

واحد کار پنجم

توانایی انتخاب سیم معادل (یک سیم به چند لا سیم و بالعکس)

هدف کلی

انتخاب و معادل گذاری و جایگزینی سیم‌ها

هدف‌های رفتاری : فراگیر، پس از پایان این واحد کار می‌تواند :

- ۱- قطر سیم را از طریق اندازه‌گیری با میکرومتر تعیین کند.
- ۲- سطح مقطع سیم را از قطر اندازه‌گیری شده محاسبه کند.
- ۳- معادل یک سیم را از چند رشته سیم هم‌قطر تعیین کند.
- ۴- معادل یک سیم را از سیم‌های با قطرهای مختلف به‌دست آورد.
- ۵- معادل یک سیم مسی با سیم آلومینیوم و برعکس را تعیین کند.
- ۶- لزوم معادل‌گذاری سیم‌ها را شرح دهد.

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (1\text{mm})^2}{4} = \frac{3.14}{4} \text{ mm}^2$$



ساعات آموزش

نظری	عملی	جمع
۴	۱	۵

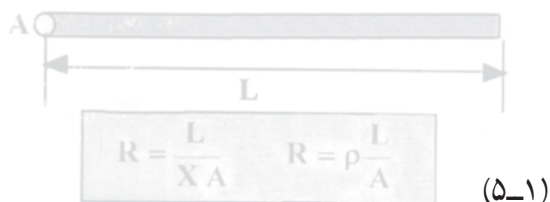
پیش آزمون (۵)

- ۱- مقاومت سیمی مسی به طول ۱۱۲ متر و سطح مقطع ۴ میلی متر مربع چند اهم است؟
الف) ۰/۲۵ (ب) ۰/۵ (ج) ۱ (د) ۲
- ۲- مقاومت سیمی آلومینیومی به طول ۱۷۵ متر و سطح مقطع ۲/۵ میلی متر مربع چند اهم است؟
الف) ۰/۵ (ب) ۱ (ج) ۲ (د) ۴
- ۳- قطر سیمی به سطح مقطع π میلی متر مربع چند میلی متر است؟
الف) ۲ (ب) $\sqrt{\pi}$ (ج) $\sqrt{2}$ (د) π
- ۴- برای عبور دادن مقدار معینی جریان الکتریکی، از دو رشته سیم به قطر ۱/۵ میلی متر استفاده شده است. اگر قرار باشد به جای این دو رشته فقط از یک رشته سیم استفاده شود قطر آن رشته چند میلی متر خواهد بود؟
الف) ۳ (ب) $\pi/۵۶$ (ج) ۴/۵ (د) $\sqrt{4/5}$

توانایی انتخاب سیم معادل (یک سیم به چندلا سیم و بالعکس)

۵-۱- مقدمه

سطح مقطع سیم‌هایی که در سیم‌پیچی الکتروموتورها به کار می‌روند براساس جریان نامی موتورهای تعیین می‌شود. جریان نامی موتورهای به توان الکتریکی موتورهای بستگی دارد. بنابراین با افزایش توان الکتروموتورها، سطح مقطع و قطر سیم‌های مورد نیاز افزایش می‌یابد. هر قدر قطر سیم‌ها ضخیم‌تر شود جاگذاری آن‌ها در داخل شیارهای استاتور و فرم‌بندی آن‌ها، مشکل‌تر خواهد شد. در صنعت موتورپیچی این مشکل را با معادل‌گذاری سیم‌های مقطع پایین به جای سیم‌های مقاطع بالا تا حدودی برطرف می‌کنند. آن‌چه که در تعیین معادل سیم‌ها بایستی موردنظر قرار گیرد آن است که:



$$R = \frac{L}{X A} \quad R = \rho \frac{L}{A} \quad (5-1)$$

۱- مجموع سطح مقطع سیم‌های معادل شده برابر سطح مقطع سیم اصلی باشد.

۲- تعداد دور سیم‌ها ثابت است و نباید تغییر کند.

با رعایت دو اصل فوق، مقاومت اهمی و سلفی سیم‌پیچ که مشخصه‌های اصلی آن است ثابت می‌ماند و در مجموع مشخصه‌های موتور بدون تغییر باقی می‌مانند.

در درس مبانی الکتریسیته یاد گرفته‌ایم که مقاومت اهمی سیم‌ها با طول و مقاومت ویژه آن نسبت مستقیم و با سطح مقطع آن نسبت عکس دارد (رابطه‌ی ۵-۱).

مثال ۱:

الف - سطح مقطع سیم مسی به قطر یک میلی‌متر را به دست

آورید.

$$\rho_{cu} = \frac{1}{56} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$$

حل الف:



$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \times (1 \text{mm})^2}{4} = \frac{3.14}{4} \text{mm}^2$$

ب- سطح مقطع چهار رشته سیم مسی به قطر ۵/۰ میلی متر را که با هم به طور موازی وصل شده اند به دست آورید.

حل ب:

$$\rho = \frac{1}{56} \frac{\Omega - \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{r1} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3/14 \times (0/5 \text{ mm}^2)}{4}$$

$$A_{r1} = \frac{3/14 \times 0/25}{4}$$

$$A_r = 4A_{r1} = 4 \times \frac{3/14 \times 0/25}{4}$$

$$A_r = \frac{3/14}{4} \text{ mm}^2$$

حل ج: با مقایسه ی دو محاسبه ی به دست آمده، ملاحظه می شود که مقاومت اهمی هردو حالت یکی است، پس می توان به جای یک سیم به قطر ۱ میلی متر، چهار رشته سیم به قطر ۵/۰ میلی متر (در طول های برابر) جایگزین نمود.

ج- از مقایسه ی دو محاسبه چه نتیجه ای حاصل می شود؟

۲-۵- تعیین معادل یک سیم از سیم های هم قطر و

هم جنس

سیم ی به قطر D در اختیار داریم. می خواهیم تعداد رشته های سیمی به قطر d را تعیین کنیم که معادل سیم به قطر D باشد.

در معادل کردن سیم ها باید مجموع سطح مقطع های سیم های d (A') برابر سطح مقطع سیم D (A) باشد.

$$A = nA'$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = n \frac{\pi d^2}{4}$$

$$D^2 = nd^2$$

n تعداد رشته های سیم با مقطع d می باشد.

$$d = \frac{D}{\sqrt{n}} \quad (5-2)$$

حل:

$$\sqrt{n} = \frac{D}{d} = \frac{1 \text{ mm}}{0/5 \text{ mm}} = 2$$

$$n = 4$$

مثال ۲: چند رشته سیم مسی به قطر ۵/۰ میلی متر معادل سیم به قطر ۱ میلی متر می شود.

۳-۵- تعیین معادل یک سیم از سیم های با قطر

متفاوت ولی هم جنس

در تعیین معادل های یک سیم از سیم هایی با مقاطع مختلف،

باز هم باید مجموع مقاطع سیم‌ها برابر با سطح مقطع سیم مورد نظر باشد.

به عبارت دیگر داریم :

$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

$$\frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi d_1^2}{4} + \frac{\pi d_2^2}{4} + \dots + \frac{\pi d_n^2}{4} \quad \text{یا:}$$

با ساده کردن این رابطه خواهیم داشت :

$$D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2} \quad (5-3)$$

مثال ۱: چه سیمی را با سیم 0.6 mm موازی کنیم تا

معادل سیمی به قطر 1 mm شود؟

$$D = 1 \text{ mm}$$

$$d_1 = 0.6 \text{ mm}$$

$$d_2 = ?$$

$$D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2}$$

$$1 = \sqrt{0.6^2 + d_2^2} \Rightarrow 1^2 = 0.6^2 + d_2^2$$

$$d_2^2 = 1 - 0.36 = 0.64$$

$$d_2 = 0.8$$

حل:

$$D = 1/2 \text{ mm}$$

$$D = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2}$$

$$1/2 = \sqrt{0.8^2 + 0.8^2 + n(0.4)^2}$$

$$1/2 = \sqrt{1.28 + 0.16n}$$

$$1/44 = 1.28 + 0.16n$$

$$0.16n = 0.16$$

$$n = 1$$

حل:

مثال ۲: دو رشته سیم به قطر 0.8 mm مسی را با چند

رشته سیم مسی 0.4 mm موازی کنیم تا معادل سیم $1/2 \text{ mm}$

شود؟

۴-۵- تعیین معادل مسی سیم آلومینیومی و برعکس

در تعیین معادل‌های سیم مسی با آلومینیومی و برعکس،

خاطر نشان می‌سازیم که تعداد دور سیم‌ها در کلاف‌ها ثابت است،

بنابراین طول آن‌ها یکی است ولی جنس و مقطع آن‌ها تغییر می‌کند

و در مجموع مقاومت اهمی سیم‌های معادل شونده باید برابر باشند.

می‌توان نوشت :

$$R_{Al} = R_{Cu}$$

$$\rho_{Al} \frac{L_{Al}}{A_{Al}} = \rho_{Cu} \frac{L_{Cu}}{A_{Cu}}$$

$$A_{Cu} = \frac{\rho_{Cu} \times A_{Al}}{\rho_{Al}}$$

$$\rho_{Al} = \frac{1}{35} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}, \quad \rho_{Cu} = \frac{1}{56} \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$\frac{\pi D}{4} = \frac{\frac{1}{56} \times \frac{\pi D_{Al}^2}{4}}{\frac{1}{35}} \Rightarrow D_{Cu} = \sqrt{\frac{35}{56}} D_{Al}$$

$$\begin{aligned} D_{Cu} &= 0.79 D_{Al} \quad (5-4) \\ D_{Al} &= 1.26 D_{Cu} \quad (5-5) \end{aligned}$$

مثال: سیم مسی معادل سیم آلومینیومی به قطر ۱/۵ mm را به دست آورید.

حل: $D_{Al} = ۱/۵ \text{ mm}$

$D_{Cu} = ?$

$D_{Cu} = ۰/۷۹ D_{Al}$

$D_{Cu} = ۰/۷۹ \times ۱/۵ \approx ۰/۱۲ \text{ mm}$

۵-۵- کار عملی (زمان: ۱ ساعت)

۵-۵-۱ هدف: تعیین معادل سیم‌ها

۵-۵-۲ وسایل و ابزار مورد نیاز

- میکرومتر یک عدد

- کاغذ به اندازه‌ی کافی

- خط کش

- مداد

- پاک کن

- مداد تراش

- سیم لاک‌ی به قطرهای ۱،۰/۸، ۰،۰/۶، ۰،۰/۵، ۰،۰/۴

و ۱/۲ میلی‌متر

۵-۵-۳ مراحل کار

- با خط کش مطابق جدول ۵-۱ روی صفحه کاغذ رسم

کنید.

- با میکرومتر قطر سیم‌ها را اندازه بگیرید و اندازه‌ها را

در جدول قرار دهید.

- بقیه‌ی جدول را از طریق محاسبات کامل کنید.

- مجموع $R_1 + R_2$ را به دست آورید.

- مجموع $R_1 + R_2$ را با R_3 مقایسه کنید.

- نتیجه‌ی مقایسه را در گزارش کارتان شرح دهید و علت

تفاوت‌ها را بیان کنید.

جدول ۵-۱

سیم مسی	قطر mm	سطح مقطع mm ^۲	مقاومت اهمی ۱۱۲ m
۰/۴			
۰/۵			
۰/۶			$R_1 =$
۰/۸			$R_2 =$
۱			$R_3 =$
۱/۲			

$$\rho_{Cu} = \frac{۱}{۵۶} \frac{\Omega - \text{mm}^2}{\text{m}}$$

آزمون پایانی (۵)



- ۱- بررسی کنید مقاومت ویژه‌ی هادی‌ها چه نقشی در تعیین معادل سیم‌ها دارد؟
- ۲- درباره‌ی مشخصات سیم‌های آلومینیومی و مسی تحقیق و آن‌ها را از نظر هدایت الکتریکی و استحکام مکانیکی باهم مقایسه کنید.
- ۳- در معادل‌گذاری سیم‌ها کدام کمیت نباید تغییر کند؟ علت را بیان کنید.
- ۴- مقاومت اهمی سیم‌ها به چه عواملی بستگی دارد؟
- ۵- چند رشته سیم مسی 0.7° mm معادل سیم 1 mm می‌شود؟
- ۶- چند رشته سیم 0.5° mm را با سیم 0.8° mm و 0.7° mm موازی کنیم تا معادل سیم 1.5° mm بشود؟
- ۷- معادل سیم مسی 0.8° mm چه سیم آلومینیومی است؟
- ۸- یک سیم آلومینیومی 1.65 mm را با چند سیم مسی 0.65° mm می‌توان معادل نمود؟