

# ایران توشه

- رانلور نمونه سوالات امتحانی

- رانلور گام به گام

- رانلور آزمون گام و قلم چی و سنجش

- رانلور ضمیمه و مقاله آنلیزشی

- کنکور و مشاوره



IranTooshe.Ir



@irantooshe



IranTooshe





## فصل ۲

دانش‌افزایی واحدهای یادگیری درس دانش فنی تخصصی به تفکیک واحدهای یادگیری و پاسخ به فعالیت‌ها و تمرین‌ها

## تحلیل مدارهای الکتریکی

### طراحی موقعیت‌های جدید یادگیری

مطالب پودمان اول متناسب با اهداف توانمندسازی تنظیم شده است. لازم است مبنای روش تدریس منطبق بر مطالب کتاب باشد لذا طراحی موقعیت‌های جدید یادگیری باید مکمل روش یادگیری کتاب باشد.

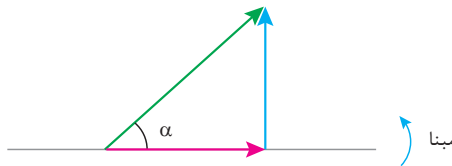
### بردار

تجزیه بردار: علاوه بر روش پیشنهادی کتاب می‌توان با استفاده از رابطه فیثاغورث مؤلفه‌ها را به دست آورد.

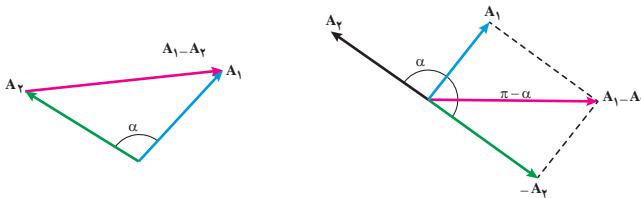
$$I = \sqrt{I_X^2 + I_Y^2}$$

$$I_Y = I \sin \alpha = \sqrt{I^2 - I_X^2}$$

$$I_X = I \cos \alpha = \sqrt{I^2 - I_Y^2}$$



تفاضل بردار: رابطه محاسباتی تفاضل دو بردار به روش هندسی با مفهوم برآیند بردارها به دست می‌آید.



$$\vec{A}_1 - \vec{A}_2 = \vec{A}_1 + (-\vec{A}_2)$$



$$\vec{A}_1 - \vec{A}_2 = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\pi - \alpha)}$$

$$\vec{A}_1 - \vec{A}_2 = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 - A_1A_2 \cos \alpha}$$

بردار  $-\vec{A}_2$  خلاف جهت بردار  $A_2$  است و اندازه بردار  $-\vec{A}_2$  با بردار  $\vec{A}_2$  برابر است.



### مدارهای RL سری

در این بخش تأکید بر معادل‌سازی یک سیم‌پیچ می‌باشد. هدف معادل‌سازی یک سیم‌پیچ با مدار RL سری است. و باید تأکید شود مدار RL سری یک مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ است که برای تعیین کمیت‌های الکتریکی سیم‌پیچ به کار می‌رود.

توصیه می‌شود در تحلیل مدار با کمک از شکل‌های  و  هنرجو به خلق فرمول پردازد و نیاز به حفظ کردن فرمول نداشته باشد.

### مدارهای RC سری

در این بخش تأکید بر معادل‌سازی یک خازن می‌باشد. هدف معادل‌سازی یک خازن با مدار RC سری است. و باید تأکید شود مدار RC سری یک مدار الکتریکی معادل خازن است که برای تعیین کمیت‌های الکتریکی خازن به کار می‌رود.

توصیه می‌شود در تحلیل مدار با کمک از شکل‌های  و  هنرجو به خلق فرمول پردازد و نیاز به حفظ کردن فرمول نداشته باشد.

### مدارهای RLC سری

در این بخش تأکید بر معادل‌سازی یک اتصال سری سیم‌پیچ با خازن می‌باشد به طوری که نشان داده می‌شود می‌توان یک سیم‌پیچ و خازن سری را با مدار RLC سری معادل کرد.

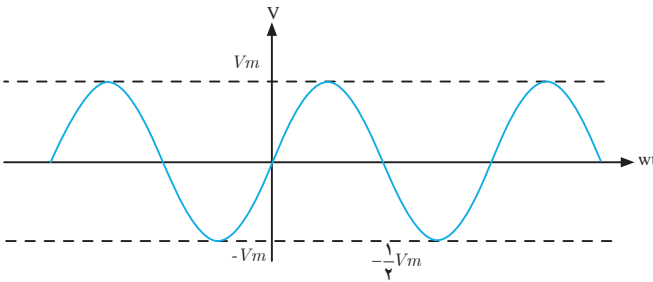
تأکید می‌شود مدار RLC سری یک مدار الکتریکی معادل سیم‌پیچ و خازنی است که با یکدیگر سری شده‌اند که برای تعیین کمیت‌های الکتریکی به کار می‌رود. توصیه: در حل مدارهای الکتریکی به کمک قانون اهم فرمول بسازید و از حفظ کردن فرمول اجتناب شود.

توصیه: در اثبات روابط نسبت‌های مثلثاتی از مثلث بردار ولتاژها استفاده کند.

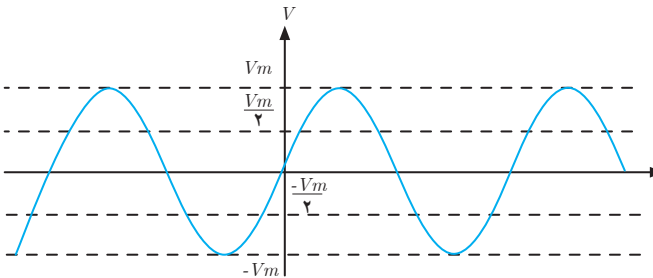
## مدارهای الکتریکی سه فاز

### ۱ نحوه ترسیم منحنی‌های سه فاز

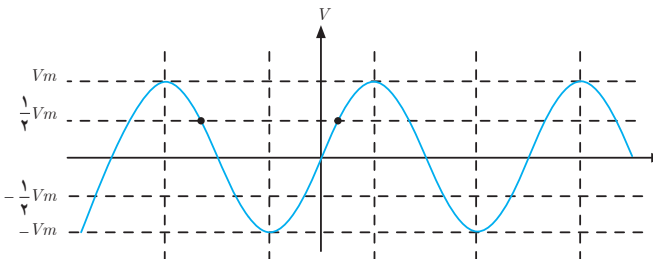
مرحله اول: موج متناوب تک‌فاز سینوسی را ترسیم کنید.



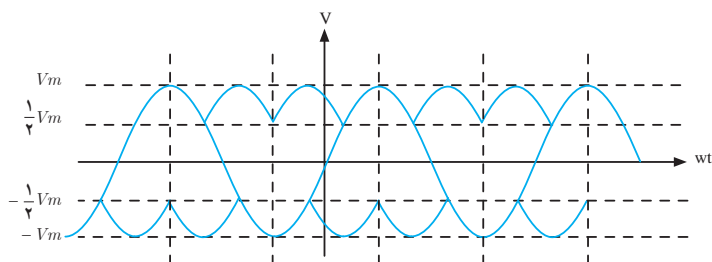
مرحله دوم: با خط چین  $\frac{1}{\sqrt{3}}V_m$  و  $-\frac{1}{\sqrt{3}}V_m$  را روی شکل مشخص نمایید.



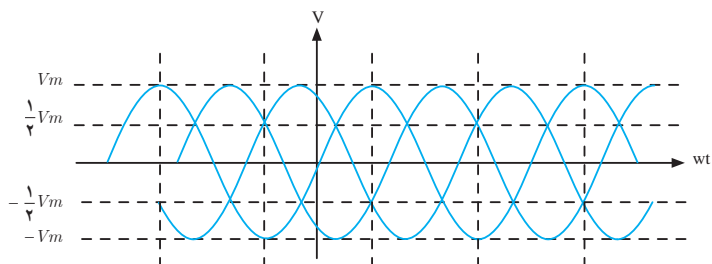
مرحله سوم: از هر پیک منحنی خط چینی عمود ترسیم می‌شود.



مرحله چهارم: پیک‌های منحنی دوم و سوم را مطابق شکل زیر ترسیم نمایید.



مرحله پنجم: منحنی سه فاز مطابق شکل تکمیل شود.



موارد زیر در تکمیل بارهای سه فاز تأکید شود.

**از دیدگاه شبکه سه فاز:**

- الف) ولتاژ خطی اختلاف پتانسیل میان دو فاز می‌باشد.
- ب) ولتاژ فازی اختلاف پتانسیل میان هر فاز با سیم نول است.

**از دیدگاه مصرف‌کننده سه فاز:**

- الف) در اتصال ستاره متعادل هر امپدانس ولتاژ فازی را تحمل می‌نماید.
- ب) در اتصال مثلث هر امپدانس ولتاژ خطی را تحمل می‌نماید. در اتصال مثلث ولتاژ فازی حضور ندارد.

## پاسخ به فعالیت و تمرین‌ها

کلیه فعالیت‌های پودمان حل شده است و به حل نمونه‌هایی از تمرین‌های هر بخش اکتفا شده است.

- تجزیه بردار

تمرین ۱- صفحه ۱۶

$$\begin{array}{ll} \text{الف) } I = 4 \angle 0 & \text{ب) } V = 100 \angle +90 \\ \text{ج) } I = 6 \angle -90 & \text{د) } V = 200 \angle +53 \end{array}$$

نکته



مقادیر بر حسب ماکزیمم می‌باشد.

تمرین ۳- صفحه ۱۶

$$\begin{array}{ll} \text{الف) } 3 \angle -30 & \text{ب) } 220 \angle +30 \\ \text{ج) } 1 \angle 0 & \text{د) } 100 \angle -90 \end{array}$$

تمرین ۴- صفحه ۱۷

$$I_X = 3\sqrt{2} \cos 45^\circ \quad \text{الف)}$$

$$I_Y = 3\sqrt{2} \sin 45^\circ$$

$$V_X = 200 \cos 53^\circ = 120 \quad \text{ب)}$$

$$V_Y = \sqrt{200^2 - 120^2} = 160$$

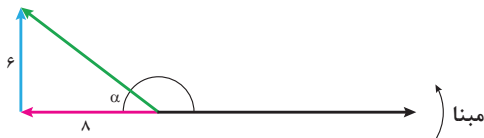
تمرین ۵- صفحه ۱۷

$$I = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10$$

$$\cos \alpha = \frac{8}{10} = 0.8 \rightarrow \alpha = 37^\circ$$

$$\theta = \pi - \alpha = 180^\circ - 37^\circ = 143^\circ \quad \text{فاز جریان}$$

$$I = 10 \angle +143^\circ$$



نکته



فاز بردار نسبت به مبنا در نظر گرفته می‌شود.



– برآیند بردار به روش تحلیلی

تمرین ۱ – صفحه ۲۲

(الف)

$$V_{1X} = +100 \cos 30^\circ = +50\sqrt{3}$$

$$V_{2X} = +100\sqrt{3} \cos 60^\circ = +50\sqrt{3}$$

$$V_X = 50\sqrt{3} + 50\sqrt{3} = +100\sqrt{3}$$

$$V_{1Y} = +100 \sin 30^\circ = +50$$

$$V_{2Y} = -100\sqrt{3} \sin 60^\circ = -50\sqrt{3}$$

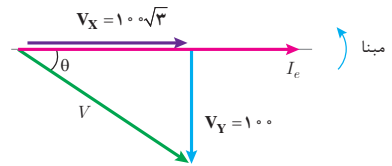
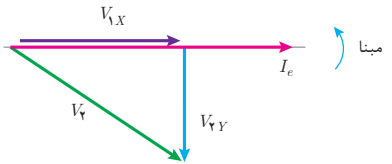
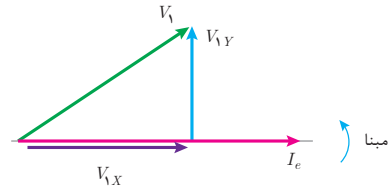
$$V_Y = +50 - 50\sqrt{3} = -50(\sqrt{3} - 1)$$

$$V = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2} = 200$$

$$\cos \theta = \frac{V_X}{V} = \frac{100\sqrt{3}}{200} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$V = 200 \angle -30^\circ$$



نکته

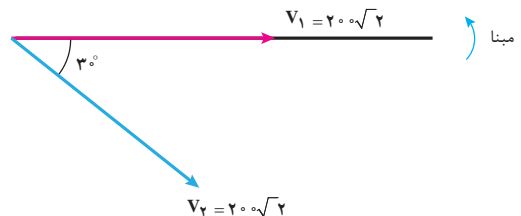


مقادیر بر حسب مقدار ماکزیمم می باشد.

تمرین ۴ – صفحه ۲۳

$$V_1 = 220\sqrt{2} \angle 0^\circ$$

$$V_2 = 220\sqrt{2} \angle -30^\circ$$



$$V_{1X} = 200\sqrt{2}$$

$$V_{1Y} = 0$$

$$V_{rX} = 200\sqrt{2} \cos 30^\circ = 100\sqrt{6}$$

$$V_{rY} = 200\sqrt{2} \sin 30^\circ = 100\sqrt{2}$$

$$V_X = V_{1X} + V_{rX} = 527/8$$

$$V_Y = V_{1Y} + V_{rY} = 141/4$$

$$V = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2} = 546/4 \text{ برآیند}$$

مقادیر بر حسب مقدار ماکزیمم می باشد.

نکته



### تمرین ۷- صفحه ۲۴

$$V = \sqrt{V_1^2 + V_r^2 + 2V_1V_r \cos \alpha}$$

$$400 = \sqrt{(200)^2 + (200\sqrt{3})^2 + 2(200)(200\sqrt{3}) \cos \alpha}$$

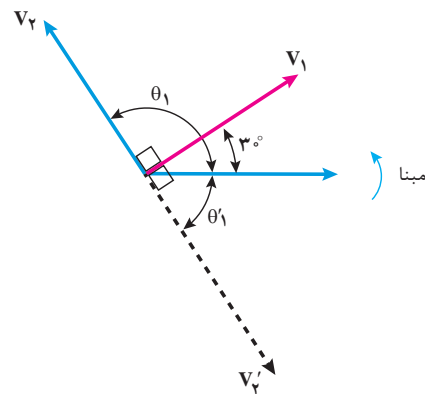
$$\alpha = 90^\circ$$

$$\theta_1 = 90 + 30 = 120^\circ$$

$$\theta_1' = 90 - 30 = 60^\circ$$

$$V_r = 200\sqrt{3} \angle 120^\circ \text{ و یا}$$

$$V_r = 200\sqrt{3} \angle -60^\circ$$



تمرین ۷ - صفحه ۲۶

$$\vec{I}_r = \vec{I} - \vec{I}_1$$

$$I_r = \sqrt{I_1^2 + I^2 - 2I_1 I \cos \alpha}$$

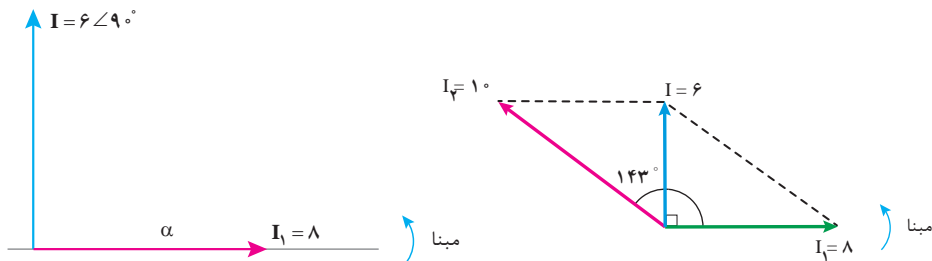
$$I_r = \sqrt{8^2 + 6^2 - 2(8)(6) \cos 90^\circ}$$

$$I_r = 10$$

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_r^2 + 2I_1 I_r \cos \alpha}$$

$$6 = \sqrt{8^2 + 10^2 + 2(8)(10) \cos \alpha}$$

$$\alpha = 143^\circ$$



- توان

تمرین ۱ - صفحه ۳۵

(الف) جریان مؤثر

(ج) Yها - منفی

تمرین ۲ - صفحه ۳۵

تمرین ۳ - صفحه ۳۵

(الف) پس فاز

(ب) ضریب کیفیت

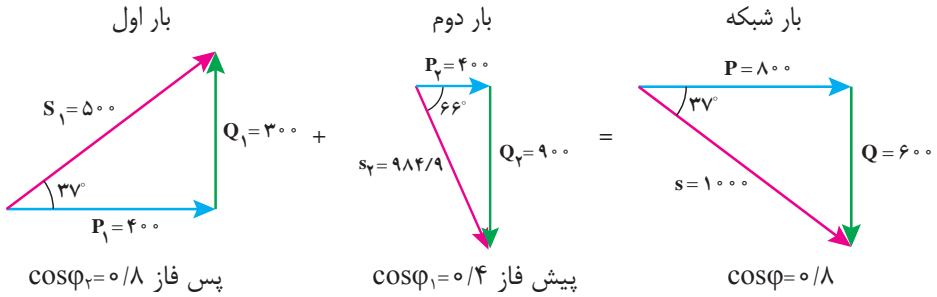
(د) توان مؤثر - وات

$$S = 100\sqrt{2} \angle 45^\circ$$

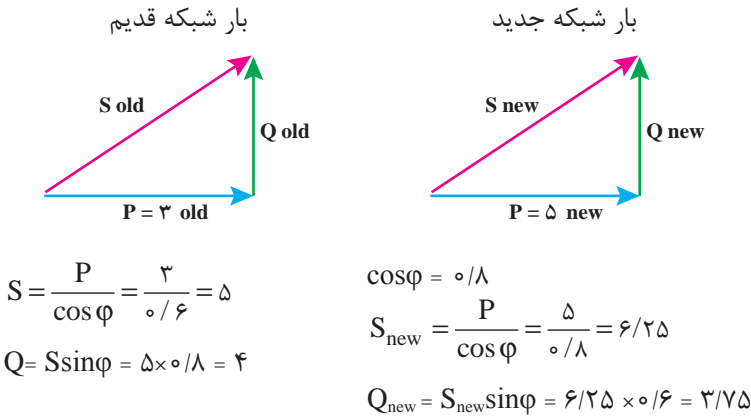
(ج) ۰/۶

$$S = 250 \text{ VA (ب)}$$

تمرین ۶- صفحه ۳۶



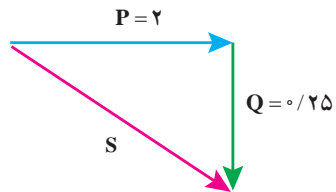
تمرین ۷- صفحه ۳۶



بار دوم:

$$Q_{load} = Q_{new} - Q_{old} = 3/75 - 4 = -0/25$$

$$\text{بار } S_{load} = \sqrt{P_L^2 + Q_L^2} = \sqrt{2^2 + 0/25^2} = 2/0.1$$



– مدار RL سری

فعالیت



فعالیت: صفحه ۴۳

$$V_e = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

$$V_e = \sqrt{(RI_e)^2 + (X_L I_e)^2}$$

$$V_e = I_e \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$\frac{V_e}{I_e} = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

$$\cos \varphi = \frac{V_R}{V_e} = \frac{RI_e}{ZI_e} = \frac{R}{Z}$$

تمرین ۱۰ – صفحه ۴۸

$$Z = \frac{V_m}{I_m} = \frac{200\sqrt{2}}{4\sqrt{2}} = 50 \Omega$$

$$\varphi = \theta_v - \theta_i = 0 - (-53^\circ) = +53^\circ \text{ پس فاز } +53^\circ$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} \Rightarrow R = Z \cos \varphi = 50 \times 0.6 = 30$$

$$X_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{50^2 - 30^2} = 40 \Omega$$

– مدار RC سری

فعالیت



فعالیت: صفحه ۵۵

$$V_e = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$$

$$V_e = \sqrt{(RI_e)^2 + (X_C I_e)^2}$$

$$V_e = I_e \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$\frac{V_e}{I_e} = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

$$\cos \varphi = \frac{V_R}{V_e} = \frac{RI_e}{ZI_e} = \frac{R}{Z}$$

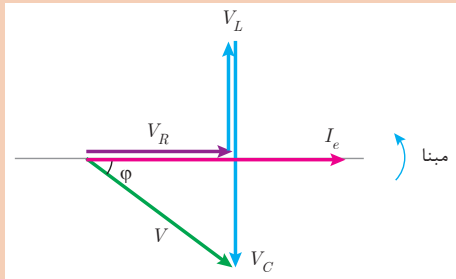
## – مدار RLC سری

فعالیت



فعالیت: صفحه ۶۶

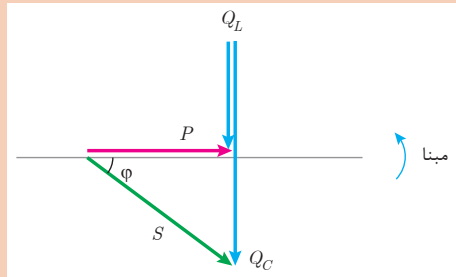
جریان منبع  $\varphi^\circ$  از ولتاژ منبع جلوتر است لذا مدار پیش فاز می باشد.



فعالیت



فعالیت: صفحه ۷۴



تمرین ۳- صفحه ۷۶

$$Z = \frac{V_m}{I_m} = \frac{200\sqrt{2}}{4\sqrt{2}} = 50 \Omega$$

$$\varphi = \theta_v - \theta_i = 0 - (-37) = +37^\circ$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100 \times 10^{-6} \times 1000} = 10 \Omega$$

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} \rightarrow R = Z \cos \varphi = 50 \times 0.8 = 40 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\begin{aligned} 50 &= \sqrt{40^2 + (X_L - 10)^2} \\ 2500 &= 1600 + (X_L - 10)^2 \\ (X_L - 10)^2 &= 900 \\ X_L - 10 &= \pm 30 \\ X_L = 10 \pm 30 &\rightarrow \begin{array}{l} X_L = 40 \quad \text{قابل قبول} \quad X_L > X_C \\ X_L = -20 \quad \text{غیر قابل قبول} \quad 40 > 10 \end{array} \end{aligned}$$

تمرین ۴ - صفحه ۷۷

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z} \rightarrow Z = \frac{R}{\cos \varphi} = \frac{12}{0.6} = 20 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$20 = \sqrt{12^2 + (20 - X_C)^2}$$

$$(20 - X_C)^2 = 256$$

$$20 - X_C = \pm 16$$

$$X_C = 20 \pm 16 \rightarrow \begin{array}{l} \text{اگر مدار پیش فاز باشد آنگاه } X_C > X_L \quad \text{جواب: } X_C = 36 \\ \text{اگر مدار پس فاز باشد آنگاه } X_C < X_L \quad \text{جواب: } X_C = 4 \end{array}$$

تمرین ۶ - صفحه ۷۷

$$V_R = RI_e = 30 \times 2 = 60$$

$$V_e = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$$

$$100 = \sqrt{60^2 + (V_L - V_C)^2}$$

$$(V_L - V_C)^2 = 6400$$

$$V_L - V_C = \pm 80$$

$$\Delta V_L - V_C = +80$$

چون  $V_L = \Delta V_C$  لذا  $V_L > V_C$  می باشد و  $+80$  جواب است.

$$V_C = 20 [V]$$

$$V_L = \Delta V_C = 100 [V]$$

$$X_L = \frac{V_L}{I_e} = \frac{100}{2} = 50 \Omega \rightarrow L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{50}{1000} = 0.05 [H]$$

$$X_C = \frac{V_C}{I_e} = \frac{20}{2} = 10 \Omega \rightarrow C = \frac{1 \times 10^6}{\omega \times C} = \frac{10^6}{1000 \times 10} = 100 [\mu F]$$

## مدارهای الکتریکی سه فاز

فعالیت



$$S_{r\phi} = 3V_P I_P$$

در اتصال مثلث هر امپدانس ولتاژ خطی را تحمل می‌کند.

$$S_{r\phi} = 3V_L I_P$$

و جریان هر امپدانس برابر با  $I_P = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$  می‌باشد.

$$S_{r\phi} = 3V_L \frac{I_L}{\sqrt{3}}$$

$$S_{r\phi} = \sqrt{3}V_L I_L$$

در اتصال ستاره هر امپدانس ولتاژ فازی را تحمل می‌کند و  $V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}}$

$$S_{r\phi} = 3V_P I_P$$

$$S_{r\phi} = 3 \frac{V_L}{\sqrt{3}} I_P$$

و جریان هر امپدانس برابر با  $I_P = I_L$  است.

$$S_{r\phi} = 3 \frac{V_L}{\sqrt{3}} I_L$$

$$S_{r\phi} = \sqrt{3}V_L I_L$$

نتیجه می‌شود که رابطه  $P_{r\phi} = \sqrt{3}V_L I_L \cos \phi$  برای اتصال ستاره و مثلث قابل استفاده است.



## ماشین های الکتریکی (ترانسفورماتورهای تک فاز)

حل فعالیت ماشین های الکتریکی (ترانسفورماتور تک فاز)  
 کلیه فعالیت های پودمان حل شده است و به حل نمونه هایی از تمرین های هر بخش اکتفا شده است.

### فعالیت



#### فعالیت صفحه ۱۰۱

$$E_r = 4/44 N_r B_m A f \quad \text{و} \quad E_1 = 4/44 N_1 B_m A f$$

$$\frac{E_1}{E_r} = \frac{4/44 N_1 B_m A f}{4/44 N_r B_m A f} \rightarrow \frac{E_1}{E_r} = \frac{N_1}{N_r} = a$$

### فعالیت



#### فعالیت صفحه ۱۰۵

- ۱ ورقه های هسته مرتب در کنار یکدیگر قرار گیرد.
- ۲ ورقه های هسته توسط پیچ های عایق و یا عایق شده به یکدیگر محکم شوند به طوری که ارتباط الکتریکی بین ورقه های هسته ایجاد نشود.

### فعالیت



#### فعالیت صفحه ۱۱۱

در ترانسفورماتور ایده آل توان ورودی با توان خروجی برابر است همچنین نیروی محرکه القایی سیم پیچ ها با ولتاژ آنها برابر می باشد

$$S_1 = S_r \rightarrow V_1 I_1 = V_r I_r \rightarrow \frac{V_1}{V_r} = \frac{I_r}{I_1} \quad (1)$$

$$E_1 = V_1 \quad \text{و} \quad E_r = V_r$$

$$\frac{E_1}{E_r} = \frac{N_1}{N_r} = a \rightarrow \frac{V_1}{V_r} = \frac{N_1}{N_r} = a \quad (2)$$

از برابری روابط ۱ و ۲ خواهیم داشت:

$$\frac{V_1}{V_r} = \frac{I_r}{I_1} = \frac{N_1}{N_r} = a$$

تمرین ۱ صفحه ۱۱۶

$$S_r = \frac{1}{r} S_n \rightarrow S_r = \frac{1}{r} \times 2 = 1 [\text{KVA}]$$

$$\frac{P_{CU_{in}}}{P_{cu}} = \left( \frac{S_n}{S_r} \right)^2 \rightarrow \frac{100}{P_{cu}} = \left( \frac{2}{1} \right)^2 \rightarrow P_{cu} = 25 [\text{W}]$$

$$\Delta P = P_{cu} + P_{core} = 25 + 100 = 125 [\text{W}]$$

تمرین ۶ صفحه ۱۱۶

با پیش فرض اینکه راندمان ماکزیمم در توان نامی رخ داده است و توجه به اینکه شرط راندمان ماکزیمم برابری تلفات مسی با تلفات هسته  $P_{cu} = P_{core}$  می باشد.

$$P_{out} = S_r \cos \phi_r = 1000 \times 0.9 = 900 [\text{W}]$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \rightarrow P_{in} = \frac{900}{0.8} = 1125 [\text{W}]$$

$$\Delta P = P_{in} - P_{out} = 1125 - 900 = 225 [\text{W}]$$

$$P_{cu} = P_{core} = \frac{\Delta P}{2} = \frac{225}{2} = 112.5 [\text{W}]$$