

MÁY ĐIỆN ROTOR LỒNG SÓC Ở CHẾ ĐỘ MÁY PHÁT THE CAGE ROTOR INDUCTION MACHINE WORKS IN GENERATOR MODE

TS. ĐÀO MINH QUÂN
Khoa Điện – ĐTTB, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Bài báo giới thiệu về máy điện không đồng bộ rotor lồng sóc làm việc ở chế độ máy phát khi được lai bởi động cơ sơ cấp có ổn định tốc độ, so sánh các ưu nhược điểm so với máy phát điện đồng bộ.

Abstract

This paper introduces the cage rotor induction machine in generator mode which is driven by the primary mover at stabilized speed, advantages and disadvantages compared to the synchronous generator (SA).

Keyword: capacitor, generator, asynchronous

1. Giới thiệu chung

Theo định luật Len xơ máy điện không đồng bộ có thể hoạt động như một động cơ hoặc máy phát điện (asynchronous generator - AG). Từ chế độ động cơ chuyển sang chế độ máy phát thì năng lượng được trả về nguồn, phía stator máy điện được nối vào mạng, phía rotor được truyền động bởi động cơ sơ cấp lai (có thể là tuabin nhiệt, động cơ thủy lực, động cơ DC, động cơ diesel hay tuabin gió), trong trường hợp này nó được kết nối với trục của máy điện không đồng bộ và rotor của nó quay theo hướng quay của từ trường ở tốc độ n_2 vượt quá tốc độ quay của từ trường quay n_1 , độ trượt của máy điện sẽ âm [2]:

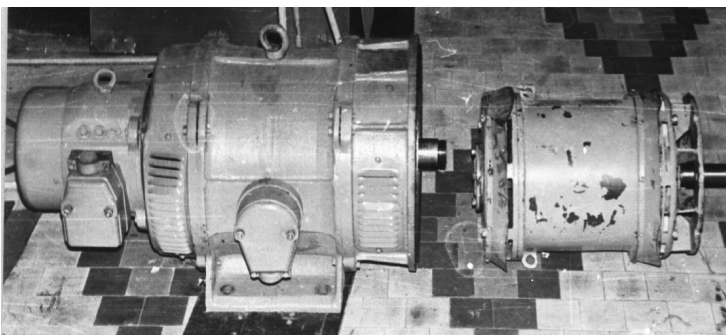
$$s = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1} \right) \quad (1.1)$$

Về mặt lý thuyết, tốc độ quay của rotor chế độ máy phát điện có thể thay đổi khác nhau từ $n_2 = n_1$ đến không giới hạn, tương ứng với sự thay đổi của độ trượt từ $s = 0$ đến $s = -\infty$. Nhưng trong thực tế chế độ làm việc của máy phát điện xảy ra phụ thuộc vào động cơ sơ cấp và có các giá trị của độ trượt tương ứng như ở chế độ động cơ, nghĩa là $s \leq 6+8\%$.

Việc phân tích và so sánh ưu nhược điểm máy điện không đồng bộ hoạt động ở chế độ máy phát độc lập tự kích cần được trình bày trong bài này.

2. So sánh máy phát điện không đồng bộ và máy phát đồng bộ

Ưu điểm hàng đầu là trọng lượng máy phát điện không đồng bộ nhỏ hơn nhiều so với các máy phát điện đồng bộ [3]. Do ở máy phát không đồng bộ có khoảng cách khe khí nhỏ hơn ở máy phát đồng bộ, các thanh rượt lồng sóc không yêu cầu cách ly và được dễ dàng lắp đặt hơn trên rotor so với các cuộn dây kích từ. Điều kiện làm mát của cuộn dây kích từ máy phát đồng bộ thì kém hơn so với rotor lồng sóc ngắn mạch. Trên hình 1, sử dụng hai máy điện được làm thực nghiệm, công suất 20 KVA thấy rằng khối lượng của máy không đồng bộ nhỏ hơn từ 1,3÷1,4 lần so với máy phát đồng bộ. Nếu so sánh với máy phát điện đồng bộ không chổi than, khối lượng máy không đồng bộ nhỏ hơn khoảng 2 đến 3 lần.

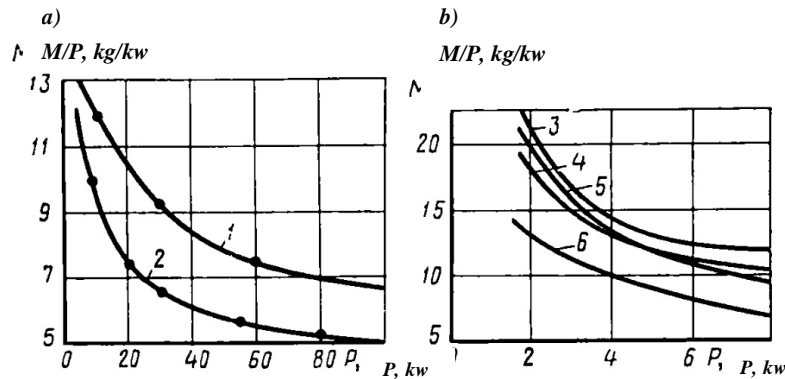


Hình 1. Hai máy phát có công suất tương ứng là 20 KVA.

a) máy phát đồng bộ, b) máy phát dị bộ

Tuy nhiên, việc so sánh các máy phát điện khi xét đến phần kích từ, cho thấy khối lượng và chi phí của tụ điện trong một số trường hợp cao hơn đáng kể so với phần kích từ máy đồng bộ. Tụ điện phải cung cấp cho máy phát điện không đồng bộ dòng từ hóa hiện nay là bằng 25÷35% dòng định mức cho các động cơ công suất lớn và lên đến 70% cho động cơ công suất nhỏ hơn 1KW. Bên cạnh việc cung cấp năng lượng kích từ, các tụ điện còn phải bù tải cảm kháng cho các phụ tải của máy phát.

Để tường minh trên hình 2. biểu diễn mối quan hệ giữa M/P (khối lượng/công suất) và P (công suất) (kg/kw và kw) của máy phát điện đồng bộ và không đồng bộ [4].



Hình 2. Mối quan hệ giữa khối lượng của máy đồng bộ và không đồng bộ với công suất tác dụng P:

- 1, 2 - máy phát điện đồng bộ và không đồng bộ mà không có thiết bị kích từ;
- 3, 4 - máy phát điện đồng bộ và không đồng bộ mà có thiết bị kích từ ở tần số 50 Hz và 3000 v/p;
- 5, 6 - máy phát điện đồng bộ và không đồng bộ mà có thiết bị kích từ ở tần số 400 Hz và 3000 v/p.

Vì lợi thế của máy phát điện không đồng bộ thể hiện rõ ở tần số cao trên hình 2 đặc tính 6, nên ở tốc độ thấp và hệ số cosφ nhỏ thì việc sử dụng máy phát điện không đồng bộ là không kinh tế.

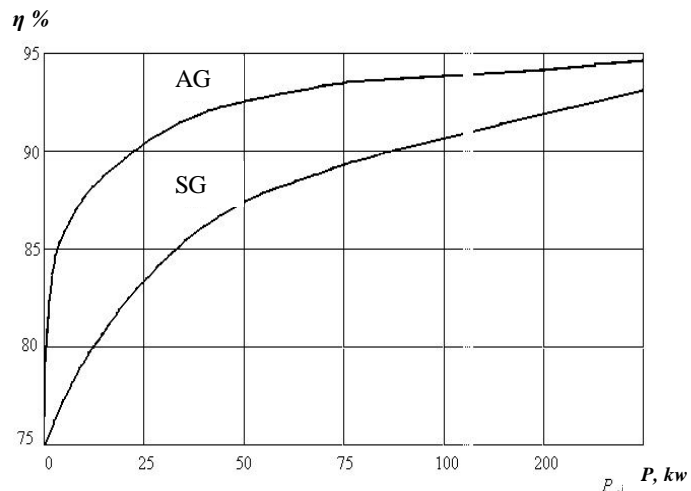
Tại tần số 50 Hz và tốc độ của 3000 v/p tổng khối lượng của máy phát điện không đồng bộ và thiết bị tụ kích từ nhỏ hơn khối lượng máy phát điện đồng bộ.

Tại tần số 400 Hz và tốc độ của 3000 v/p trọng lượng của máy phát điện không đồng bộ là giảm đáng kể, khi ở tốc độ cao hơn (6000÷8000 v/p), thì máy phát điện không đồng bộ với tụ điện kích từ có trọng lượng nhẹ hơn 1,5 ÷ 2,1 lần so với máy phát điện đồng bộ và nhẹ hơn 3÷5 lần so với máy điện cảm ứng.

Theo [3] khi xét tới yếu tố hiệu suất: trên hình 3 biểu diễn mối quan hệ giữa hiệu suất và công suất, cho thấy hiệu suất máy phát không đồng bộ cao hơn máy phát đồng bộ khi cùng công suất.

Độ tin cậy của máy phát điện không đồng bộ tương đối cao, đặc biệt ở vùng tốc độ lớn, các máy này không yêu cầu bảo vệ ngắn mạch, vì bản thân trong chế độ tự kích nó đã phải ngắn mạch để huy động tối đa công suất cần thiết.

Ngoài ra theo [2] kết quả nghiên cứu cho thấy máy phát điện không đồng bộ có thể thực hiện hoạt động công tác song song tương đối dễ dàng, ngay cả khi có sự khác biệt đáng kể về tần số. Trong trường hợp này tần số của lưới điện chính là tần số trung bình của các máy phát điện đang công tác song song.



Hình 3. Mối quan hệ giữa hiệu suất và công suất.

3. Máy phát không đồng bộ tự kích

Máy phát điện không đồng bộ sử dụng công suất phản kháng của mạng để tạo ra từ thông do đó khi công tác song song với mạng xoay chiều nó sẽ nhận từ mạng lượng công suất này [1]. Ngoài ra, máy phát điện không đồng bộ cũng có thể hoạt động ở chế độ độc lập với khả năng tự kích nhờ hệ thống tụ điện bù lắp đặt kèm theo cùng với máy phát [5].

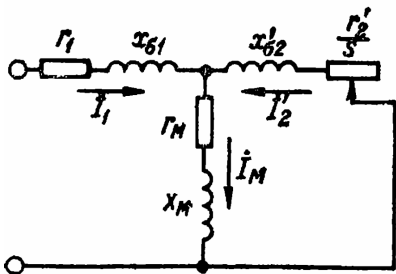
Sơ đồ ở hình 4 cho thấy máy phát điện không đồng bộ (AG), làm việc song song với lưới, nó nhận dòng tải phản kháng $I_L = I_M$. Và phát ra dòng tác dụng I_a , cung cấp cho tải thuần trở R.

Khi đưa các tụ điện vào hoạt động, nó đóng vai trò là tải dung kháng thì nhận từ mạng dòng I_C . Bộ tụ điện đã được tính toán để giá trị I_C bằng dòng phản kháng I_L . Từ đồ thị véc tơ ta có dòng điện kháng tiêu thụ của mạng hiện tại là :

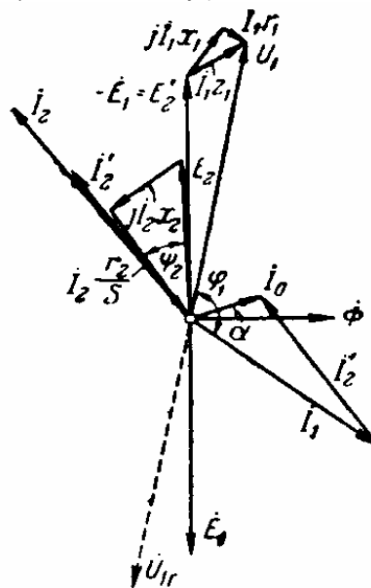
$$\dot{I}_C + \dot{I}_L = 0 \tag{1.2}$$

Do đó cầu dao P có thể cắt khỏi mạng, máy phát điện không đồng bộ AG sẽ chạy độc lập trên một mạng cục bộ, chỉ với tải R và C. Trong trường hợp này, một mặt, máy phát điện vẫn tiếp tục tiêu thụ dòng tải phản kháng $I_L = I_M$, ở mặt khác, tụ điện tiếp tục tiêu thụ dòng I_C bằng dòng phản kháng I_L . Như vậy tụ điện đóng vai trò như nguồn bù công suất phản kháng.

Vậy để máy phát không đồng bộ cấp cho mạng công suất tác dụng thì giá trị công suất của bộ tụ điện cần bằng với lượng cảm kháng mà máy phát nhận vào. Nếu không thoả mãn điều đó, tải sẽ phải là tải hỗn hợp. Trong trường hợp tải là RC thì lượng tụ cần thiết sẽ nhỏ hơn, và ở một số điều kiện thì việc có những tụ này là không cần thiết.

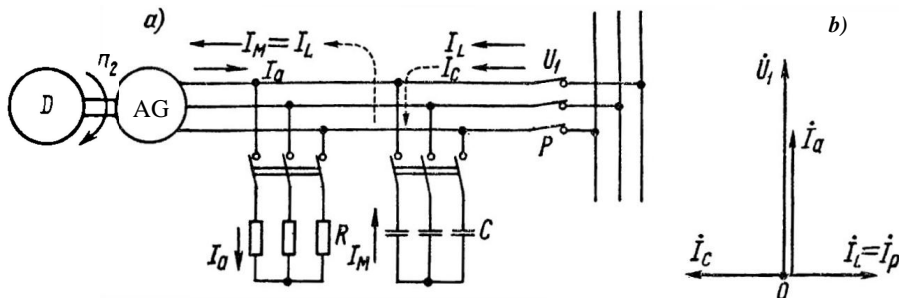


Hình 5. Sơ đồ tương đương máy phát dị bộ.



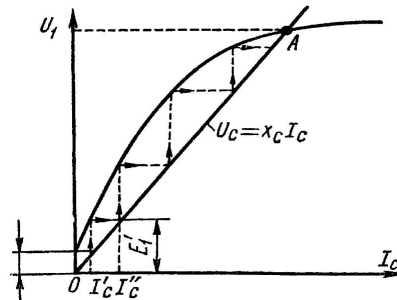
Hình 6. Đồ thị véc tơ máy phát dị bộ.

Theo sơ đồ tương đương hình 5 và đồ thị véc tơ máy phát không đồng bộ được mô tả trên hình 6 ta có thể xác định được các thông số và các giá trị tương ứng, đặc tính làm việc của máy phát. Công suất phản kháng tiêu tán trên x_1, x_2, x_M cũng có thể xác định được.



Hình 4. a, sơ đồ đơn giản máy phát khi nối với tải và tụ điện. b, đồ thị véc tơ.

Thấy rằng trên đặc tính làm việc ở chế độ không tải ổn định của máy phát không đồng bộ tự kích bằng tụ điện ở hình 7, quá trình tự kích của máy được lai bởi động cơ sơ cấp và trong cuộn stator có từ dư nên xuất hiện sức điện động E_{du} , sức điện động này đặt lên bộ tụ với dòng I'_C chảy qua stator của máy phát làm tăng cường từ thông của máy phát, và sức điện động được tăng lên E_1 đồng thời dòng qua tụ cũng tăng lên I''_C quá trình cứ tiếp diễn như vậy. Đường đặc tính $U = x_C \cdot I_C$ mô tả sự quan hệ giữa điện áp và dòng dung kháng. Quá trình tự kích trên hình mô tả điều kiện tự kích đường bậc thang tuyến tính. Đường cong đặc tính không tải $(x_1 + x_M)I_C$.



Hình 7. Quá trình tự kích của máy phát.

Từ sức điện động dư ta xác định được dòng qua tụ:

$$I'_C = \frac{E_{du}}{x_C} = \omega_1 C E_{du} \quad (1.3)$$

Quá trình tự kích tiếp tục khi vẫn thỏa mãn điều kiện:

$$(x_1 + x_M)I_C > x_C \cdot I_C \quad (1.4)$$

Và kết thúc khi

$$(x_1 + x_M)I_C = x_C \cdot I_C \quad (1.5)$$

Mô tả quá trình tự kích của máy phát thể hiện trên hình 7 với điểm kết thúc là A. Thấy rằng quá trình tự kích của máy phát không đồng bộ tương tự như đối với máy phát điện một chiều.

Trong đó là giả định rằng dòng stato ban đầu với quá trình tự kích thích xảy ra là kết quả của dòng chảy của từ dư là dòng ban đầu cũng nạp cho tụ điện tích điện.

Công suất của bộ tụ điện máy phát không đồng bộ tự kích là khá lớn (lên đến 70-100% công suất định mức của máy phát điện) làm cho việc lắp đặt tốn kém. Về vấn đề này làm hạn chế phạm vi sử dụng các máy phát điện dị bộ.

4. Kết luận

Nghiên cứu về máy điện không đồng bộ ở chế độ máy phát thấy rằng:

- Ưu điểm so với máy phát đồng bộ về trọng lượng, kích thước, độ tin cậy...;
- Việc áp dụng máy phát không đồng bộ có công suất vừa và nhỏ có những lợi thế rõ rệt đặc biệt ở vùng tần số cao;
- Với công nghệ sản xuất siêu tụ càng ngày càng phát triển thì việc ứng dụng rất khả thi, bộ tụ điện cần đảm bảo được, trọng lượng và kích thước phù hợp. Ngoài ra, với máy phát không đồng bộ rô to dây quấn (Máy phát dị bộ nguồn kép) kết hợp với bộ điều khiển công suất từ hai phía thì trong các lĩnh vực năng lượng tái tạo loại động cơ này chiếm ưu thế tuyệt đối.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Juha Pyrhönen, Tapani Jokinen. *Design of rotating electrical machines*. Valéria Hrabovcová, 2008.

- [2] Andrianov V. N. *Elektricheskie mashiny i apparaty*. M., «Kolos», 1971.
 [3] Dao Minh Quan. *Sovershestvovanie rezhimov raboty sudovogo Asinkhronnogo diezel - generatora*. Odesa, 2011.
 [4] Radin V.I., Brusnikin D.E., Zokhorovich A.Ye. - *Elektricheskie mashiny. Asinkhronnye mashiny*. M., «Kolos». – 1988.
 [5] Voldek A.I. - *Elektricheskie mashiny*. L., «Energiya», 1978.

Người phân biện: ThS. Đỗ Văn A

**NGHIÊN CỨU ĐO HIỆU SUẤT BƠM DÙNG PHƯƠNG PHÁP
 NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC**
**A STUDY ON THE PUMP EFFICIENCY MEASUREMENT USING THE
 THERMODYNAMIC METHOD**

NCS. VƯƠNG ĐỨC PHÚC, GS-TS. BAE CHERL O
Khoa Máy –Điện tàu biển
Trường Đại học Hàng hải quốc gia Mokpo, Hàn Quốc

Tóm tắt

Bơm được sử dụng rộng rãi trong các nhà máy công nghiệp, trung tâm thương mại, tàu biển... Chúng tiêu thụ khoảng 20% tổng năng lượng điện quốc gia. Tổn thất là rất lớn nếu chúng công tác với hiệu suất thấp. Do đó cần phải đo hiệu suất của chúng và tiến hành thay thế hoặc bảo dưỡng nếu hiệu suất của nó thấp so với hãng sản xuất bơm đưa ra. Hiệu suất của bơm thường được đo theo phương pháp truyền thống và phương pháp nhiệt động lực học. Bài báo này sẽ phân tích phương pháp nhiệt động lực học gồm: nguyên lí, cách chế tạo thiết bị đo, kết quả đo đạc trong thực tiễn và phân tích ưu nhược điểm và khả năng ứng dụng của nó.

Abstract

Pumps are used widely in industrial plants, commercial fields and ships, etc. They consume nearly 20% of the each nation's total electrical energy. Their losses of energy are huge when they have been operated at low efficiency. Thus, pump efficiency can be measured to estimate energy losses. If it is low, the pump will be repaired or replaced with new one. Pump efficiency is usually measured according to traditional technique and the thermodynamic method. This paper will analyze the thermodynamic method: principle, how to make pump efficiency instrumentation (PEI), experimental results and show advantages, disadvantages and application of this method.

Key words: Pump efficiency, Thermodynamic method, Pump formula, Best efficiency point (BEP).

1. Giới thiệu

Với phương pháp truyền thống, hiệu suất bơm được đo theo công thức sau:

$$\eta_p = \frac{Q \times (P_D - P_S)}{2298 \times \eta_M \times P_M} \times 100 \% \quad (1)$$

Trong các thông số tại (1) thì việc đo lưu lượng là khó nhất. Nhiều hệ thống bơm trong thực tế không lắp đặt riêng thiết bị này vì giá thành nó rất đắt đỏ. Ngoài ra việc lắp đặt nó cũng rất khó vì phụ thuộc vào kích thước đường ống và việc bảo dưỡng, hiệu chỉnh đều rất khó thực hiện. Phương pháp nhiệt động lực học với rất nhiều ưu điểm sẽ giải quyết vấn đề này.

2. Nội dung phương pháp

Phương pháp nhiệt động lực học [1], [2] có được từ nguyên tắc bảo toàn năng lượng khi các chất lỏng được truyền đi. Phương pháp này đã được phát triển trong những năm 1960 tại Đại học Glasgow và Đại học Strathclyde ở Scotland, và phòng thí nghiệm kỹ thuật quốc gia ở Pháp (Electricite de France) và Austin Whillier (Phòng Mines, Johannesburg, Nam Phi). Hiệu suất của bơm theo phương pháp này được tính theo công thức: