فصل سوم

ژنراتورهای جریان مستقیم

هدف‌های رفتاری

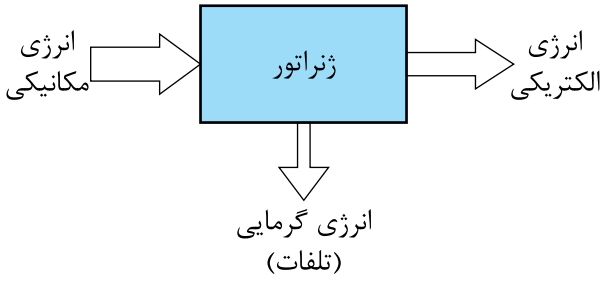
پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود که:

- ژنراتورهای جریان مستقیم را تعریف کند و آن‌ها را طبقه‌بندی نماید.
- مشخصات اصلی ژنراتورهای جریان مستقیم را تعریف کند و آن‌ها را از یک‌دیگر تمیز دهد.
- توان، راندمان و تلفات ژنراتورهای جریان مستقیم را تعریف کند و روابط حاکم بر آن‌ها را توضیح دهد.
- تقسیم‌بندی تلفات انرژی در ژنراتورهای جریان مستقیم را توضیح دهد.
- بلوک دیاگرام توازن توان در ژنراتورهای جریان مستقیم را رسم کند و آن را تجزیه و تحلیل نماید.
- ژنراتور تحریک مستقل را تعریف کند و ساختمان داخلی آن را از روی شکل توضیح دهد.
- مدار الکتریکی معادل ژنراتور تحریک مستقل را رسم کند و آن را تجزیه و تحلیل نماید.
- منحنی مشخصه‌های ژنراتور تحریک مستقل را از هم تمیز دهد.
- کاربرد ژنراتور تحریک مستقل را توضیح دهد.
- ژنراتور تحریک شنت را تعریف کند و ساختمان داخلی آن را از روی شکل توضیح دهد.
- مدار الکتریکی معادل ژنراتور تحریک شنت را رسم کند و آن را تجزیه و تحلیل نماید.
- منحنی مشخصه‌های ژنراتور تحریک شنت را از هم تمیز دهد.
- کاربرد ژنراتور تحریک شنت را توضیح دهد.
- ژنراتور تحریک سری را تعریف کند و ساختمان داخلی آن را از روی شکل توضیح دهد.
- مدار الکتریکی معادل ژنراتور تحریک سری را رسم کند و آن را تجریه و تحلیل نماید.
- منحنی مشخصه‌های ژنراتور تحریک سری را از هم تمیز دهد.
- کاربرد ژنراتور تحریک سری را توضیح دهد.
- ژنراتور کمپوند را تعریف کند و ساختمان داخلی آن را از روی شکل توضیح دهد.
- مدار الکتریکی معادل ژنراتور کمپوند را رسم کند و آن را تجزیه و تحلیل نماید.
- منحنی مشخصه‌های ژنراتور کمپوند را از هم تمیز دهد.

- کاربرد ژنراتور کمپوند را توضیح دهد.
- ضرورت کنترل ولتاژ در ژنراتورهای جریان مستقیم را توضیح دهد.
- عوامل موثر در مقدار ولتاژ ژنراتورهای جریان مستقیم را توضیح دهد.
- روش‌های تنظیم ولتاژ در ژنراتورهای جریان مستقیم را توضیح دهد.
- به پرسش‌های این فصل پاسخ دهد.
- تمرین‌های این فصل را حل نماید.

مقدمه

ژنراتورهای جریان مستقیم[1] ماشین‌هایی هستند که سیستم الکتریکی آن‌ها جریان مستقیم است و انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. بدیهی است در فرآیند این تبدیل، بخشی از انرژی به گرما تبدیل خواهد شد که از آن به عنوان «تلفات» نام برده می‌شود. شکل (۱ ـ ۳)



شکل ۱ ـ ۳

از مزایای برجسته ژنراتورهای جریان مستقیم این است که دارای مشخصه‌های کاری هستند که به سادگی قابل کنترل می‌باشند. ویژگی ژنراتورهای جریان مستقیم این است که با ترکیب‌های متنوع در ارتباط مدار تحریک با مدار آرمیچر می‌توان به ژنراتورهای تحریک مستقل، تحریک موازی، تحریک سری و تحریک ترکیبی دست یافت که هر یک از آن‌ها مشخصه‌های ولت ـ آمپر منحصر به خود را دارند.

در سال‌های اخیر فناوری الکترونیک قدرت، آن‌چنان پیشرفت کرده است که در حوزه‌هایی که در گذشته در انحصار ژنراتورهای جریان مستقیم بود، اکنون از مدارهای الکترونیکی استفاده می‌شود. البته این به آن مفهوم نیست که امروزه دیگر ژنراتورهای جریان مستقیم تولید نمی‌شوند؛ بلکه تنوع و انعطاف و سادگی نسبی سیستم‌های تحریک آن‌ها تداوم حضورشان در حوزه وسیعی از کاربردها را تضمین کرده است. بعضی از کاربردهای ژنراتورهای جریان مستقیم در جوشکاری با کیفیت بالا در اسکلت‌های فلزی و دینامومتر برای اندازه‌گیری گشتاور و تاکومتر برای اندازه‌گیری سرعت و در مدارات کنترل با سیستم‌های حلقه بسته و آبه‌کاری الکتریکی و نظایر آن غیرقابل جایگزین است. وقتی آبه‌کاری در تجهیزات گران قیمت قطعات هواپیما و غیره لازم باشد ولتاژ DC ثابت بدون وقفه به‌وسیله چند ژنراتور جریان مستقیم که به طور موازی با هم کار می‌کنند تامین می‌شود.

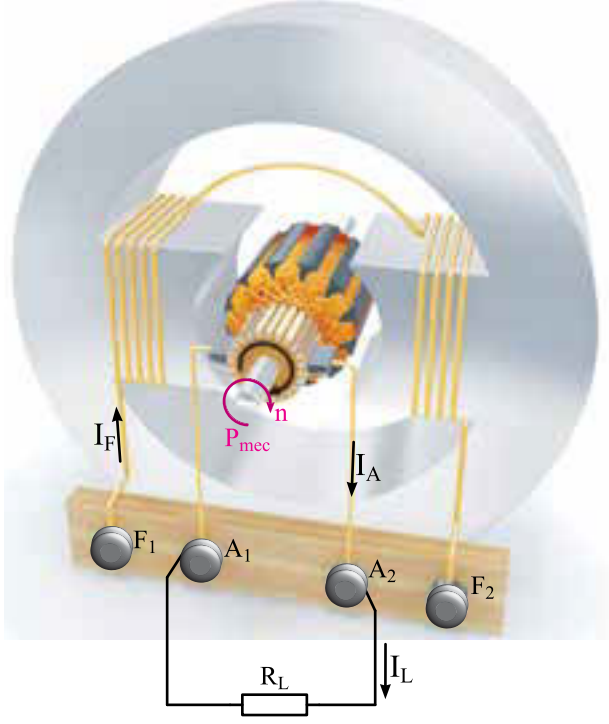
در شکل (۲ ـ ۳) یک ژنراتور جریان مستقیم نشان داده شده است.

۱. Direct Current Generators

شکل ۲ ــ ۳ ژنراتور جریان مستقیم

۱ ــ ۳ ــ پخش توان[۱] و تلفات در ژنراتورهای جریان مستقیم

طرح ساختمانی ژنراتور جریان مستقیم در شکل (۳ ـ ۳) نشان داده شده است.



شکل (۳ ــ ۳) طرح ساختمانی ژنراتور جریان مستقیم

قسمت ساکن یا استاتور قطب‌های برجسته دارد. در صورتی‌که سیم‌پیچی قطب‌ها توسط جریان I_F تحریک شوند، فوران ناشی از آن در فاصله هوایی توزیع خواهد شد.

رتور یا قسمت متحرک که سیم‌پیچی آرمیچر در شیارهای آن سیم‌بندی شده است درون میدان مغناطیسی قطب‌های استاتور قرار داده شده است. با گرداندن رتور در سیم‌پیچی آرمیچر نیروی محرکه القایی E_A القا می‌شود و ماشین جریان مستقیم حالت ژنراتوری به خود گرفته و در پایانه‌های A_1 و A_2 ولتاژ V_T ایجاد می‌شود. در صورت اتصال بار R_L به پایانه‌های A_1 و A_2 جریان I_A در سیم‌پیچی آرمیچر و جریان I_L در بار R_L جاری می‌شود.

توان مکانیکی[۲] مورد نیاز برای گرداندن محور رتور توسط موتور دیزلی یا بنزینی یا هر محرک دیگری تامین می‌شود.

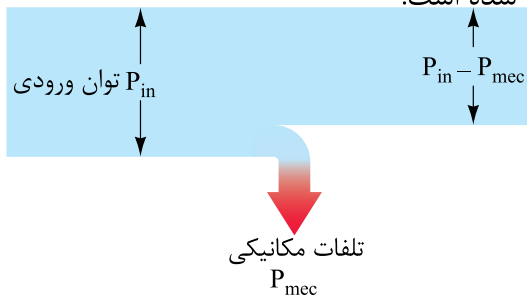
در ژنراتورهایی که توان الکتریکی مورد نیاز تحریک P_F توسط منبع خارجی تامین می‌شود، مجموع توان مکانیکی و توان تحریک P_F به عنوان توان ورودی P_{in} محسوب می‌شود. در صورتی‌که توان الکتریکی مورد نیاز تحریک P_F توسط خودِ ژنراتور تامین شود، توان مکانیکی آن‌ها به عنوان توان ورودی P_{in} محسوب خواهد شد.

با گردش رتور، اصطکاک میان قسمت‌های ساکن و متحرک ایجاد خواهد شد. بخشی از این اصطکاک در یاتاقان‌ها است که ناشی از سایش میان قسمت متحرک با قسمت ساکن و بخش دیگر آن در اثر اصطکاک بین قسمت‌های متحرک فن ماشین با هوا به وجود می‌آید.

مقداری از توان ورودی P_{in} که در اثر اصطکاک به

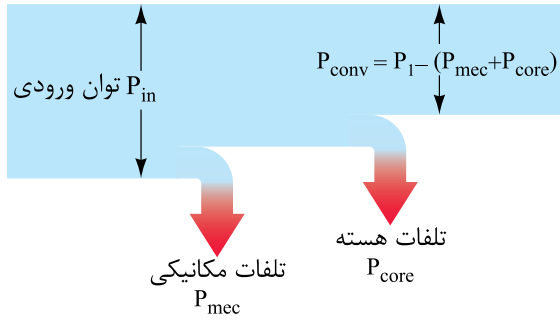
۱. Power Flow ۲. Mechanical Power

گرما تبدیل می‌شود را «تلفات مکانیکی[1]» گویند و با P_{mec} نشان می‌دهند. تلفات مکانیکی P_{mec} از توان ورودی P_{in} می‌کاهد. این فرآیند در شکل (۴ ـ ۳) نشان داده شده است.



شکل ۴ ـ ۳

با جاری شدن فوران در هسته استاتور و رتور و در اثر گرداندن رتور، تلفات فوکو P_F و تلفات هیسترزیس P_H در هسته استاتور و رتور به‌وجود می‌آید. مقداری از توان ورودی P_{in} که در اثر تلفات فوکو و هیسترزیس درون هسته به گرما تبدیل می‌شود را «تلفات هسته[2]» گویند و با P_{core} نشان می‌دهند. تلفات هسته P_{core} همراه با تلفات مکانیکی P_{mec} از توان ورودی P_{in} می‌کاهد و بعد از کم شدن، توان باقی‌مانده را «توان تبدیل شده[3]» یا «توان الکترومغناطیسی» می‌گویند و با P_{conv} نشان می‌دهند. این فرآیند در شکل (۵ ـ ۳) نشان داده شده است.



شکل ۵ ـ ۳

توان تبدیل شده P_{conv} شکل الکتریکی دارد و از رابطه (۱ ـ ۳) نیز قابل محاسبه است.

$$P_{conv} = E_A \cdot I_A \qquad (۳-۱)$$

در این رابطه:

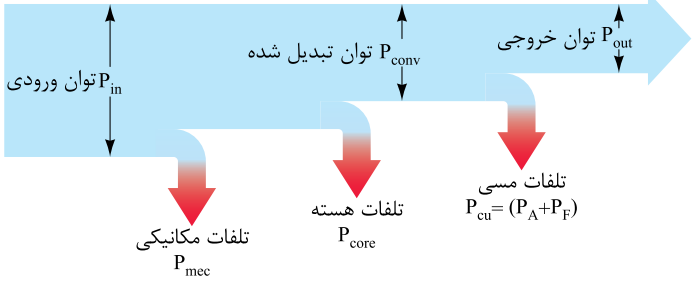
P_{conv} توان تبدیل شده [w]

E_A نیروی محرکه القایی آرمیچر [V]

I_A جریان آرمیچر [A]

می‌باشد.

با جاری شدن جریان در سیم‌پیچی‌های آرمیچر و تحریک آن، این سیم‌پیچی‌ها گرم می‌شوند. مقداری از توان تبدیل شده P_{conv} که در سیم‌پیچی‌ها به گرما تبدیل می‌شود را «تلفات مسی[4]» گویند و با P_{cu} نشان می‌دهند. بخشی از تلفات مسی که در سیم‌پیچی آرمیچر می‌باشد را «تلفات آرمیچر» گویند و با P_A نشان می‌دهند. بخش دیگر تلفات مسی در سیم‌پیچی تحریک بوده و آن را «تلفات تحریک» گویند و با P_F نشان می‌دهند[5]. تلفات مسی (P_A+P_F) از توان تبدیل شده P_{conv} می‌کاهد و بعد از کم شدن، توان باقی‌مانده را «توان خروجی» گویند و با P_{out} نشان می‌دهند. این فرآیند در شکل (۶ ـ ۳) نشان داده شده است. به این شکل «نمودار پخش توان[6]» در ژنراتورهای جریان مستقیم گویند.



شکل ۶ ـ ۳ نمودار پخش توان در ژنراتورهای جریان مستقیم

۱. Mechanical Losses ۲. Core Losses ۳. Converted Power ۴. Copper Losses

۵. معمولاً تلفات جاروبک‌ها در تلفات آرمیچر منظور می‌شود. در صورت وجود سیم‌پیچی جبران‌گر و قطب کمکی، تلفات مسی آن‌ها محاسبه و منظور خواهد شد.

۶. Power Flow Diagram

توان خروجی P_{out} الکتریکی است و از رابطه (۲ ـ ۳) نیز قابل محاسبه است.

$$P_{out} = V_T \cdot I_L \qquad (۳-۲)$$

که در این رابطه:

P_{out} توان خروجی [W]

V_T ولتاژ ترمینال‌های ژنراتور [V]

I_T جریان بار [A]

مثال ۱ ـ ۳ ـ ژنراتور جریان مستقیمی ۴ kw با تلفات مسی ۳۰۰ w و هسته ۵۰۰ w و مکانیکی ۲۰۰ w مفروض است. مطلوب است:

الف ـ توان تبدیل شده P_{conv}

ب ـ توان ورودی P_{in}

حل:

واحد توان خروجی را به وات تبدیل می‌نماییم:

$$P_{out} = ۴_{KW} \times ۱۰۰۰ = ۴۰۰۰ \, [w]$$

با توجه به نمودار پخش توان شکل (۶ ـ ۳) داریم:

$$P_{conv} = P_{out} + (P_A + P_F)$$

$$P_{conv} = ۴۰۰۰ + (۳۰۰) = ۴۳۰۰ \, [w]$$

$$P_{in} = P_{conv} + P_{core} + P_{mec}$$

$$P_{in} = ۴۳۰۰ + ۵۰۰ + ۲۰۰ = ۵۰۰۰ \, [w]$$

۲ ـ ۳ ـ تلفات کل ژنراتورهای جریان مستقیم

حاصل جمع تلفات در ژنراتورهای جریان مستقیم را «تلفات کل» گویند و آن را با ΔP نشان می‌دهند. با توجه به نمودار پخش توان شکل (۶ ـ ۳) تلفات کل برابر است با:

تلفات کل = تلفات مکانیکی + تلفات هسته + تلفات مسی

و به‌صورت رابطه (۳ ـ ۳) نوشته می‌شود:

$$\Delta P = P_{mec} + P_{core} + P_{cu} \qquad (۳-۳)$$

تفاوت بین توان ورودی P_{in} و توان خروجی P_{out}، تلفات کل ΔP است و آن را با رابطه (۴ ـ ۳) نشان می‌دهند:

$$\Delta P = P_{in} - P_{out} \qquad (۳-۴)$$

تلفات مکانیکی P_{mec} و تلفات هسته P_{core} را «تلفات ثابت» گویند.

زیرا تلفات مکانیکی تابع سرعت محور آرمیچر n است و تلفات هسته تابع نیروی محرکه القایی آرمیچر E_A می‌باشد. در ژنراتورهای جریان مستقیم سعی می‌شود کمیت‌های سرعت و نیروی محرکه القایی آرمیچر ثابت نگه داشته شوند. در این صورت تلفات مکانیکی و هسته که تابع این دو کمیت هستند نیز مقداری ثابت خواهند داشت.

تلفات مسی شامل تلفات آرمیچر P_A و تلفات تحریک P_F را «تلفات متغیر» گویند. زیرا تلفات آرمیچر متناسب با مجذور جریان آرمیچر I_A و تلفات تحریک متناسب با مجذور جریان تحریک I_F می‌باشد. مقادیر جریان‌های آرمیچر و تحریک با توجه به نوع ژنراتور به جریان مصرف‌کننده I_L بستگی دارد و جریان مصرف کننده با تغییر مصرف کننده، تغییر می‌کند، لذا تلفات مسی تغییر می‌کند.

مثال ۲ ـ ۳ ـ یک ژنراتور جریان مستقیم توسط موتور دیزلی به قدرت ۱۰HP گردانده می‌شود. اگر

تلفات مکانیکی ۲۵۰ w و تلفات هسته ۱۶۵ w و تلفات مسی ۶۲۵ w باشد مطلوب است:

الف ـ تلفات کل

ب ـ توان خروجی

حل:

از رابطه (۳ ـ ۳) تلفات کل به‌دست می‌آید:

$$\Delta P=P_{mec}+P_{core}+(P_A+P_F)$$
$$\Delta P=۲۵۰+\ ۶۵+۶۲۵=۹۹\ [w]$$

واحد توان ورودی بر حسب اسب بخار HP است؛ آن را به وات تبدیل می‌کنیم:

$$P_{in}=۱۰_{HP}\times ۷۴۶=۷۴۶\ [w]$$

توان خروجی از رابطه (۴ ـ ۳) به‌دست می‌آید:

$$\Delta P=P_{in}-P_{out}$$
$$P_{out}=P_{in}-\Delta P$$
$$P_{out}=۷۴۶۰-۹۹۰=۶۴۷۰[w]$$

۳ ـ ۳ ـ بازده ژنراتورهای جریان مستقیم

در ژنراتورهای جریان مستقیم توان ورودی P_{in} مکانیکی است و توان خروجی P_{out} الکتریکی می‌باشد. نسبت توان خروجی به توان ورودی را «بازده[۱]» یا راندمان گویند و آن را با نشان η می‌دهند و از رابطه (۵ ـ ۳) به‌دست می‌آید:

$$\eta=\frac{P_{out}}{P_{in}} \qquad (۳-۵)$$

بازده را بر حسب درصد بیان می‌کنند و از رابطه (۶ ـ ۳) محاسبه می‌شود:

$$\%\eta=\frac{P_{out}}{P_{in}}\times ۱۰۰ \qquad (۳-۶)$$

بازده بدون واحد است؛ زیرا نسبت دو توان خروجی و ورودی است.

هر چه بازده به ۱۰۰٪ نزدیک شود تلفات ژنراتور کم‌تر خواهد شد

مثال ۳ ـ ۳ ـ یک ژنراتور جریان مستقیم ۴ kw، ۲۰۰ V با بازده ۸۰٪ مفروض است. مطلوب است

الف ـ توان ورودی P_{in}

ب ـ جریان بار I_L

حل:

از رابطه (۵ ـ ۳) توان ورودی به‌دست می‌آید:

$$\eta=\frac{P_{out}}{P_{in}}$$
$$P_{in}=\frac{P_{out}}{\eta}$$

بازده ۸۰٪ است؛ یعنی $\frac{۸۰}{۱۰۰}$ که برابر ۰/۸ است.

$$P_{in}=\frac{۴kw}{۰/۸}=۵\ [kw]$$

جریان بار از رابطه (۲ ـ ۳) به‌دست می‌آید

$$P_{out}=V_T\cdot I_L$$
$$I_L=\frac{P_{out}}{V_T}$$

۱. Efficiency

توان خروجی بر حسب kw است آن را به w تبدیل می‌کنیم:

$$P_{out} = ۴_{KW} \times ۱۰۰۰ = ۴۰۰۰ \ [w]$$

$$I_L = \frac{۴۰۰۰}{۲۰۰} = ۲۰ \ [A]$$

پرسش ۱ ـ ۳

پرسش‌های کامل کردنی

۱ ـ فرآیند تبدیل انرژی مکانیکی به الکتریکی توسط ..... صورت می‌گیرد.

۲ ـ توانی که در اثر ..... و ..... در هسته به گرما تبدیل می‌شود را ..... گویند.

۳ ـ تلفات مکانیکی تابع ..... است.

۴ ـ از مزایای ژنراتورهای جریان مستقیم این است که دارای مشخصه‌های کاری هستند که به ..... قابل ..... است.

پرسش‌های صحیح غلط

۱ ـ در ماشین‌های الکتریکی فرآیند تبدیل انرژی برگشت‌پذیر است.

صحیح ☐ غلط ☐

۲ ـ حاصل جمع تلفات در ژنراتورهای جریان مستقیم را تلفات کل گویند.

صحیح ☐ غلط ☐

۳ ـ تلفات آرمیچر و تلفات تحریک را تلفات ثابت گویند.

صحیح ☐ غلط ☐

۴ ـ از ژنراتور جریان مستقیم در جوشکاری و اندازه‌گیری گشتاور استفاده می‌شود.

صحیح ☐ غلط ☐

پرسش‌های تشریحی

۱ ـ ژنراتور الکتریکی را تعریف کنید.

۲ ـ نمودار پخش توان در ژنراتورهای جریان مستقیم را رسم نمایید و کمیت‌های الکتریکی را بر روی آن مشخص کنید.

۳ ـ تلفات مکانیکی را تعریف کنید.

۴ ـ مفهوم توان تبدیل شده در ژنراتورهای جریان مستقیم را بیان کنید.

۵ ـ تلفات تحریک را تعریف کنید.

۶ ـ تلفات ثابت در ژنراتورهای جریان مستقیم کدام‌اند؟ چرا؟

۷ ـ بازده را تعریف کنید.

۸ ـ آیا بازده ژنراتورها به ٪۱۰۰ می‌رسد؟ چرا؟

تمرین ۱ ـ ۳

۱ ـ ژنراتور جریان مستقیمی با توان ۵ HP گردانده می‌شود. در صورتی‌که تلفات هسته ۱۵۰ w و تلفات مسی ۲۲۰ w و تلفات مکانیکی ۱۳۰ w باشد.

مطلوب است:

الف ـ توان تبدیل شده

ب ـ توان خروجی

۲ ـ ژنراتور جریان مستقیم ۱ kw توسط موتور دیزلی به قدرت ۲ HP گردانده می‌شود. اگر تلفات ثابت ۱۰۰ w باشد مطلوب است:

الف ـ تلفات کامل

ب ـ تلفات متغیر

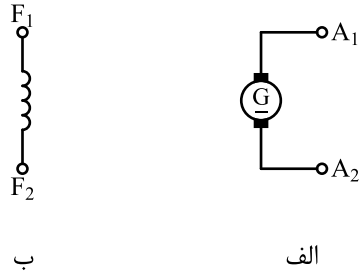
۳ ـ یک ژنراتور جریان مستقیم ۱۲ v، ۱۵ A توسط موتور بنزینی با قدرت ۲۵۰ w گردانده می‌شود. مطلوب است:

الف ـ توان خروجی

ب ـ بازده

۴ ـ ۳ ـ علامت اختصاری و مدار الکتریکی معادل ژنراتور جریان مستقیم

طرح ساختمانی ژنراتور جریان مستقیم شکل (۳ ـ ۳) دو قسمت مجزا از یک‌دیگر را نشان می‌دهد. یکی سیم‌پیچ تحریک درون استاتور و دیگری سیم‌پیچ آرمیچر بر روی رتور می‌باشد. علامت اختصاری این دو قسمت در شکل (۷ ـ ۳) نشان داده شده است. به کمک علامت‌های اختصاری می‌توان نمایش ساده‌ای از ژنراتورهای جریان مستقیم ارایه کرد.



شکل ۷ ـ ۳ الف ـ علامت اختصاری آرمیچر

ب ـ علامت اختصاری سیم‌پیچ تحریک

از علامت اختصاری برای نشان دادن اتصالات الکتریکی در ژنراتورهای جریان مستقیم استفاده می‌شود.

تحلیل الکتریکی ژنراتورهای جریان مستقیم به منظور محاسبه کمیت‌های الکتریکی ولتاژ، جریان و توان با استفاده از مدار الکتریکی معادل امکان‌پذیر است. مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ تحریک یک مدار R_L سری می‌باشد که در شکل (۸ ـ ۳) نشان داده شده است.

شکل ۸ ـ ۳ مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ تحریک

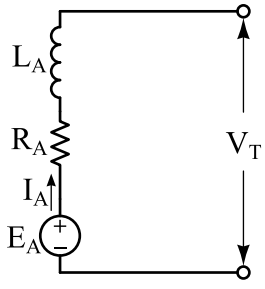
در این شکل:

R_F معادل مقاومت اهمی سیم‌پیچ تحریک

L_F ضریب خود القایی سیم‌پیچ تحریک

I_F جریان سیم‌پیچ تحریک

مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ آرمیچر یک منبع ولتاژ مستقل جریان مستقیم سری با یک مقاومت می‌باشد که در شکل (۹ ـ ۳) نشان داده شده است.



شکل ۹ ـ ۳ مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ آرمیچر

در این شکل:

E_A معادل نیروی محرکه القایی در سیم‌پیچ آرمیچر [V]

R_A معادل مقاومت اهمی سیم‌پیچی آرمیچر [Ω]

L_A ضریب خود القایی سیم‌پیچی آرمیچر [H]

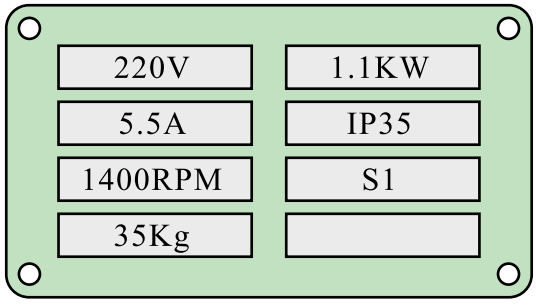
I_A جریان سیم‌پیچی آرمیچر [A]

V_T ولتاژ پایانه‌های ژنراتور [V]

۵ ـ ۳ ـ مشخصات ژنراتورهای جریان مستقیم

ژنراتورهای جریان مستقیم توسط کارخانه سازنده مورد آزمایش‌های متعددی قرار می‌گیرند. نتایجی که از این آزمایش‌ها به‌دست می‌آید به عنوان «مشخصات ژنراتور جریان مستقیم» ارایه می‌شوند. این مشخصات در سه گروه دسته‌بندی می‌شوند. در ادامه به هر یک از این گروه‌ها پرداخته شده است.

۱ ـ گروه اول شامل مشخصاتی است که به روی پلاک ماشین ثبت می‌شود. در شکل (۱۰ ـ ۳) پلاک یک ژنراتور جریان مستقیم نشان داده شده است.



شکل ۱۰ ـ ۳

مشخصاتی که بر روی پلاک ثبت می‌شوند را «مقادیر نامی» می‌نامند. معمولاً ژنراتورها به گونه‌ای طراحی می‌شوند که به ازای مقادیر نامی آسیب نبینند.

مشخصات پلاک شکل (۱۰ ـ ۳) مربوط به ژنراتور جریان مستقیم ۲۲۰ ولتی ۵ آمپری است که با سرعت ۱۴۰۰ دور بر دقیقه باید گردانده شود. توان نامی این ژنراتور ۱/۱ کیلووات است و دارای وزن ۳۵ کیلوگرم و کلاس عایقی IP35 و شرایط کاری S1 می‌باشد.

فعالیت ۱ ـ ۳

درباره کلاس‌های عایقی و شرایط کاری تحقیق کنید.

۲ ـ گروه دوم شامل مشخصاتی است که نتایج آزمایش‌های بی‌باری و بارداری ژنراتور را پس از تنظیم، ترسیم می‌کنند و «منحنی مشخصه[1]» نامیده می‌شوند. در ادامه به این منحنی مشخصه‌ها پرداخته شده است.

۱ ـ ۵ ـ ۳ ـ منحنی مشخصه بی‌باری $E_A=F(I_F)$

منحنی مشخصه بی‌باری تاثیر جریان تحریک I_F بر نیروی محرکه القایی آرمیچر E_A را در سرعت ثابت و بدون بار $I_L=0$ نشان می‌دهد. این مشخصه در بی‌باری به‌دست می‌آید و مشابه منحنی مغناطیسی است؛ لذا آن را «مشخصه مدار باز» یا «مشخصه مغناطیسی» گویند.

۲ ـ ۵ ـ ۳ ـ منحنی مشخصه بارداری $V_T=F(I_L)$

منحنی مشخصه بارداری تاثیر جریان بار I_L بر ولتاژ پایانه‌های ژنراتور V_T در سرعت ثابت و جریان تحریک ثابت را نشان می‌دهد.

۳ ـ ۵ ـ ۳ ـ منحنی مشخصه تنظیم $I_L=F(I_F)$

منحنی مشخصه تنظیم تغییر جریان تحریک I_F را به ازای تغییر جریان بار I_L در سرعت ثابت و ولتاژ ثابت نشان می‌دهد.

۳ ـ گروه سوم شامل مشخصاتی است که از تجزیه و تحلیل اطلاعات مشخصات دسته اول و دوم به‌دست می‌آید محاسبه می‌شوند. یکی از این مشخصات کمیت «تنظیم ولتاژ[2] V_R» است که تغییرات ولتاژ خروجی نسبت به ولتاژ بار را نشان می‌دهد و از رابطه (۷ ـ ۳) به‌دست می‌آید.

۱. Characteristic Curve ۲. Voltage Regulation

$$VR=\frac{E_A-V_T}{V_T} \qquad (۳-۷)$$

تنظیـم ولتاژ V_R را به‌صورت درصد بیان می‌کنند و از رابطه (۸ ـ ۳) محاسبه می‌شود.

$$\%VR=\frac{E_A-V_T}{V_T}\times ۱۰۰ \qquad (۳-۸)$$

که در این رابطه:

VR تنظیم ولتاژ

E_A نیروی محرکه القایی آرمیچر

V_T ولتاژ پایانه‌های ژنراتور

هر چه درصد تنظیم ولتاژ کم‌تر باشد، در اثر افزایش جریان بار، ولتاژ پایانه‌های ژنراتور کم‌تر کاهش می‌یابد. بنابراین ولتاژ پایانه‌های ژنراتور V_T از پایداری بیش‌تری برخوردار است.

پرسش ۲ ـ ۳

پرسش‌های کامل کردنی

۱ ـ کمیت‌هایی که بر روی پلاک ثبت می‌شـوند را ..... می‌نامند.

۲ ـ منحنی مشـخصه بـارداری تاثیـر ..... بر ..... در سرعت ثابت و ..... نشان می‌دهد.

۳ ـ منحنی مشخصه بی‌باری تاثیر ..... بر ..... را در ..... و بدون بار نشان می‌دهد.

پرسش‌های صحیح غلط

۱ ـ منحنی مشخصه تنظیم تغییر جریان تحریک را به ازای تغییر جریان بار در سـرعت متغیر و ولتاژ ثابت نشان می‌دهد.

صحیح ☐ غلط ☐

۲ ـ نتایجی که از آزمایش‌های ژنراتور به‌دست می‌آید منحنی مشخصه ژنراتور جریان مستقیم نام دارد.

صحیح ☐ غلط ☐

پرسش‌های تشریحی

۱ ـ کاربـرد علامت اختصاری در ژنراتورهای جریان مستقیم را بیان کنید.

۲ ـ کاربرد مدار الکتریکی معادل ژنراتورهای جریان مستقیم را توضیح دهید.

۳ ـ اطلاعات پلاک شکل (۱ ـ ۳) را استخراج نمایید و هر یک را توضیح دهید.

۴ ـ منحنی مشخصه بی‌باری را تعریف کنید.

۵ ـ مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ تحریک و آرمیچر را رسم کنید و کمیت آن‌ها را مشخص نمایید.

۶ ـ درصـد تنظیم ولتـاژ را تعریف کنید و رابطه آن را بنویسید.

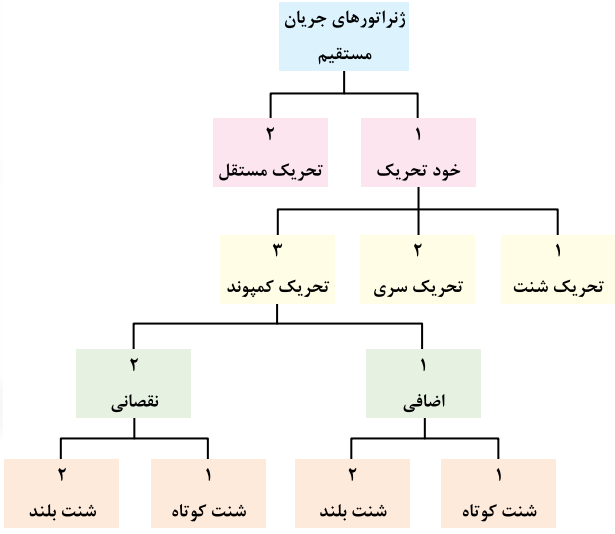
۷ ـ منحنی مشخصه بارداری را تعریف کنید.

۶ ـ ۳ ـ طبقه‌بنـدی ژنراتورهـای جریـان مستقیم

ژنراتورهای جریان مستقیم با توجه به نحوه‌ی تامین تغذیه تحریک به ژنراتورهای «تحریک مستقل[۱]» و «خود تحریک[۲]» تقسیم‌بندی شده‌اند. ژنراتورهای خود تحریک نیز بر اسـاس ارتباط الکتریکی بین مدار آرمیچر با مدار

۱. Separately Excited ۲. Self Excited

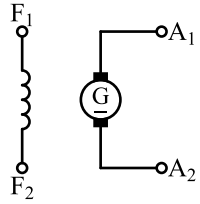
تحریک بـه ژنراتورهای «تحریک شـنت[1]» ، «تحریک سری[2]» و «تحریک کمپوند[3]» تقسیم‌بندی می‌شوند. در شـکل (۱۱ ـ ۳) نحوه تقسـیم‌بندی ژنراتورهای جریان مستقیم نشان داده شده است.



شکل ۱۱ ـ ۳ تقسیم‌بندی ژنراتورهای جریان مستقیم

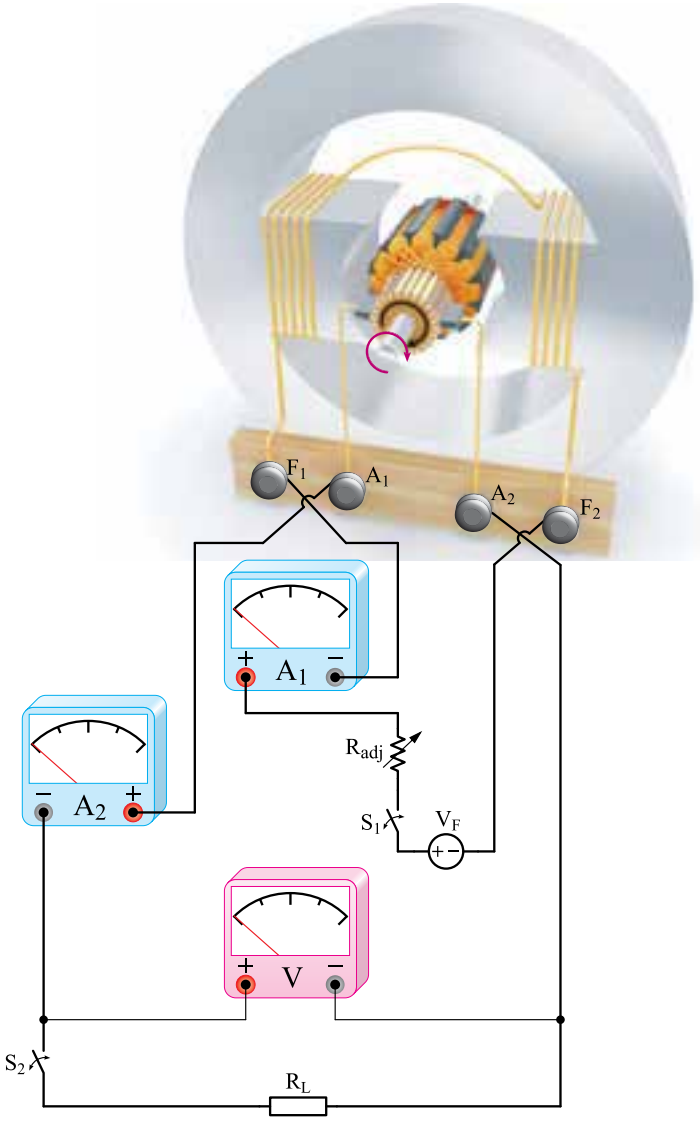
۷ ـ ۳ ـ ژنراتـور جریـان مسـتقیم با تحریک مستقل

ژنراتـور جریان مسـتقیم با تحریک مسـتقل را به اختصار «ژنراتور تحریک مسـتقل» گوینـد. در ژنراتور تحریک مسـتقل ارتبـاط الکتریکی بین مـدار آرمیچر با مدار تحریـک وجود ندارد. علامـت اختصاری موتور تحریک مسـتقل در شـکل (۱۲ ـ ۳) نشـان داده شده است.



شکل ۱۲ ـ ۳ نقشه اختصاری ژنراتور تحریک مستقل

طرح سـاختمانی ژنراتور تحریک مسـتقل در شکل (۱۳ ـ ۳) نشان داده شده است.



شکل ۱۳ ـ ۳ طرح ساختمانی ژنراتور تحریک مستقل

در این شکل استاتور دارای دو قطب برجسته می‌باشد. سـیم‌پیچی تحریک به دور قطب‌ها پیچیده شده است. این سـیم‌پیچی با تعـداد دور زیاد بـرای جریان کم به گونه‌ای طراحی می‌شـود تا نیروی محرکه مغناطیسـی $(\theta=NI)$ مورد نیاز را تامین نماید. سـیم‌پیچی تحریک توسـط منبع ولتاژ مسـتقل V_F تغذیه شده است. برای

۱. Shunt Field ۲. Series Field ۳. Compound Field