

مبانی مهندسی برق

دکتر پدram پیوندی

فصل ۱۱

ژنراتورهای القائی (آسنکرون) سه فاز

مقدمه

در جلد اول کتاب با تئوری ژنراتورها و موتورهای DC آشنا شدیم ، همچنین در این کتاب درباره موتورها و ژنراتورهای سنکرون صحبت نمودیم . حال باید دید – همانطور که موتورهای القائی (آسنکرون) سه فاز مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند ، آیا ژنراتورهای القائی^(۱) (آسنکرون) سه فاز نیز می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند یا نه؟ جواب به این سؤال مثبت است ، و چون در اینگونه ژنراتورهای القائی سرعت چرخش محور رتور با سرعت سنکرون برابر نمی‌باشد ، به آنها ژنراتورهای آسنکرون^(۲) گفته می‌شود . متأسفانه در اکثر کتب ماشینهای الکتریکی توجه زیادی به اینگونه ژنراتورها نمی‌شود . اما باید گفت که در دهه ۱۹۷۰ میلادی که بحران انرژی در جهان پدیدار شد ، توجه به ژنراتورهای آسنکرون سه فاز بیشتر گردید . از این ژنراتورها در سیستمهای

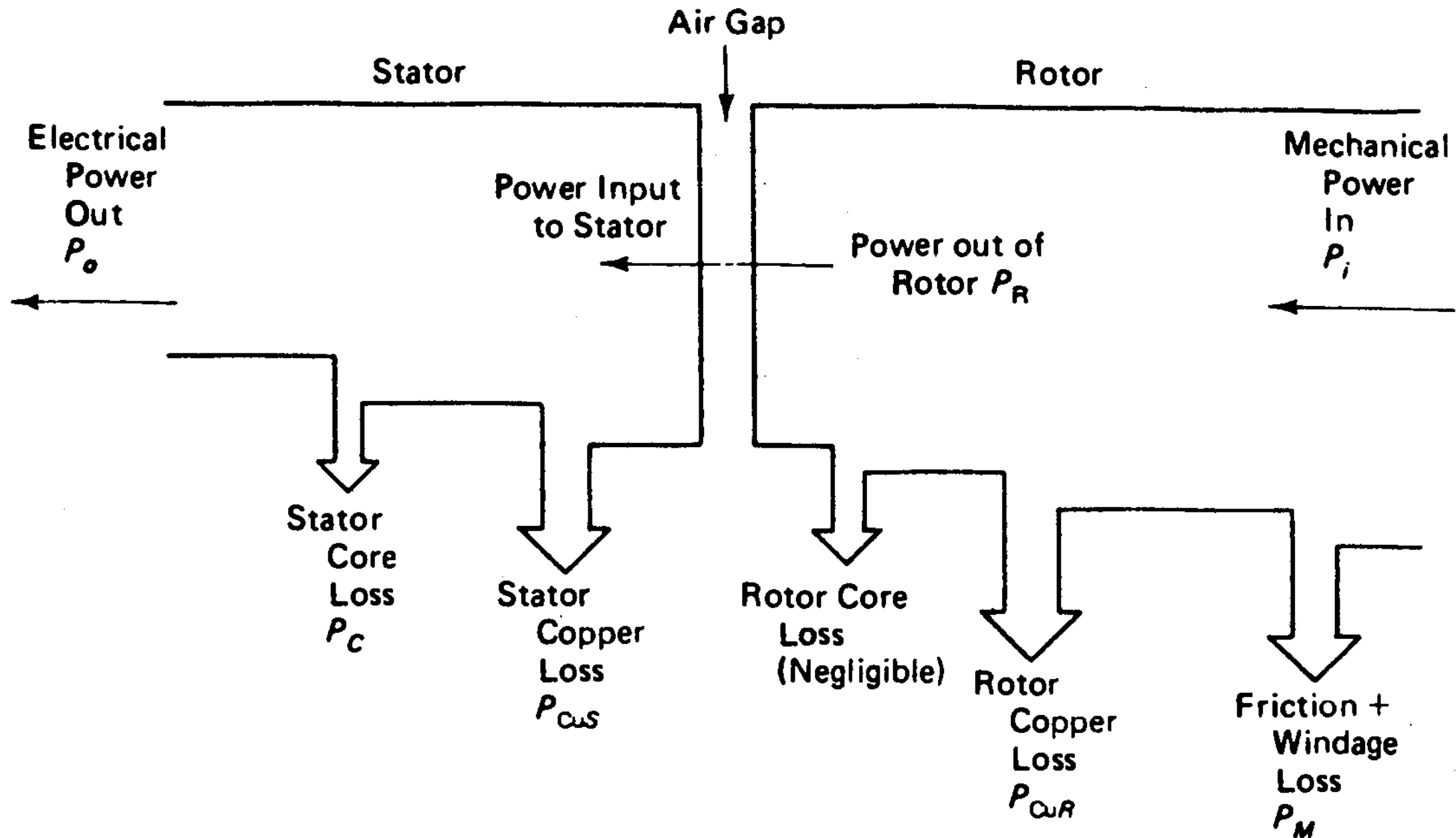
۱ - ۱۱ تئوری مربوط به عملکرد ژنراتورهای القائی سه فاز

11-1 THEORY OF OPERATION

برای درک عملکرد اینگونه ژنراتورها بهتر است بخش (۳ - ۹) در فصل نهم را مرور نمائیم . در آنجا گفتیم وقتی موتور القائی در حال چرخش است از شبکه جریان می‌کشد و این جریان از دو مولفه تشکیل شده است .

الف: مولفه اول که باعث تحریک، موتور شده یا به عبارت ساده‌تر میدان گردنده را بوجود می‌آورد .

ب: مولفه دوم که توان حقیقی مکانیکی (توان خروجی) و تلفات درون ماشین



راندمان در این‌گونه ماشینها مانند سایر ماشینهای الکتریکی تعریف می‌شود
به عبارت دیگر

$$\text{راندمان} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}}$$

اما می‌دانیم:

کل تلفات درون ماشین + توان خروجی = توان ورودی

پس:

$$\text{راندمان} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{کل تلفات درون ماشین} + \text{توان خروجی}}$$

در اینجا نکات زیر را یادآوری می‌کنیم

۱ - تلفات مکانیکی ^(۱) و تلفات هسته ^(۲) از آزمایش بی باری ^(۳) حاصل می شود و ماشین را در حالت موتوری و بی بار مورد آزمایش قرار می دهیم می دانیم که تلفات هسته و تلفات مکانیکی در دو حالت موتوری و ژنراتوری یکسان می باشند .

۲ - تلفات مسی ^(۴) در استاتور از رابطه (۳۱ - ۹) در فصل نهم بدست می آید .

۳ - تلفات مسی در رتور با استفاده از رابطه (۲۷ - ۹) حاصل می شود . اما باید توجه داشت که طبق شکل (۲ - ۱۱) در ژنراتورهای القائی داریم :

$$P_R = P_o + P_C + P_{CuS} \quad (11-1)$$

۴ - توان خروجی ^(۵) ژنراتورهای القائی سه فاز اینچنین بدست می آید .

$$P_o = W_1 + W_2 \quad (11-2)$$

در روابط اخیر W_1 و W_2 نمایانگر اعداد وات مترها در مدار تغذیه میباشند (شکل ۱۳ - ۹)

۵- در ژنراتورهای القائی سه فاز نیز همانند موتورهای القائی تلفات هسته و تلفات مکانیکی (اصطکاک-تهویه) را یک کاسه می‌نمائیم و لذا در رابطه (۱-۱۱) PC را صفر می‌گذاریم.

۶- توان خروجی ژنراتورهای القائی را نیز می‌توان بطریق دیگری حساب کرد.

$$P_o = \sqrt{3} V_L I_L \cos \theta \quad (11-3)$$

در رابطه اخیر $\cos \theta$ ضریب توان ژنراتور آسنکرون می‌باشد.

۷- توان مکانیکی ورودی به ژنراتور اینچنین بدست می‌آید.

$$P_i = P_o + P_{CWS} + P_{CUR} + P_M \quad (11-4)$$

در رابطه اخیر P_M شامل تلفات هسته استاتور نیز می‌باشد (عیناً "مانند" موتورها)

مثال ۲-۱۱ (سیستم SI)

یک موتور القایی (آسنکرون) سه فاز مطابق مثال (۲۳ - ۹) مفروض است و آنرا بصورت ژنراتور آسنکرون درمی آوریم . تلفات هسته مکانیکی از آزمایش بی باری بدست می آید و برابر ۱۹۵/۵ وات می باشد (آنرا ثابت فرض می کنیم) . داده های مربوط به شرایط بارگذاری ژنراتور القایی بقرار زیر است .

$$\text{Load run: } W_1 = 1.7 \text{ kW} \quad W_2 = 1.1 \text{ kW}$$

$$V_L = 230 \text{ V} \quad I_L = 8 \text{ A}$$

$$\omega = 163 \text{ rad/s}$$

راندمان و ضریب توان ژنراتور آسنکرون را بدست آورید .

حل :

از رابطه (۲ - ۱۱) داریم

$$P_o = 1700 \text{ W} + 1100 \text{ W} = 2800 \text{ W}$$

از رابطه (۳ - ۱۱) ضریب توان بدست می‌آید

$$\text{PF} = \cos \theta = \frac{2800 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 230 \text{ V} \times 8 \text{ A}} = 0.88 \text{ (or } 88\%)$$

از مثال (۲۳ - ۹) بخاطر داریم که مقاومت معادل استاتور ۱/۱۳ اهم است. لذا از رابطه

(۳۱ - ۹) تلفات مسی در استاتور بدست می‌آید

$$P_{\text{Cus}} = \frac{3}{2} (1.13 \Omega) (8 \text{ A})^2 = 108.5 \text{ W}$$

از رابطه (b ۶ - ۹) لغزش بدست می آید

$$s = (157 \text{ rad/s} - 163 \text{ rad/s}) \times \frac{100}{157 \text{ rad/s}}$$
$$= -3.82\%$$

از رابطه (۱ - ۱۱) توان P_R یا توان منتقله از فاصله هوایی بدست می آید

$$P_R = 2800 \text{ W} + 0 + 108.5 \text{ W} = 2908.5 \text{ W}$$

از رابطه (۲۷ - ۹) داریم

$$P_{CUR} = 0.0382 \times 2908.5 \text{ W} = 111.1 \text{ W}$$

توان ورودی از رابطه (۴ - ۱۱) حاصل می شود

$$P_i = 2800 \text{ W} + 108.5 \text{ W} + 111.1 \text{ W} + 195.5 \text{ W}$$
$$= 3215.1 \text{ W}$$

از رابطه (۲۱ - ۹) راندمان حاصل می گردد

$$\eta = \frac{2800 \text{ W}}{3215.1 \text{ W}} \times 100 = 87.1\%$$