

MẠNG NĂNG LƯỢNG VÀ SỰ PHÁT TRIỂN TRONG TƯƠNG LAI

Nguyễn Thanh Hà^{1*}, Phạm Thị Ngọc Dung²

¹Đại học Thái Nguyên, ²Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Mạng năng lượng (Energy Internet - EI) được xem như là một hình thức kết nối giữa các dạng năng lượng khác nhau và hệ thống thông tin theo như triết lý mạng internet. Những lợi ích nổi bật của EI đã thu hút sự quan tâm rất lớn từ các nhà nghiên cứu và các cơ quan chuyên môn. Bài báo này giới thiệu một cách nhìn tổng quan nhất về EI, các vấn đề được đề cập đến bao gồm: Khái niệm, kết cấu, đặc điểm, tác động của nguồn năng lượng phân tán và hệ thống tích trữ năng lượng, vai trò của bộ định tuyến năng lượng v.v., và một số các nghiên cứu điển hình về EI ở các quốc gia phát triển. Một số vấn đề phát triển EI trong tương lai có ảnh hưởng đến thị trường điện và dịch vụ cung cấp năng lượng cũng được phân tích cụ thể.

Từ khóa: *Mạng lưới năng lượng (energy internet), nguồn phân tán, thiết bị tích trữ điện, bộ định tuyến năng lượng*

ĐẶT VẤN ĐỀ

Cuốn sách về cuộc cách mạng công nghiệp lần 3 (The third industrial revolution) [1] đã miêu tả viễn cảnh tương lai của năng lượng: Năng lượng phân tán và năng lượng tái tạo sẽ được lưu trữ và chia sẻ như mạng internet. Mỗi tòa nhà, hộ gia đình sử dụng đều có khả năng truy cập vào mạng lưới năng lượng này. Khi đó, người tiêu dùng cũng đóng vai trò đồng thời là nhà sản xuất (có thể bán năng lượng dư thừa của họ).

Theo niên giám thống kê năng lượng trên thế giới năm 2015 [2], Tài nguyên hóa thạch bao gồm: than, dầu mỏ và khí đốt tự nhiên đang bị sụt giảm một cách nghiêm trọng. Trong khi đó nhu cầu sử dụng năng lượng của xã hội loài người không ngừng tăng lên dẫn đến tình trạng mất cân bằng năng lượng.

Những bất cập trong khai thác và quản lý nguồn năng lượng truyền thống (phi tái tạo) và năng lượng tái tạo hiện nay không đáp ứng kịp nhu cầu và sự phát triển của xã hội hiện đại. Nguồn năng lượng tái tạo mặc dù có trữ lượng lớn và không ngừng gia tăng nhưng đây là loại hình có tính chất phân tán, không tập trung, quá trình chuyển đổi và sử dụng dưới dạng năng lượng điện có nhiều sự bất cập.

Do đó, bài toán đặt ra trong lĩnh vực năng

lượng là cần phải thiết kế mô hình sử dụng năng lượng mới cho phép khai thác một cách có hiệu quả giữa năng lượng truyền thống và năng lượng mới và tái tạo. Mô hình mạng lưới năng lượng gọi tắt là EI là giải pháp đưa ra đã nhận được sự quan tâm rộng rãi của các nhà khoa học [3, 4]. Đứng trên góc độ năng lượng thì mô hình này được khái niệm hóa bằng việc coi EI là một hệ thống mở rộng bởi nhiều hình thức năng lượng khác nhau như điện, nhiệt, khí đốt... được kết nối dựa trên mạng lưới công nghệ thông tin xét theo từng phạm vi cụ thể. Mô hình này đem lại nhiều lợi ích như hiệu quả sử dụng năng lượng cao, làm giảm giá thành cung cấp năng lượng [5]. Một số nghiên cứu điển hình có thể kể đến như: Tài liệu [6] tiến hành xây dựng mô hình EI trên cơ sở phân tích mối liên hệ với lưới điện thông minh (smart grid); Tài liệu [7] tiến hành so sánh giữa mô hình mạng lưới năng lượng truyền thống, mạng lưới thông tin và EI nhằm làm nổi bật ý nghĩa và những lợi ích của việc xây dựng mô hình mạng lưới năng lượng; Tài liệu [8] trình bày mô hình nghiên cứu ứng dụng mạng lưới phân phối năng lượng có xem xét đến yếu tố hệ thống tích trữ...

EI thực sự là một khái niệm mới trong lĩnh vực năng lượng hiện nay. Trên cơ sở các công bố khoa học có liên quan, bài báo này phân tích góc độ ứng dụng mạnh mẽ năng lượng mới và tái tạo trong mô hình EI. Cấu trúc của

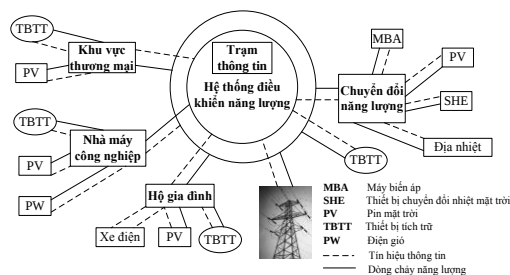
* Tel: 0913 073591, Email: hant@tnu.edu.vn

bài báo cụ thể như sau: Đầu tiên, tiến hành giới thiệu về khái niệm, đặc tính và một số mô hình EI điển hình trên thế giới. Tiếp theo phân tích các hướng phát triển cần chú trọng trong tương lai và cuối cùng đưa ra nhận định chung về những khó khăn khi áp dụng mô hình này.

MÔ HÌNH ENERGY INTERNET

Khái niệm và đặc điểm

EI là một công nghệ được ứng dụng trên nền tảng công nghệ thông tin và truyền thông (Information Communication Technology – ICT) sử dụng hệ thống quản lý thông tin - năng lượng để tích hợp các thiết bị chuyển đổi, phân phối, lưu trữ năng lượng và tập trung chủ yếu vào hoạt động khai thác tối ưu nguồn năng lượng tái tạo. Sự phối hợp chặt chẽ giữa năng lượng và thông tin nhằm đạt được sự điều phối tối ưu, an toàn, và hiệu quả [9]. Hình 1 cho thấy một kết cấu điển hình của EI với sự kết hợp giữa các phần tử khác nhau thông qua hệ thống truyền thông, điều khiển nhằm kiểm soát sự chuyển đổi và phân bố năng lượng giữa chúng. Năng lượng được cung cấp từ hệ thống điện, năng lượng tái tạo, địa nhiệt và các trạm năng lượng có thể được biến đổi thành các dạng năng lượng khác nhau nhằm đạt được cấu hình tối ưu.



Hình 1. Cấu trúc mạng lưới năng lượng đơn giản

Các nhà máy công nghiệp, khu vực thương mại và nhà ở được coi là các máy phát năng lượng. Hệ thống thiết bị lưu trữ được kết nối với mạng lưới năng lượng theo hai dạng tập trung và phân tán. Hệ thống sử dụng luồng thông tin để kiểm soát lưu lượng năng lượng nhằm đảm bảo an toàn và nâng cao độ tin cậy. Nếu coi lưới điện thông minh (smart grid) là lưới điện 2.0 thì có thể hiểu EI là thế hệ 3.0

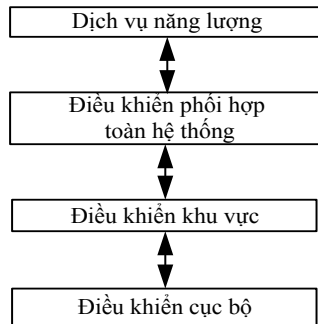
với khả năng kết nối và chia sẻ như mạng internet, khả năng tự phục hồi cao, an toàn, tin cậy và nâng cao được hiệu quả sử dụng của các dạng năng lượng [10]. Thực chất gọi như vậy vì EI về cơ bản đã được nâng cấp và mở rộng trên cơ sở công nghệ lưới điện thông minh. So với lưới điện thông minh, ngoài điện năng còn có các dạng năng lượng khác như khí tự nhiên, nhiệt năng, (năng lượng mới và tái tạo được bổ xung dưới dạng nhiệt). Việc quản lý toàn diện chất lượng điện năng tập trung vào mấy vấn đề như chuyển hóa điện năng kém hiệu quả, dao động điện áp lớn khi nguồn phân tán tham gia vào hệ thống điện. Bên cạnh đó, sự ra đời của mô hình này đồng nghĩa với việc cần phải đưa ra phương pháp quản lý mới và chính sách phù hợp để đảm bảo hoạt động an toàn và kinh tế. EI cung cấp năng lượng linh hoạt với khả năng tương tác cao giữa tải và nguồn, khả năng liên kết trực tiếp để cung cấp năng lượng trở nên chặt chẽ và phong phú hơn. EI được trang bị hệ thống điều khiển và thu thập dữ liệu một cách đồng bộ, xuyên suốt từ khâu nguồn phát, truyền tải, phân phối cho đến từng hộ tiêu thụ.

Đặc điểm của mô hình có thể được tóm tắt ở mấy điểm chính như sau: (1) Mô hình ưu tiên các loại hình năng lượng mới và tái tạo (như năng lượng mặt trời, năng lượng gió) thay thế cho các dạng năng lượng truyền thống; (2) Mô hình cho phép truy cập vào các thiết bị lưu trữ năng lượng quy mô lớn; (3) Sử dụng nguyên tắc "tại chỗ", cụ thể là thu thập, lưu trữ và sử dụng năng lượng tại địa phương; (4) tương tác hai chiều, trong đó người tiêu thụ năng lượng cũng có vai trò sản xuất năng lượng; (5) Năng lượng được kết hợp trên diện rộng giống như mô hình hệ thống điện; (6) Khả năng sản xuất đồng thời 3 dạng năng lượng chính bao gồm: điện, nhiệt, và lạnh; (7) Công nghệ thông tin và truyền thông thâm nhập vào tất cả các khía cạnh của dòng năng lượng.

Cấu trúc của mạng lưới năng lượng

Cấu trúc cơ bản của EI dưới góc độ điều khiển hệ thống có thể thông qua một cấu trúc điều khiển phân cấp điển hình, cụ thể là lớp thiết bị đầu cuối, lớp điều khiển khu vực, lớp

phối hợp mạng toàn cầu và tăng dịch vụ nghiệp vụ [11], sơ đồ cấu trúc EI được thể hiện trong Hình 2.



Hình 2. Cấu trúc của EI

Lớp thiết bị đầu cuối (điều khiển cục bộ)

Đây là lớp thiết bị trực tiếp cung cấp năng lượng cho phụ tải, là phần lớn nhất của hệ thống và có tính tương tác cao. Lớp này bao gồm các thiết bị phân phối, sử dụng và lưu trữ năng lượng.

Lớp điều khiển khu vực

Thiết bị chính ở cấp độ này chính là các bộ điều khiển và chuyển đổi năng lượng bao gồm: máy biến áp và hệ thống quản lý năng lượng điện tử. Với sự hợp tác của hệ thống, việc triển khai thông minh các chức năng xử lý sự cố và năng lượng được thực hiện.

Lớp điều phối hợp

Lớp điều khiển phối hợp được coi là xương sống của mạng lưới năng lượng. Lớp này có chức năng phối hợp hoạt động một cách tin cậy và đảm bảo sự ổn định của toàn bộ hệ thống. Đây là lớp có mật độ thông tin lớn nhất và là cơ quan hoạt động ở cấp cao nhất, có thể thực hiện việc điều phối thông minh (tối ưu) và kiểm soát chất lượng năng lượng. Ngoài ra, lớp này còn có chức năng kiểm soát lỗi, bảo vệ hệ thống và các chức năng khác.

Lớp dịch vụ năng lượng

Lớp dịch vụ năng lượng được thực hiện trên nền tảng công nghệ điện toán đám mây nhằm thực hiện liên kết rộng rãi cho tất cả các khách hàng với người sử dụng giao dịch. Lớp này cung cấp các dịch vụ giá trị gia tăng thương mại khác nhau cho năng lượng thông qua dịch vụ mua bán năng lượng hoặc bán

quyền truyền tải...Việc sử dụng điện toán đám mây cho phép kết nối khối lượng dữ liệu lớn trên cơ sở xây dựng biểu giá điện năng động. Lớp này giúp phát huy đầy đủ quyền tự do của thị trường năng lượng dưới sự ràng buộc của các chính sách và quy định có liên quan, nuôi dưỡng các mô hình dịch vụ năng lượng mới nhằm cải thiện việc sử dụng năng lượng và phân bổ nguồn lực hợp lý. Đây được coi là lớp có cấp độ hoạt động tích cực nhất trong cả cấu trúc của EI.

Thành phần cơ bản của EI

Năng lượng tái tạo

Hiện nay, các nguồn năng lượng tái tạo được sử dụng trên thế giới chủ yếu bao gồm năng lượng mặt trời, năng lượng gió và năng lượng địa nhiệt. Bảng 1 cho thấy mức độ tiêu thụ năng lượng tái tạo trung bình tại thời điểm năm 2012 của một số quốc gia.

Căn cứ vào góc độ khai thác và sử dụng có thể chia chúng thành hai dạng: tập trung và phân bố. Nguồn năng lượng tái tạo tập trung vẫn được nỗ lực phát triển mặc dù nó có những hạn chế lớn như tổn thất lớn trong quá trình truyền tải. Khi đó, chúng được khắc phục bởi nguồn năng lượng tái tạo, sử dụng và lưu trữ tại địa phương [12].

Trong tương lai, mạng lưới năng lượng sẽ hỗ trợ khả năng kết nối thiết bị phân tán nhiều hơn, điều này cho thấy năng lượng phân tán đã trở thành một hướng đi quan trọng cho sự phát triển năng lượng trong tương lai.

Bảng 1. Lượng tiêu thụ năng lượng tái tạo trên đầu người của một số quốc gia

Quốc gia	Lượng tiêu thụ trung bình/người (tấn than tương đương)
Canada	2.74
Tây Ban Nha	0.76
Đức	0.73
Italy	0.52
Nhật Bản	0.27
Trung Quốc	0.19
Ấn Độ	0.04
...	...
TB thế giới	0.19

Thiết bị tích trữ

Thiết bị lưu trữ năng lượng giúp hoạt động của hệ thống điện linh hoạt và tin cậy hơn, làm tăng ngưỡng giới hạn công suất và cải thiện khả năng kiểm soát hệ thống. Do tính ngẫu nhiên và không liên tục của các nguồn năng lượng mới, như năng lượng gió và năng lượng mặt trời, các thiết bị lưu trữ năng lượng có thể giảm tác động của chúng lên hệ thống điện. Thiết bị lưu trữ năng lượng có chức năng giảm đỉnh của phụ tải dẫn đến của thiết bị có thể được đảm bảo ở mức độ tải cho phép, giúp cải thiện hiệu suất, tuổi thọ của thiết bị và tăng hiệu quả kinh tế của thiết bị. Thiết bị lưu trữ năng lượng có thể giúp cho việc đảm bảo nguồn điện liên tục, không bị gián đoạn cho các tải trọng quan trọng hoặc oàn bộ các phụ tải khác, làm cho lưới điện được an toàn và tin cậy hơn [13].

Hiện nay, các phương pháp lưu trữ năng lượng có thể được chia thành ba loại: (1) Lưu trữ năng lượng điện hóa [14], sử dụng các đặc tính hấp thụ và giải phóng năng lượng trong các phản ứng hóa học để lưu trữ và giải phóng năng lượng. (2) Kho lưu trữ năng lượng cơ học [15], lưu trữ năng lượng dưới dạng năng lượng cơ học và chuyển đổi thành điện khi cần thiết, chủ yếu gồm lưu trữ nước ở các thủy điện tích năng và lưu trữ bánh đà. (3) lưu trữ năng lượng điện tử, chủ yếu có hai dạng, một là lưu trữ năng lượng từ tính siêu dẫn [16], hai là sử dụng các chất siêu dẫn để lưu trữ trực tiếp dưới dạng năng lượng điện từ. Những ưu điểm và nhược điểm của ba loại

phương pháp lưu trữ năng lượng được thể hiện trong Bảng 2.

Bộ định tuyến năng lượng

Bộ định tuyến năng lượng là một điểm quan trọng trong mạng lưới năng lượng. Thiết bị này đảm nhiệm việc thiết lập kết nối giữa các mạng khác nhau, đồng thời thiết lập và lựa chọn “tuyến đường” tối ưu trong quá trình phát, phân phối và tiêu thụ năng lượng. Bộ định tuyến năng lượng dựa vào hệ thống quản lý năng lượng [17] để lựa chọn phương pháp kết nối lưới tốt nhất cho các nguồn năng lượng mới. Cải thiện tốc độ sử dụng năng lượng, chọn chế độ hoạt động đáng tin cậy và tiết kiệm, đảm bảo chất lượng cao nhất cho lưới điện, hợp tác với thiết bị bảo vệ role để chuyển đổi kịp thời vùng lỗi và điều khiển chế độ hoạt động của thiết bị lưu trữ năng lượng;

Thiết bị này hoạt động trên cơ sở dữ liệu phụ tải, biểu giá năng lượng tham chiếu, đánh giá tổn hao trong quá trình tổn thất để lựa chọn phương án phân bố tối ưu dòng năng lượng. Theo tài liệu tham khảo [18], bộ định tuyến năng lượng bao gồm các thiết bị điện tử công suất, các nền tảng truyền thông và các mô-đun điều khiển thông minh. Trong số đó, nền tảng truyền thông có trách nhiệm thu thập thông tin trạng thái như hoạt động của hệ thống truyền tải điện, mô-đun điều khiển thông minh sử dụng thông tin toàn diện để hoàn thành việc kiểm soát sự ổn định và lưu lượng của mạng, thiết bị điện tử là một phần quan trọng của bộ định tuyến năng lượng.

Bảng 2. So sánh các hình thức lưu trữ năng lượng

Phương thức tích trữ	Ưu điểm	Nhược điểm
Điện hóa	Kết cấu modul, hiệu suất chuyển đổi cao, đa dạng, khả năng thích ứng với các nhu cầu khác nhau	Liên quan đến các vấn đề môi trường và an toàn trong sử dụng
Cơ học	Khả năng sử dụng lâu dài, dung lượng lưu trữ lớn	Mật độ năng lượng thấp, phụ thuộc vào điều kiện bên ngoài.
Điện tử	Tuổi thọ lâu dài, mật độ công suất lớn, hiệu quả cao, đáp ứng nhanh	Dung lượng lưu trữ năng lượng hạn chế, chi phí bảo trì cao

TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU CỦA Ở MỘT SỐ QUỐC GIA TRÊN THẾ GIỚI

Mỹ với kế hoạch “FREEDM”

Khái niệm về Internet năng lượng lần đầu tiên được Hoa Kỳ đề xuất vào năm 2008, và sau đó, kế hoạch năng lượng và quản lý năng lượng điện tái tạo trong tương lai (Future Renewable Electric

Energy Delivery and Management - FREEDM) đã được đưa ra. Ngày nay, Mỹ là quốc gia đi đầu về mặt công nghệ với các hệ thống điều khiển năng lượng thông minh nhằm điều phối hiệu quả hệ thống nguồn năng lượng phân tải, phụ tải, thiết bị lưu trữ năng lượng và thiết bị bảo vệ [20].

Đức với kế hoạch “E-Energy”

Chính phủ Đức đã tiến hành triển khai dự án xúc tiến đổi mới công nghệ “E-Energy” do Bộ Kinh tế và Công nghệ liên bang Đức khởi xướng năm 2008. Mục tiêu của nó là thiết lập hệ thống năng lượng thông minh tự điều chỉnh và đầu tư hơn 60 triệu Euro để khởi động các chương trình này [21]. Đây là dự án trọng điểm, nền tảng vững chắc nhằm cung cấp các giải pháp tin cậy cho việc mở rộng quy mô mạng năng lượng trong tương lai.

Nhật Bản với chương trình “lưới điện kỹ thuật số”

Những năm gần đây, năng lượng mới và tái tạo của Nhật Bản đã phát triển nhanh chóng. Để giải quyết vấn đề nguồn năng lượng phân tán và lưới điện bị gián đoạn trong quá trình liên kết, chính phủ nước này đã đề xuất thành lập dự án “lưới điện kỹ thuật số” dựa trên triết lý mạng internet và dần dần tách lưới điện tập trung thành các lưới điện độc lập quy mô nhỏ dạng (micro grid). Trong lưới điện siêu nhỏ, các bộ định tuyến năng lượng thống nhất phân bổ các địa chỉ IP để thực hiện tích hợp ảo của hệ thống điện một cách không tập trung.

Trung Quốc với dự án mạng năng lượng và lưới điện thông minh

Trung quốc là quốc gia tiêu tốn năng lượng bậc nhất thế giới, vì vậy Viện công nghệ năng lượng quốc gia của nước này đã sớm định hướng và chú trọng đến các công nghệ năng lượng mới.

Tháng 3 năm 2015, chính phủ nước này cũng đã chính thức thông qua kế hoạch hành động xây dựng mạng lưới năng lượng EI với sự kết hợp giữa các ngành công nghiệp truyền thống, công nghiệp năng lượng điện và sự hội

nhập của mạng lưới internet. Đây được coi là bước mở về chính sách nhằm khuyến khích các doanh nghiệp, viện nghiên cứu tham gia mạnh mẽ vào quá trình xây dựng hệ thống năng lượng thông minh, thúc đẩy tiết kiệm năng lượng và hạn chế ô nhiễm môi trường.

PHÂN TÍCH MỘT SỐ VẤN ĐỀ LIÊN QUAN ĐẾN PHÁT TRIỂN EI

Tác động của nguồn năng lượng phân tán quy mô lớn lên lưới điện

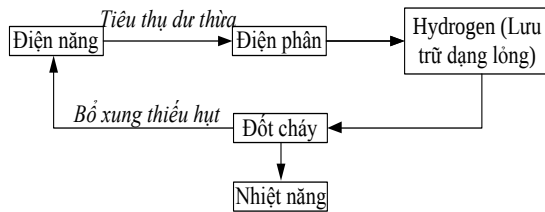
Mạng năng lượng sẽ trọng tâm khai thác nguồn năng lượng phân tán. Với quy mô lưới điện truyền thống hiện nay, sự ngẫu nhiên của loại hình này cũng đã gây ra những ảnh hưởng không nhỏ đến khả năng vận hành ổn định của lưới điện. Ngoài ra, việc tiếp cận nguồn năng lượng phân tán sẽ làm thay đổi kết cấu ban đầu của lưới điện và thay đổi các trạng thái tức thời và ổn định của hệ thống điện.

Do đó, để khắc phục được vấn đề này cần thiết lập một mô hình dự báo chính xác nhằm tối ưu hóa cấu trúc của mạng, lợi ích kinh tế và xã hội. Các phương pháp dự báo thường được sử dụng bao gồm các thuật toán truyền thống như phân tích xu hướng, phân tích hồi quy [22] và các phương pháp phân tích hiện đại như Neural network [23]...

Công nghệ lưu trữ năng lượng hiệu suất cao

Sự có mặt của hệ thống tích trữ năng lượng giúp cho EI dễ dàng được kiểm soát, giảm tác động của các nguồn năng lượng phân tán lên lưới điện, cải thiện việc sử dụng các nguồn năng lượng mới và nâng cao độ tin cậy của lưới điện.

Tuy nhiên, sự thiếu liên kết của loại hình này lại là một thách thức không nhỏ đối với EI. Do hệ thống tích trữ thường được kết hợp cùng nguồn năng lượng phân tán được phân phối rải rác ở phía người dùng, khiến chi phí đầu tư ban đầu tăng lên. Ngoài ra, hệ thống tích trữ cũng cần phát triển hơn nữa về mặt công nghệ nhằm tăng khả năng lưu trữ, mật độ công suất và tuổi thọ trung bình của thiết bị.



Hình 3. Công nghệ tích trữ Hydro

Một số phương pháp lưu trữ năng lượng truyền thống còn tồn tại nhiều mặt hạn chế như mật độ năng lượng thấp và tuổi thọ ngắn.

Công nghệ lưu trữ năng lượng Hydro là một trong những công nghệ mới hiện nay, sử dụng sự chuyển đổi qua lại giữa năng lượng điện và năng lượng hóa học, như trong Hình 3: Quá trình nạp sử dụng điện năng từ lưới điện để điện phân nước thu được khí hydro và sau đó tiến hành bảo quản ở nhiệt độ thấp. Quá trình phóng bằng cách đốt cháy lượng hydro được lưu trữ. Giải pháp này đã tạo ra những đột phá về mặt không gian và có khả năng ứng dụng mạnh mẽ [24].

Phát triển các tiêu chuẩn giao diện

Trong EI, để thực hiện việc trao đổi thông tin và chia sẻ năng lượng giữa nguồn, người sử dụng và trung tâm điều khiển thì giao diện kết nối giữa chúng là không thể thiếu. Tiêu chuẩn hóa là nền tảng để hỗ trợ phát triển lưới thông minh đồng thời cũng là cơ sở để thực hiện hoạt động trao đổi giữa nguồn cung cấp và người sử dụng [25]. Hiện nay, các tiêu chuẩn liên quan đến giao diện lưới thông minh đã được thiết lập hoặc đang được phát triển ở các nước phát triển chủ yếu bao gồm OpenADR 2.0, SEP 2.0 và khả năng tương tác năng lượng OASIS [26] v.v. Theo yêu cầu, giao diện chuẩn nên có các chức năng sau đây.

(1) Giao diện sẽ có thể xác định chính xác và kịp thời thiết bị truy cập, lấy thông tin như vị trí, loại và khả năng truy cập nguồn hoặc tải và tải nó lên trung tâm điều khiển để quản lý hệ thống nhằm xây dựng chương trình bảo vệ role và chiến lược hoạt động.

(2) Giao diện chuẩn hóa các thiết bị kết nối. Ngay cả khi các thông số giao thức khác nhau được yêu cầu để đáp ứng các loại thiết bị khác

nhau, chúng phải tương thích với nhau để tránh bị phân mảnh, đảm bảo kết nối giữa các mạng năng lượng quốc gia và toàn cầu.

3) Giao diện cũng cần có chức năng bảo vệ và giám sát, như rào cản quản lý và bảo vệ đầu tiên của thiết bị truy cập. Nó có thể theo dõi trong thời gian thực sự trao đổi luồng thông tin và lưu lượng năng lượng giữa các cấp quản lý chẳng hạn như chất lượng điện, sự cố bất thường. Xác định và loại bỏ các lỗi một cách kịp thời.

Hệ thống kết nối thông tin mạnh mẽ và đáng tin cậy

EI trong tương lai là một mạng năng lượng bao gồm nguồn và nhiều phụ tải. Do đó, hệ thống kết nối thông tin của nó phải là một hệ thống mạng có quy mô lớn và phức tạp:

(1) Một cấu trúc mạng tốt có thể bắt đầu từ việc tối ưu hóa các tham số node hệ thống như mật độ, các hệ số tổng hợp và đường dẫn truyền thông;

(2) Thêm các liên kết trực tuyến dự phòng nhằm chuyển đổi và thay thế các đơn vị bị lỗi một cách nhanh chóng;

(3) Liên tục nâng cấp hệ thống an ninh mạng để cải thiện khả năng chống lại virus;

(4) Có các nhân viên an ninh mạng chất lượng cao nhằm đảm bảo độ tin cậy của hệ thống; tiến hành quản lý, bảo trì thường xuyên và xử lý các trường hợp khẩn cấp.

Đẩy mạnh xây dựng và cải thiện dịch vụ thị trường điện

Hiện nay, thị trường điện là một yếu tố quan trọng của thị trường năng lượng và sự phát triển của nó có ý nghĩa quan trọng đối với các dạng thị trường năng lượng khác. Việc xây dựng thị trường năng lượng của các quốc gia phát triển đều được triển khai từ khá sớm. Trong tương lai thị trường năng lượng nên có các đặc điểm sau đây [27]:

(1) Phát huy đầy đủ vai trò của quy chế thị trường, giới thiệu thị trường cạnh tranh và cơ chế khuyến khích, nâng cao hiệu quả phát điện, truyền tải, phân phối và bán điện, tạo điều kiện cho người dùng thông thường cũng

có thể tham gia vào trong thị trường điện.

(2) Xây dựng một hệ thống giao dịch hoàn hảo với nền tảng công nghệ giao dịch điện toán đám mây. Yêu cầu đặt ra với hệ thống giao dịch cần đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định và an toàn, tối ưu hóa mọi nguồn lực sẵn có.

3) Các dịch vụ phụ trợ thị trường điện đảm bảo cho hoạt động an toàn, đáng tin cậy và kinh tế của hệ thống điện.

KẾT LUẬN

Mạng năng lượng dựa trên nguồn năng lượng sạch và tái tạo phù hợp với mục tiêu giảm thiểu ô nhiễm môi trường và phát triển bền vững. Tuy nhiên, xây dựng một mạng lưới năng lượng là một dự án lớn không thể thực hiện ngay được. Việc xây dựng mạng năng lượng phụ thuộc vào sự phát triển và tiến bộ về mặt công nghệ trong các ngành như công nghệ thông tin và truyền thông, điện tử công suất, khoa học vật liệu và quản lý thị trường. Dựa trên sự hiểu biết sâu sắc về Internet of Energy, bài viết này tập trung vào phân tích và tóm tắt các vấn đề như tác động của năng lượng phân tán đến khả năng tiếp cận với lưới điện, công nghệ lưu trữ năng lượng hiệu suất cao, thị trường điện và một số vấn đề có thể phải đối mặt trong sự phát triển tương lai của mạng năng lượng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Rifkin J. (2011), "The third industrial revolution: how lateral power is transforming energy, the economy, and the world[J]", *Survival*, 2(2), pp. 67-68.
2. BP Group (2015), BP statistical review of world energy 2015 [EB/OL]: <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energyeconomics/statistical-review-2015>.
3. Jun-Feng, L. I., and J. L. Shi. (2006), "International and Chinese incentive policies on promoting renewable energy development and relevant proposals.", *Renewable Energy*.
4. Dong, Z., et al. (2014) "From smart grid to energy internet: Basic concept and research framework.", *Automation of Electric Power Systems*, 38.15(2014), pp. 1-11.
5. Huang A. (2010), FREEDM system - a vision for the future grid[C]// Power and Energy Society General Meeting. IEEE, 2010, pp. 1-4.
6. Ma Q, Qin L. (2010) *Key Technologies of Smart Distribution Grid*[J]., Modern Electric Power.
7. Zha Y B, Zhang T, Huang Z, et al. (2014) "Analysis of energy internet key technologies[J].", *Scientia Sinica*, 44(6), pp. 702.
8. Mohd A, Ortjohann E, Schmelter A, et al. (2008), "Challenges in integrating distributed Energy storage systems into future smart grid[C]//", *IEEE International Symposium on Industrial Electronics. IEEE*, pp. 1627-1632.
9. Shenhong Y. U., Ying S., Niu X., et al. (2010), "Energy Internet system based on distributed renewable energy generation[J]", *Electric Power Automation Equipment*, 30(5), pp. 104-108.
10. Chen S. Y., Song S. F., Lan-Xin L. I., et al. (2009), "Survey on Smart Grid Technology[J].", *Power System Technology*, 33(8), pp. 1-7.
11. Fang Y., Bai C., Zhang Y. (2015), "Research on the Value and Implementation Framework of Energy Internet[J].", *Proceedings of the Csee*, 35(14), pp. 3495-3502.
12. Ha T. T., Zhang Y. J., Thang V. V., et al. (2017), "Energy hub modeling to minimize residential energy costs considering solar energy and BESS," *J. Mod. Power Syst. Clean Energy*, vol. 5, no. 3, pp. 389-399.
13. Song C., Li H., Chen X., et al. (2014), "The cornerstone of energy internet: research and practice of distributed energy storage technology[J].", *Scientia Sinica*, 44(6), pp. 762.
14. Li J., Zhu X., Yan G., et al. (2014), "Optimal configuration and control of modular VRB-EC Hybrid Energy Storage System[J].", *Electric Power Automation Equipment*, 34(5), pp. 67-71+78.
15. De-Hai L. I., Wei H., Dai X. J. (2002), "The Principle, Application and Progress of the Technology of Flywheel Energy Storage[J].", *Mechanical Engineer*.
16. Wei C., Jing S., Li R., et al. (2010), "Composite Usage of Multi-type Energy Storage Technologies in Microgrid[J].", *Automation of Electric Power Systems*, 34(1), pp. 112-115.
17. Wu X., Wang X., Liu S., et al. (2014), "Summary of research on microgrid energy management system[J].", *Electric Power Automation Equipment*, 34(10), pp. 7-14.
18. Xu Y., Zhang J., Wang W., et al. (2011), "Energy router: Architectures and functionalities toward Energy Internet[C]//", *IEEE International Conference on Smart Grid Communications. IEEE*, pp. 31-36.
19. Bai J. (2009), *Application Research of Power Electronic Transformer*[J], *Electrotechnics*

Electric, 2009.

20. Akella R., Meng F., Ditch D., et al. (2010), "Distributed Power Balancing for the FREEDM System[C]//", *IEEE International Conference on Smart Grid Communications. IEEE*, pp. 7-12.

21. WANG Yezi, WANG Xiwen (2011), "Germany smart grid "E-Energy" [J].", *Internet of Things Technologies*, 1(5), pp. 3-5.

22. L. I. Ran, L. I. (2008), "Guangmin. Photovoltaic power generation output forecasting based on support vector machine regression technique [J].", *Electric Power*, 41(2), pp. 74-78.

23. WANG Shouxiang, ZHANG Na (2012), "Short-term output power forecast Of photovoltaic based on a grey and neural network hybrid model [J]", *Automation of Electric Power Systems*, 36(19), pp. 37-41.

24. Lehman P. A., Chamberlin C. E., Pauletto G., et al. (1997), "Operating experience with a photovoltaic-hydrogen energy system[J]", *International Journal of Hydrogen Energy*, 22(5), pp. 465-470.

25. CUI Quansheng, BAI Xiaoming, HUANG Biyou (2014), "Introduction And analysis of the relevant standards of smart grid user Interface[J]", *Distribution & Utilization*, 2014(11), pp. 41-44.

26. BUSHBY S. T. (2009), "BACnet R. and the smart grid[J]", *ASHRAE Journal*, 51(11), pp. B8.

27. JAMASB T., POLLITT M. (2005), "Electricity market reform in the European Union: review of progress toward liberalization & integration[J]", *Energy Journal*, 26(Special Issue), pp. 11-42.

SUMMARY

THE ENERGY INTERNET AND FUTURE DEVELOPMENT

Nguyen Thanh Ha^{1*}, Pham Thi Ngoc Dung²

¹Thai Nguyen University, ²University of Technology - TNU

The Energy Internet (EI) is considered as a mean of connection between various types of energy and information systems, according to the internet theory. The outstanding benefits of EI has been attracting huge attentions from researchers and professional bodies. This article aims to bring a brief introduction and overview about EI, including its definition, structure, and characteristics. Simultaneously, the effects of the distributed energy sources and energy storage systems, the function of the power routers etc..., and some significant researches about EI from developed countries are clearly mentioned. Some issues related to the future development of EI, which can be expected to broadly impact on the energy market and power supply services, are also addressed in details.

Key words: *Energy Internet (EI), distributed energy sources, power routers, energy storage systems*

Ngày nhận bài: 07/5/2018; Ngày phản biện: 29/5/2018; Ngày duyệt đăng: 31/5/2018

* Tel: 0913 073591, Email: hant@tnu.edu.vn