



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه جیرفت

مبانی برق ۲

جلسه ۷

مدرس: دکتر محمد علی محمدی



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه جیرفت

کمیت های الکتریکی آرمیچر



$$I_A = aI_{a1}$$

• نیروی محرکه القایی

• جریان

• مقاومت الکتریکی

• گشتاور



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه جیرفت



کمیت های الکتریکی آرمیچر- نیروی محرکه القایی



- نیروی محرکه القایی ناشی از حرکت هادی های روتور داخل میدان مغناطیسی ایجاد شده توسط استاتور است.

- در این رابطه:

$$E_A = \frac{P}{a} \cdot Z \cdot \varphi \cdot \frac{n}{60}$$

n سرعت گردش رتور بر حسب دور بر دقیقه [RPM]

φ فوران هر قطب بر حسب وبر [wb]

Z تعداد هادی های درون شیارهای رتور

تعداد بازوهای درون شیارهای رتور

P تعداد قطب های استاتور

a تعداد راه جریان سیم پیچی آرمیچر

E_A نیروی محرکه القایی سیم پیچی آرمیچر بر حسب ولت [V]



مثال



- روتور یک ماشین DC، دارای سیم پیچی حلقوی ساده، ۴ قطب، ۱۰۰۰ هادی در شیارهای روتور؛ با سرعت ۱۲۰۰ دور بر دقیقه در گردش است. اگر شار مغناطیسی هر قطب برابر ۱۰ میلی وبر باشد، نیروی محرکه القایی روتور را محاسبه کنید.
- اگر نوع سیم پیچی موجی ساده باشد مسئله را دوباره حل کنید.

$$\bullet E_A = \frac{P}{a} z \phi \frac{n}{60}, a = mP = 1 \times 4 = 4, \quad z = 1000, n = 1200 \text{ RPM}$$

$$\bullet E_A = \frac{4}{4} \times 1000 \times 0.01 \times \frac{1200}{60} = 200 \text{ V}$$

• (ب) موجی ساده $a = 2$ و $m = 1$

$$\bullet E_A = \frac{4}{2} \times 1000 \times 0.01 \times \frac{1200}{60} = 400 \text{ V}$$



کمیت های الکتریکی آرمیچر- نیروی محرکه القایی



$$E_A = \frac{P}{a} \cdot Z \cdot \phi \cdot \frac{n}{60} \cdot \frac{2\pi}{2\pi}$$

$$K = \frac{P}{a} \cdot \frac{Z}{2\pi}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$\frac{E_{A2}}{E_{A1}} = \frac{\phi_2}{\phi_1} \times \frac{\omega_2}{\omega_1}$$

ω سرعت زاویه‌ای رتور بر حسب رادیان بر ثانیه $\left[\frac{\text{rad}}{\text{sec}} \right]$

$$E_A = K \cdot \phi \cdot \omega$$

$$E_A \propto \phi \quad E_A \propto \omega$$



مثال



- در یک ماشین DC اگر شار مغناطیسی هر قطب برابر ۱۰۰ میلی وبر و سرعت گردش روتور ۱۲۰۰ دور بر دقیقه باشد، نیروی محرکه القایی ۲۰۰ ولت است. حال اگر شار مغناطیسی هر قطب ۲۰ درصد کاهش یابد، سرعت روتور را چند درصد باید افزایش داد تا نیروی محرکه القایی ۱۰ درصد بیشتر شود.

$$\begin{aligned} E_{A1} &= 200 \text{ V} \rightarrow E_{A2} = 1/1 \times 200 = 220 \text{ V} \\ \Phi_1 &= 100 \text{ mWb} \quad \Phi_2 = 0.8 \Phi_1 = 80 \text{ mWb} \\ N_1 &= 1200 \text{ PRM} \quad N_2 = ? \end{aligned}$$



مثال



$$\frac{E_r}{E_i} = \frac{\phi_r}{\phi_i} \times \frac{N_r}{N_i}$$

$$\frac{220}{200} = \frac{10}{100} \times \left(\frac{N_r}{1500} \right) \Rightarrow \frac{N_r}{1500} = \frac{100}{10} \times \frac{220}{200}$$

$$\frac{N_r}{1500} = \frac{11}{1} = 11 \Rightarrow N_r = 1650 \text{ RPM}$$



کمیت‌های الکتریکی آرمیچر - مقاومت الکتریکی

- هر حلقه در کلاف‌های سیم پیچی دارای مقاومت الکتریکی است .
- مقاومت های هادیها با توجه به نوع سیم پیچی با هم سری و موازی می شوند .



که در این رابطه :

$$R_A = \frac{Z \cdot R_t}{a^2}$$

مقاومت‌ها بین a مسیر
موازی تقسیم شده‌اند.

R_t مقاومت الکتریکی یک حلقه از کلاف‌های سیم‌پیچی آرمیچر
 Z تعداد هادی‌های درون شیارهای آرمیچر

a تعداد راه جریان

$$R_A = \left[\left(\frac{Z}{a} \right) R_t \right] \times \frac{1}{a} \times \frac{1}{a}$$

تعداد حلقه‌ها

مقاومت معادل موارد موازی

R_A مقاومت الکتریکی سیم‌پیچی آرمیچر



مثال



- روتور یک ماشین DC، دارای سیم پیچی حلقوی دوگانه ۴ قطب است. هر سیم پیچی شامل ۱۰ کلاف بوده و در هر کلاف ۲۰۰ حلقه با مقاومت ۰/۰۴ اهم وجود دارد. مقاومت الکتریکی روتور را بدست آورید.

$$a = mP = 2 \times 2 = 4$$

$$R_t = 0.04 \Omega \quad Z = 10 \times 200 \times 2 = 4000$$

$$R_A = \frac{Z R_t}{2a} = \frac{4000 \times 0.04}{2 \times 4} = \frac{160}{8} = 20 \Omega$$



کمیت‌های الکتریکی آرمیچر - گشتاور تولیدی

- گشتاور تولیدی سیم پیچی آرمیچر ناشی از نیرویی است که میدان مغناطیسی استاتور بر هادی‌های سیم پیچی روتور اعمال می‌کند و باعث چرخش روتور می‌شود.

$$T_A = \frac{P}{A} \cdot Z \cdot \varphi \cdot \frac{I_A}{2\pi}$$

در این رابطه:

I_A جریان سیم‌پیچی آرمیچر بر حسب آمپر [A]

φ فوران قطب‌ها بر حسب وبر [wb]

Z تعداد هادی‌های درون شیارهای آرمیچر

P تعداد قطب‌های استاتور

a تعداد راه جریان سیم‌پیچی آرمیچر

T_A گشتاور آرمیچر بر حسب نیوتن متر [N.m]

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه جیرفت



مثال



- یک ماشین DC، دارای سیم پیچی موجی دوگانه، ۴ قطب و شار مغناطیسی ۱۰ میلی وبر در هر قطب است. تعداد هادیها ۵۰۰ و جریان آرمیچر برابر ۱۲ آمپر است. گشتاور تولیدی ماشین را محاسبه کنید.
- اگر نوع سیم پیچی حلقوی دوگانه باشد، گشتاور تولیدی را محاسبه کنید.

$$m=2 \Rightarrow a=2m=2 \times 2=4$$

$$\varphi = 10 \text{ mwb} = 0.01 \text{ wb} \quad Z = 500 \quad I_A = 12 \text{ A}$$

دانشگاه جیرفت



مثال



$$T_A = \frac{P}{\alpha} \times Z \cdot \varphi \cdot \frac{I_A}{2\pi}$$

$$\pi = 3.14$$

$$T_A = \frac{\cancel{1000}}{\cancel{1000}} \times \frac{1000 \times 0.01}{\omega} \times \frac{\cancel{10}^2}{\cancel{10}} = 10 \text{ N.m}$$

الف

$$\alpha = mP = 2 \times \varepsilon = 1$$

ب) حلقوی دوگانه

$$T_A = \frac{1}{2} T_A^{\text{الف}} = \frac{1}{2} \times 10 = 5 \text{ N.m}$$



کمیت‌های الکتریکی آرمیچر - گشتاور تولیدی



- گشتاور متناسب با جریان روتور و شار مغناطیسی است.

$$K = \frac{P}{a} \cdot \frac{Z}{2\pi}$$

$$T_A = K \cdot \phi \cdot I_A$$

$$\frac{T_{Ar}}{T_{Ai}} = \frac{\phi_r}{\phi_i} \times \frac{I_{Ar}}{I_{Ai}} = +1$$

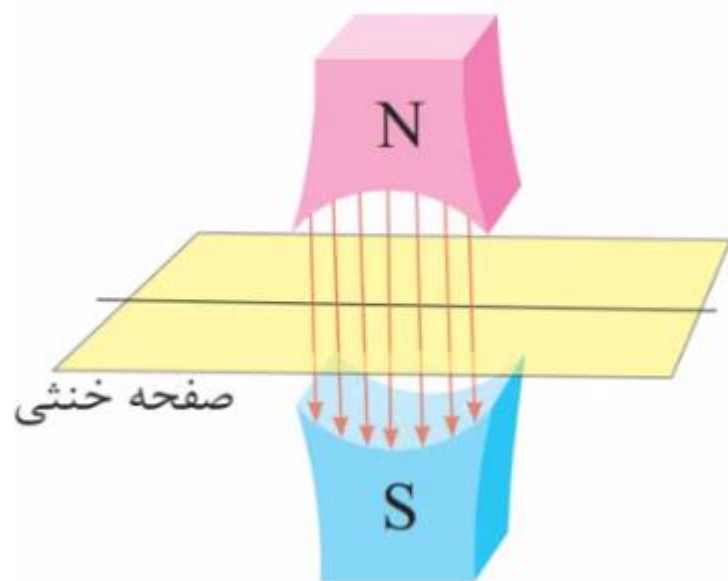
$$\frac{T_{Ar}}{T_{Ai}} = \frac{I_{Ar}}{I_{Ai}} \quad 10V \rightarrow \text{Cylinder Diagram} \rightarrow T_L$$



عکس العمل آرمیچر



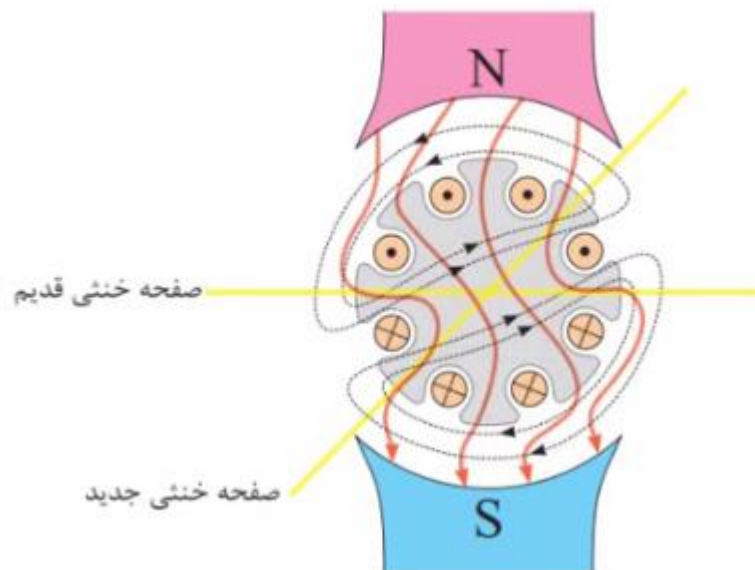
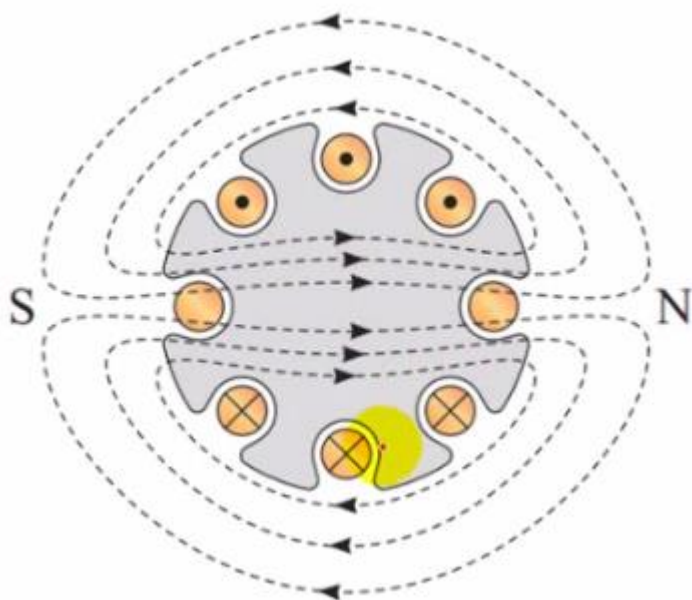
- به میدان مغناطیسی میان دو قطب غیرهمنام استاتور، **میدان طولی** می گویند.
- اگر حلقه های سیم پیچی در راستای صفحه ختشی قرار گیرند، نیروی محرکه القا شده در آنها برابر صفر می شود.
- منبع میدان مغناطیسی دیگر در داخل موتور، **جریان عبوری از هادی های روتور** است.





عکس العمل آرمیچر

- به میدان مغناطیسی ناشی از جریان روتور، **میدان عرضی** می گویند.
- میدان کل داخل روتور برآیند میدان های طولی و عرضی است





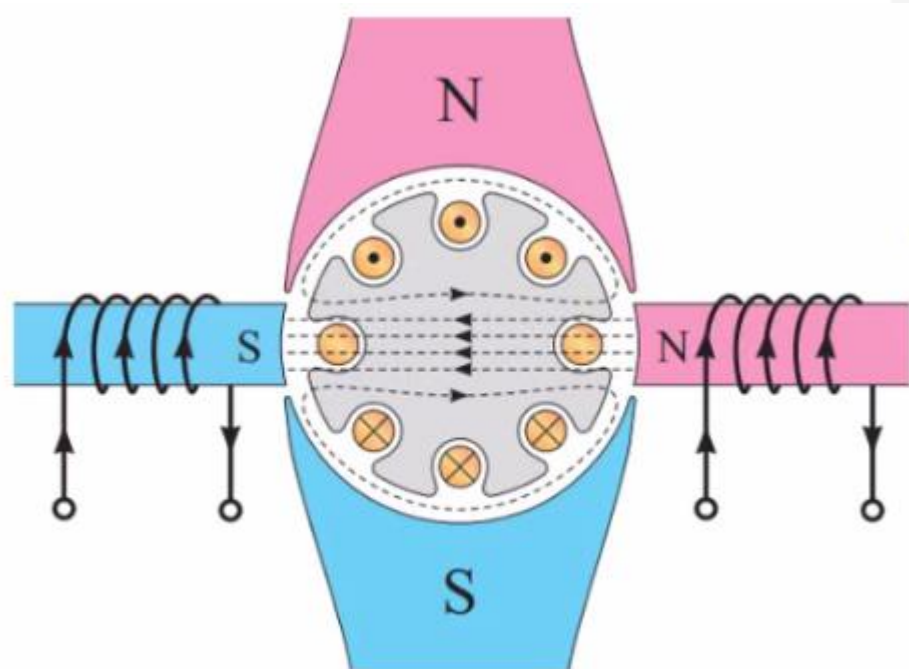
پیامدهای عکس العمل آرمیچر



- ایجاد اعوجاج و تضعیف در میدان طولی
- جابجایی صفحه خشی
- اتصال کوتاه شدن هادیها هنگام عبور از صفحه خشی قدیمی
- عبور جریان شدید از هادیها هنگام عبور از صفحه خشی قدیمی
- تولید جرقه در محل جاروبک ها



روش های مقابله با عکس العمل آرمیچر



جابجایی محل جاروبک ها

• قطب های کموتاسیون یا میان قطب

• سیم پیچ های جبران کننده



روش های مقابله با عکس العمل آرمیچر



- جابجایی محل جاروبک ها

- قطب های کموتاسیون یا میان قطب

- سیم پیچ های جبران کننده



روش های مقابله با عکس العمل آرمیچر



- جابجایی محل جاروبک ها

- قطب های کموتاسیون یا میان قطب

- سیم پیچ های جبران کننده

