

30 MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU

I - MỤC TIÊU

- Hiểu được nguyên tắc hoạt động của các máy phát điện xoay chiều.
- Nắm được cấu tạo của máy phát điện xoay chiều một pha và ba pha.
- Biết vận dụng các công thức để tính tần số và suất điện động của máy phát điện xoay chiều.

II - CHUẨN BỊ

Giáo viên

Mô hình máy phát điện xoay chiều một pha, tranh vẽ sơ đồ các loại máy phát điện xoay chiều một pha và ba pha.

Học sinh

Ôn lại khái niệm từ thông và định luật cảm ứng điện từ.

III - NHỮNG ĐIỀU CẦN LƯU Ý

1. SGK đề cập nguyên tắc chung tạo ra suất điện động xoay chiều là dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ và nêu cụ thể quy luật biến thiên từ thông để có suất điện động ấy. Hai cách tạo ra suất điện động trong các máy điện cũng là hai cách làm từ thông qua vòng dây biến thiên theo định luật dạng sin. Biểu thức $E_0 = \omega N\Phi_0$ dùng chung cho cả hai trường hợp trên. Cần lưu ý rằng ta vẫn có hệ thức $\omega = 2\pi f$ nên $E_0 = 2\pi f N\Phi_0$, với $f = pn$ là tần số của suất điện động. Chỉ khi số cặp cực $p = 1$, tần số của suất điện động mới bằng số vòng quay của rôto.

2. Mục "Các bộ phận chính" của máy phát điện không chỉ nêu tên mà đề cập cả nguyên tắc cấu tạo của mỗi bộ phận. Căn cứ vào biểu thức suất điện động : $E_0 = \omega N\Phi_0$, ta có thể hiểu được cấu tạo của phần ứng và phần cảm của máy phát điện xoay chiều trong thực tế đều nhằm tăng suất điện động của máy. Phần ứng có nhiều cuộn dây, mỗi cuộn dây có nhiều vòng dây (để tăng N), phần cảm có nhiều cặp cực (để tăng f vì $f = pn$). Về mặt kĩ thuật, người ta chú ý tới việc tăng số cặp cực p vì nếu rôto của máy quay với tốc độ n (vòng/s) quá lớn, máy sẽ chóng bị mòn, bị hỏng do hiệu ứng li tâm. Khi nói các cuộn dây của phần cảm ta hiểu phần cảm là nam châm điện.

3. SGK nêu cấu tạo và hình vẽ hai loại máy phát điện xoay chiều một pha. Đối với máy hoạt động theo cách thứ nhất, việc nối mạch ngoài với phần ứng phải dùng bộ góp điện để dây không bị xoắn theo khi khung quay. Bộ góp điện gồm hai vành khuyên và hai thanh quét, mỗi thanh quét tì lên một vành khuyên. Đối với máy hoạt động theo cách thứ hai, việc nối với mạch ngoài không cần bộ góp. Đó là ưu điểm của loại máy này. SGK vẽ trường hợp máy có hai cặp cực làm một ví dụ.

4. Dòng điện xoay chiều ba pha được định nghĩa theo suất điện động vì trong thực tế các tải mắc ở ba pha có thể khác nhau, hệ thống ba dòng không cùng biên độ và không lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$ nhưng ta vẫn gọi đó là dòng điện ba pha. Biểu thức và đồ thị của suất điện động biểu diễn trường hợp pha ban đầu của một suất điện động bằng không.

SGK không đề cập tới công suất của mạch điện ba pha. Trong các bài tập có liên quan tới công suất này, HS có thể sử dụng tính chất cộng được của công suất. Gọi \mathcal{P}_A , \mathcal{P}_B , \mathcal{P}_C là công suất tiêu thụ của mỗi pha thì công suất của mạch điện ba pha là :

$$\mathcal{P} = \mathcal{P}_A + \mathcal{P}_B + \mathcal{P}_C$$

Khi mạch điện ba pha đối xứng, cường độ dòng điện trên mỗi pha đều là I_p , hệ số công suất của mỗi pha đều là $\cos \varphi$.

Đối với cách mắc hình sao :

$$\mathcal{P} = U_p I_A \cos \varphi_A + U_p I_B \cos \varphi_B + U_p I_C \cos \varphi_C = 3U_p I_p \cos \varphi \quad (1)$$

Đối với cách mắc tam giác, cường độ dòng điện trên mỗi dây đều là $I_d = \sqrt{3}I_p$, ta có :

$$\mathcal{P} = 3U_d I_p \cos \varphi = 3U_d \frac{I_d}{\sqrt{3}} \cos \varphi = \sqrt{3}U_d I_d \cos \varphi \quad (2)$$

Nếu chú ý rằng trong cách mắc hình sao : $U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}}$; $I_p = I_d$ và thay các đại lượng này vào công thức (1) ta có :

$$3U_p I_p \cos \varphi = 3 \frac{U_d}{\sqrt{3}} I_d \cos \varphi = \sqrt{3}U_d I_d \cos \varphi$$

Như vậy, công thức (2) áp dụng được cho cả trường hợp mắc hình sao hoặc mắc tam giác.

5. Các máy phát điện xoay chiều học trong bài này đều là các máy phát điện đồng bộ dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Đó là các máy phát điện xoay chiều có tốc độ quay của rôto bằng tốc độ quay của từ trường.

IV - GỢI Ý VỀ PHƯƠNG PHÁP VÀ TỔ CHỨC HOẠT ĐỘNG DẠY HỌC

1. Nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều

HS đã được biết một trường hợp tạo ra suất điện động xoay chiều (Bài 26). Do đó, ở bài này GV giúp HS nhớ lại rồi khái quát thành nguyên tắc chung. Về cấu tạo máy phát điện xoay chiều một pha, HS cũng đã được học ở lớp 9. Trong chương trình THPT, yêu cầu HS phải nắm được các công thức định lượng về tần số và suất điện động của các loại máy này. Hai cách tạo ra suất điện động trong máy phát điện có thể nhắc lại như là một sự ôn tập. Việc làm tăng suất điện động của máy cần được tách ra các ý chính : tăng số vòng dây, tăng từ thông cực đại và tăng tốc độ biến thiên từ thông.

C1 Căn cứ vào công thức $\Phi = BS \cos \alpha$, có thể suy ra một số cách làm từ thông qua một vòng dây biến thiên như sau :

– Làm cho góc giữa pháp tuyến của khung dây và vectơ cảm ứng từ thay đổi (thay đổi góc α).

– Thay đổi cảm ứng từ B .

– Thay đổi diện tích S .

2. Máy phát điện xoay chiều một pha

Khi trình bày cấu tạo các bộ phận chính của hai loại máy, GV nên dùng mô hình hoặc tranh vẽ loại to để chỉ cho HS thấy rõ cấu tạo của chúng. Đối với loại máy thứ nhất, cần cho HS thấy khi khung quay, trong từng nửa chu kỳ dòng điện có chiều như thế nào, từ đó dẫn tới kết luận dấu của các cực thay đổi sau mỗi nửa chu kỳ quay của rôto. Chiều của dòng điện được xác định theo quy tắc bàn tay phải. Sau một nửa chu kỳ, vận tốc đổi hướng, chiều của dòng điện thay đổi. Một vấn đề phải quan tâm là làm thế nào để đưa dòng điện ra mạch ngoài mà dây không bị xoắn lại. Bộ góp điện đã giải quyết vấn đề đó. Đối với loại máy thứ hai, GV cần lưu ý với HS, suất điện động đổi dấu và dòng điện trong các cuộn dây đổi chiều do từ thông qua cuộn dây tăng rồi giảm một cách tuần hoàn.

C2 Suất điện động của máy phát điện xoay chiều phụ thuộc vào : tốc độ quay n của rôto, số vòng dây N , diện tích vòng dây S của phần ứng và cảm ứng từ B của từ trường (căn cứ công thức $E_0 = \omega N \Phi_0 = 2\pi f NBS$).

3. Máy phát điện xoay chiều ba pha

GV nêu định nghĩa dòng xoay chiều ba pha kèm theo các biểu thức về suất điện động và đồ thị biểu diễn các suất điện động theo thời gian. Khi trình bày về cấu tạo của máy phát điện xoay chiều ba pha, GV có thể liên hệ với máy phát điện xoay chiều một pha để HS so sánh và hiểu rõ hơn cấu tạo của chúng. Để minh họa cho các cách mắc sao và mắc tam giác, GV có thể dùng giấy hoặc bảng có vẽ sẵn các sơ đồ mắc hình sao hoặc mắc tam giác (có cả cách mắc nguồn và mắc tải).

V - HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÂU HỎI VÀ GIẢI BÀI TẬP

Câu hỏi

1. Hai bộ phận chính của máy phát điện xoay chiều là : phần cảm có tác dụng tạo ra từ trường và phần ứng có tác dụng tạo ra suất điện động cảm ứng khi từ thông qua nó biến thiên.

2. Dòng điện xoay chiều ba pha là hệ thống ba dòng điện xoay chiều gây bởi ba suất điện động xoay chiều có cùng tần số, cùng biên độ nhưng lệch pha nhau từng đôi một là $\frac{2\pi}{3}$.

Khi chuyển các cuộn dây của máy phát từ cách mắc hình sao sang cách mắc tam giác, điện áp dây giảm $\sqrt{3}$ lần : từ $\sqrt{3}U_p$ giảm đến U_p .

Bài tập

1. A. Biên độ của suất điện động tỉ lệ với số cặp cực p của nam châm :

$$E_0 = 2\pi f N \Phi_0 = 2\pi n p N \Phi_0$$

2. C. Nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều một pha và ba pha đều dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ.

3. Áp dụng công thức $f = pn$ với $n = 20$ vòng/s ; $p = 3$ ta có :

$$f = pn = 60 \text{ Hz}$$

4. Theo giả thiết $N = 200$ vòng ; $\Phi_0 = 2 \text{ mWb} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$; $f = 50 \text{ Hz}$. Suất điện động của máy có giá trị hiệu dụng là :

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{2}} = \frac{2\pi f N \Phi_0}{\sqrt{2}} \approx 89 \text{ V}$$