

XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CHO HỆ THỐNG 100% NGUỒN ĐIỆN TỪ NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO

DETERMINATION OF BASIC PARAMETERS FOR A SYSTEM OF 100% ELECTRICITY RENEWABLE SOURCES

Đỗ Thị Hiệp

Trường Đại học Điện lực

Tóm tắt:

Giả thiết hệ thống chỉ gồm hai loại nguồn điện là điện gió và mặt trời, dựa vào các thành phần cấu tạo nên hệ thống và mối quan hệ giữa chúng, tác giả xây dựng công thức xác định các thông số thiết kế cơ bản. Kết quả nghiên cứu chỉ ra, tùy vào tiềm năng khai thác các nguồn năng lượng tái tạo, trình độ khoa học công nghệ, nhu cầu phụ tải mà các thông số này khác nhau ở các hệ thống điện khác nhau. Tổng công suất lắp đặt nguồn điện tỷ lệ nghịch với hệ số sử dụng của các loại nguồn. Tỷ trọng loại nguồn có hệ số sử dụng cao càng cao, tổng công suất lắp đặt yêu cầu càng giảm và ngược lại. Tỷ lệ công suất lắp đặt giữa các loại nguồn phụ thuộc vào sự biến thiên tiềm năng của từng nguồn tại từng thời điểm, sự biến thiên tiềm năng cùng nhau của các nguồn với nhau, và với nhu cầu phụ tải. Độ lệch giữa công suất phát tối đa và nhu cầu tối thiểu càng lớn, yêu cầu thời gian tích trữ càng dài, quy mô hệ thống tích trữ càng lớn. Ngoài ra, công suất điện nạp vào hệ thống tích trữ, công suất điện lấy ra khỏi hệ thống tích trữ cũng được nghiên cứu để có được một hệ thống năng lượng tái tạo đáp ứng nhu cầu điện năng.

Từ khóa:

Năng lượng tái tạo, hệ thống tích trữ năng lượng, điện gió, điện mặt trời.

Abstract:

It is assumed that the system only consists of two types of energy sources: wind and solar PV, based on the components of the system and the relationship among them, the author determines the design parameters. The result reveals that depending on the potential for the exploitation of renewable energy sources, the mature of technology, the demand of electricity that these parameters may vary in different power systems. The total installed capacity is inversely proportional to the capacity factor of the sources. The higher the rate of higher capacity factor source is, the lower the total installed capacity is and vice versa. The ratio of electricity sources depends on the variance of each source, the covariance of sources, covariance of each source and load demand. The greater the difference between the maximum power and the minimum demand, the longer the storage time required, the greater the size of tank. In addition, the charge power, the discharge power are also the crucial parameters studied profoundly to meet the demand of electricity.

Key words:

Renewable energy, storage system, wind power, photovoltaics.

Ngày nhận bài: 21/3/2016, ngày chấp nhận đăng: 3/10/2016, phản biện: PGS.TS. Võ Quang Lạp.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sản xuất điện từ năng lượng gió và mặt trời có ưu điểm nổi bật là chi phí nhiên liệu coi như bằng không. Tuy nhiên, tiềm năng năng lượng thay đổi theo thời gian và tính không chắc chắn của tiềm năng do ảnh hưởng của điều kiện thời tiết là hai hạn chế lớn của các nguồn năng lượng này.

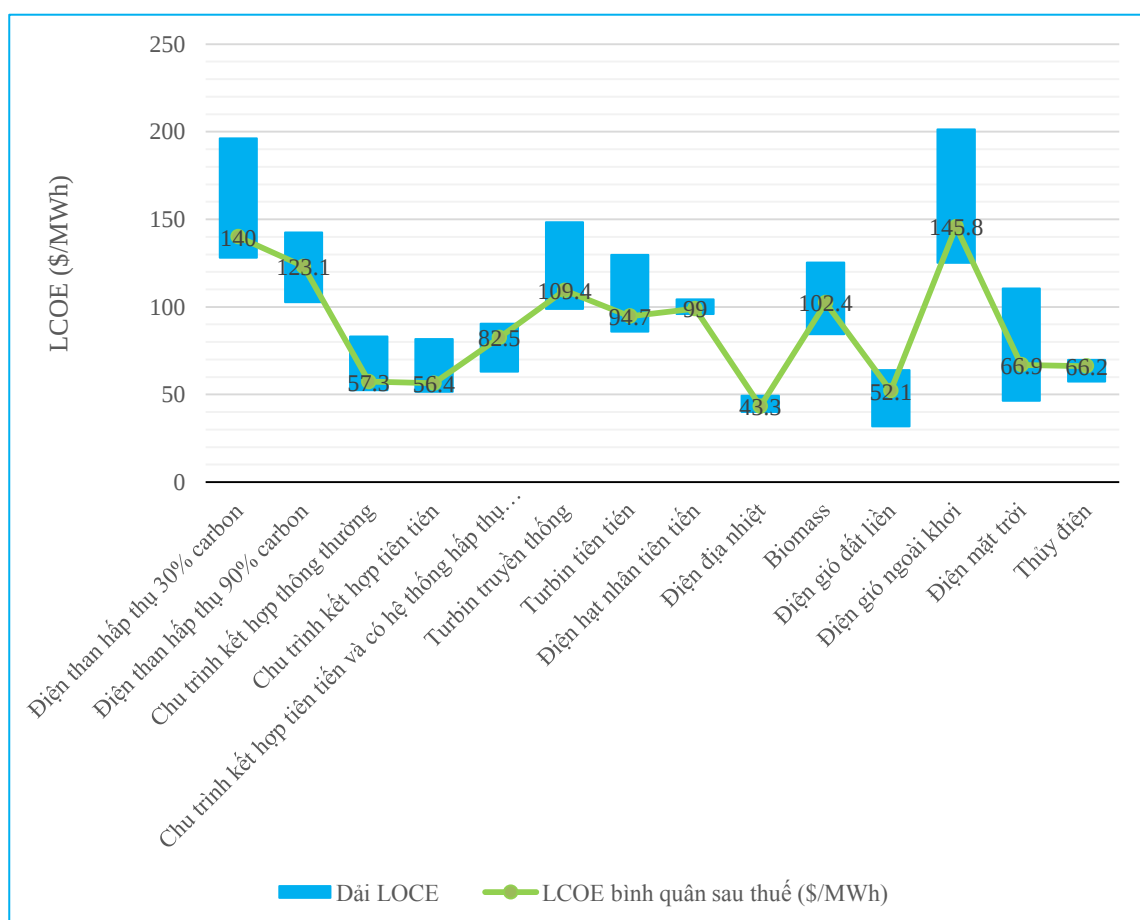
Với sự phát triển của công nghệ sản xuất điện, chi phí đầu tư cho các nguồn điện tái tạo đã giảm đáng kể trong những năm gần

đây và được dự báo tiếp tục giảm mạnh trong những năm tiếp theo là một trong những động lực khiến nhiều nhà đầu tư tìm đến và đầu tư vào các trang trại gió hay các nhà máy điện mặt trời. Chi phí sản xuất điện gió và điện mặt trời ngày càng cạnh tranh so với các nguồn điện truyền thống. Theo Báo cáo triển vọng năng lượng hàng năm năm 2017, công bố bởi EIA, chi phí sản xuất của các nhà máy điện mới ở Mỹ như bảng dưới đây [9]:

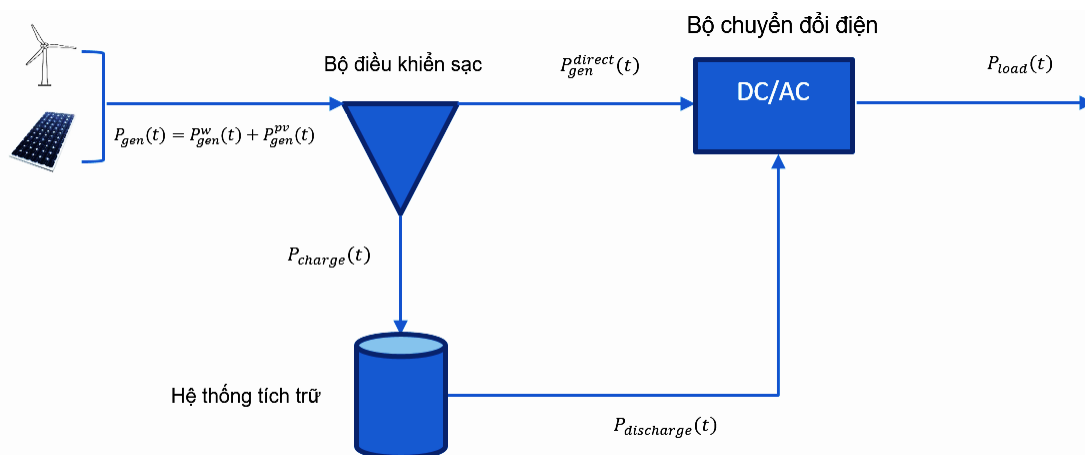
Bảng 1. Ước lượng LCOE cho các nhà máy điện mới được đưa vào vận hành năm 2022 ở Mỹ, tính tại thời điểm năm 2016

Loại nhà máy	Hệ số sử dụng (%)	Chi phí đầu tư bình quân (\$/MWh)	O&M cố định (\$/MWh)	O&M biến đổi (\$/MWh)	Đầu tư truyền tải (\$/MWh)	Tổng LCOE hệ thống (\$/MWh)	Thuế bình quân (\$/MWh)	LCOE bình quân sau thuế (\$/MWh)	LCOE min (\$/MWh)	LCOE max (\$/MWh)
Điện than hấp thụ 30% carbon	85	94,9	9,3	34,6	1,2	140	NA	140	128	196,3
Điện than hấp thụ 90% carbon	85	78	10,8	33,1	1,2	123,1	NA	123,1	102,7	142,5
Điện khí										
Chu trình kết hợp thông thường	87	13,9	1,4	40,8	1,2	57,3	NA	57,3	52,4	83,2
Chu trình kết hợp tiên tiến	87	15,8	1,3	38,1	1,2	56,4	NA	56,4	51,6	81,7
Chu trình kết hợp tiên tiến và có hệ thống hấp thụ carbon	87	29,5	4,4	47,4	1,2	82,5	NA	82,5	63,1	90,4
Turbin truyền thống	30	40,7	6,6	58,6	3,5	109,4	NA	109,4	98,8	148,3
Turbin tiên tiến	30	25,9	2,6	62,7	3,5	94,7	NA	94,7	85,9	129,8
Điện hạt nhân tiên tiến	90	73,6	12,6	11,7	1,1	99	NA	99	95,9	104,3

Loại nhà máy	Hệ số sử dụng (%)	Chi phí đầu tư bình quân (\$/MWh)	O&M cố định (\$/MWh)	O&M biến đổi (\$/MWh)	Đầu tư truyền tải (\$/MWh)	Tổng LCOE hệ thống (\$/MWh)	Thuế bình quân (\$/MWh)	LCOE bình quân sau thuế (\$/MWh)	LCOE min (\$/MWh)	LCOE max (\$/MWh)
Điện địa nhiệt	91	32,2	12,8	0	1,5	46,5	-3,2	43,3	40	49,3
Biomass	83	44,7	15,2	41,2	1,3	102,4	NA	102,4	84,4	125,3
Điện gió đất liền	39	47,2	13,7	0	2,8	63,7	-11,6	52,1	31,9	64
Điện gió ngoài khơi	45	133	19,6	0	4,8	157,4	-11,6	145,8	125,1	201,4
Điện mặt trời	24	70,2	10,5	0	4,4	85,1	-18,2	66,9	46,5	110,5
Thủy điện	59	56,2	3,4	4,8	1,8	66,2	NA	66,2	57,4	69,8



Hình 1. So sánh LCOE của các công nghệ sản xuất điện được đưa vào vận hành năm 2022 ở Mỹ, tính tại thời điểm năm 2016



Hình 2. Hệ thống sản xuất điện từ nguồn năng lượng gió và mặt trời

Theo cách tính của IEA, LCOE được tính dựa vào chi phí đầu tư (tính cả chi phí hệ thống hấp thụ carbon cho nhà máy điện than), chi phí vận hành nhà máy, chi phí lưới và ưu đãi thuế cho nhà máy năng lượng tái tạo. Kết quả tính toán cho thấy, điện gió đất liền có LCOE bình quân là 52,1 \$/MWh, điện mặt trời 66,9 \$/MWh có khả năng cạnh tranh tốt về mặt chi phí so với các nguồn điện than, turbine khí truyền thống, điện hạt nhân. Riêng điện gió ngoài khơi vẫn có mức chi phí sản xuất cao. Tuy nhiên, trong tương lai khi công nghệ điện gió ngoài khơi trưởng thành, chi phí đầu tư cho công nghệ này có thể giảm đáng kể.

Tóm lại, với sự phát triển của công nghệ sản xuất điện từ năng lượng tái tạo và tiềm năng năng lượng từ tự nhiên, Mỹ nói riêng, các quốc gia trên thế giới nói chung có thể khai thác nguồn điện này với chi phí ngày càng rẻ. Nói cách khác, hệ thống năng lượng tái tạo trong tương lai ngày càng đạt hiệu quả chi phí sản xuất điện.

Thiết kế một hệ thống 100% năng lượng

tái tạo đảm bảo đáp ứng nhu cầu điện năng tại mọi thời điểm không phải là việc dễ dàng, nhưng không phải là không thể. Mặc dù chưa có quốc gia nào trên Thế giới có 100% công suất lắp đặt nguồn điện là năng lượng tái tạo, nhưng rõ ràng là tỷ trọng năng lượng tái tạo trong tổng nguồn điện tại nhiều quốc gia đã và đang tăng lên đáng kể. Các quốc gia có tỷ trọng công suất lắp đặt nguồn điện từ năng lượng tái tạo trong tổng công suất, tỷ trọng điện năng sản xuất từ nguồn điện tái tạo trong tổng điện sản xuất cao như Đan Mạch, Đức, Anh. Các quốc gia có tổng công suất lắp đặt điện gió và điện mặt trời lớn như Trung Quốc, Đức, Mỹ, Ấn Độ [10]. Gần đây, một số quốc gia đã có những thời điểm năng lượng tái tạo đáp ứng 100% nhu cầu hệ thống. Ví dụ, tại Đức, ngày 15/05/2016, năng lượng mặt trời và năng lượng gió đạt đỉnh điểm lúc 2 giờ chiều, cho phép năng lượng tái tạo tạo ra công suất tương đương 45,5 GW, trong khi nhu cầu điện tại thời điểm đó là 45,8 GW.

Hệ thống 100% năng lượng tái tạo lần đầu tiên được gọi ra năm 1976 bởi nhà vật lý người Đan Mạch Bent Sorensen [4]. Tiếp theo ông, một số nhà khoa học đã có những nghiên cứu tính toán liên quan đến hệ thống năng lượng tái tạo thay cho hệ thống năng lượng truyền thống và đã đạt được những kết quả nhất định. Gần đây, năm 2010, một bộ phim tài liệu mang tên “Cuộc cách mạng thứ tư: Năng lượng” đã mô tả một tầm nhìn về một xã hội toàn cầu sử dụng 100% điện năng từ năng lượng tái tạo và những yêu cầu đề có được một xã hội như vậy.

Dựa vào cấu trúc quan hệ giữa các thành phần của hệ thống năng lượng tái tạo, nghiên cứu này xác định các thông số khi thiết kế hệ thống, nhằm đảm bảo có được một hệ thống 100% năng lượng tái tạo đáp ứng nhu cầu điện năng. Các thông số được nghiên cứu bao gồm tổng công suất lắp đặt nguồn điện, tỷ lệ công suất lắp đặt giữa các nguồn điện từ năng lượng tái tạo, quy mô hệ thống tích trữ năng lượng, công suất điện nạp vào hệ thống tích trữ, công suất điện lấy ra khỏi hệ thống tích trữ.

2. GIẢ THIẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Có nhiều loại nguồn điện được xem là nguồn điện từ năng lượng tái tạo, bao gồm điện gió, điện mặt trời, thủy điện nhỏ, điện sản xuất từ nguồn nhiên liệu sinh học, sinh khối, điện địa nhiệt, điện từ năng lượng sóng, năng lượng thủy triều... Trong đó, tiềm năng sản xuất điện từ gió và mặt trời là rất lớn và hầu hết các quốc gia có nguồn điện nội địa này. Để đơn giản hóa bài toán cho việc nghiên cứu, tác giả giả thiết

nguồn cung cấp điện của hệ thống chỉ gồm hai loại là các nhà máy điện gió và các nhà máy điện mặt trời. Khi đó tổng điện năng sản xuất của hệ thống tại thời điểm t được xác định như sau:

$$P_{gen}(t) = P_{gen}^w(t) + P_{gen}^{pv}(t) \quad (1)$$

Trong đó:

$P_{gen}(t), P_{gen}^w(t), P_{gen}^{pv}(t)$: lần lượt là tổng cung, tổng điện năng sản xuất từ nguồn điện gió, điện mặt trời tại thời điểm t (GW).

Hình 2 mô tả các thành phần cơ bản của một hệ thống năng lượng tái tạo [6].

Hệ thống năng lượng tái tạo bao gồm 4 thành phần cơ bản: (1) nhà máy sản xuất điện, (2) bộ điều khiển sạc, (3) hệ thống tích trữ và (4) bộ kích điện hay bộ chuyển đổi điện.

Từ hệ thống turbin gió, động năng của năng lượng gió được biến đổi thành dòng điện một chiều (DC-Direct Current) hoặc xoay chiều (AC- Alternative Current) thông qua máy phát điện một chiều hoặc xoay chiều. Hiện nay, máy phát điện xoay chiều cho thấy tính hiệu quả và được sử dụng rộng rãi cho sản xuất điện gió. Ví dụ, máy phát điện cảm ứng kích từ kép DFIG (Doubly Fed Induction Generator) có phần stator kết nối trực tiếp vào lưới điện và điện áp được cố định theo điện áp lưới trong khi rotor được kết nối thông qua công cụ chuyển đổi AC/DC/AC [2]. Từ hệ thống pin quang điện, năng lượng bức xạ được biến đổi thành dòng điện một chiều. Dòng điện từ nhà máy điện gió hoặc mặt trời được truyền dẫn tới bộ điều khiển sạc (charge

controller) là một thiết bị điện tử có chức năng điều chỉnh điện áp và dòng điện ra khỏi hệ thống turbin gió hoặc hệ thống pin năng lượng mặt trời (vì điện năng sản xuất từ turbin gió hoặc các tấm pin năng lượng mặt trời không ổn định, do vậy, điện áp và cường độ dòng điện của dòng điện ra khỏi hệ thống này không ổn định, bộ điều khiển sạc nhằm ổn định điện áp và dòng điện). Đối với hệ thống 100% điện năng từ nguồn năng lượng tái tạo, tại những thời điểm cung lớn hơn cầu, điện năng sau khi ra khỏi bộ điều khiển sạc (AC/DC đối với điện gió, DC/DC đối với điện mặt trời) một phần đi tới bộ chuyển đổi điện (inverter) ($P_{gen}^{direct}(t)$), tại đây dòng điện một chiều được chuyển thành dòng điện xoay chiều và hòa lưới điện xoay chiều, phần còn lại được nạp vào hệ thống tích trữ (storage system) để dự phòng ($P_{charge}(t)$). Tại những thời điểm cầu lớn hơn cung, điện năng từ hệ thống tích trữ được xả ($P_{discharge}(t)$) đến bộ kích điện để chuyển thành dòng điện xoay chiều đáp ứng nhu cầu hệ thống ($P_{load}(t)$).

Dựa vào cấu trúc quan hệ giữa các thành phần của hệ thống, tác giả sẽ xác định các thông số thiết kế cho các thành phần này nhằm đáp ứng nhu cầu hệ thống ($P_{load}(t)$).

3. CÁC THÔNG SỐ THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐÁP ỨNG NHU CẦU ĐIỆN NĂNG

Bởi vì tiềm năng sản xuất điện từ năng lượng gió và mặt trời thay đổi theo thời gian. Tiềm năng sản xuất điện mặt trời nhiều vào ban ngày, thấp hoặc bằng

không vào ban đêm, khiến chúng ta đặt câu hỏi vậy thì làm thế nào có đủ điện đáp ứng vào những thời điểm tiềm năng sản xuất điện thấp. Đối với hệ thống 100% năng lượng tái tạo hoặc chúng ta cần lắp đặt đủ các nhà máy để tận dụng tối đa tiềm năng, hoặc phải có hệ thống tích trữ năng lượng khi hệ thống thừa điện, và lấy ra phát lên lưới khi cầu lớn hơn khả năng sản xuất. Từ đây, các câu hỏi được đặt ra là:

(1) Tổng công suất lắp đặt các nguồn điện tái tạo là bao nhiêu thì đủ?

(2) Quy mô của hệ thống tích trữ nên là bao nhiêu?

Vì tiềm năng nguồn điện gió và mặt trời là khác nhau tại mỗi quốc gia, câu hỏi số (3) được đặt ra là:

(3) Tỷ lệ công suất lắp đặt các nguồn điện tái tạo nên như thế nào thì tối ưu?

Liên quan đến hệ thống tích trữ, nguồn điện thừa được nạp vào hệ thống tích trữ khi thừa, và lấy ra khi cầu lớn hơn cung. Câu hỏi số (4) được đặt ra:

(4) Công suất nạp và công suất xả của hệ thống tích trữ bao nhiêu?

Phần dưới đây tác giả tìm đáp án cho 4 câu hỏi trên:

(1) Tổng công suất lắp đặt hệ thống

Vì điện năng sản xuất được từ năng lượng gió và mặt trời phụ thuộc rất lớn vào điều kiện thời tiết (vận tốc gió, mật độ không khí, và diện tích rotor đối với sản xuất điện gió [6]; cường độ ánh nắng mặt trời, nhiệt độ, độ ẩm, và vật liệu của tấm pin đối với sản xuất điện mặt trời [5]), con

người không thể kiểm soát được các yếu tố này mà chỉ có thể dự báo nhưng cho đến hiện tại vẫn chưa có phương pháp để dự báo chính xác tiềm năng sản xuất điện từ các nguồn này tại từng thời điểm.

Giả thiết bỏ qua tổn thất truyền tải, công suất điện trong hệ thống tích trữ coi như bằng không. Tổng công suất lắp đặt hệ thống yêu cầu được xác định như sau

$$\begin{aligned} P_{gen}(t) &= P_{gen}^w(t) + P_{gen}^{pv}(t) \\ &\geq \max[P_{load}(t)] \\ \Leftrightarrow F^w(t)P_{ins}^w + F^{pv}(t)P_{ins}^{pv} &\geq \max[P_{load}(t)] \\ \Leftrightarrow F^w(t)\alpha^w P_{ins} + F^{pv}(t)\alpha^{pv} P_{ins} &\geq \max[P_{load}(t)] \\ \Leftrightarrow P_{ins} &\geq \frac{\max[P_{load}(t)]}{F^w(t)\alpha^w + F^{pv}(t)\alpha^{pv}} \end{aligned} \quad (2)$$

Trong đó:

$F^w(t), F^{pv}(t)$: hệ số sử dụng của nhà máy điện gió, mặt trời tại thời điểm t (%);

α^w, α^{pv} : tỷ trọng công suất lắp đặt nguồn điện gió, mặt trời (%). $\alpha^w + \alpha^{pv} = 1$;

$P_{ins}, P_{ins}^w, P_{ins}^{pv}$: tổng công suất lắp đặt hệ thống, tổng công suất lắp đặt điện gió, mặt trời (GW).

Ví dụ:

$\max[P_{load}(t)] = 40 \text{ GW}$, $F^w(t) = 34\%$, $F^{pv}(t) = 24\%$, $\alpha^w = 60\%$. Tổng công suất lắp đặt cần thiết là:

$$\begin{aligned} P_{ins} &= \frac{40}{34\% * 60\% + 24\% * 40\%} \\ &= 133.33 \text{ GW} \end{aligned}$$

Dễ dàng nhận thấy, đối với hệ thống 100% năng lượng tái tạo, tổng công suất lắp đặt yêu cầu cao hơn nhiều so với công suất phụ tải tối đa. Con số này phụ thuộc vào

hệ số sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo và tỷ lệ mix giữa các nguồn trong tổng. Tỷ trọng nguồn có hệ số sử dụng cao càng cao, tổng công suất lắp đặt càng giảm và ngược lại.

Thêm vào đó, nếu hệ thống có công suất điện tích trữ, tổng công suất lắp đặt sẽ giảm xuống.

(2) Tỷ lệ công suất lắp đặt giữa các nguồn điện tái tạo

Mỗi quốc gia đều có tiềm năng điện gió và mặt trời nhất định. Việt Nam là quốc gia có tiềm năng lớn về điện gió với hơn 3000 km bờ biển và tốc độ gió trung bình từ 5,5 m/s đến 7,3 m/s. Theo kết quả từ bản đồ năng lượng gió của Ngân hàng Thế giới (Worldbank, 2001), tiềm năng năng lượng gió ở độ cao 65m của Việt Nam là lớn nhất so với các nước khác trong khu vực, với tiềm năng năng lượng lý thuyết lên đến 513.360 MW [3]. Việt Nam cũng là nước có tiềm năng điện mặt trời lớn với năng lượng bức xạ mặt trời trung bình dao động từ 4 đến 5 kWh/m²/ngày ở hầu hết các vùng thuộc miền Nam, Trung và một phần miền Bắc [7]. Tùy thuộc vào khu vực, số giờ nắng trung bình năm dao động từ 1409 đến 2543 giờ/năm, số ngày nắng dao động từ 270 đến 355 ngày/năm [1].

Vị trí địa lý, địa hình quốc gia đóng vai trò quan trọng đối với tiềm năng năng lượng gió và mặt trời. Ví dụ, các quốc gia Bắc Âu có số giờ nắng trong năm và cường độ bức xạ trung bình nhỏ hơn các quốc gia ở phía nam châu Âu như Tây Ban Nha, Bồ Đào Nha.

Để đảm bảo ổn định cung cấp điện, lựa chọn tỷ lệ công suất lắp đặt các loại nguồn cần thỏa mãn tối thiểu độ lệch giữa cung cầu điện năng. Nghĩa là:

$$Var[P_{res}(t)] \rightarrow Min$$

$$\alpha^w = \frac{\sum_{t=1}^n l(t) f^w(t) \sum_{t=1}^n [f^{pv}(t)]^2 - \sum_{t=1}^n l(t) f^{pv}(t) \sum_{t=1}^n f^w(t) f^{pv}(t)}{\sum_{t=1}^n [f^w(t)]^2 \sum_{t=1}^n [f^{pv}(t)]^2 - \sum_{t=1}^n [f^w(t) f^{pv}(t)]^2} \quad (3)$$

Trong đó: $l(t) = P_{load}(t) - \overline{P_{load}}$

$$f^w(t) = F^w(t) - \overline{F^w}$$

$$f^{pv}(t) = F^{pv}(t) - \overline{F^{pv}}$$

Tỷ lệ công suất lắp đặt điện mặt trời được xác định tương tự, hoặc đơn giản:

$$\alpha^{pv} = 1 - \alpha^w \quad (4)$$

Như vậy, tỷ lệ công suất lắp đặt các loại nguồn phụ thuộc vào độ đồng đều tiềm năng sản xuất điện từng nguồn, phụ tải, độ biến thiên cùng nhau của các loại nguồn, và với phụ tải.

Tuy vậy, tỷ lệ công suất lắp đặt các loại nguồn xác định dựa vào phương pháp hồi quy chưa đảm bảo cung đáp ứng cầu tại mọi thời điểm. Để đảm bảo điều này hệ thống năng lượng tái tạo cần có hệ thống tích trữ.

(3) Quy mô hệ thống tích trữ, công suất nạp và công suất lấy ra từ hệ thống tích trữ

Giả sử có một hệ thống điện 100% năng lượng tái tạo, và cung cầu hệ thống tại từng giờ được mô tả như hình 3.

Dễ dàng xác định được công suất nạp vào hệ thống tích trữ:

$$\Leftrightarrow Var[P_{load}(t) - P_{gen}(t)] \rightarrow Min$$

$$\Leftrightarrow Var[P_{load}(t) - F^w(t) \alpha^w P_{ins} - F^{pv}(t) \alpha^{pv} P_{ins}] \rightarrow Min$$

Sử dụng hồi quy tuyến tính đa biến, ước lượng α^w, α^{pv} .

$$P_{charge}(t) = P_{gen}^w(t) + P_{gen}^{pv}(t) - P_{gen}^{direct}(t) \quad (5)$$

Quy mô hệ thống tích trữ tốt nhất khi nó có khả năng tích trữ vô hạn. Tuy nhiên, đầu tư cho hệ thống lưu trữ rất tốn kém, việc tính toán quy mô hệ thống lưu trữ là cần thiết đảm bảo quy mô đủ lớn để dự trữ lượng điện cần thiết nhưng không lãng phí. Giới hạn trên của lượng điện năng sạc vào hệ thống tích trữ, hay quy mô hệ thống tích trữ được xác định như sau:

$$P_{charge}^{upper-limit}(t) = Max[(P_{gen}^w(t) + P_{gen}^{pv}(t)) - Min(P_{load}(t))] \quad (6)$$

Trong đó:

$P_{charge}^{upper-limit}$: công suất điện tối đa được sạc tại thời điểm t .

Ví dụ: $Min(P_{load}(t)) = 30 \text{ GW}$,

$$Max(P_{gen}^w(t) + P_{gen}^{pv}(t)) = 100 \text{ GW}.$$

Như vậy, quy mô hệ thống tích trữ yêu cầu là

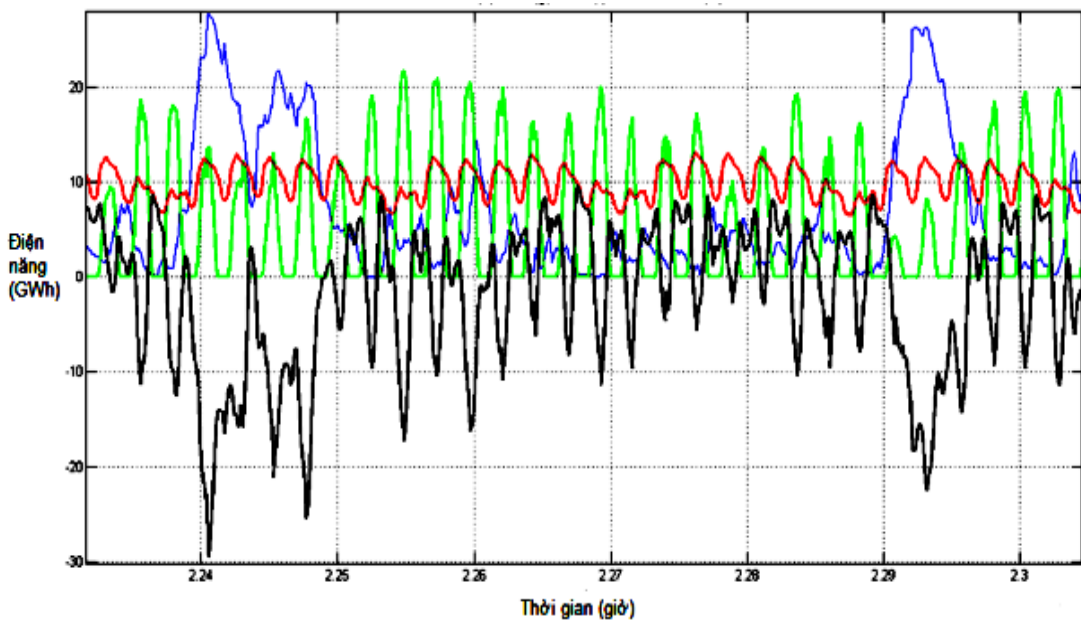
$$P_{charge}^{upper-limit}(t) = 100 - 30 = 70 \text{ GW}.$$

Thêm vào đó, quy mô hệ thống tích trữ

còn phụ thuộc vào thời gian yêu cầu tích trữ. Thời gian yêu cầu tích trữ càng dài, càng đảm bảo cung cấp điện, tuy nhiên cần xem xét vấn đề chi phí. Với đặc tính thiên nhiên và tải có tính chu kì theo ngày, giả thiết yêu cầu tích trữ là 1 ngày, công suất tích trữ sẽ là:

$$70 \times 24 = 1,680 \text{ GWh.}$$

Bên cạnh đó, tính toán quy mô hệ thống tích trữ phải dựa vào việc đánh giá tần suất công suất điện được nạp và được xả, đánh giá phân tích sự biến động của thời tiết trong dài hạn và việc này đòi hỏi các nghiên cứu tiếp theo.



Hình 3. Cung cầu hệ thống điện theo giờ của hệ thống 100% năng lượng tái tạo

Trong đó: đường màu xanh lá cây biểu diễn điện năng sản xuất từ nguồn điện mặt trời, đường màu xanh da trời biểu diễn điện năng được sản xuất từ nguồn điện gió, đường màu đỏ là cầu điện năng, và đường màu đen là độ lệch giữa cầu điện năng và tổng cung hệ thống.

Thông số cuối cùng cần xác định là công suất xả. Bởi vì hiệu suất xả không phải là 100%, giả sử hiệu suất xả đạt $\eta_{discharge}$. Công suất xả có thể được xác định như sau:

$$\Leftrightarrow P_{discharge}(t) = \frac{P_{load}(t) - P_{gen}^{direct}(t)}{\eta_{discharge}} \quad (7)$$

Tuy nhiên, trong thực tế cần tính toán phối hợp huy động công suất điện trực tiếp từ nhà máy và công suất điện tại hệ thống tích trữ sao cho tối ưu.

3. KẾT LUẬN

Tùy thuộc vào nhiều yếu tố như tiềm năng khai thác các nguồn năng lượng tái tạo (tổng tiềm năng, hệ số sử dụng), công nghệ sản xuất (hiệu suất thiết bị), sự thay

đổi của nhu cầu phụ tải (giờ cao điểm, bình thường, thấp điểm), khả năng về vốn đầu tư mà mỗi quốc gia chọn lựa cho mình giá trị tuyệt đối công suất lắp đặt từng loại nguồn, tỷ lệ giữa các nguồn, quy mô hệ thống dự trữ sao cho phù hợp.

Với giả thiết hệ thống cung cấp chỉ gồm điện gió và điện mặt trời, dựa vào cấu trúc quan hệ giữa các thành phần của hệ thống cung, tác giả đã xây dựng công thức tính toán các thông số thiết kế.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, đối với hệ thống 100% nguồn điện tái tạo, tổng công suất lắp đặt thường cao hơn nhiều so với nhu cầu phụ tải. Tại các hệ thống có hệ số sử dụng nguồn điện tái tạo càng cao, chênh lệch tổng công suất lắp đặt và nhu cầu phụ tải càng giảm và ngược lại. Ngoài ra, tỷ trọng loại nguồn có hệ số sử dụng

càng cao thì chênh lệch tổng công suất nguồn điện tái tạo và nhu cầu phụ tải càng giảm và ngược lại. Tỷ lệ công suất lắp đặt các loại nguồn phụ thuộc vào độ đồng đều tiềm năng sản xuất điện từng nguồn, phụ tải, độ biến thiên cùng nhau của các loại nguồn, và với phụ tải. Công suất nạp vào hệ thống tích trữ dễ dàng xác định được bằng chênh lệch giữa tổng điện năng sản xuất với điện được chuyển trực tiếp đến bộ chuyển đổi điện. Và từ đây cũng có thể xác định được quy mô hệ thống tích trữ. Dựa vào nhu cầu phụ tải và khả năng cung trực tiếp từ nhà máy, xác định được công suất xả của hệ thống.

Tuy vậy, nghiên cứu mới chỉ dừng lại ở những công thức xác định đơn giản. Để xác định đúng hơn các thông số, một số yếu tố khác cần được xem xét. Điều này mở ra các hướng nghiên cứu tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Hán Thị Ngân, *Đánh giá tiềm năng năng lượng mặt trời ở Việt Nam theo số liệu quan trắc khí tượng thủy văn*, Đại học Khoa học Tự nhiên, 2011.
- [2] Nguyễn Thanh Phương, Đặng Ngọc Toàn, *Điều khiển máy phát điện gió dùng DFIG*, Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, 2016.
- [3] Phan Thanh Tùng, Vũ Mai Chi và Angelika Waselke, *Tình hình phát triển điện gió và khả năng cung ứng tài chính cho dự án ở Việt Nam*, (2012) 07-08.
- [4] Bent Sorensen, *A plan is outlined according to which solar and wind energy would supply Denmark's needs by the year 2050*, Science, 1975.
- [5] Bhalchandra V. Chikate, "The factors affecting the Performance of Solar Cell", *International Conference on Quality Up-gradation in Engineering, Science and Technology* (ICQUEST2015).
- [6] Clemens Hoffman, *Systemtheorie der Energiewende*, University of Kassel, 2015.
- [7] *Framework Assessment for the Promotion of Solar Energy in Vietnam*, GIZ, 2015.
- [8] Hermann-Josef Wagner, Jyotirmay Mathur, *Introduction to Wind Energy Systems: Basic, Technology, and Operation*, Springer, (2009) 17-19.

- [9] *Levelized cost and levelized avoided cost of new generation resources in the annual energy outlook 2017*, EIA, 2017.
- [10] *Renewables 2016*. Global status report, REN21, 2016.

Giới thiệu tác giả:



Tác giả Đỗ Thị Hiệp sinh năm 1988, là giảng viên Khoa Quản lý năng lượng, Trường Đại học Điện lực. Tác giả tốt nghiệp Thạc sĩ chuyên ngành quản trị kinh doanh tại Trường Đại học Ngoại thương, Đại học ngành quản lý năng lượng tại Trường Đại học Điện lực và hiện đang làm nghiên cứu sinh tại Đại học Kassel, CHLB Đức.

Các hướng nghiên cứu chính: thị trường điện, quản lý nhu cầu điện năng, vận hành kinh tế trong hệ thống điện, năng lượng tái tạo, chính sách năng lượng.