



گزینه ۳

۱

$$\frac{T}{\frac{1}{\omega}} = \frac{1}{\omega} \Rightarrow T = \frac{1}{\omega} \text{ s}, \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{1}{\omega}} = \pi \text{ (rad/s)}$$

$$\varepsilon_m = I_m \times R = 8 \times 0.5 = 4 \text{ V}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_m \sin(\omega t) \Rightarrow \varepsilon = 4 \sin(\pi t)$$

گزینه ۱

۲

با توجه به نمودار $I_{\max} = 2\sqrt{2}$ و $\frac{3T}{2} = \frac{1}{f_{\text{rms}}}$ s است، پس معادله جریان در SI به صورت زیر است:

$$I = I_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = 2\sqrt{2} \sin\left(\frac{2\pi}{1}t\right) \Rightarrow I = 2\sqrt{2} \sin(600\pi t)$$

حالا جریان عبوری از مقاومت را به ازای توان 40 W به دست می آوریم:

$$P = RI^2 \Rightarrow 40 = 10 \times I^2 \Rightarrow I = 2 \text{ A}$$

جریان به دست آمده را در معادله جریان قرار می دهیم تا لحظه مورد نظر به دست بیاید:

$$I = 2 \Rightarrow 2 = 2\sqrt{2} \sin(600\pi t) \Rightarrow \sin(600\pi t) = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\Rightarrow 600\pi t = \frac{\pi}{4} \Rightarrow t = \frac{1}{2400} \text{ s}$$

گزینه ۲

۳

الف) درست؛ در انتقال توان الکتریکی از ولتاژ بالا و جریان کم استفاده می شود تا اتلاف توان در خط های انتقال کاهش یابد.

ب) نادرست؛ در مولدهای صنعتی با چرخیدن آهنربای الکتریکی بین پیچها، جریان متناوب تولید می شود.

ج) درست؛ در انتهای مسیر انتقال توان، دو مبدل کاهنده ولتاژ را کاهش می دهند.

$$t = 0.05 \text{ s} \Rightarrow I = 0.05 \times \sin(5\pi \times \frac{5}{100}) = 0.05 \sin(\frac{\pi}{4}) \Rightarrow I = 0.05 \times \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ (A)}$$

$$V = RI = 20 \times \frac{5}{100} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{2} = 5 \text{ (A)}$$

$$U = \frac{1}{2} LI^2 = (\frac{1}{2}) \times (6)(5)^2 = 75 \text{ J}$$

تمام عبارات صحیح هستند.

فقط در مورد عبارت (ت) دقت کنید که در القاگر غیرآرمانی، چون مقاومت صفر نیست، هر جریانی که به آن وارد گردد (پایا یا متغیر) انرژی تلف شده تبدیل به گرما می شود.

حداکثر جریان برحسب میلی آمپر برابر است با:

$$I_{\max} = 0.05 \text{ A} = 50 \text{ mA}$$

دوره تناوب را از معادله به دست آورده و $\frac{T}{4}$ را محاسبه می کنیم:

$$160\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{80} \text{ s} \Rightarrow \frac{T}{4} = \frac{1}{320} \text{ s}$$

باتوجه به رابطهٔ جریان متناوب داریم:

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

در نمودار داده شده $\frac{3T}{4}$ برابر 0.6 ثانیه است. بنابراین:

$$\frac{3T}{4} = 0.6 \Rightarrow T = 0.8 \text{ s}$$

در لحظهٔ $t = 0.1$ ثانیه جریان $2\sqrt{2} \text{ A}$ است:

$$I = I_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{0.8}t\right) \xrightarrow[t=2\sqrt{2} \text{ A}]{t=0.1 \text{ s}} 2\sqrt{2} = I_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{0.8} \times 0.1\right)$$

$$\Rightarrow 2\sqrt{2} = I_{\max} \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) \Rightarrow 2\sqrt{2} = I_{\max} \times \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow I_{\max} = 4 \text{ A}$$

بیشینه انرژی ذخیره شده در سیملوله برابر است با:

$$U_{\max} = \frac{1}{2} L I_{\max}^2 \Rightarrow U = \frac{1}{2} \times 18 \times 10^{-3} \times 16 = 144 \times 10^{-3} \text{ J} = 0.144 \text{ J}$$

$$\Delta t = \frac{T}{4} + \frac{T}{2} + \frac{T}{12} = \frac{10T}{12}$$

$$\frac{10T}{12} = 10 \text{ ms} \Rightarrow T = 12 \text{ ms} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{12 \times 10^{-3}} = \frac{1000\pi}{6} \text{ (rad/s)}$$

$$I = I_m \sin(\omega t) = 6 \sin\left(\frac{1000\pi t}{6}\right) \xrightarrow[t=\frac{3}{1000} \text{ s}]{t=\frac{3}{1000} \text{ s}} I = 6 \sin\left(\frac{10\pi}{3}\right) = 3\sqrt{3} \text{ A}$$

$$V = RI \Rightarrow V = 3\sqrt{3} \times 2 = 6\sqrt{3} \text{ V}$$

نکته: معادله شار عبوری از یک مولد جریان متناوب به صورت زیر است:

$$\Phi = BA \cos \frac{2\pi}{T}t$$

طبعاً حداکثر شار برابر است با $\Phi_m = BA$ و معادله را می‌توان به صورت دیگری هم نوشت:

$$\Phi = \Phi_{\max} \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

اگر شار به نصف حداکثر خود برسد، داریم:

$$\begin{aligned}\Phi &= \frac{1}{2}\Phi_{\max} \Rightarrow \frac{1}{2}\Phi_m = \Phi_m \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) \\ \Rightarrow \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right) &= \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2\pi}{T}t = \frac{\pi}{3}\end{aligned}$$

در نهایت عبارت به دست آمده را در معادله جریان- زمان قرار می‌دهیم:

$$I = I_m \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right) = I_m \sin\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2}I_m$$

انرژی القاگر از رابطه $U = \frac{1}{2}LI^2$ به دست می‌آید. پس با افزایش جریان، انرژی نیز افزایش خواهد یافت؛ یعنی در قسمت اول سؤال انرژی القاگر ۴۴ درصد افزایش یافته است. ابتدا درصد افزایش جریان اولیه را به دست می‌آوریم:

$$\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2 \Rightarrow 1/44 = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 1/2$$

پس جریان در ابتدا $a = 20\%$ افزایش یافته است.

در قسمت بعد جریان عبوری را ۲۰ درصد کاهش می‌دهیم؛ پس انرژی القاگر ۳۶ درصد کاهش خواهد یافت:

$$\frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2 = \left(\frac{0.8I_1}{I_1}\right)^2 = (0.8)^2 = 0.64$$

به علت وجود القاگر در مدار به محض بسته شدن کلید و برقراری جریان، شار عبوری از القاگر شروع به زیاد شدن می‌کند و همین امر باعث می‌شود که یک نیرو محرکه القایی در القاگر ایجاد شود که با افزایش جریان و در نتیجه شار مغناطیسی مخالفت نماید. بنابراین:

- ۱- تا ثابت شدن جریان و از بین رفتن نیرو محرکه القایی نور لامپ شماره (۱) به تدریج افزایش می‌یابد.
- ۲- لامپ شماره (۲) موازی القاگر آرمانی بسته شده است پس ابتدا اختلاف پتانسیل دو سر آن برابر با اختلاف پتانسیل دو سر القاگر (نیرو محرکه القایی) شده و روشن می‌شود. پس از ثابت شدن جریان عبوری از القاگر و از بین رفتن نیرو محرکه القایی لامپ شماره ۲ دچار اتصال کوتاه شده و خاموش می‌شود.

گام اول: ابتدا بزرگی نیروی محرکه القایی در پیچه را در دو ثانیه دوم را به دست می‌آوریم:

$$\bar{\varepsilon} = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| -500 \times \frac{\Phi_{Fs} - \Phi_{2s}}{4 - 2} \right|$$

$$\bar{\varepsilon} = \left| -500 \times \frac{20 - 4}{2} \right| = 4000 \text{ V}$$

گام دوم: جریان القایی در پیچه از رابطه $\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R}$ به دست می‌آید. با استفاده از این رابطه مقاومت پیچه را به دست می‌آوریم.

$$\bar{I} = \frac{\bar{\varepsilon}}{R} \Rightarrow 12/5 = \frac{4000}{R} \Rightarrow R = 320 \Omega$$

جریانی که به طور متناوب نسبت به زمان تغییر می‌کند، متناوب است. تغییرات جریان متناوب را بیشتر اوقات به صورت تابعی سینوسی از زمان نشان می‌دهند. به همین دلیل آن را جریان متناوب سینوسی می‌نامیم. جهت جریان متناوب و اندازه آن مقدار ثابت نمی‌باشد. جریان متناوب به وسیله تغییر زاویه θ تولید می‌شود. برای تغییر زاویه θ ، جسم با اندازه مساحت ثابت حول محوری در میدان مغناطیسی دوران می‌کند.

با افزایش مقاومت، جریان مدار کاهش و شار مغناطیسی عبوری از سیملوله کاهش می‌یابد که سبب تغییر شار و ایجاد نیروی محرکه القایی می‌شود که با عامل تغییر شار مخالفت می‌کند و این نیروی محرکه موافق نیروی محرکه باتری است و این نیروی محرکه تنها در مدت زمان افزایش مقاومت حاضر می‌شود و موقتی خواهد بود.