METHODOLOGY

2.1 Proposed Model

2.1.1 IEEE 14-bus system

Fig 1 displays the IEEE 14-bus system used in our simulation. The measurements are taken from every bus and line. The measured values are voltage, active power and reactive power for bus; current, active and reactive power for line.

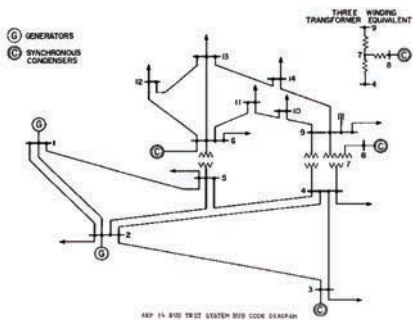


Fig 1. Single-line diagram of the IEEE 14-bus system

2.1.2 Power system state estimation (PSSE)

PSSE is performed on the data collected by the SCADA system to estimate the electrical state of the power grid, which is used to determine the behaviour of the grid, including detecting and isolating faults. Bad data detection method is employed to omit egregious measurements from malfunctioning equipment. However, attack could bypass detection with

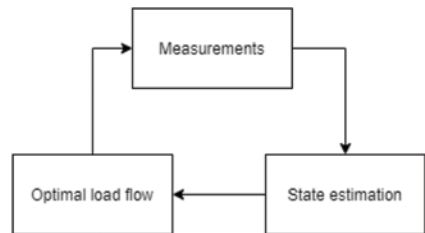


Fig 2. The operation loop of the simulation. FDI attack is carried out on measurement step



2.1.3 Optimal power flow analysis

Power flow calculation is done by the software. The result values of the calculation are used for generating attacked data.

2.2 Technique

2.2.1 Data acquisition

By method presented in [6], the active and reactive power of loads in the test system are scaled by random variables with Gaussian distribution, where $\mu=1$, $\sigma=0.2$, respectively.

$$\begin{aligned} P_k &= P_k^0 |y_P| \\ Q_k &= Q_k^0 |y_Q| \end{aligned} \quad (1)$$

The generated data is used by power flow calculation to determine the bus voltage magnitude and phase angle.

2.2.2 Simulation

The study uses the IEEE 14-bus test system for grid state calculation, using the generated artificial data set mentioned in the previous section. Bus 1 is set as slack bus. For demonstration purpose, the result voltage magnitude data of bus 13 is chosen for FDI attack. We recreate two types of FDI attacks on the voltage magnitude data, which are sporadic sensor measurement injection and playback measurement injection.

3. ANALYSIS

3.1 Governing Equations

PSSE estimated parameters are represented as

$$\hat{x} = Hx + e + c \quad (2)$$

With $\hat{x}$ be the measurement vector, H be the continuous differential matrix, x be the state variable vector, e be noise vector with Gaussian distribution and c be the attack vector, which is a zero vector when there is no FDI attack [3].

3.2 Results and discussion

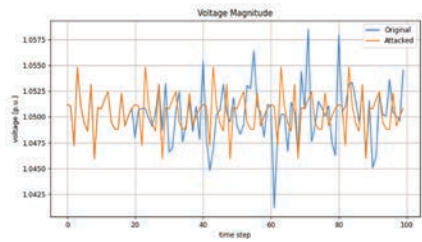


Fig 3. Compromised measurement of bus 13 under replay measurement injection

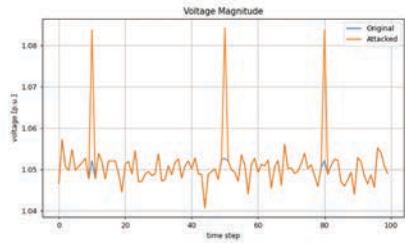


Fig 4. Compromised measurement under sporadic sensor measurement injection

False measurements when pass through control system of the grid generates false actuations. For instance, on-load tap changer and droop controller use voltage measurement for input. Replay



measurement injection repeatedly sends an identical signal to deceive the operator on the true state of the system. Sporadic sensor measurement injection meanwhile attempts to disrupt operation with abnormal value without raising warning from bad data detection [7]. Further development for this paper includes implementation of control mechanism to investigate grid response and co-simulation of the physical layer and communication layer to better imitate the real operation of smart grid.

4. CONCLUSION

We setup a test system for implementing cyber physical security measures against measurement FDI attacks. The effect of the attack on vulnerable power system is discussed.

REFERENCES

- [1] M. Xue, S. Roy, Y. Wan, and S. K. Das, Security and vulnerability of cyber-physical infrastructure networks: A control-theoretic approach. 2012.
- [2] D. U. Case, "Analysis of the Cyber Attack on the Ukrainian Power Grid," E-ISAC, 2016.
- [3] C. Ruben et al., "Hybrid data-driven physics model-based framework for enhanced cyber-physical smart grid security," IET Smart Grid, vol. 3, pp. 445–453, 2019, doi: 10.1049/iet-stg.2019.0272.
- [4] A. Rasoolzadeh and F. R. Salmasi, "Mitigating zero dynamic attack in communication link-enabled droop-controlled hybrid AC/DC microgrids," IET Cyber-Physical Syst. Theory Appl., vol. 5, no. 2, pp. 1–11, 2020, doi: 10.1049/iet-cps.2019.0043.
- [5] L. Thurner et al., "Pandapower - An Open-Source Python Tool for Convenient Modeling, Analysis, and Optimization of Electric Power Systems," IEEE Trans. Power Syst., vol. 33, no. 6, pp. 6510–6521, 2018, doi: 10.1109/TPWRS.2018.2829021.
- [6] E. Drayer and T. Routtenberg, "Intrusion detection in smart grid measurement infrastructures based on principal component analysis," 2019 IEEE Milan PowerTech, PowerTech 2019, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/PTC.2019.8810858.
- [7] S. Potluri, C. Diedrich, S. R. Roy Nanduru, and K. Vasamshetty, "Development of injection attacks toolbox in MATLAB/Simulink for attacks simulation in industrial control system applications," IEEE Int. Conf. Ind. Informatics, vol. 2019-July, pp. 1192–1198, 2019, doi: 10.1109/INDIN41052.2019.8972171.

AUTHOR

Vo Ba Linh is currently 3rd year student major in Automation, Control and Power System. His focus is on the operation of smart grid.

SUPERVISOR

Dr. Nguyen Duc Tuyen received the Ph.D in Electrical Engineering at Shibaura Institute of Technology, Tokyo, Japan in 2012. He is currently a lecturer of the Department of Power System, Electrical Engineering School, Hanoi University of Science and Technology. His research area are Renewable Energy Systems (PV, Wind, FC, BESS); Smart Grid, Micro-Grid; Hydrogen Society, Hydrogen Supply and others.



MODULAR CASCADED H-BRIDGE MULTILEVEL CONVERTER FOR HIGH-POWER PV SYSTEM

***Tran Minh Hoan ⁽¹⁾, *Pham Quang Vinh ⁽¹⁾, Dr. Nguyen Duc Tuyen**

(1) Electrical Department, Hanoi University of Science and Technology, Vietnam

*Corresponding author: hoan.tm173891@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

The Modular Multilevel Converter (MMC) is worldwide recognized as one of the most innovative converter topologies regarding renewable energy applications. The most significant features of using this configuration are less component count, less switching losses, and improved output voltage/current waveform. Due to these

aforementioned benefits, the evolution of multilevel inverter topology has shown tremendous developments over the last decade. In this study, cascaded H-bridge MMC topology with phase-shifted carrier (PSC) modulation and its application for high-power PV systems are proposed.

Keywords: *Modular Multilevel Converter, High-Power PV System.*

1. INTRODUCTION

Recent years have witnessed considerable demand for high power and high voltage converters, which can generate a high-quality waveform while using low-voltage equipment and low switching frequency. This has led to the evolution of the multi-level inverter. Initially, the majority of power converters used were two-level converter. These days, this conventional scheme is still favored for low-voltage implementations. However,

it is less effective for systems operating at voltages beyond kilovolts since there are no available power semiconductors that able to block voltages above this level. An alternative solution is to directly connect semiconductor elements in series to create valves that can withstand higher voltages. This method has been developed, but the complexity to ensure the operation and fault tolerance of such a valve does not make it a worthwhile option. Instead,



for high power and voltage applications, utilizing multilevel inverters has the following advantages [2]:

- The switching frequency is significantly reduced, so the switching loss is marginalized.
- Harmonic components in the inverter output voltage are minimized.
- The switching stress and electromagnetic interference (EMI) are low.
- It can be stacked up to almost an unlimited number of levels due to its modular structure.

2. METHODOLOGY

2.1 Proposed Model

Cascade H-bridge multilevel inverter for a three-phase PV system is shown in **Fig 1**. Each phase consists of n submodules, each submodule consists of four semiconductors in the full-bridge arrangement in parallel with an isolated DC source. This DC source can be fed by a string PV panel with an independent MPPT and a DC-DC converter. This can optimize the power yielded from the PV panel [1]. Given that the operating irradiance is steady, the DC voltage of every module is equal and constant. Each submodule can create three different voltage levels ($-V_{DC}$, 0 , V_{DC}), as shown in **Table 1**. The voltage output of an inverter

arm is the sum of all submodule output voltage. Therefore, with n submodules, the output voltage created has $(2n+1)$ levels, which are $\{-n, \dots, -1, 0, 1, \dots, n\} * V_{DC}$.

Table 1. Switching state and Voltage output of a submodule

Switch	Switching state				V_o
	S1	S2	S3	S4	
1	1	0	1	0	0
2	1	0	0	1	V_{DC}
3	0	1	1	0	$-V_{DC}$
4	0	1	0	1	0

2.2 Phase-shifted carriers (PSC) modulation

In the PSC strategy, the method is based on splitting the multilevel waveform into a sum of two-level PWM waveforms, each with its own carrier, while using a single reference voltage. Carriers are shifted triangle waves with the frequency is the switching frequency. For n levels inverter, there are $(n-1)$ carriers with the shifted angle is calculated as follow:

$$\theta = \frac{2\pi}{n-1} \quad (1)$$

And the modulation index:

$$m_a = \frac{A_{ref}}{A_{car}} \quad (2)$$

with the A_{ref} is the amplitude of the reference waveform and A_{car} is the amplitude of the carrier waveform.

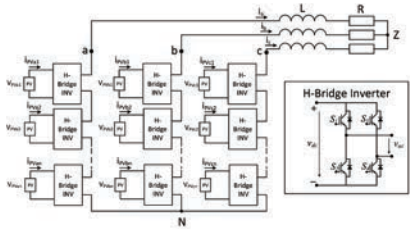


Fig 1. Topology of the modular multilevel inverter for the PV system.

3. ANALYSIS

3.1. Harmonic equation.

After the Fourier analysis, the coefficient of the first group of harmonics that will appear in the multilevel inverter can be calculated as:

$$f = N.f_s \quad (3)$$

Where N is the number of carriers and f_s is the switching frequency. It can be concluded that by increasing the number of voltage levels, the switching frequency can be reduced to minimize the switching loss but still achieve a high-quality output voltage waveform.

3.3 Results and Discussion

The performance of the proposed scheme is modeled with MATLAB/Simulink. The output of two three-phase MMCs with different numbers of submodules is shown in **Fig 2**.

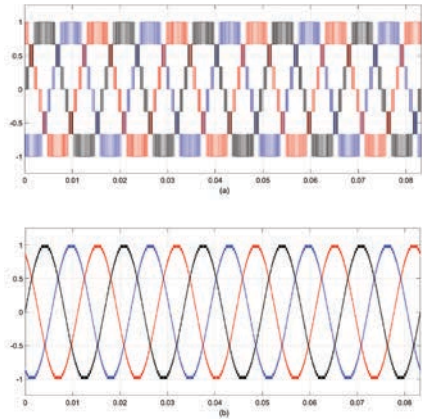


Fig 2. (a) Output of 6 submodules per phase MMC, (b) Output of 48 submodules per phase MMC.

4. CONCLUSIONS

In conclusion, in this study, the topology of the Cascaded H-Bridge Modular Multilevel Converter is proposed. The performance of this proposed scheme is investigated with the MATLAB environment.

REFERENCES

- [1] Xiao, M, Hang, L, Mei, J, Riley, C, Tolbert, L, and Ozpineci, B n.d., Modular Cascaded H-Bridge Multilevel PV Inverter with Distributed MPPT for Grid-Connected Applications, IEEE Xplore, viewed 15 November 2020.
- [2] Halim, W 2016, Review of multilevel inverter topologies and its applications, Research gate, viewed 15 November 2020.



AUTHORS

Tran Minh Hoan is a 4th-year student (K62), major in Electric Power System, School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology. Main research direction: Power electronic converter in Power System.

Pham Quang Vinh is a 4th-year student (K62), major in Electric Power System, School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology. Main research direction: Embedded hardware and software, Microcontroller.

SUPERVISOR

Nguyen Duc Tuyen received the B.E. (2006) from Hanoi University of Science and Technology, M.E. (2009), and Ph.D. (2012) from Shibaura Institute of Technology. He is a lecturer, Hanoi University of Science and Technology. His current research topics on renewable energy

NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỆN ÁP CỦA HỆ THỐNG PV NỐI LƯỚI TRÊN LƯỚI HẠ ÁP BẰNG CÁCH SỬ DỤNG BỘ LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG LAI GHEP

Dương Minh Khánh⁽¹⁾, TS. Nguyễn Thị Anh

(1) Sinh viên Viện Điện - Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Tác giả liên hệ: khanh.dm173978@sis.hust.edu.vn

TÓM TẮT

Các hệ thống điện mặt trời công suất nhỏ kết nối với lưới hạ áp là một hướng phát triển quan trọng của năng lượng tái tạo. Việc phân tích và tìm hiểu vấn đề xảy ra của các hệ thống này là cần thiết nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động. Bộ lưu trữ năng lượng lai ghép (HESS) là một giải pháp hữu

ích nhằm nâng cao chất lượng điện áp của hệ thống điện mặt trời nối lưới. Bài báo này sẽ trình bày các vấn đề về điện áp trong lưới hạ áp khi có sự xâm nhập sâu của PV và giải pháp khắc phục bằng cách sử dụng HESS. Ngoài ra, mô hình tính toán và hướng nghiên cứu tiếp theo cũng được đề xuất.

Từ khóa: Tích hợp PV, HESS, Lưới hạ áp.

1. GIỚI THIỆU

Các hệ thống điện mặt trời áp mái đang ngày một phổ biến do chi phí lắp đặt ngày càng giảm và những ưu điểm của nó với môi trường. Tuy nhiên, sự xâm nhập sâu của PV cũng dẫn đến những vấn đề về kỹ thuật như hiện tượng quá điện áp và dao động điện áp^{[1], [2]}. Bài báo này đề xuất giải pháp sử dụng HESS như một công cụ để quản lý dòng công suất tác dụng của lưới, từ đó có thể kiểm soát được điện áp. Bên cạnh đó, mô hình tính toán cũng được đề xuất nhằm xác định dung lượng hợp lý của HESS với mục tiêu là tối thiểu hóa chi phí vận hành.

2. VẤN ĐỀ ĐIỆN ÁP CỦA LƯỚI HẠ ÁP KHI CÓ SỰ XÂM NHẬP SÂU CỦA PV

2.1. Vấn đề quá điện áp

Khi công suất PV tăng cao có thể sinh ra công suất dư thừa và truyền ngược về nguồn. Tổn thất điện áp ΔU lúc này sẽ có giá trị âm (với chiều dương là chiều của dòng công suất từ nguồn tới phụ tải). Lúc này, điện áp của phụ tải sẽ tăng cao và có thể vượt ngưỡng cho phép.

2.2. Vấn đề dao động điện áp ngắn hạn

Khi có sự thay đổi thời tiết, ví dụ như một đám mây che khuất pin mặt trời, công

suất của PV bị thay đổi dẫn đến điện áp phụ tải sẽ bị dao động theo. Quá trình này xảy ra trong thời gian ngắn, vài s đến vài chục s.

3. SỬ DỤNG BỘ LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG LAI GHEP

Bộ lưu trữ năng lượng lai ghép bao gồm pin lưu trữ điện (Battery, BAT) và siêu tụ điện (Supercapacitor, SC). BAT sẽ giúp lưu trữ công suất dư thừa của PV, tránh quá điện áp. Lượng năng lượng này sẽ được sử dụng khi cần. BAT có dung lượng lớn nhưng công suất đầu ra thấp. Trong khi đó, SC có thể cung cấp một công suất lớn (~10kW/1kg thiết bị) trong khoảng thời gian ngắn (0,3s-30s) [2], sẽ giúp giữ điện áp ổn định, đặc biệt trong quá trình dao động điện áp ngắn hạn. Hai thiết bị này khi kết hợp sẽ giúp nâng cao chất lượng điện áp trong dài hạn và ngắn hạn.

4. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN

4.1. Bộ lưu trữ

SOE (State of energy) là mức năng lượng hiện có của thiết bị lưu trữ. Ta có:

$$SOE_{BAT}^t = SOE_{BAT}^{t-1} \pm \frac{P_{BAT} \cdot \Delta t \cdot \eta_{BAT} \cdot \eta_{DC-DC} \cdot \eta_{DC-AC}}{E_{BAT}} \cdot 100\% (1)$$

$$SOE_{SC}^t = SOE_{SC}^{t-1} \pm \frac{P_{SC} \cdot \Delta t \cdot \eta_{SC} \cdot \eta_{DC-DC} \cdot \eta_{DC-AC}}{E_{SC}} \cdot 100\% (2)$$

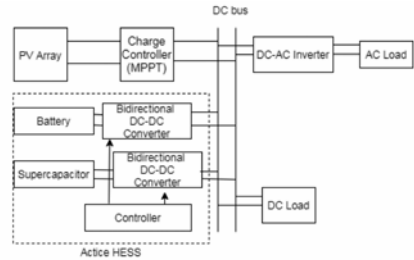
Dấu “+” khi sạc và dấu “-” khi xả điện

Suy giảm dung lượng của BAT trong quá trình vận hành [1]:

$$\Delta E_{BAT}^t = Z \cdot E_{BAT} \cdot \frac{P_d^t \cdot \Delta t}{E_{BAT}^{t-1}} \quad (3)$$

$$E_{BAT}^t = E_{BAT}^{t-1} - \Delta E_{BAT}^t \quad (4)$$

4.2. Mô hình điều khiển



Hình 1. Sơ đồ kết nối của HESS

Chiến lược vận hành HESS: Khi có yêu cầu xả điện, nếu $SOE_{SC} > SOE_{SC,MIN}$, SC sẽ xả điện. Khi có yêu cầu nạp điện, nếu $SOE_{SC} < SOE_{SC,MAX}$, SC sẽ nạp điện. Trong các trường hợp còn lại, BAT sẽ hoạt động. Do đó, SC luôn hoạt động trước nhằm làm giảm tối đa số lần hoạt động của BAT.

Với các dữ liệu đầu vào là thông số tải và công suất PV, việc lập kế hoạch vận hành tối ưu cho BAT được tiến hành thông qua việc giải bài toán tối ưu với ràng buộc là giữ điện áp phụ tải nằm trong giới hạn cho phép. Khi xảy ra dao động điện áp, bộ điều khiển phát tín hiệu nạp xả và SC sẽ hoạt động nhằm giữ điện áp ổn định.



4.3. Hàm mục tiêu

$$F = \sum_{t=1}^{t=24} (\lambda \Delta E_{BAT}^t + \beta \cdot (E_{BAT}^0 + E_{SC})) \quad (5)$$

$\lambda \Delta E_{BAT}^t$ là chi phí tổn thất do suy hao dung lượng BAT. $\beta \cdot (E_{BAT}^0 + E_{SC})$ là chi phí bảo trì thiết bị với E_{BAT}^0 là dung lượng ban đầu của BAT, E_{SC} là dung lượng của SC.

5. ĐỀ XUẤT

Để nâng cao chất lượng điện áp, cần tìm dung lượng và kế hoạch vận hành tối ưu cho HESS. Quá trình này sẽ được thực hiện với mục tiêu là tối thiểu hóa hàm mục tiêu F.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyen, AnhThi; Chaitusaney, Surachai; Yokoyama, Akihiko (2019). Optimal strategies of siting, sizing, and scheduling of BESS: Voltage management solution for future LV network. IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Volume 14, Issue 5 Pages 694-704.
- [2] Şahin, Mustafa Ergin; Blaabjerg, Frede (2020). A Hybrid PV-Battery/Supercapacitor System and a Basic Active Power Control Proposal in MATLAB/Simulink. Electronics 2020, 9(1), 129. <http://doi.org/10.3390/electronics9010129>
- [3] Ru, Y., Kleissl, J., Martinez, S., 2013. Storage size determination for grid connected photovoltaic systems. IEEE Transactions on Sustainable Energy, 4: 68-81. doi: 10.1109/TSTE.2012.2199339

KÍ HIỆU

E_{BAT}^t : dung lượng của BAT tại thời điểm t (kWh)

E_{SC} : dung lượng của SC (kWh)

$\eta_{BAT}, \eta_{SC}, \eta_{DC-AC}, \eta_{DC-DC}$: hiệu suất của BAT, SC và bộ biến đổi

P_{BAT}, P_{SC} : công suất hoạt động của BAT và SC (kW)

P_d^t : công suất xả của BAT (kW)

Z : hệ số suy hao của BAT

ΔE_{BAT}^t : độ suy hao dung lượng của BAT tại bước thứ t (kWh)

β : chi phí bảo trì thiết bị (\$/kWh.day)

λ : chi phí cho mỗi đơn vị suy hao của BAT (\$/kWh)

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Dương Minh Khánh sinh năm 1998 tại Hà Nội, sinh viên Trường Đại học Bách khoa Hà Nội chuyên ngành Hệ thống điện. Hướng nghiên cứu chính: Tích hợp PV, BESS.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

Nguyễn Thị Anh sinh ra ở Hà Nội, Việt Nam. Cô nhận bằng Kỹ sư Hệ thống điện năm 2006, thạc sĩ ngành Kỹ thuật điện năm 2010 tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội và bằng Tiến sĩ kỹ thuật điện tại Đại học Chulalongkorn, Thái Lan. Hiện nay, cô đang là giảng viên tại Bộ môn Hệ thống điện, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu chính: Tích hợp các nguồn năng lượng tái tạo, các vấn đề về bảo vệ và tự động hóa trong hệ thống điện.



KHẮC PHỤC VÀ CHẨN ĐOÁN LỖI CHO BIẾN TẦN ĐA MỨC TRONG HỆ PV CÔNG SUẤT LỚN

Trương Việt Hoàng ⁽¹⁾, Nguyễn Văn Cao ⁽¹⁾, TS. Vũ Hoàng Phương

(1) Sinh viên bộ môn Tự động hóa Công nghiệp, Viện Điện, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Tác giả liên hệ: Hoang.tv161726@sis.hust.edu.vn

TÓM TẮT

Thế kỷ 21, các bộ nghịch lưu đa mức được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống năng lượng tái tạo, đặc biệt là cấu trúc cầu H nối tăng. Để nâng cao độ tin cậy cho biến tần, nhóm đề xuất phương pháp khắc phục và chẩn đoán lỗi hở mạch van bán dẫn. Phương pháp chẩn đoán đảm bảo chính xác vị trí lỗi, nhanh và đơn giản. Việc khắc phục lỗi sử dụng thuật toán điều chế vector không gian tổng quát áp dụng với biến tần có số mức bất kỳ.

Từ khóa: Nghịch lưu đa mức nối tăng cầu H, lỗi hở mạch, chẩn đoán lỗi, khắc phục lỗi, điều chế vector không gian

1. GIỚI THIỆU

Nghịch lưu đa mức nối tăng cầu H được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống năng lượng tái tạo, nhờ ưu điểm giảm điện áp đặt lên các linh kiện bán dẫn, có thể tạo ra điện áp gần như sin từ các nguồn DC cách ly lấy từ các tấm PV. Với việc tăng số mức, khả năng xảy ra lỗi trên một hoặc nhiều van bán dẫn hoàn toàn có thể xảy ra. Hai lỗi thường gặp là hở mạch và ngắn mạch van bán dẫn. Hở mạch van là van không

dẫn dòng khi được cấp tín hiệu điều khiển. Trong bài báo này sẽ tập trung giải quyết các vấn đề do sự cố hở mạch gây ra cho biến tần. Bên cạnh đó, CMV gây ra những ảnh hưởng tiêu cực trong hệ thống. Để giải quyết các vấn đề trên, bài báo đề xuất thuật toán khắc phục và chẩn đoán lỗi cho biến tần đa mức trong hệ PV công suất lớn, làm suy giảm CMV, nâng cao độ tin cậy và chất lượng hệ thống.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU.

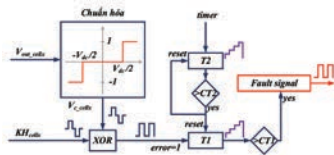
2.1. Chẩn đoán lỗi hở mạch van.

Thuật toán chẩn đoán sự cố hở mạch như Hình 1, dựa trên sai lệch giữa điện áp đầu vào $V_{out\ cellx}$ và tín hiệu điều khiển tương

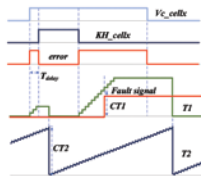
ứng KH_{cellx} của cầu H. Khi hoạt động thực tế, điện áp đầu vào của cầu H thành phần bị dao động, do đó $V_{out\ cellx}$ được chuẩn hóa với $V_{dc}/2$ trở thành tín hiệu logic Vc_{cellx} rồi so sánh với KH_{cellx} . Bộ đếm T1 hoạt động khi 2



tín hiệu khác nhau. Nếu T1 đếm vượt quá ngưỡng CT1, Fault signal được đặt bằng 1, cầu H đó được coi bị lỗi. Trong thực tế, luôn tồn tại khoảng thời gian sai lệch nhất định giữa $V_{c_{cell}}$ và KH_{cell} ngay cả khi không có lỗi do deadtime, trễ mạch đo,... gọi là T_{delay} . Vì vậy cần chọn $CT1 \geq T_{delay}$ nhằm tránh báo lỗi giả. Bộ đếm T2 được dùng để reset chương trình chẩn đoán lỗi. Khi lập trình, cần đảm bảo $CT2 > CT1$. Trong bài báo, CT1 và CT2 được chọn là 1ms và 2ms. **Hình 2** là nguyên lý hoạt động của thuật toán.



Hình 1. Thuật toán chẩn đoán lỗi.



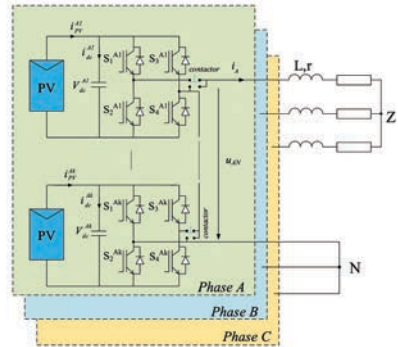
Hình 2. Sơ đồ thời gian tín hiệu.

2.2. Khắc phục lỗi.

2.2.1. Cấu hình biến tần trong trường hợp lỗi.

Nhằm loại bỏ cầu H bị lỗi ra khỏi hệ thống, ta sử dụng contactor ở từng cầu như Hình 3. Khi không có lỗi thì cầu H được kết nối với hệ thống. Nếu sự cố xảy ra, mạch xảy ra,

contactor được tác động, ngắt mạch đầu ra ở cầu lỗi, cầu H được loại bỏ khỏi biến tần, đồng thời không được cấp xung điều khiển.

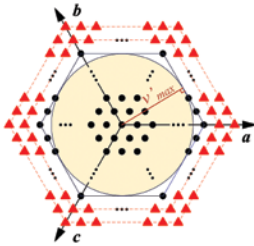


Hình 3. Cấu hình nghịch lưu đa mức khi xét đến tình huống lỗi ở mạch van bán dẫn.

2.2.2 Thuật toán điều chế vector không gian trong trường hợp lỗi ở mạch van bán dẫn.

Dựa vào thuật toán điều chế vector không gian tổng quát cho biến tần đa mức ^[1], tận dụng khả năng tạo ra cùng một vector điện áp từ nhiều mức trạng thái khác nhau của thuật toán điều chế vector không gian, ta loại bỏ các mức trạng thái không sử dụng được do lỗi. Từ đó, khôi phục sự cân bằng điện áp ba pha, tiếp tục vận hành hệ thống khi có sự cố ở mạch van. Đồng thời các trạng thái được lựa chọn thỏa mãn cho CMV nhỏ nhất.

- Giới hạn điện áp đầu ra của biến tần.
-



Hình 4. Không gian vector của biến tần khi có lỗi.

Khi có sự cố hở mạch xảy ra, một số vector chuẩn bị mất hết các mức trạng thái dùng để điều chế, mô tả bằng ▲ trên **Hình 4**. Để tiếp tục vận hành, cần xác định điện áp đầu ra cực đại $v'_{\max}$ của biến tần, ta có (1):

$$v'_{\max} = \frac{1}{\sqrt{3}} V_{dc} (m - 1 - e_{\max}) \quad (1)$$

Với $e_{\max} = \max(e_A + e_B; e_B + e_C; e_C + e_A)$, m là số mức của biến tần, e_A, e_B, e_C là số cầu H bị lỗi trên từng pha.

c) Tìm mức trạng thái của vector chuẩn khi có sự cố.

Sau khi tìm được điện áp cực đại của biến tần, cần lựa chọn mức trạng thái không bị ảnh hưởng bởi lỗi.

Xét trên sector I, ta có mức trạng thái cần thỏa mãn (2):

$$\max \left\{ \begin{array}{l} -n + e_A \\ -n + k_x + e_B \\ -n + k_x + k_y + e_C \end{array} \right\} \leq k \leq \min \left\{ \begin{array}{l} n - e_A \\ n + k_x - e_B \\ n + k_x + k_y - e_C \end{array} \right\} \quad (2)$$

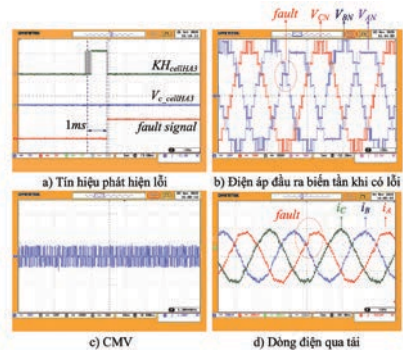
Từ đó, ta tìm được các mức trạng thái như (3):

$$\begin{bmatrix} k_{AS'} \\ k_{BS'} \\ k_{CS'} \end{bmatrix} = X_1 \cdot \begin{bmatrix} k_x \\ k_y \\ k_{CMV} \end{bmatrix} \text{ với } X_1 = \begin{bmatrix} 2/3 & 1/3 & 1 \\ -1/3 & 1/3 & 1 \\ -1/3 & -2/3 & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Mức trạng thái trên sector còn lại được tính toán tương tự như trên sector I.

2.3. Kết quả thực nghiệm.

Tính đúng đắn của các thuật toán được chứng minh bằng kết quả thực nghiệm trên Hình 5:



Hình 5. Kết quả thực nghiệm.



3. KẾT LUẬN

Bài báo đề xuất thuật toán chẩn đoán và khắc phục lỗi cho biến tần đa mức trong hệ PV công suất lớn, đã đạt được các kết quả như sau: Thứ nhất, chẩn đoán lỗi chính xác, nhanh, đơn giản. Thứ hai, đảm bảo tính tổng quát với biến tần có số mức bất kì. Thứ ba, suy giảm điện áp khi có lỗi là nhỏ nhất. Thứ tư, tối ưu điện áp common-mode trên biến tần.

THAM KHẢO

- 1] C. M. Van, T. N. Xuan, P. V. Hoang, M. T. Trong, S. P. Cong, and L. N. Van, "A Generalized space vector modulation for cascaded h-bridge multi-level inverter," Proceedings of 2019 International Conference on System Science and Engineering, ICSSSE 2019, pp. 18–24, 2019, doi: 10.1109/ICSSSE.2019.8823465.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Trương Việt Hoàng, MSSV: 20161726, sinh năm 1998, là sinh viên K61 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu hiện tại là: Biến tần đa mức, truyền động điện, năng lượng tái tạo

Nguyễn Văn Cao, MSSV: 20160385, sinh năm 1997, là sinh viên K61 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu hiện tại là: Biến tần đa mức, truyền động điện, năng lượng tái tạo

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. Vũ Hoàng Phương tốt nghiệp Đại học và nhận bằng Thạc sĩ khoa học, Tiến sĩ chuyên ngành Điều khiển và Tự động hóa tại Trường ĐHBKHN vào các năm 2006, 2008, 2014. Từ năm 2006, anh là giảng viên Trường ĐHBKHN.

Lĩnh vực nghiên cứu gồm mô hình hóa và điều khiển các bộ chuyển đổi điện tử công suất cho các ứng dụng như PV, truyền động điện.



SESSION 11

Phòng: Jasmine 2 | Chủ tọa: Vũ Hoàng Phương, Lê Việt Tiến

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG CÔNG NGHỆ ĐIỆN MẶT TRỜI Ở VIỆT NAM

Nguyễn Trung Nam^{(1),*, Phan Văn Khôi⁽¹⁾}

1. Viện Khoa học và Công nghệ Nhiệt-Lạnh, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

*Email: nam.nt172074@sis.hust.edu.vn

Giáo viên hướng dẫn: Phạm Hoàng Lương

TÓM TẮT

Năng lượng tái tạo đóng vai trò quan trọng trong tiến trình chuyển dịch năng lượng trên thế giới từ những năm đầu của thế kỷ 21. Sự gia tăng nhanh chóng về số lượng và quy mô các dự án điện mặt trời (ĐMT) trong những năm gần đây đã đem lại nhiều kết quả tích cực trong việc bổ sung nguồn năng lượng sạch trong hệ thống điện Việt nam song cũng đặt ra không ít thách thức cho việc phát

triển bền vững loại hình công nghệ năng lượng này trong tương lai gần. Trong nghiên cứu này, trên cơ sở tổng hợp và phân tích các thông tin/số liệu về sản xuất, sử dụng và quản lý các tấm quang điện mặt trời (Solar photovoltaics Panels, thường được gọi là pin mặt trời-PMT) trên thế giới và ở Việt Nam, một số đề xuất kỹ thuật về lắp đặt và quản lý PMT đã được nhận dạng và đề xuất.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

PMT phát triển mạnh từ những năm đầu 2000. Lượng PMT sản xuất năm 2018 trên thế giới khoảng 110-120 MWp và dự kiến đạt 120-140 MWp năm 2019^[1].

Công nghệ PMT được phát triển rất nhanh trong vài năm trở lại đây. Tổng công suất đặt tích lũy của PMT trên thế giới khoảng 520 GWp (năm 2018) và 650 GWp (tính đến cuối năm 2019), đáp ứng khoảng 4% nhu cầu điện năng toàn cầu. Dự kiến, tổng công suất đặt PMT tính đến 2024 và 2050 sẽ tương ứng là 1.400 GWp và 4.500 GWp vào năm 2050^[2].

Ở Việt Nam, tính đến cuối tháng 6.2019, tổng công suất đặt của PMT vào khoảng 6.GWp trong đó loại hình trang trại điện mặt trời chiếm khoảng 5.3 GWp và điện mặt trời áp mái khoảng 0.7 GWp^[3].

Công nghệ sản xuất PMT được phân thành 2 nhóm: i) Pin C-Si dựa trên tinh thể Silicon, và ii) Pin màng mỏng dựa trên hệ vật liệu Cadmium-Tellurium (CdTe). Đây là những loại vật liệu có khả năng gây tác động tới môi trường và sức khỏe con người.



Với thời gian sử dụng của PMT dự kiến khoảng 30 năm (với PMT chất lượng cao) và 15-20 năm (đối với PMT chất lượng thấp hoặc có hỏng hóc trong quá trình khai thác), việc nhận dạng và đề xuất áp dụng các tiêu chí kỹ thuật cho các dự án ĐMT và quản lý chất thải sau khi PMT hết hạn sử dụng ở Việt Nam do vậy cần được đặc biệt quan tâm ^[4,5]

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Thu thập tổng hợp thông tin về hiện trạng công nghệ ĐMT, quy trình chế tạo và xử lý PMT trên thế giới và tại một số quốc gia phát triển trong lĩnh vực ĐMT;
- Thu thập tổng hợp thông tin từ một số dự án điện mặt trời của Việt Nam về xuất xứ/ nguồn gốc và các thông số kỹ thuật của PMT, hiện trạng vận hành và định hướng xử lý PMT sau khi hết hạn sử dụng.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ TRAO ĐỔI

- Khoảng 95% lượng PMT hiện đang được sản xuất sử dụng công nghệ Silicon tinh thể, suất tiêu thụ Silicon trung bình khoảng 3.5g/Wp. Với xu hướng phát triển công nghệ vật liệu đa silicon (polysilicon material), suất tiêu thụ sẽ giảm xuống còn 2.1-2.6g/Wp;

- Lượng chất thải khi PMT hết thời gian sử dụng là rất đáng kể. Cuối năm 2018, lượng chất thải tích lũy toàn cầu từ PMT khoảng 43.500-250.000 tấn, chiếm khoảng 0.1-0.6% khối lượng tích lũy tổng cộng của các tấm PMT đã được lắp đặt (khoảng 4 triệu tấn);
- Với giả thiết tuổi thọ của PMT là 30 năm, khối lượng chất thải sau khi PMT hết hạn sử dụng sẽ vào khoảng 5.5-6 triệu tấn vào năm 2050;
- Chất thải từ PMT vừa tạo ra thách thức mới về vấn đề môi trường, nhưng đồng thời cũng tạo ra những cơ hội chưa từng có cho ngành công nghiệp thu hồi và xử lý chất thải PMT (Solar PV end-of-life industries). Việc phát triển các phân ngành công nghiệp này phụ thuộc chủ yếu vào: i) Công nghệ chế tạo và giá thành của PMT, và ii) Quy mô thu gom chất thải từ PMT để xử lý-tái chế;
- Công nghệ xử lý, tái chế PMT phế thải là công nghệ tổng hợp, kết hợp các công nghệ vật lý, công nghệ nhiệt và công nghệ hóa học. Để tăng hiệu quả xử lý, có thể kết hợp với các công nghệ khác như siêu âm, mài mòn, ngâm chiết;
- Công nghệ xử lý, tái chế PMT phế thải do vậy sẽ sử dụng nhiều năng lượng và có khả năng gây phát thải thứ cấp;



- Đối với các dự án ĐMT của Việt Nam, tồn tại 2 đề xuất xử lý PMT sau khi hết hạn sử dụng: i) Chuyển trả lại nhà cung cấp PMT; ii) Nghiền và chôn lấp. Dù là cách nào thì cả hai phương án trên đây đều được xem là không bền vững, bởi chất thải sẽ còn tồn đọng trong môi trường trong khoảng thời gian rất dài. Việc trữ các tấm PMT tại các bãi phân loại rác sẽ gây ô nhiễm cho toàn bộ khu vực.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

- Năng lượng tái tạo, với việc phát triển nhanh các dự án PMT trên thế giới và ở Việt Nam trong thời gian qua đã và đang góp phần tích cực cho tiến trình chuyển dịch năng lượng đảm bảo an ninh năng lượng và phát triển bền vững;
- Việc sản xuất, sử dụng và xử lý – tái chế PMT có tác động đến môi trường sinh thái và sức khỏe con người;
- Cần thiết phải nghiên cứu, xây dựng các tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật về nguồn gốc/xuất xứ PMT, quy định lắp đặt vận hành PMT và quy trình quản lý PMT sau khi hết hạn sử dụng (hoặc bị hỏng hóc) ở Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Hai tác giả (Nguyễn Trung Nam và Phan Văn Khôi) xin cảm ơn Ban tổ chức Diễn đàn Sinh viên 2020 – Năng lượng tái tạo đã cung cấp thông tin về Diễn đàn và hỗ trợ nhóm nghiên cứu trong việc hoàn thiện báo cáo đề tài nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] European Commission (EC). PV Status Report, 2019.
- [2] International Renewable Energy Agency. End-of-Line Management: Solar Photovoltaics Panel, 2016.
- [3] Viện Năng lượng (Bộ Công Thương). “Hiện trạng năng lượng tái tạo”, Báo cáo tại Hội thảo lần 1 về Quy hoạch tổng thể năng lượng quốc gia giai đoạn 2021-2030 tầm nhìn 2050, tháng 9.2020, Hà Nội.
- [4] Phạm Hoàng Lương. “Quản lý chất thải rắn từ các tấm quang điện mặt trời sau khi hết hạn sử dụng”, Báo cáo tại Hội thảo “Nghiên cứu xây dựng, đề xuất phương án giải pháp công nghệ xử lý pin năng lượng mặt trời đã qua sử dụng”, Bộ Khoa học và Công nghệ, 01.10.2020.
- [5] Phạm Hoàng Lương. Cơ sở nguồn và công nghệ năng lượng – Năng lượng mặt trời, Bài giảng học phần HE 4061 dành cho sinh viên đại học chính quy ngành Kỹ thuật nhiệt, Viện KH&CN Nhiệt-Lạnh, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, 2019.
- [6] Hồ sơ kỹ thuật của 8 Dự án điện mặt trời tham dự Chương trình bình chọn Dự án Năng lượng tái tạo tiêu biểu Việt Nam 2020 (do Phòng Công nghiệp và Thương mại Việt Nam và Ủy ban Trung Ương Mặt trận Tổ quốc Việt Nam đồng chủ trì, tháng 10.2020.



TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Nguyễn Trung Nam là sinh viên K62 (20172074) chuyên ngành Công nghệ năng lượng và Nhiệt điện thuộc Viện KH&CN Nhiệt-Lạnh, ĐHBKHN. SV Nam có quan tâm đến hiện trạng và xu hướng phát triển các nguồn năng lượng tái tạo trên thế giới và ở Việt nam giai đoạn 2021-2030.

Phan Văn Khôi là sinh viên K62 (20172049) chuyên ngành Hệ thống và Thiết bị nhiệt thuộc Viện KH&CN Nhiệt-Lạnh, ĐHBKHN. SV Khôi có quan tâm đến hiện trạng và xu hướng phát triển các nguồn năng lượng tái tạo trên thế giới và ở Việt nam giai đoạn 2021-2030.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

PGS. Phạm Hoàng Lương nhận bằng Kỹ sư chuyên ngành Nhiệt điện (1984), Thạc sỹ chuyên ngành Kỹ thuật năng lượng (1996) và Tiến sỹ chuyên ngành Quá trình công nghệ (1996) tại Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Học viện Công nghệ Châu Á (AIT, Thái lan) và Đại học quốc gia Toulouse (INPT, Cộng Hòa Pháp). PGS. Lương hiện là giảng viên của Viện KH&CN Nhiệt-Lạnh và là Giám đốc Viện KHCN quốc tế Việt Nam-Nhật Bản, ĐHBKHN. Lĩnh vực đào tạo và nghiên cứu khoa học của PGS Lương bao gồm: i) Năng lượng tái tạo, ii) Hiệu quả năng lượng, và iii) Phân tích đánh giá các dự án năng lượng theo chu trình vòng đời (Life Cycle Assessment, LCA).



LẬP KẾ HOẠCH QUẢN LÝ NĂNG LƯỢNG CHO LƯỚI ĐIỆN SIÊU NHỎ XÉT ĐẾN TÍNH BẤT ĐỊNH SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP ROBUST OPTIMIZATION

Nguyễn Xuân Thắng⁽¹⁾, Đỗ Đức Quang⁽¹⁾, Nguyễn Thị Hoài Thu

(1) sinh viên Viện Điện - Trường Đại Học Bách Khoa Hà Nội

*Tác giả liên hệ: thu.nguyenthihoai@hust.edu.vn

TÓM TẮT

Lưới điện siêu nhỏ (Microgrid – MG) với nguồn năng lượng tái tạo đang rất được quan tâm do những ưu điểm vượt trội và khả năng vận hành ở chế độ nối lưới hoặc tách đảo. Tuy nhiên, do tính bất định của nó nên việc tính toán chi phí vận hành của MG gặp nhiều khó khăn. Mục tiêu của nghiên cứu này là tối thiểu hóa chi phí vận hành

của MG có xét đến tính bất định sử dụng phương pháp tối ưu mạnh mẽ Robust Optimization (RO). Bài toán tối ưu có dạng max-min được biến đổi thành bài toán đối ngẫu bằng điều kiện tối ưu KarushKuhn-Tucker (KKT), và áp dụng phương pháp quy hoạch tuyến tính nguyên thực hỗn hợp (MILP) để giải.

Keyword: microgrid, RO, KKT, MILP, tính bất định lớn nhất.

1. GIỚI THIỆU

Trong những năm trở lại đây, do sự gia tăng về nhu cầu sử dụng năng lượng cùng với đó là sự cạn kiệt của các nguồn năng lượng hóa thạch. Hệ thống năng lượng tái tạo đã trở thành một xu hướng toàn cầu do những ưu điểm rất lớn của nó về khả năng tái tạo, sự tiện ích và độ thân thiện với môi trường. Việt Nam hiện cũng là một trong những nước có tiềm năng lớn về năng lượng tái tạo. Tuy nhiên, hệ thống năng lượng tái tạo vẫn tồn tại những nhược điểm cốt lõi là dao động bất định, phụ thuộc nhiều vào thời tiết và giá thành cao. Điều đó gây ra rất nhiều khó khăn trong việc xác định công suất đầu ra, chi

phí vận hành và đảm bảo ổn định điện. Để ứng dụng được hệ thống năng lượng tái tạo ở Việt Nam thì ta cần khắc phục được những nhược điểm trên. Vậy nên, việc tính toán để tối ưu hóa hệ thống được xem như một yếu tố giữ vai trò then chốt.

Hiện nay, việc chuyển đổi lưới điện truyền thống thành lưới điện thông minh đang là giải pháp để có thể thu thập tất cả các nguồn điện nhằm nâng cao chất lượng vận hành, cải thiện độ tin cậy cho người tiêu dùng. Các Microgrid (MG) được kết nối với nhau và cùng kết nối với lưới điện tạo thành một



hệ thống. Vì vậy cần tạo ra hệ thống quản lý năng lượng (EMS) có chức năng phân phối công suất và lưu trữ năng lượng. Bằng cách quản lý năng lượng một cách hợp lý có thể giảm thiểu chi phí vận hành, tối ưu việc mua bán, tích trữ điện năng và đảm bảo được chất lượng điện. Có 3 phương pháp EMS đã được sử dụng là EMS tập trung, EMS phi tập trung và EMS phối hợp. Chức năng của EMS tập trung là quản lý cân bằng công suất, dòng điện, năng lượng dự trữ của pin trong toàn bộ hệ thống. EMS tập trung phù hợp với lưới điện siêu nhỏ như một hộ tiêu thụ, có tải thay đổi chậm. Tuy nhiên chỉ cần một thay đổi nhỏ thì việc phục hồi cân bằng trở nên rất khó khăn ^[1]. Đối với EMS phi tập trung mỗi MG là một cá thể riêng biệt có chức năng là tối đa hóa lợi nhuận trong trạng thái nối lưới và giữ ổn định nguồn điện khi vận hành độc lập. Tuy nhiên hạn chế là không đạt được cân bằng công suất trong toàn hệ thống ^[2]. EMS phối hợp là sự khắc phục nhược điểm và kế thừa ưu điểm của cả hai phương pháp: cân bằng công suất, dự trữ năng lượng và tối ưu hóa chi phí vận hành ^[3].

Tuy nhiên, các phương pháp EMS trên vẫn chưa xét đến tính bất định. Khi mà các ràng buộc về tính bất định không được cân nhắc đến, kết quả thu được có thể bị sai lệch nghiêm trọng và nếu được ứng dụng trong thực tế, nó có khả năng gây ra những hậu quả nặng nề. Có 2 phương pháp thường được sử dụng để giải quyết vấn đề trên là phương pháp tối ưu hóa mạnh mẽ (RO) và phương

pháp tối ưu hóa ngẫu nhiên (SO). Phương pháp RO được Zhang đề xuất để quản lý vận hành MG ^[4]. Độ bất định được Zhang giải quyết bằng cách kết hợp giữa thiết lập một mô hình sạc/xả không liên tục và việc điều chỉnh tải nhằm mục đích giữ cho MG được cân bằng độc lập nhiều nhất có thể. Phương pháp để xử lý tính bất định còn lại – phương pháp tối ưu hóa ngẫu nhiên (SO) cũng được sử dụng rất rộng rãi. Bao đã áp dụng phương pháp này vào mô hình quản lý MG tối ưu ^[5]. Bài báo thiết lập hai mô hình: mô hình dự báo và mô hình thực. Mô hình dự báo được thiết lập dựa trên sự bất định của nhiều trường hợp khác nhau và đặt mục tiêu là tối thiểu hóa chi phí. Còn mô hình thực được xây dựng theo dữ liệu của mô hình dự báo. Độ sai lệch trong dự báo sẽ được làm mịn bằng cách lưu trữ năng lượng dưới dạng hóa năng (pin) và lưu trữ dưới dạng nhiệt năng (tải làm mát) để đáp ứng nhu cầu đa dạng của người tiêu thụ (điện năng, nhiệt năng).

Nhược điểm lớn nhất khi áp dụng phương pháp SO là yêu cầu khối lượng tính toán lớn do số lượng các trường hợp cần tính toán nhiều cũng như phải đảm bảo các ràng buộc về xác suất ^[6]. Ngược lại, phương pháp RO không phải xét tất cả các trường hợp trong bộ bất định mà chỉ quan tâm đến trường hợp với độ bất định lớn nhất nên sẽ giảm được khối lượng tính toán. Do đó, trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng phương pháp RO để giải bài toán lập kế hoạch quản lý năng lượng trong ngày tới của MG có xét tính bất định.



2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU:

Mô hình MG có nguồn được lấy từ hệ thống pin mặt trời, turbin gió và điện năng từ lưới hệ thống. Tính bất định của nguồn là do lượng công suất đầu ra không cố định và thay đổi theo thời gian. Trong đó, nguồn gió phụ thuộc vào vận tốc và hướng của gió; nguồn pin mặt trời phụ thuộc vào lượng bức xạ, nhiệt độ trên tấm pin và góc tới của tia sáng.

2.1. Hàm mục tiêu:

Mục tiêu của đề xuất này là tối thiểu hóa chi phí vận hành (min) nhưng vì có xét đến tính bất định của nguồn năng lượng tái tạo nên cần xét đến trường hợp bất định lớn nhất (max), ta có hàm mục tiêu sau:

$$\max_{u \in U} \min_{P_t} \sum_{t=0}^{23} [C_{pv(t)}(P_{pv(t)}) + C_{w(t)}(P_{w(t)}) + C_{Bat(t)}(P_{Bat(t)}) + C_{td(t)}(P_{td(t)})] \quad (1)$$

u : Tính bất định của tổng công suất đầu ra.

C_{pv} , C_w , C_{BAT} : tương ứng là chi phí vận hành của PV/Wind/Battery.

$P_{pv}(t)$, $P_w(t)$: tương ứng là công suất đầu ra của nguồn PV, Wind.

C_{td} : Giá 1 kWh trao đổi với lưới.

P_{td} : Công suất trao đổi với lưới.

2.2. Bộ bất định:

$$P_w \in \{P_w^{dự báo} - \Delta P_{max}, P_w^{dự báo} - \Delta P_{max}\}$$

$$\sum_t \frac{P_w^{dự báo} - P_w^{thực tế}}{\Delta P_w} \leq \tau_w \quad (2)$$

ΔP_w : Độ lệch so với giá trị dự báo.

$$\sum_t \frac{P_{pv}^{dự báo} - P_{pv}^{thực tế}}{\Delta P_{pv}} \leq \tau_{pv} \quad (3)$$

τ_{pv} Là một số nguyên mang ý nghĩa: hạn chế số khoảng thời gian công suất PV thực tế thuộc khoảng sai lệch dự báo trong một ngày.

τ_w : Độ lệch so với giá trị dự báo.

$$u = P_w + P_{pv} \quad (4)$$

2.3. Các ràng buộc:

• Ràng buộc cân bằng công suất:

$$P_{td}^{bán} - P_{td}^{mua} = P_{pv} + P_w + P_{BAT}^{xá} - P_{BAT}^{sạc} - P_{tải} \quad (5)$$

• Ràng buộc công suất trao đổi với lưới:

$$\begin{aligned} 0 &\leq P_{td}^{bán} \leq n_{bán} \cdot P_{td}^{bán max} \\ 0 &\leq P_{td}^{mua} \leq n_{mua} \cdot P_{td}^{mua max} \\ n_{bán} + n_{mua} &\leq 1; n_{bán}, n_{mua} \in \{0; 1\} \end{aligned}$$

• Ràng buộc BATTERY:

$$\sum_{t=0}^{23} i_{sạc} \cdot P_{BAT}^{sạc} = \sum_{t=0}^{23} i_{xá} \cdot P_{BAT}^{xá} \quad (6)$$

$$i_{xá} + i_{sạc} \leq 1; i_{xá}, i_{sạc} \in \{0; 1\}$$

$$0 \leq P_{BAT}^{sạc} \leq i_{sạc} \cdot P_{BAT}^{sạc max}$$

$$0 \leq P_{BAT}^{xá} \leq i_{xá} \cdot P_{BAT}^{xá max}$$

$$SOC = \frac{E_t}{E_{dm}} \quad (7)$$

$$SOC_{min} \leq SOC \leq SOC_{max}$$

SOC: trạng thái lưu trữ năng lượng của BAT.

$$E_{t+1} = E_t + P_{BAT}^{sạc} \cdot \frac{\Delta t}{\mu_{sạc}} - P_{BAT}^{xá} \cdot \frac{\Delta t}{\mu_{xá}} \quad (8)$$

E_t : năng lượng lưu trữ của BAT tại thời điểm t .

E_r : năng lượng lưu trữ định mức của BAT.

$\mu_{sạc}$, $\mu_{xá}$: hiệu suất sạc, xả của pin.



3. TỔNG KẾT:

Dự kiến công việc: Hàm mục tiêu được biến đổi thành bài toán đối ngẫu bằng điều kiện KKT để chuyển về dạng min (max) tiếp đó tuyến tính hóa ràng buộc rồi giải bằng phương pháp MILP sử dụng phần mềm Matlab để hỗ trợ. Kết quả mong muốn sẽ tối ưu được chi phí vận hành trong lưới, đảm bảo chất lượng và độ ổn định điện.

Hiệu quả của phương pháp: Do xét đến tính bất định của nguồn năng lượng tái tạo, ràng buộc về cân bằng công suất, khả năng lưu trữ và giải phóng năng lượng của pin nên kết quả dự đoán sẽ chính xác hơn. Điều này dẫn đến việc mua bán với lưới điện hiệu quả hơn và cũng thu được lợi nhuận cao hơn cho cả nhà đầu tư và người tiêu dùng điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]: Olivares DE, Canizares CA, Kazerani M. A centralized energy management system for isolated microgrids. IEEE Trans Smart Grid July 2014;5(4):1864–75.
- [2]: Wang Z, Chen B, Kim J. Decentralized energy management system for networked microgrids in grid-connected and islanded modes. IEEE Trans. Smart Grid Mar. 2016;7(2):1097–105.
- [3]: Wang Y, Mao S, Nelms RM. On hierarchical power scheduling for the macrogrid and cooperative microgrids. IEEE Trans. Ind. Informat. Dec. 2015;11(6):1574–84.
- [4]: Zhang C, Xu Y, Dong ZY, Ma J. Robust operation of microgrid via two-stage coordinated energy storage and direct load control. IEEE Trans. Power Syst 2017; 32(4): 2858–68.
- [5]: Bao Z, Zhou Q, Yang Z, Yang Q, Xu L, Wu T. A multi time-scale and multi energytype coordinated microgrid scheduling solution-part I: model and methodology. IEEE Trans Power Syst Sept. 2015; 30(5): 2257–66.
- [6]: Zhang B, Li Q, Wang L, Feng W. Robust optimization for energy transactions in multi-microgrids under uncertainty. Appl Energy 2018; 217: 346–60.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Đỗ Đức Quang: Là sinh viên Hệ thống điện (2017), K62, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu: Tối ưu vận hành hệ thống năng lượng tái tạo.

Nguyễn Xuân Thắng: Là sinh viên Hệ thống điện (2017), K62, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu: Tối ưu vận hành hệ thống năng lượng tái tạo.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS Nguyễn Thị Hoài Thu: nhận bằng Kỹ sư – Hệ thống điện (2006), Thạc sỹ - Mạng và Hệ thống điện (2008) từ Đại học Bách khoa Hà Nội và Tiến sỹ - Kỹ thuật năng lượng và cơ khí (2017) từ Đại học Tsukuba, Nhật Bản. Hiện cô đang là giảng viên Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Các hướng nghiên cứu chính là tối ưu dung lượng thiết bị, dự báo công suất và tính bất định của nguồn năng lượng tái tạo.



TỔNG HỢP CÁC PHƯƠNG PHÁP ÁP DỤNG AI VÀO ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO

**Nguyễn Duy Đức Anh, Bùi Đức Thịnh, Phạm Văn Nam,
Trần Tiến Dũng, TS. Vũ Thị Thúy Nga**

Sinh viên Viện Điện, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội
Tác giả liên hệ: anh.ndd173615@sis.hust.edu.vn

TÓM TẮT

Bài nghiên cứu giới thiệu các phương pháp AI ứng dụng trong những bài toán điều khiển hệ thống năng lượng tái tạo. Cách áp dụng một số thuật toán Reinforcement Learning (RL) vào bài toán điều khiển nguồn sẽ được xây dựng cụ thể. Mục đích cuối cùng là điều khiển công suất nguồn đạt cực đại.

Từ khóa: Năng lượng tái tạo, pin mặt trời, hệ bám điểm công suất cực đại, AI, Reinforcement Learning, Deep Q-Network

1. GIỚI THIỆU

Trong những năm gần đây, thế giới chứng kiến sự phát triển mạnh mẽ của năng lượng tái tạo khi nó không chỉ thân thiện với môi trường mà còn có tiềm năng giải quyết nhu cầu năng lượng khi mà các nguồn năng lượng hóa thạch ngày càng cạn kiệt ^[1]. Bên cạnh đó thì hệ thống điều khiển là một khâu không thể thiếu để đảm bảo hệ thống năng lượng tái tạo vận hành ổn định và tối ưu. Rất nhiều phương pháp điều khiển khác nhau đã và đang được sử dụng nhưng để hệ thống vận hành linh hoạt và tối ưu hơn thì việc sử dụng AI sẽ là xu hướng của tương lai do đó rất nhiều phương án vận dụng AI vào

hệ thống năng lượng tái tạo đã được các nhà khoa học đề xuất.

Trong hệ thống năng lượng tái tạo có rất nhiều bài toán như hệ thống điều khiển, vận hành tối ưu, thị trường điện, đảm bảo an toàn hệ thống. Bài nghiên cứu này sẽ tập trung vào việc áp dụng AI trong bài toán vận hành tối ưu hệ thống nguồn. Thực tế hiện nay đã có những phương pháp truyền thống để xử lý bài toán bám điểm công suất cực đại của nguồn tiêu biểu là phương pháp Perturbation and Observation (P&O). Tuy nhiên để phương



pháp đạt được hiệu suất tốt nhất cần phải có những sự hiểu biết chuyên sâu về hệ thống để hiệu chỉnh thuật toán cho phù hợp để tránh xảy ra dao động lớn xung quanh điểm công suất cực đại cũng như thời gian quá độ lâu gây ra tổn thất ^[2].

Với xu hướng hiện tại AI được đưa vào sử dụng để hệ thống vận hành hiệu quả và linh hoạt hơn, trong đó RL được sử dụng nhiều trong hệ thống năng lượng tái tạo nhờ ưu điểm tự học và cải thiện thông qua việc đánh giá phản hồi để học chính sách tối ưu cho mục đích đề ra. Vì vậy RL là một công cụ phù hợp để tối ưu hệ thống phi tuyến như hệ thống năng lượng tái tạo nhằm cải thiện kinh tế, tính linh hoạt cũng như tính tin cậy của hệ thống ^[1].

Tổng quát lại, bài nghiên cứu đề xuất thuật toán RL điều khiển công suất nguồn đạt cực đại cho hệ thống năng lượng tái tạo. Mục đích việc sử dụng AI để đảm bảo công suất ra có độ ổn định lớn và có tính linh hoạt cao khi thay đổi các trạng thái hoạt động của tải.

2. CÁC BÀI TOÁN AI TRONG HỆ THỐNG NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO

Bảng 1. Tổng hợp các ứng dụng của RL trong vận hành và tối ưu hóa năng lượng bền vững và hệ thống điện

Bức xạ (kWh/m ² /ngày)	3.8-4.1	4.2-4.4
Phía cung cấp điện	Single microgrid	Fuzzy Q-learning (multi-agent)
		Cooperative RL (multi-agent)
		DQN
		Combination of ADP and RL
	Multi-microgrid	Combination of DNN and MC
	EI	A3C
	IES	Q-learning
Phía người dùng	Single IES	DDQN
	Hybrid ESSs	Q-learning
		DDQN
	Electric water heater	Q-learning
		Fitted Q-iteration
	HVAC	Q-learning
		Combination of RNN and Actor-Critic
Cả hệ thống	Battery	Dual iterative Q-learning
	Residential customers in IES	Q-Learning
	Thermostatically controlled loads	Batch RL (multi-agent)
	Smart building(s)	DQN/ Deep Policy Gradient
	Different home appliances	Q-learning (multi-agent)
Cả hệ thống	Wind resources, PV, diesel generators, battery, and customers	Q-learning (multi-agent)

Bảng 2. Tổng hợp các ứng dụng của RL trong điều khiển hệ thống điện

Phân loại	Thuật toán học
Emergency control	RL
	Combination of RL and classical control method
	DRL
Normal control	RL
	DRL
	Transfer RL
MPPT control	RL
	Combination of ANN and RL

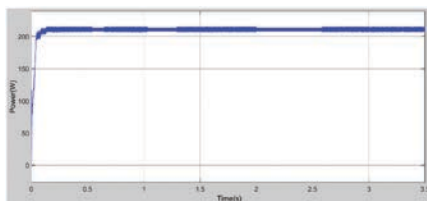


3. ỨNG DỤNG AI TRONG BÀI TOÁN MPPT CONTROL:

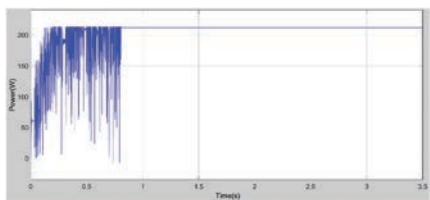
Như vậy, từ bảng trên ta có thể thấy hệ thống năng lượng tái tạo có rất nhiều vấn đề cần giải quyết. Tuy nhiên ở đây ta sẽ tập trung giải quyết bài toán tối ưu phía nguồn cấp (supply side) với mục tiêu chính là tối đa hóa công suất nhận được từ nguồn tái tạo (MPPT Control). Với đối tượng như tấm PV, Free-model Reinforcement learning mà cụ thể là Q-learning tỏ ra là phương pháp khá hiệu quả để có thể áp dụng. Tuy nhiên trong thực tế, lượng dữ liệu trạng thái của môi trường là rất lớn, việc sử dụng Q-learning là không khả thi. Qua việc xấp xỉ Q-table bằng một mạng neural, ta có thể giảm đáng kể lượng tài nguyên tiêu tốn. Phương pháp này được gọi là Deep Reinforcement learning (kết hợp giữa Deep learning và Reinforcement learning).

4. KẾT QUẢ MÔ PHÒNG

Ta mô phỏng bài toán MPPT control trong hệ thống năng lượng mặt trời với thuật toán P&O và Q-learning.



Hình 1. Đồ thị đáp ứng MPPT của thuật toán P&O



Hình 2. Đồ thị đáp ứng MPPT của thuật toán Q-Learning

Ta có thể thấy với phương pháp Q-Learning ban đầu tuy mất thời gian để hệ thống học nhưng sau khi học xong thì ta có điểm cực đại dao động ít hơn nhiều với $\Delta P \approx 1.3W$ trong khi với phương pháp truyền thống P&O thì sẽ gây dao động ở điểm cực đại khá lớn với $\Delta P \approx 6W$ gây tổn hao năng lượng.



5. KẾT LUẬN

Sau quá trình phân tích bên trên ta có thể thấy rõ được ứng dụng rộng rãi của AI vào năng lượng tái tạo nói chung và năng lượng mặt trời nói riêng. Do nhóm em mới bắt đầu tham gia nghiên cứu trong khoảng thời gian ngắn từ đầu kỳ học do đó ở giai đoạn hiện tại nhóm mới tìm hiểu được công nghệ và cách vận dụng vào năng lượng mặt trời. Kế hoạch đặt ra trong thời gian tới của nhóm là sẽ sử dụng phương pháp phù hợp để áp dụng vào bài toán MPPT nhằm tối ưu công suất của hệ thống và trong tương lai gần nhóm sẽ nhắm tới giải quyết vấn đề kiểm soát nhu cầu năng lượng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Yang, T., Zhao, L., Li, W., & Zomaya, A. Y. (2020). Reinforcement learning in sustainable energy and electric systems: A survey. *Annual Reviews in Control*.
- [2] Chou, K. Y., Yang, S. T., & Chen, Y. P. (2019). Maximum power point tracking of photovoltaic system based on reinforcement learning. *Sensors*, 19(22), 5054.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

Nguyễn Duy Đức Anh, sinh năm 1999, là sinh viên K62 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu hiện tại: Ứng dụng AI vào hệ thống điện mặt trời.

Phạm Văn Nam, sinh năm 1999, là sinh viên K62 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu hiện tại: Ứng dụng AI vào hệ thống điện mặt trời.

Bùi Đức Thịnh, sinh năm 1999, là sinh viên K62 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu hiện tại: Ứng dụng AI vào hệ thống điện mặt trời.

Trần Tiến Dũng, sinh năm 1999, là sinh viên K62 Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu hiện tại: Ứng dụng AI vào hệ thống điện mặt trời.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. Vũ Thị Thúy Nga, giảng viên bộ môn Điều khiển tự động Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Hướng nghiên cứu: Điều khiển hệ điện cơ, Điều khiển Robot, Điều khiển hệ thống năng lượng tái tạo, Ứng dụng AI trong điều khiển.



MONITORING HEALTH STATE OF PHOTOVOLTAIC MODULE THROUGH SERIES RESISTANCE ANALYSIS

***Le Viet Thanh ⁽¹⁾, Dr. Nguyen Duc Tuyen**

(1)Department of Power System, School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology, Hanoi, Vietnam

*Corresponding author: thanh.lv174242@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

The lifespan of photovoltaic (PV) systems is estimated to be around 25 years, which seems a long time to return the investment cost. Nevertheless, in order to make proper investment decisions, the degradation of PV systems need to be carefully scrutinized as the degradation phenomenon can damage the PV systems quickly. In this paper, a numerical method based on the single-diode model is utilized to forecast the cell temperature and solar irradiance, which greatly relate to the increase of the series resistance. After that, the degradation of PV modules is detected through analyzing the incrementing progress of series resistance of PV modules. In addition, the proposed model could suggest the appropriate temperature and irradiance levels for applications, such as cooling PV systems or the PV array reconfiguration in order to ensure PV modules will be in healthy states. Also, the proposed model has advantages of eliminating PV measuring instruments and avoiding the error happening in the measuring process.

Keywords: *on-line PV monitoring, degradation detection, single-diode model, PV cell temperature estimation, solar irradiance estimation.*

1. INTRODUCTION

Vietnam's energy sector witnessed an unprecedented increase in the installed capacity of photovoltaic (PV) systems, from 86 MW in 2018 to about 4.5 GW by the end of June 2019 (Do et al., 2020). Although PV systems offer many benefits, these systems are susceptible to suffering various kinds of problems, such as long outdoor operation, series resistance increment, bypass diode failure, partial shading conditions, which

might cause PV systems being early degraded (Piliouguine et al., 2021). As a result, PV systems need to be monitored periodically. There are two PV monitoring methods, the off-line method and the on-line method. This paper concentrates on the on-line method as it can help the PV systems avoid being disconnected from the load (Bastidas-Rodriguez et al., 2015), which enhances the reliability of the power supply.



2. METHODOLOGY

2.1 Proposed Model

In this paper, the single-diode model (SDM) is employed to characterize the electrical behaviour of PV modules. The equivalent circuit of the SDM is depicted in Fig 1.

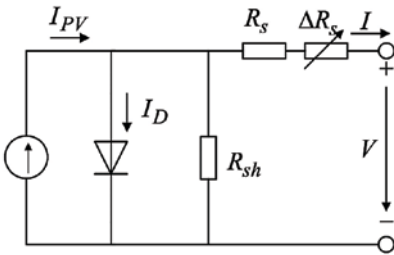


Fig 1. Equivalent circuit of the SDM

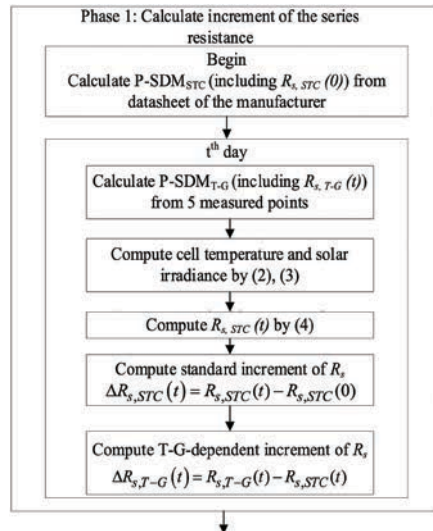
The current-voltage (I-V) relationship of this model is expressed by (1):

$$I = I_{PV} - I_{sat} \left(e^{\frac{qV}{aN_s k T}} - 1 \right) - \frac{V + I(R_s + \Delta R_s)}{R_{sh}} \quad (1)$$

where V -[V] and I -[A] are the output voltage and current of the PV module, respectively, I_{PV} -[A] is the photo-induced current, I_{sat} -[A] is the saturation current of the Shockley diode, R_s -[Ω] is the series resistor, R_{sh} -[Ω] is the parallel resistor, a is the diode's ideality factor, N_s is the number of PV cells in the module, k is the Boltzmann constant ($k = 1.380649 \times 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$), q is the electron charge ($q = 1.602176634 \times 10^{-19} \text{ C}$), T -[K] is the cell temperature. The degradation of the PV module is represented by the incrementing series resistance ΔR_s -[Ω].

2.2 Compute the increment of series resistance, compute the healthy temperature, irradiance for PV modules

First, we extract the parameters of the SDM at the standard test condition (STC), 25°C, 1000 W/m², (P-SDM_{STC}) by utilizing the method in (Nguyen-Duc et al., 2020). In the study day, the parameters of the SDM at the operating temperature-irradiance condition (P-SDM_{T-G}) is estimated by using five measured I-V pairs of five points around the mximum power point (MPP) on the power-voltage (P-V) curve of the PV module.



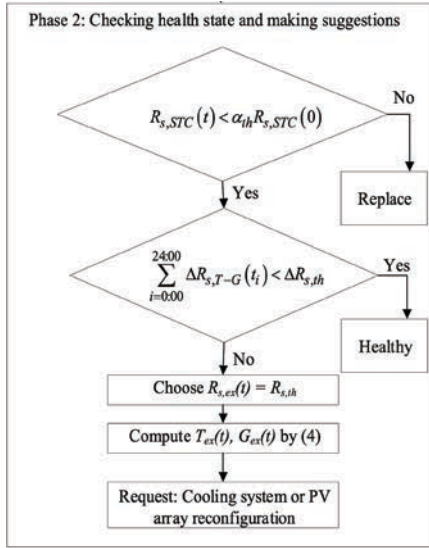


Fig. 2 Flowchart of monitoring series resistance

The obtained values of IPV and Isat are used to calculate the module temperature and the solar irradiance by (2) and (3), respectively:

$$I_{sat} = C_{STC} T^3 e^{\frac{-qE_g(T)}{kT}} \quad (2)$$

$$I_{PV} = I_{PV,STC} \frac{G}{G_{STC}} (1 + \alpha_I (T - T_{STC})) \quad (3)$$

where C_{STC} is the STC coefficient and $E_g(T) - [eV]$ is the material band gap of the PV $G - [W/m^2]$ module. is the solar irradiance, $\alpha_I - [A/^{\circ}C]$ is the thermal coefficient of the current. The series resistance at the new T-G condition is computed by (4):

$$R_s = R_{s,STC} \frac{T}{T_{STC}} \left(1 - 0.217 \ln \left(\frac{G}{G_{STC}} \right) \right) \quad (4)$$

The increment of series resistance is composed of two elements, the difference between the series resistance in the study time at the STC and its manufactured value at the STC (standard degradation), and the increment caused by the new T-G condition on the PV module (T-G-dependent degradation). In phase two, the series resistance at the STC in the study day is compared with its manufactured value multiplied with the threshold coefficient (α_{th}) to decide whether it needs to be replaced or not. Finally, the increment of Rs at specific T-G conditions in the study day are compared with its threshold of increment to decide the health state of the PV module. If the increment of Rs is greater than its threshold, the expected values of Rs, $R_{s,ex}(t)$, is chosen to be equal to the threshold of Rs. The expected T-G level is calculated by (4) to make the requests to application changing operating T-G conditions, such as cooling PV systems or the PV array reconfiguration. The above-described procedure to monitor the series resistance of the PV module is represented in **Fig 2**.



REFERENCES

- [1] Bastidas-Rodriguez, J. D. et al. (2015) 'Model-Based Degradation Analysis of Photovoltaic Modules Through Series Resistance Estimation', IEEE Transactions on Industrial Electronics, 62(11), pp. 7256–7265.
- [2] Do, T. N. et al. (2020) 'Underlying drivers and barriers for solar photovoltaics diffusion: The case of Vietnam', Energy Policy. Elsevier Ltd, 144(April), p. 111561.
- [3] Nguyen-Duc, T. et al. (2020) 'Single-diode models of PV modules: A comparison of conventional approaches and proposal of a novel model', Energies, 13(6).
- [4] Piliouguine, M. et al. (2021) 'Parameters extraction of single diode model for degraded photovoltaic modules', Renewable Energy, 164, pp. 674–686.

AUTHORS

Le Viet Thinh is a student, 100RE Lab, Department of Power System, Electrical Engineering School, Hanoi University of Science and Technology. His current interest is Renewable Energy including PV systems.

SUPERVISOR

Nguyen Duc Tuyen received the B.E. (2006), M.E. (2009), and D.E. (2012) degree at Shibaura Institute of Technology, Tokyo, Japan. He is a Lecturer, 100RE Lab, Department of Power System, Electrical Engineering School, Hanoi University of Science and Technology. His Current interests include Renewable Energy Systems, Smart Grid, Micro-Grid, Hydrogen Society, Hydrogen Supply and others.



IMPACT OF SMART GRID ON RENEWABLE ENERGY: A SIMULATION APPROACH

***Nguyen Sy Quan ⁽¹⁾, Dr. Nguyen Duc Tuyen**

Advanced Program: Control Engineering and Power System

(1) Hanoi University of Science and Technology, Vietnam

*Corresponding author: quan.ns181916@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

With the ongoing development of renewable energy in recent years, power system is becoming more and more complicated around the globe due to the emergence of Distributed Energy Resources (DERs). To make sure that complicated system operates efficiently and achieve maximum customer satisfaction, a “smarter” solution for the traditional grid is demanded, therefore pushing research in the field of Smart Grid and Advanced Power System. This research proposal is not only a theoretical State-of-the-art of Smart Grid technology and its impact on the integration of renewable energy but also features a simulated model of smart grid using MATLAB/Simulink and other related tools. The motivation is to provide greater insight into the current progress of smart grid technology and renewable energy industry.

Keywords: *Smart Grid, Power Grid, Solar, Wind, Photovoltaic, Renewable Energy, Simulation, MATLAB, Simulink, Power System*

1. INTRODUCTION

Smart Grid is an advanced electrical grid that consists of not only traditional electrical devices but also the most recent 21st telecommunication and information technologies such as smart meter, smart appliances, database, etc. Such advanced technology enables efficient energy resource utilization to optimize energy consumption, manage Distributed Energy Resources (DERs) and distribute generated power, which means the power flow and communication of smart grid will be two-

ways and highly interactive, making the integration of smart grid become extremely important, especially when traditional grid is incapable of solving many critical problems such as load balancing, demand response, power supply optimization, etc. arising from the mass integration of distributed and centralized renewable energy sources in recent years ^{[1], [2]}.

This paper will discuss the current development of smart grid technologies,

showcase theoretical modeling of typical renewable energy sources as well as a simulation model of smart grid with the integration of solar panel and wind energy

utilizing MATLAB and Simulink will be presented in chapter 2 and final conclusion regarding this topic will be demonstrated in the chapter 3.

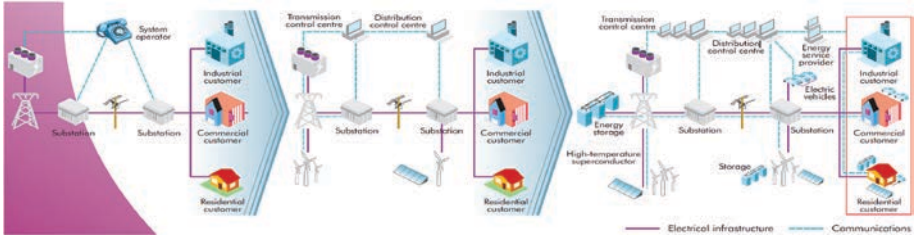


Fig 1. State of the art smart grid

2. METHODOLOGY

2.1 Theoretical Equation Overview

2.1.1 Modeling of a wind turbine

$$P_{m_pu} = K_p C_{p_pu} V_{wind_pu}^3 \quad (1)$$

Where:

P_{m_pu} = the power in per unit of nominal power for values of A and p ,

C_{p_pu} = the performance coefficient

K_p = the power gains

V_{wind_pu} of the base wind speed. The based wind speed is the mean value of the expected wind speed in m/s.

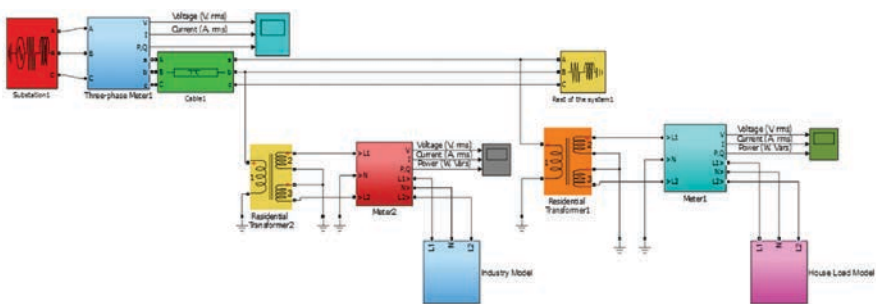


Fig 2. Simulation model in MATLAB



2.1.2 Modeling of a photovoltaic module

$$I_{p,v} = I_{GC} - I_0 \left[\exp\left(\frac{eV_d}{KFT_c}\right) - 1 \right] - \frac{V_d}{R_p} \quad (2)$$

Where:

- $I_{p,v}$ = the photovoltaic current
- I_{GC} = the light generated current,
- I_0 = the dark saturation current
dependent on the cell temperature,
- e = the electric charge $e=1.6*10^{-19}C$
- K : = Boltzmann's constant,
 $K=1.38*10^{-23} J/K$,
- F : = the cell idealizing factor,
- T_c = the cell's absolute temperature
- V_d = the diode voltage,
- R_p = the parallel resistance

3. CONCLUSION

The proposed model investigates the impact of solar and wind energy on a simulated smart grid system under normal operating conditions and overall, the integration of Smart Grid can further improve the efficiency of power system with deep renewable energy participation. However, due to the fact that current experiment is conducted on a small scale and the smart grid architecture is still yet to mature at the moment, more researches need to be conducted in this field so as to achieve a "smart", effective and reliable power system, toward 100% Renewable Energy (100RE) society.

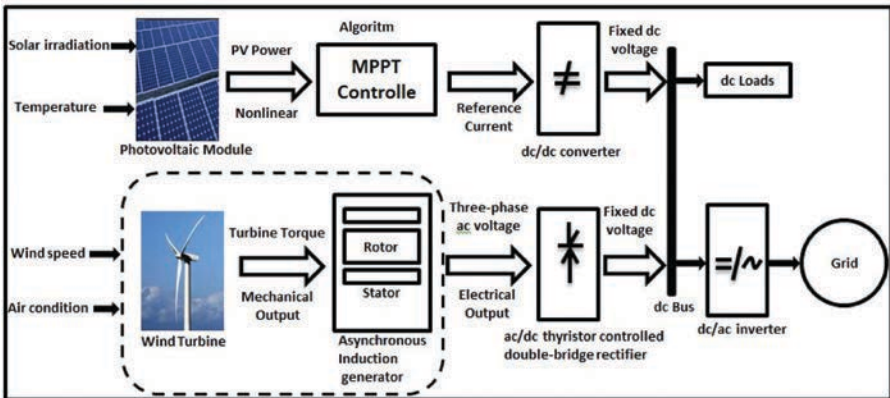


Fig 3. Proposed Model



REFERENCES

- [1] A. Mekkaoui, M. Laouer, and Y. Mimoun, "Modeling and simulation for smart grid integration of solar / wind energy," no. 30, pp. 31–46, 2017.
- [2] B. I. N. Zhang, "Cyber-Physical Microgrids," no. SEPTEMBER, pp. 4–17, 2020.

AUTHORS

Nguyen Sy Quan is currently 3rd year Electrical Engineering student from Hanoi University of Science and Technology. His current research topics are advance control architecture in smart grid and microgrid, cyber-security in cyber-physical microgrid.

SUPERVISOR

Dr. Nguyen Duc Tuyen received the Undergraduate Degree in Electrical Engineering at Hanoi University of Science and Technology in 2006, the master's degree in 2009 and Ph.D. in 2012 at Shibaura Institute of Technology, Tokyo, Japan. From 2012 to 2015, he was also a researcher at Shibaura Institute of Technology, Tokyo, Japan and part-time lecturer at Chiba University and Tokyo Wildlife College, Japan. From 2015 to 2017, he worked at Tokyo University of Science, Japan. From 2017 to 2018, he conducted the research at the National Institute of Industrial Science and Technology, Japan. Since 2018, Dr. Nguyen Duc Tuyen is a lecturer of the Department of Power System, Electrical Engineering School, Hanoi University of Science and Technology. Dr. Tuyen published more than 90 journal and conference papers. He is an active reviewer of IEEE, IET, MDPI, IEEEJ, Springer, Elsevier, etc. reviewing hundreds of papers since 2009



SESSION 12

Phòng: Board | Chủ tọa: Ninh Văn Nam, Nguyễn Đoàn Quyết

GIẢI PHÁP THU HOẠCH NĂNG LƯỢNG TỪ SÓNG VIỄN THÔNG

Đinh Quang Minh*, Vũ Hồng Tiến*, TS. Lê Minh Thùy

*Sinh viên Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Tác giả liên hệ: tien.vh164838@sis.hust.edu.vn

LỜI DẪN

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất hai giải pháp thu hoạch, lưu trữ năng lượng từ sóng viễn thông trong môi trường sống để cấp nguồn cho các thiết bị điện tử tiêu thụ công suất thấp bằng hai thiết kế mạch thu hoạch năng lượng. Đó là mảng chỉnh lưu thu sóng góc rộng dựa trên siêu vật liệu (metamaterial) và mạch chỉnh lưu hai băng tần sử dụng diplexer. Hệ mạch được đo đạc và thử nghiệm thu hoạch năng lượng từ sóng viễn thông công nghệ 5G (3,75GHz) và 4G (1,8GHz và 2,6GHz) trong điều kiện thử nghiệm ở phòng nghiên cứu với hiệu suất chuyển đổi RF-DC cao nhất đạt 50% khi công suất sóng tới là 0 dBm và 39% tại -10 dBm.

Từ khóa : Thu hoạch năng lượng từ sóng điện từ, siêu vật liệu, cảm biến không dây tự chủ năng lượng, chủ năng lượng, lượng, Cảm biến và điều khiển, Mô hình hoá năng lượng, Mô phỏng năng lượng.

1. GIỚI THIỆU

Thu hoạch năng lượng là quá trình lấy năng lượng từ các nguồn bên ngoài như (năng lượng mặt trời, nhiệt, gió, động năng được biết tới như năng lượng trong môi trường) và chuyển đổi, lưu trữ chúng dưới dạng điện năng để cung cấp cho các thiết bị điện tử nhỏ hoặc thiết bị không dây tự chủ năng lượng (như các thiết bị đeo trên người hay nút cảm biến không dây vốn có mức tiêu thụ năng lượng thấp). Tùy vào đặc tính của mỗi nguồn năng lượng cần

thu hoạch cũng như là ứng dụng sẽ triển khai mà chúng ta sẽ áp dụng các giải pháp thu hoạch năng lượng phù hợp. Nguồn sóng điện từ trong môi trường tuy có mật độ năng lượng thấp nhưng với ưu điểm về độ phổ biến và thời gian tồn tại bất kể ngày đêm đang dần trở thành một đối tượng tiềm năng, hấp dẫn với các nhà khoa học, công ty, viện nghiên cứu trên toàn thế giới trong việc tìm ra giải pháp thu hoạch năng lượng và triển khai chúng lên các mạng cảm



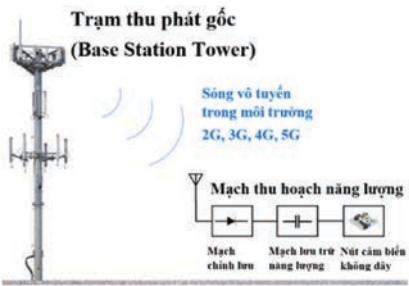
biến không dây. Điều này không còn trở nên xa vời nhờ vào sự phát triển của công nghệ thông tin, truyền thông không dây và công nghệ điện, vi cơ điện tử trong những năm gần đây. Các kết quả nghiên cứu bước đầu mở ra tương lai về một giải pháp cung cấp năng lượng sạch và nguồn cung cấp năng lượng lâu dài cho các thiết bị điện tử tiêu thụ công suất thấp cỡ vài mW như các nút cảm biến trong mạng cảm biến không dây (**Bảng 1**), thay thế cho phương án cấp nguồn truyền thống sử dụng pin vốn có dung lượng hữu hạn và gây ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên để có thể hoàn thiện được giải pháp thu hoạch năng lượng sóng điện từ và ứng dụng nó vào đời sống thực tế thì còn nhiều vấn đề cần giải quyết hiện nay như : mật độ công suất thấp của sóng điện từ trong môi trường làm giảm hiệu suất chuyển đổi năng lượng 1 chiều, hướng tới và phân cực của sóng trong môi trường là không dự đoán được và thu hoạch hiệu quả nhiều băng tần sóng tại một đơn vị diện tích trong môi trường.

Bảng 1. Các nghiên cứu liên quan

Công bố	Tần số	Mật độ năng lượng tới	Hiệu suất chuyển đổi
T. Matsunaga et al (2015)	5,8 GHz	0,041 W/m ²	44,1%
H. Sun et al	RL DRL Transfer RL	(2013)	1,8 GHz
U. Muncuk et al (2018)	LTE 700, GSM 850 ISM 900	-10 dBm	40%

2. PHƯƠNG PHÁP

Cấu trúc thông thường của một hệ thu hoạch năng lượng gồm mạch thu hoạch năng lượng từ sóng điện từ, thường gọi là rectenna có cấu tạo gồm hai phần tử chính là ăng-ten thu và mạch chỉnh lưu (xem **Hình 1**). Ăng-ten giúp chuyển đổi năng lượng sóng điện từ trong môi trường thành điện áp xoay chiều tần số cao. Năng lượng thu được này sẽ được chuyển tới mạch chỉnh lưu và lọc nhằm biến đổi chúng thành điện áp một chiều phù hợp cho mạch quản lý và lưu trữ năng lượng.



Hình 1. Cấu trúc một hệ mạch thu hoạch năng lượng

2.1 Giải pháp đề xuất

Để giải quyết cho hai vấn đề chủ yếu trong hướng nghiên cứu này là thu năng lượng hiệu quả với góc sóng tới rộng và nhiều băng tần trên một đơn vị diện tích, chúng tôi đề xuất hai giải pháp cho mạch thu hoạch (rectenna) gồm: mảng chỉnh lưu góc rộng (dựa trên siêu vật liệu metamaterial) giúp thu hoạch được nhiều năng lượng hơn (cấu thành từ nhiều phần tử chỉnh lưu

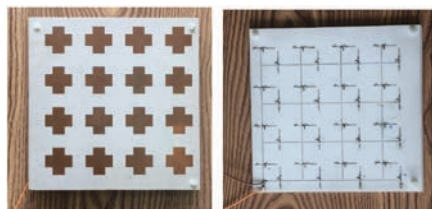


làm tăng diện tích thu hoạch cùng việc duy trì hiệu suất chuyển đổi cao với nhiều góc sóng tới khác nhau) và mạch chỉnh lưu hai băng tần (ghép bằng diplexer) cho việc thu hoạch nhiều năng lượng hơn trên cùng một đơn vị diện tích thu hoạch của ăng-ten. Mạch thu hoạch năng lượng được kết hợp cùng mạch lưu trữ và quản lý năng lượng do chúng tôi thiết kế nhằm lưu trữ năng lượng thu hoạch được và ổn định điện áp một chiều này ở mức 3,3V để cung cấp cho các thiết bị điện tử công suất thấp.

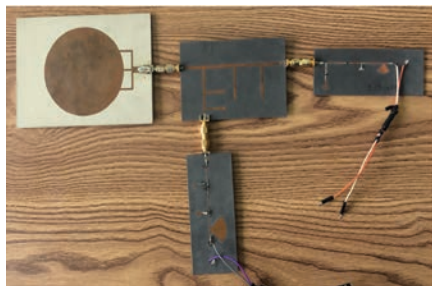
2.2 Thiết kế của chúng tôi

Dựa trên cấu trúc chung nói trên, chúng tôi thiết kế nên hai cấu trúc mạch thu hoạch khác nhau, dựa trên hai nguyên tắc để thu được nhiều năng lượng hơn từ môi trường: sử dụng nhiều ăng ten cùng tần số (Hình 2) và thu hoạch năng lượng từ nhiều tần số khác nhau (Hình 3). Cấu trúc ở Hình 2 là một mảng thu hoạch năng lượng 3,75GHz dựa trên siêu vật liệu (metamaterial), bao gồm nhiều phần tử đơn vị, mỗi phần tử đều có khả năng hấp thụ sóng ở những góc tới rộng, sau đó được chỉnh lưu, trước khi năng lượng thu được trên tất cả phần tử được kết hợp lại và truyền đến tải giúp làm tăng tổng năng lượng thu được nhờ số lượng các phần tử. Cấu trúc ở Hình 3 là một mạch chỉnh lưu hai băng tần, gồm hai chỉnh lưu đơn tần, kết nối với ăng ten thu băng thông rộng thông qua một mạch diplexer. Với thiết kế như vậy, nó có thể thu được sóng điện từ ở cả tần số 1,8 GHz và 2,6 GHz. Cấu trúc đó đồng thời

còn có thể dễ dàng được mở rộng để tích hợp thêm nhiều tần số khác, thông qua việc thay mạch diplexer thành triplexer hay quadruplexer.



Hình 2. Mảng chỉnh lưu góc rộng dùng siêu vật liệu



Hình 3. Mạch chỉnh lưu hai băng tần dùng diplexer

3. THỬ NGHIỆM

Việc thử nghiệm được tiến hành như sau: chúng tôi phát tín hiệu sóng vô tuyến theo các chuẩn công nghệ như 4G, 5G bằng máy tạo tín hiệu của Keysight và ăng-ten phát. Sau đó tiến hành thu năng lượng và khảo sát hoạt động của hệ mạch đã thiết kế (Rectenna thu hoạch năng lượng kết nối với mạch lưu trữ và quản lý năng lượng) tại các vị trí có công suất tới



từ -20 tới dưới 0dBm (là mật độ trung bình, phổ biến của sóng viễn thông trong môi trường). Điện áp một chiều tại đầu ra của mạch lưu trữ và quản lý năng lượng được đo bằng oscilloscope (**Hình 4**).



Hình 4. Kết quả thử nghiệm với hai giải pháp đề xuất

Chúng tôi đánh giá và khảo sát cụ thể, với ngưỡng công suất sóng tới từ -15 tới -10dBm mạch có khả năng cung cấp năng lượng từ 9 μ W cho tới 0,04mW (với rectenna hai băng tần) hoặc 0,15mW cho tới 0,64mW (với mảng rectenna). Trên hình là hai kết quả thử nghiệm tiêu biểu của chúng tôi. Điện áp thu được từ mạch thu hoạch, qua mạch lưu trữ và quản lý năng lượng đạt mức ổn định 3,3V có khả năng cung cấp trực tiếp cho các nút cảm biến không dây.

4. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã đề xuất hai giải pháp thu hoạch năng lượng từ sóng viễn thông. Mạch được chế tạo và đo kiểm với kết quả thử nghiệm thực tế cho thấy công suất thu hoạch được sau khi qua mạch lưu trữ và quản lý năng lượng đủ để cung cấp năng lượng trực

tiếp (điện áp vào 3,3V) cho các mạch cảm biến không dây có công suất thấp ở chế độ ngủ và hoạt động ở một số chế độ truyền thông nhất định. Kết quả khá hứa hẹn về một giải pháp tự chủ năng lượng cho các mạch cảm biến không dây hiện đại.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] T. Matsunaga et al, '5.8-GHz Stacked Differential Rectenna Suitable for Large-Scale Rectenna Arrays with DC Connection', IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 63, no. 12, pp. 5944–5949, Dec. 2015.
- [2] H. Sun et al, 'A Dual-Band Rectenna Using Broadband Yagi Antenna Array for Ambient RF Power Harvesting', IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett., vol. 12, pp. 918–921, 2013.
- [3] U. Muncuk et al, 'Multiband Ambient RF Energy Harvesting Circuit Design for Enabling Batteryless Sensors and IoT', IEEE Internet Things J., vol. 5, no. 4, pp. 2700–2714. Aug. 2018.

TÁC GIẢ Y TƯỜNG

Đinh Quang Minh sinh viên khóa 61 bộ môn Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

Vũ Hồng Tiến sinh viên khóa 61 bộ môn Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. Lê Minh Thùy giảng viên hướng dẫn thực hiện đề tài. Hiện đang là giảng viên bộ môn Kỹ thuật đo và Tin học công nghiệp, Viện Điện, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.



HIGH VOLTAGE DIRECT CURRENT INTEGRATED RENEWABLE ENERGY SOURCES INTO THE GRID

Nguyen Van Thuc, Dr. Duc-Tuyen Nguyen

Student at School of Electrical Engineering, Ha Noi University of Science and Technology

*Corresponding author: thuc.nv174251@sis.hust.edu.vn

ABSTRACT

High Voltage Direct Current (HVDC) is worldwide recognized as one of the most effective way to transmit power. HVDC has many advantages compared to conventional HVAC power transmission, especially when integrating many renewable energy sources into the grid. The most significant benefit is HVDC can control the energy flow very quickly, thereby improving stability. Because of these benefits, HVDC has been used in many countries. In this study, HVDC and its application are proposed.

Keywords: HVDC, HVAC (high voltage alternating current), renewable energy, MMC (multi modular converter)

1. INTRODUCTION

In recent years, renewable energy has been increasing rapidly and it plays an important role in the structure of the power system. Most renewable energy sources are DC sources, so a system is needed to transmit this large amount of electricity. Moreover, transmission by HVDC line has many advantages compared to transmission by traditional HVAC.

1. The HVDC line does not transmit reactive power, but only transmits active power, so there are no overvoltage problems on long lines like ac systems.

2. The HVDC system can help exchange power between different power systems in terms of frequency, operating moderation, and even link between a strong power system and a much weaker one without disturbing together
3. For marine cables with a length of over 50km, AC transmission is not feasible, while HVDC cables can transmit up to 600km
4. The HVDC system is capable of isolating the grid breakdown and increasing the system stability



5. HVDC investment efficiency compared to HVAC increases proportionally with line length

Currently, there are about 160 projects of one-way HVDC super high-voltage transmission lines operating or under construction in the world, of which there are 43 projects in China, nine in India, nine projects in Canada, America seven projects, Australia three projects, Brazil three projects, Europe 72 projects. In Southeast Asia, countries with HVDC lines include: Philippines, Thailand, Malaysia, Indonesia.

2. METHODOLOGY

2.1 HVDC Model

Model include:

- AC System
- Converter station: HVDC Transformer, Rectifier, Inverter
- Overhead line: DC cable

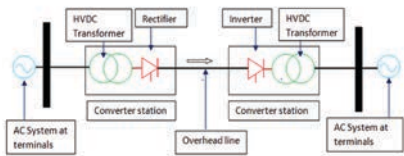


Fig 1. HVDC Model

2.2 Technique

HVDC is mainly based on converters to be used.

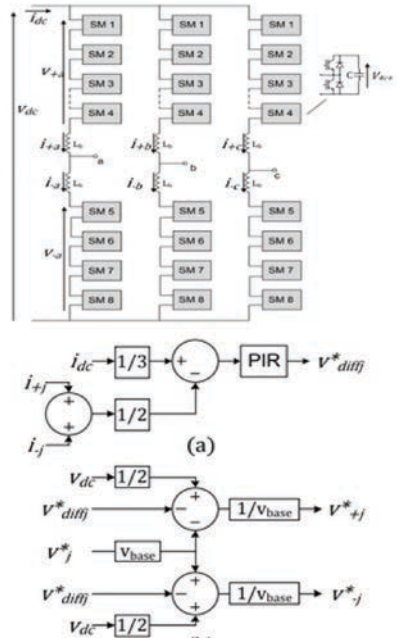


Fig 2. Circuit diagram of MMC- HVDC converter



3. ANALYSIS

3.1 Governing Equations

The circulating current control is based on. In order to regulate this, it is important to know the leg inner current that may be expressed as follows:

$$i_{\text{diff}} = i_{zi} + \frac{i_{dc}}{3} = \frac{(i_{(+j)} + i_{(-j)})}{2}$$

i_{zj} is the circulating current. ^[1]

Following characterization provided by Kirchoff's Voltage Law ^[1]

$$v_{\text{diff}} = \frac{v_{dc}}{2} = \frac{(v_{(+j)} + v_{(-j)})}{2}$$

3.2 Results and Discussion

The circulating current control depends on the legs synthesized voltage. And if this voltage is different than the dc link voltage, the circulating current can be more quickly controlled than if the dc voltage is kept constant. An easy and robust programming strategy details the balancing method using a reduced switching frequency.

4. CONCLUSIONS

This research shows the advantages of HVDC over traditional HVAC and gives a simple HVDC model. This research also proposes a model of the HVDC converter, the MMC-HVDC.

REFERENCES

- [1] (Lebre et al., 2015) Lebre, J. R., Dias, R. F., & Watanabe, E. H. (2015). POD-PWM applied to circulating current control in HVDC-MMC based system. 2015 IEEE 13th Brazilian Power Electronics Conference and 1st Southern Power Electronics Conference, COBEP/SPEC 2016. <https://doi.org/10.1109/COBEP.2015.7420060>
- [2] (Wang et al., 2020) Wang, W., Dou, F., Cheng, J., Yu, X., Yang, M., & Huang, Q. (2020). Modeling and Simulation of $\pm 800\text{kV}$ HVDC Electromagnetic Transients. 2020 Asia Energy and Electrical Engineering Symposium, AEEES 2020, 465–470. <https://doi.org/10.1109/AEEES48850.2020.9121384>



AUTHOR

Nguyen Van Thuc is a 4th-year student (K62), major in Electric Power System, School of Electrical Engineering, Hanoi University of Science and Technology.

Main research direction: Virtual Power Plant, HVDC, renewable energy

SUPERVISOR

Nguyen Duc Tuyen received the B.E. (2006) from Hanoi University of Science and Technology, M.E. (2009), and Ph.D. (2012) from Shibaura Institute of Technology. He is a lecturer, Hanoi University of Science and Technology. His current research topics on renewable energy.



NGHIÊN CỨU PHÂN TÍCH SỰ BIẾN THIÊN CỦA BỨC XẠ MẶT TRỜI TẠI MỘT VÙNG Ở ĐÀI LOAN

***Nguyễn Tuấn Anh⁽¹⁾**

1) Giảng viên khoa Kỹ thuật điện, nghiên cứu sinh khoa Công nghệ năng lượng – Trường Đại Học Điện Lực

*Tác giả liên hệ: Anhnt88@epu.edu.vn

Giảng viên hướng dẫn: Phạm Mạnh Hải

TÓM TẮT

Ngày nay sự tham gia của các nguồn năng lượng tái tạo (RES), đặc biệt là điện mặt trời vào hệ thống điện đang tăng lên đáng kể. Điện mặt trời là nguồn không ổn định và phụ thuộc vào bức xạ mặt trời. Khi bức xạ mặt trời biến đổi theo thời tiết thì công suất phát điện mặt trời cũng biến đổi theo. Nếu lưới điện không kiểm soát được tốt thì khi thời tiết thay đổi dẫn tới công suất phát của nhà máy điện mặt trời cũng thay đổi, điều này sẽ gây ra sự cố mất an toàn đối với lưới điện. Do đó việc

dự báo được công suất phát của nhà máy điện mặt trời để xây dựng phương án vận hành hệ thống cũng là một vấn đề quan trọng cần giải quyết. Điều kiện để dự báo được công suất phát điện mặt trời là phải dự báo được sự biến thiên của bức xạ mặt trời. Để dự báo được chính xác sự biến thiên của bức xạ mặt trời thì việc phân tích đánh giá sự thay đổi của bức xạ mặt trời trong điều kiện lý tưởng và ngoài thực tế là điều quan trọng cần được thực hiện trước khi xây dựng mô hình dự báo.

Từ khóa: *Biến thiên bức xạ mặt trời, năng lượng mặt trời.*

1. GIỚI THIỆU

Nội dung đề xuất:

- I. Bộ dữ liệu về bức xạ mặt trời.
- II. Bộ dữ liệu về nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió môi trường.
- III. Bộ dữ liệu về công suất thực tế của nhà máy điện mặt trời.
- IV. Các chỉ số ước lượng sự biến thiên bức xạ mặt trời
- V. Sử dụng các chỉ số bức xạ thu được trong thực tế để đánh giá kết quả ước lượng sự biến thiên bức xạ mặt trời.
- VI. Kết luận.



2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Hướng nghiên cứu

Dựa trên các dữ liệu bức xạ thu được có sẵn để đánh giá kết quả ước lượng sự biến thiên của bức xạ mặt trời

2.2 Kỹ thuật thu thập dữ liệu

Sử dụng dữ liệu bức xạ đo được trong thực tế tại các trạm PV khác nhau tại để đánh giá sự biến đổi giữa điều kiện lý tưởng và thực tế của bức xạ mặt trời tại Đà Loan

Bảng 1: Vị trí và công suất lắp đặt của các địa điểm trạm điện mặt trời (PV) đã lắp đặt tại đà loan

Vị trí trạm điện mặt trời (PV)	Vĩ độ	Mật độ năng lượng tới	Hiệu suất chuyển đổi
PV1	23,412481	120,361236	203,06
PV2	22,664814	120,499167	368,42
PV3	23,179864	120,337342	251,685
PV4	24,026727	120,410892	177,735
PV5	23,743341	120,554517	580
PV6	23,613408	120,288616	493,92
PV7	23,541335	120,223774	387
PV8	23,649720	120,295902	182,16

3. PHÂN TÍCH

3.1 Phương trình điều chỉnh

(*) Các chỉ số thường dùng khi dự báo bức xạ mặt trời ^{[1], [2], [3], [4]}.

Độ trong của bầu trời (CSI)	$CSI = 1159,2 \times \cos(z)^{1,179} \times e^{-0,0019(90^\circ - z)}$
Chỉ số biến thiên (VI)	$VI = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{(GHI_i - GHI_{i-1})^2 + \Delta t_i^2}}{\sum_{i=1}^n \sqrt{(CSI_i - CSI_{i-1})^2 + \Delta t_i^2}}$
Chỉ số biến thiên tự nhiên (NVI)	$NVI = \frac{\sigma_{\Delta GHI}}{G}$; $\sigma_{\Delta GHI} = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (\Delta GHI_i - \Delta \bar{G})^2}$
Điểm biến thiên (VS)	$VS_{RRdist} = 100 \times \max[RR_0 \times P(RR_{\Delta t} > RR_0)]$ $VS_{cdf} = \min\left(\sqrt{RR_0^2 + [P(RR_{\Delta t} > RR_0) - 1]}\right)$

Trong đó:

GHI : Chỉ số bức xạ ngang toàn cầu

$\sigma_{\Delta GHI}$: Biểu thị độ lệch chuẩn của thay đổi bức xạ mặt trời đo được trong một khoảng thời gian cụ thể.

M : số lần đo bức xạ.

$\bar{G}$: Giá trị trung bình của bức xạ đo được

$\Delta \bar{G}$: Giá trị trung bình của các bước thay đổi bức xạ

VS_{RRdist} : Điểm biến thiên giữa độ dốc ban đầu và đường cong xác suất.

VS_{cdf} : Điểm biến thiên của hàm phân phối tích lũy

RR_0 : Độ dốc ban đầu

$RR\Delta t$: Độ dốc tỷ lệ

$P(|RR_{\Delta t}| > RR_0)$: Nghịch đảo của hàm phân phối tích lũy.



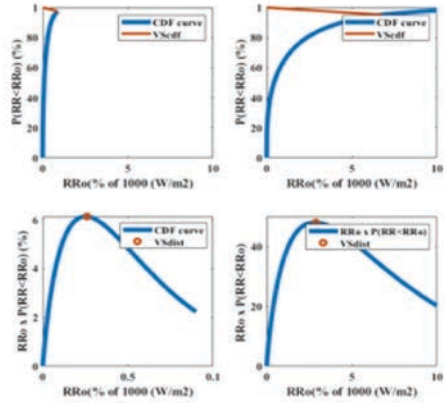
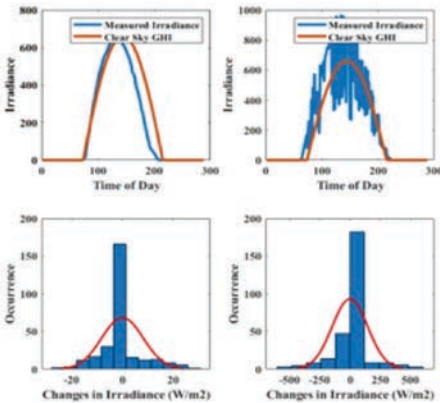
3.2 Phương pháp số

Sử dụng phần mềm mô phỏng, phần mềm lập trình MATLAB.

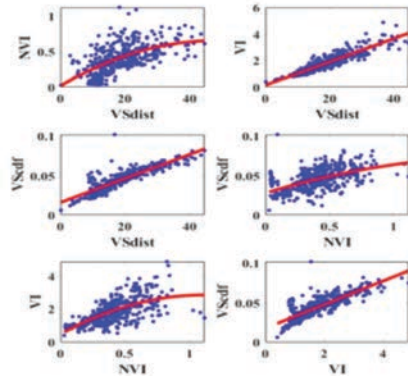
3.3 Kết quả

Bảng 2: Giá trị các chỉ số biến thiên trong một ngày quang đăng và trong một ngày có nhiều thay đổi về bức xạ mặt trời

Các chỉ số biến thiên	Ngày quang đăng (09/11/2019)	Ngày có nhiều thay đổi
Bức xạ mặt trời	174,35W/m ²	237,47W/m ²
Độ lệch chuẩn của bức xạ thay đổi trong thời gian 5 phút	8,19 W/m ²	147,01W/m ²
Chỉ số bầu trời quang đăng	0,84	1,13
VI	1,03	9,42
NVI	0,03	0,22
VScdf	0,02	0,08
VSdict	6,13	48,01



Hình 1: Biểu đồ so sánh các chỉ số biến thiên



Hình 2: Biểu đồ tương quan giữa các chỉ số biến thiên

(Dựa trên dữ liệu có sẵn từ thực tế để đánh giá kết quả ước lượng sự biến thiên của bức xạ mặt trời).



4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu có thể sử dụng để nghiên cứu học tập trong lĩnh vực dự báo sự biến thiên của bức xạ mặt trời, năng lượng tái tạo và dự báo công suất phát của nhà máy năng lượng mặt trời.

REFERENCES

- [1] R. Yan, T. K. Saha, P. Meredith, A. Ananth, and M. I. Hossain, "Megawatt-scale solar variability study: An experience from a 1.2 MWp photovoltaic system in Australia over three years," IET Renew. Power Gener., vol. 10, no. 8, pp. 1229–1236, 2016, doi: 10.1049/iet-rpg.2015.0383.
- [2] J. S. Stein, C. W. Hansen, and M. J. Reno, "The variability index: A new and novel metric for quantifying irradiance and pv output variability," World Renew. Energy Forum, WREF 2012, Incl. World Renew. Energy Congr. XII Color. Renew. Energy Soc. Annu. Conf., vol. 4, no. May, pp. 2764–2770, 2012.
- [3] M. Lave, M. J. Reno, and R. J. Broderick, "Characterizing local high-frequency solar variability and its impact to distribution studies," Sol. Energy, vol. 118, pp. 327–337, 2015, doi: 10.1016/j.solener.2015.05.028.
- [4] L. Robledo and A. Soler, "Luminous efficacy of global solar radiation for clear skies," Energy Convers. Manag., vol. 41, no. 16, pp. 1769–1779, 2000, doi: 10.1016/S0196-8904(00)00019-4.

TÁC GIẢ Ý TƯỞNG

NGUYỄN TUẤN ANH sinh năm 1988 tại Hà Nội, Việt Nam. Tốt nghiệp hệ kỹ sư chuyên ngành Kỹ thuật điện tại Đại học Nông nghiệp Hà Nội (nay là Học Viện Nông Nghiệp Việt Nam) năm 2012. Tốt nghiệp hệ thạc sỹ chuyên ngành Kỹ thuật điện tại Đại học Điện lực năm 2016. Từ năm 2017 đến nay là giảng viên khoa Kỹ thuật điện Trường Đại học Điện lực. Hướng nghiên cứu chính: Khí cụ điện, năng lượng tái tạo, DCS và SCADA...

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

MANH-HAI PHAM Sinh năm 1983, Hải Dương. Tốt nghiệp chuyên ngành Hệ Thống Điện của Trường Đại học Bách khoa Hà Nội năm 2006; Đạt học vị Thạc Sĩ của Trường Đại học Paul Sabatiers, Toulouse tại Pháp 2008 và Đạt học vị Tiến Sĩ về ứng dụng plasma của Đại học Poitiers tại Pháp 2011.

Từ năm 2012 đến nay, là giảng viên của Trường Đại học Điện Lực Hà Nội; Nguyên cứu các vấn đề bao gồm: quy trình và ứng dụng phóng điện plasma, dự báo phụ tải, độ tin cậy của hệ thống điện và năng lượng tái tạo...



CALCULATING THE SURGE IMPEDANCE OF BLADE AND TOWER OF WIND TURBINE

Van-Dong Pham⁽¹⁾, Thanh-Nam Nguyen⁽¹⁾, Thanh-Cong Quach⁽¹⁾

(1) Student at Department of Electrical and Electronic Engineering, Thuyloi University

*Corresponding authors: vinhnv@tlu.edu.vn

Supervisor: Dr. Van-Vinh Nguyen, Dr. Nhat-Tung Nguyen

ABSTRACT

This paper proposes a calculation method to estimate surge impedance of blade and tower of the wind turbine through computing the equivalent capacitance. The blade and tower capacitance are determined by simulating the electric field energy on the wind turbine. This work is implemented in the module AC/DC in COMSOL Multiphysics software, which is based on the Finite Element Method (FEM). The calculation results using the proposed method are compared to the Analytical method.

Keywords: *protection of wind turbine, surge impedance*

1. INTRODUCTION

Wind turbines are devices with high magnitude and often set in isolated locations, making the theme susceptible to lightning. The higher the wind turbine, the greater the lightning strikes rate, and the wind turbine failures caused by lightning each year could be as high as 36%^[1]. To limit the damage caused by lightning, the lightning protection calculation is necessary by estimating the overvoltage value applied to each wind turbine element. Consequently, the blade and tower present through an electrical quantity equivalent to the surge impedances.

Several ways to calculate the surge impedance of the blade and tower. The analytical method in^[2] was considered an approximation the tower as a simple cylinder while the blade as a cone. In reference^[3], calculating the blade and tower surge impedance is based on the electric field stored by computing the capacitance through analytical. The limitation of these methods was not considered to the actual structure and materials of the wind turbine. Therefore, this paper proposes a new calculation method to estimate the surge impedance of the wind turbine's blade and tower, considering both the actual structure and the wind turbine materials.

2. METHODOLOGIES

2.1 Analytical Method

The tower is treated as a conductive cone, meanwhile the blades are treated as a conductive cylinder, as shown in Figure 1. The blade and tower surge impedance are given by Equations ⁽¹⁾ ⁽²⁾:

$$Z_b = 60 \ln \frac{2H_b}{r_b} \text{ and } Z_t = 60 \ln \sqrt{2} \frac{H_t}{r_t} \quad (1)$$

where H_b and r_b is the height and radius of the blade, respectively; H_t and r_t is the height and radius of the tower, respectively.

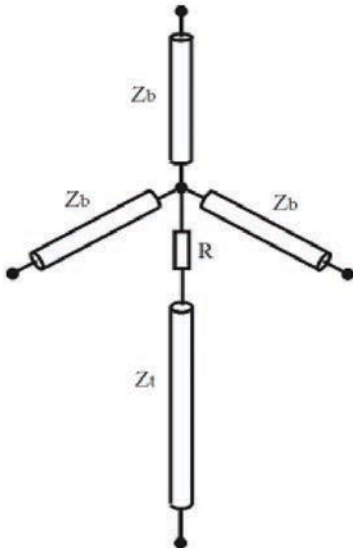


Fig 1. Circuit diagram of wind turbine

2.2 CIGRE Method

The blade and tower surge impedance of the wind turbine is calculated through the parameters of the capacitance as the following equation ^[3]:

$$Z = \frac{H}{c \cdot C_T} \quad (2)$$

where k is the ratio between maximum height and maximum width, and A_T is the surface area of the objective in m^2 .

$$C_T = \epsilon_0 c_f (4\pi A_T)^{0.5} \text{ with } c_f = \frac{(2k)^{0.5}}{\ln(4k)} \quad (3)$$

2.3 Proposed Method

Equation (2) is used to compute the surge impedance. However, the blade and tower capacitances are inferred from electric field energy stored in wind turbine, given by:

$$C_T = \frac{2W}{U^2} \quad (4)$$

where U is a potential set on the blade and tower (1V), W is computed in module AC/DC of COMSOL based FEM.



3. SIMULATION RESULTS

The structure of a wind turbine Vestas V66-1.65MW is tested in this paper. Figure 2 shows the potential distribution of the blade and tower. Table 1 shows the surge impedance obtained by various methods.

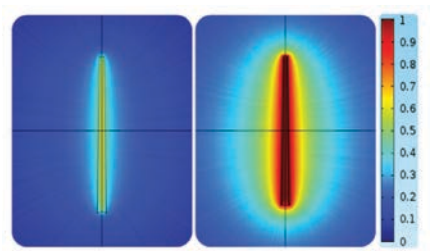


Fig 2. Potential distribution on blade and tower

Components	ZAlalytical [Ω]	ZProposed [Ω]
Blade	580.82	507.13
Tower	240.16	195.57

Table 1. The surge impedance of blade and tower

The surge impedance calculated by the FEM for blade and tower is smaller than the Analytical method. The error of surge impedance of blade and tower is 14.53% and 22.8%, respectively. This difference is because other methods the actual structure and material of wind turbine are not taken into account. For the blade: shape, size, and materials of the blade are ignored. For the tower, the other methods have considered the tower as a cone without considering the tower's thickness and material.

4. CONCLUSIONS

This paper has proposed a method for computing the surge impedance of blade and tower. The proposed method provides a better the surge impedance estimation of the blade and tower than Analytical method by considering the actual structure and materials of wind turbine. By the calculating, the surge impedance using proposed method can reduce about 15% for the blade and 23% for the tower. This work can improve the estimation of the overvoltage value set on the blade and tower of the wind turbine.

REFERENCES

[1] Glushakow, B., Effective lightning protection for wind turbine generators, IEEE Transactions on Energy Conversion, 22(1), pp. 214-222, 2007.

[2] Romero, D., Behaviour of the wind-turbines under lightning strikes including nonlinear grounding system, International Conference on Renewable Energies and Power Quality, 2004.

[3] CIGRE Working Group 33-01, Guide to procedures for estimating the lightning performance of transmission lines, CIGRE Brochure 63, 1991.



AUTHORS

Van-Dong Pham (1998) is an electrical engineering student at the Department of Electrical and Electronic Engineering, Thuyloi University.

Thanh-Nam Nguyen (1998) is an electrical engineering student at the Department of Electrical and Electronic Engineering, Thuyloi University.

Thanh-Cong Quach (1998) is an electrical engineering student at the Department of Electrical and Electronic Engineering, Thuyloi University.

SUPERVISOR

Van Vinh Nguyen (1988) received the M.S. degree in electrical engineering from Hanoi University of Science and Technology, in 2015, and Ph.D. degree in electrical engineering from Incheon National University, Incheon, Korea, in 2020. He is currently a Lecturer in the Department of Electrical and Electronic Engineering, Thuyloi University, Hanoi, Vietnam. His research interests include control and protection of Microgrid and High Voltage Direct Current (HVDC) grid.

Nhat Tung Nguyen (1982) received his Engineer diploma degree in electrical engineering from Hanoi University of Science and Technology, Vietnam in 2005; a M.S. & Ph.D. degree in electrical engineering from the Grenoble Institute of Technology, Grenoble, France, in 2006 & 2009. He is currently Head of faculty Electrical & Electronics Engineering, Head of department Electrical Engineering, at Thuyloi University, Vietnam. His research fields are: Electrical Power plan center, electrical network, Simulation and modeling on material and on power system network, smart grid, fault current limiter, many projects that related to both electrical systems, machinery or embedded system..



MÔ HÌNH HOÁ NĂNG LƯỢNG VÀ VẬN HÀNH TỐI ƯU VỚI CÔNG NGHỆ INTERNET OF THING CHO TOÀ NHÀ TIẾT KIỆM NĂNG LƯỢNG

Đào Văn Dũng⁽¹⁾

(1) Sinh viên khoa Điện – Đại học Công Nghiệp Hà Nội

Email: dungdao191299@gmail.com

Giảng viên hướng dẫn: TS. Đặng Hoàng Anh

TÓM TẮT

Với tình hình biến đổi khí hậu ngày càng xấu đi như hiện nay, việc bảo vệ môi trường ngày càng được xem trọng. Bên cạnh các phương pháp bảo vệ môi trường như khắc phục ô nhiễm môi trường, sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo thì việc tiết kiệm năng lượng, sử dụng tối ưu nguồn năng lượng cũng là một trong những việc rất là được quan tâm. Tuy nhiên để có thể

đánh giá một hệ thống vận hành tối ưu hay không cần phải dựa trên các cơ sở thực tiễn và các thông số cụ thể. Mà để có thể thu được kết quả đó sẽ rất tốn kém và mất nhiều thời gian. Vì vậy việc áp dụng các mô hình mô phỏng năng lượng trở thành một biện pháp được lựa chọn nhằm đánh giá độ hiệu quả các chiến lược vận hành trước khi đưa vào thực nghiệm.

Từ khóa: *Giám sát năng lượng, Điều khiển tự động, Tối ưu hoá, Vận hành tối ưu năng lượng, Cảm biến và điều khiển, Mô hình hoá năng lượng, Mô phỏng năng lượng.*

1. GIỚI THIỆU

Ngày nay, với sự phát triển của xã hội, cuộc sống của con người ngày càng tiện nghi và hiện đại. Kéo theo sự phát triển đó, nhu cầu sử dụng năng lượng ngày càng được tăng cao, đặc biệt là nhu cầu về nguồn năng lượng điện. Chính việc này đã góp phần không nhỏ vào sự thay đổi khí hậu và nóng lên toàn cầu, làm cạn kiệt các nguồn tài nguyên thiên nhiên. Theo thống kê, tổng năng lượng tiêu thụ cho các công trình xây dựng chiếm từ 40%-70% năng lượng cung cấp cho đô thị. Và theo thống kê về cơ cấu

sử dụng năng lượng cho các loại hình toà nhà, tiêu thụ lớn nhất chính là hệ thống điều hoà không khí với khoảng 40%, tiếp theo là chiếu sáng chiếm khoảng 30% tổng lượng tiêu thụ. Chính vì vậy việc thực hiện tốt về tiết kiệm năng lượng và sử dụng hiệu quả các nguồn năng lượng sẽ giúp giảm tiêu thụ năng lượng, hạn chế các tác động xấu đến môi trường cũng như giảm lượng phát thải nhà kính. Một trong những giải pháp tiết kiệm năng lượng đó chính là sử dụng các phương pháp điều khiển thông minh.

Một hệ thống vận hành thông minh và tối ưu cần phải đảm bảo độ tiện nghi cho người sử dụng trong khi vẫn phải đảm bảo việc sử dụng tiết kiệm năng lượng. Tuy nhiên với các chiến lược đưa ra, ta không thể thử nghiệm từng cái với hệ thống thực vì như vậy sẽ tốn rất nhiều chi phí và thời gian. Vì vậy việc đưa các chiến lược trên thông qua một mô hình mô phỏng sẽ giúp ta có kết quả gần sát với thực tế nhất. Dựa trên các kết quả thu được sẽ áp dụng với các hệ thống thực.

Vì vậy nhóm nghiên cứu đưa ra các mục tiêu cho đề tài bao gồm:

- Xây dựng hệ thống giám sát điều khiển tự động hoá toà nhà
- Xây dựng mô hình năng lượng và triển khai mô phỏng năng lượng
- Đưa ra chiến lược vận hành tối ưu hoá năng lượng cho toà nhà

2. PHƯƠNG PHÁP

2.1 Hệ thống giám sát, điều khiển tự động hoá toà nhà

Việc xây dựng hệ thống điều khiển tự động hoá toà nhà nhằm mục đích giúp cho hệ thống sẽ vận hành đúng theo như những gì mà chiến lược vận hành đề ra. Hệ thống sẽ được xây dựng dựa trên các phần cứng và phần mềm như mã nguồn mở. Trong đó, các thiết bị chấp hành lệnh và giám sát

được xây dựng dựa trên lập trình nhúng như là Arduino. Các phần mềm mã nguồn mở như là Openhab, MQTT, InfluxDB,... có vai trò như là bộ não giúp điều khiển giám sát các thiết bị cũng như đóng vai trò thành một hệ thu thập dữ liệu.



Hình 1: Sơ đồ nguyên lý hệ thống điều khiển tự động hoá toà nhà

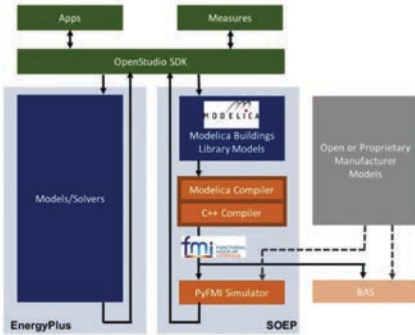
Xét về tổng quan, hệ thống sẽ bao gồm 3 thành phần chính là các thiết bị giám sát năng lượng và cảm biến, các thiết bị điều khiển và bộ điều khiển trung tâm. Các thiết bị giám sát, cảm biến và điều khiển sẽ được kết nối và vận hành thông qua bộ điều khiển trung tâm thông qua các chuẩn giao tiếp M2M (**hình 1**).

2.2 Mô hình hoá năng lượng và mô phỏng năng lượng

Đối với việc xây dựng mô hình năng lượng, mô hình xây dựng cần phải có đáp ứng đủ các thông số để phục vụ cho việc tính toán mô phỏng, không chỉ bao gồm các tham số như kết cấu, vật liệu mà còn cả các mô hình hệ thống điều khiển tự động cũng cần thiết phải đưa vào trong mô hình. Sau đó mô hình cần được mô hình toán học hoá



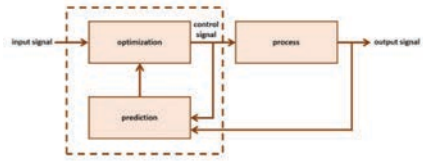
để thực hiện việc tính toán. Vì vậy các phần mềm mô phỏng (EnergyPlus,...) được sử dụng trong việc xây dựng mô hình và tính toán mô phỏng.



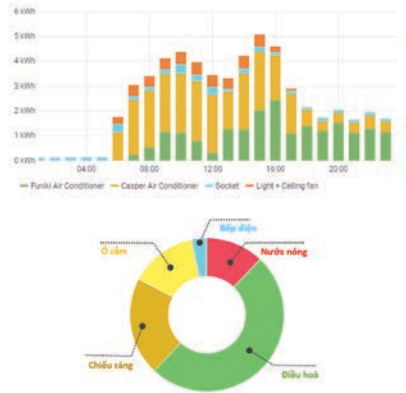
Hình 2: Xây dựng mô hình mô phỏng năng lượng

2.3 Tối ưu hoá chiến lược vận hành tự động

Từ mô hình năng lượng đã xây dựng được, ta có thể đưa vào các chiến lược vận hành đã đề ra để có thể thực hiện tính toán mô phỏng. Sau đó dựa trên các tiêu chí đã đặt ra ban đầu (tiện nghi, tiết kiệm năng lượng,...) và kết quả nhận được sau khi thực hiện tính toán mô phỏng cho khoảng thời gian dài (1 tháng, 1 năm,...) ta tiếp tục tối ưu lại và thực hiện việc mô phỏng, từ đó có thể đánh giá được chiến lược nào tối ưu nhất để đưa vào áp dụng thực nghiệm với hệ thống tự động hoá đã xây dựng được. Mục đích cuối cùng là hướng đến đưa ra được chiến lược vận hành tối ưu cho hệ thống.



Hình 3: Tối ưu hoá chiến lược vận hành



Hình 4: Một số cơ sở dữ liệu thu thập được

Dự kiến tiếp theo tác giả sẽ bắt tay vào xây dựng lên các mô hình năng lượng và có thể đưa vào các chiến lược vận hành để thực hiện tiến hành mô phỏng, tính toán. Kết quả cuối cùng được hướng đến sẽ là một hệ thống vận hành thông minh theo các chiến lược tối ưu hoá. Các kết quả thu được sẽ tiếp tục được đưa ra vào các công bố khoa học sau.



3. KẾT LUẬN

Hệ thống điều khiển tự động không phải là ý tưởng mới lạ với mọi người. Tuy nhiên việc đưa vào các chiến lược vận hành tối ưu hoá thì lại chưa được quan tâm rộng rãi. Vì vậy việc đưa vào các giải pháp tổng thể là điều cần thiết và để phát huy được hiệu quả một cách tối đa khả năng của hệ thống. Đây sẽ là một trong các giải pháp giúp cho toà nhà đạt được mức Zero Net Energy khi kết hợp với các hệ thống sử dụng nguồn năng lượng tái tạo.

NHÓM SINH VIÊN THỰC HIỆN

Đào Văn Dũng Sinh năm 1999, sinh viên K12, khoa Điện, chuyên ngành Tự Động Hoá, Trường Đại học Công Nghiệp Hà Nội. Hướng nghiên cứu hiện tại là lập trình nhúng và IOT.

GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN

TS. Đặng Hoàng Anh Tốt nghiệp Tiến sỹ ngành Kỹ Thuật Điện (2013) tại Trường Đại học Grenoble, CH Pháp. Lĩnh vực nghiên cứu chính hiện nay xoay quanh các vấn đề về Hiệu quả năng lượng trong toà nhà thông minh, tích hợp năng lượng tái tạo hướng tới Zero Energy Building. Các nghiên cứu chủ yếu gần đây tập trung làm chủ hệ thống IOT cho toà nhà và Mô phỏng năng lượng. Các nghiên cứu tiếp theo trong tương lai gần định hướng vào các vấn đề tối ưu năng lượng, tiện nghi chi phí cho hệ thống thực và các ứng dụng AI liên quan.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Pierluigi Siano, Demand response and smart grids—A survey, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 30, February 2014, Pages 461-478
- [2] Angeliki Kylii, Paris A. Fokaides “European smart cities: The role of zero energy buildings”, Sustainable Cities and Society, Volume 15, July 2015, Pages 86-95.
- [3] Daniel Tenfen; Benoit Delinchant; Frédéric Wurtz; Erlon C. Finardi; Jaqueline Rolim; Rubiapiara C. Fernandes, “Load Demand, Batteries, and Electric Vehicles Modelling to the Energy Management of Microgrids”, Workshop ELECON, Magdeburg, October 2014.
- [4] Hoang-Anh Dang, Benoit Delinchant, and Frederic Wurtz. Toward building energy management: Electric analog modeling for thermal behaviour simulation. Nov 14-16, 2016, IEEE ICSET 2016 Conference, Hanoi, Vietnam.
- [5] Hoang-Anh Dang, Benoit Delinchant, and Frederic Wurtz. Modélisation en vue de la simulation énergétique des bâtiments : Application au prototypage virtuel et à la gestion optimale de PREDIS MHI. PhD Thesis 2013, University of Grenoble Alpes.
- [6] Edward M. Smith, David R. Sewell, Patrick T. Golden, System and method for energy management, US Patent 6,785,592, 2004.
- [7] Van-Binh Dinh, Benoit Delinchant, and Frederic Wurtz. Méthodes et outils pour le dimensionnement des bâtiments et des systèmes énergétiques en phase d'esquisse intégrant la gestion optimale. PhD Thesis 2016, University of Grenoble Alpes.
- [8] IEC, Internet of things: Wireless sensor networks, White paper, 2014.
- [9] Techmaster Team, 2018, [IoT] Những điều cần biết về giao thức MQTT, <https://techmaster.vn/posts/34394/iot-giao-thuc-mqtt-va-ung-dung-trong-iot>



15 ĐỀ XUẤT NGHIÊN CỨU KHOA HỌC XUẤT SẮC NHẤT

STT	Authors and paper title
1	Lê Viết Thịnh , Monitoring health state of photovoltaic module through series resistance analysis
2	Nguyễn Xuân Khải, Nguyễn Tuấn An, Lê Văn Hiếu, Nguyễn Kiên Trung , Hệ thống sạc tự động hiệu suất cao cho ô tô điện
3	Nguyễn Minh Tiến, Trần Anh Dũng, Tạ Hữu Quang Duy, Võ Duy Thành , Mô phỏng thời gian thực cho ô tô điện sử dụng phương pháp biểu diễn ví mô năng lượng
4	Vũ Xuân Sơn Hữu , Assessment of solar irradiance forecasting utilizing attention-based bidirectional long short-term memory model via mean absolute percentage error
5	Nguyễn Sỹ Quân , Impact of smart grid on renewable energy: a simulation approach
6	Đinh Quang Minh, Vũ Hồng Tiến , Giải pháp thu hoạch năng lượng từ sóng viễn thông
7	Nguyễn Thanh Hùng, Trần Minh Ngọc, Lê Quang Huy , Giải pháp thu hoạch năng lượng từ hiệu ứng ma sát điện ứng dụng cho giày thông minh
8	Phạm Văn Đồng, Phạm Trọng Hùng, Nguyễn Thành Nam , Calculating the surge impedance of wind turbine



STT	Authors and paper title
9	Lê Hải Triều, Trịnh Tuấn Tú, Vũ Xuân Sơn Hữu , Short-term load forecasting using long short-term memory network
10	Nguyễn Trung Tuyên, Nguyễn Thế Anh, Vũ Quang Hải , Tự động điều chỉnh điện áp của hệ thống PV nối lưới
11	Nguyễn Thị Dung, Đỗ Văn Đạt, Nguyễn Thị Hằng, Ngô Linh Trang , Xây dựng công cụ xác định hiệu quả đầu tư của các dự án điện mặt trời mái nhà tại Việt Nam
12	Trịnh Tuấn Tú, Dương Tuấn Anh, Hoàng Thị Hương Giang, Nguyễn Thúy Nga, Phạm Việt Hoàng , Optimal sizing for battery energy storage in isolated power systems
13	Nguyễn Thị Bích Ngọc và Hoàng Trung Kiên , Wind farm layout optimization considering wake effect
14	Nguyễn Tuấn Anh, Phạm Mạnh Hải , Phân tích sự biến thiên của bức xạ mặt trời tại một vùng ở Đà Loan
15	Đỗ Thị Ngọc Diễm, Ngô Thị Trang, Đỗ Thị Nguyệt, Hoàng Việt Phương , Nghiên cứu đề xuất phương pháp dùng nhiệt lượng ủ từ hầm rác để sản xuất điện



MỘT SỐ HÌNH ẢNH NỔI BẬT



Ông Nguyễn Huy Phương phát biểu tại sự kiện



Ông Nguyễn Đức Huy phát biểu tại sự kiện



Ông Sven Ernerdal phát biểu tại sự kiện



Ông Sven Ernerdal trò chuyện cùng các sinh viên



Sổ tay được phát tại Diễn đàn



Các diễn giả tại sự kiện



Các sinh viên trình bày Đề xuất nghiên cứu tại Diễn đàn



Các sinh viên trình bày Đề xuất nghiên cứu tại Diễn đàn



Các diễn giả tại sự kiện



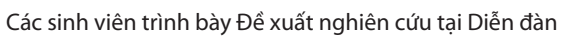
Ảnh diễn giả và 15 nhóm có bài trình bày xuất sắc nhất



Các sinh viên lắng nghe phát biểu của diễn giả



Diễn giả giao lưu cùng sinh viên





Kỉ niệm chương và quà tặng cho các bài trình bày xuất sắc nhất



Các sinh viên trình bày Đề xuất nghiên cứu tại Diễn đàn



Tiết mục nghệ thuật của sinh viên Trường ĐHBKHN tại Diễn đàn



Ảnh chụp các diễn giả, khách mời và sinh viên tham dự

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA HÀ NỘI

Ngõ 17 Tạ Quang Bửu – Hai Bà Trưng – Hà Nội

ĐT: 024. 38684569; Fax: 024. 38684570

<http://nxbbk.hust.edu.vn>

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Giám đốc – Tổng biên tập: TS. BÙI ĐỨC HÙNG

Biên tập: ĐỖ THANH THÙY

Sửa bản in: NGUYỄN ĐỨC TUYÊN

Trình bày bìa: LOTUS HANOI

In 150 cuốn khổ (16x24cm) cm tại Công ty TNHH bao bì Sao Phương Bắc
số 59 Phố Mới, thị trấn Như Quỳnh, huyện Văn Lâm, tỉnh Hưng Yên.

Số xuất bản: 5112-2020/CXBIPH/04-95/BKHN;

ISBN: 978-604-316-020-8.

Số QĐXB: 327/QĐ – ĐHBK – BKHN ngày 28/12/2020.

In xong và nộp lưu chiểu quý I năm 2021.

Kỷ yếu Diễn đàn Sinh viên Nghiên cứu Khoa học 2020

Chủ đề: Năng lượng tái tạo



ISBN: 978-604-316-020-8



9 786043 160208

SÁCH KHÔNG BÁN

NHÀ XUẤT BẢN BÁCH KHOA HÀ NỘI