با ایران توشه
یک قدم جلوتر
باش!

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت



ایران توشه، مرجع دانلود فایل های کمک آموزشی دانش آموزان و کنکوری ها

همه چیز
برای موفقیت
تو!

- دانلود رایگان آزمون های آزمایشی قلمچی، خیلی سبز، گاج و ...
- دانلود رایگان گام به گام تمامی دروس
- دانلود رایگان نمونه سوالات امتحانی (نوبت اول و دوم) و امتحانات نهایی
- دانلود رایگان جزوه های کمک آموزشی و شب امتحانی

کافیست هر فایلی که نیاز دارید را در گوگل به این صورت جستجو کنید:

فایل مورد نیاز + ایران توشه

مثال:

دانلود گام به گام دوازدهم تجربی ایران توشه



irantooshe.ir

t.me/irantooshe

گام به گام دانش فنی تخصصی الکتروتکنیک دوازدهم پودمان اول

عنوان فصل: تحلیل مدارهای الکتریکی

از صفحه‌ی ۹ تا صفحه‌ی ۸۴ کتاب

در این فایل پاسخ فعالیت‌ها، کارهای کلاسی، تمرین‌ها و پرسش‌های فصل تحلیل مدارهای الکتریکی آمده است.

مباحث فصل: بردار و فازور، توان در مدارهای AC، مدارهای RC ،RL و RLC، مدارهای سه فاز

تهیه‌شده در ایران‌توشه، توشه‌ای برای موفقیت

irantooshe.ir

فهرست پرسش‌ها

۱ صفحه ۱۰ · آیا می‌دانید — مفاهیم کلیدی پودمان اول ۶

۲ صفحه ۱۵ · تمرین — فرم قطبی بردارهای شکل ۶

۳ صفحه ۱۵ · تمرین — رسم بردارهای ولتاژ و جریان ۷

۴ صفحه ۱۶ · تمرین — بردار از روی معادله‌ی زمانی ۷

۵ صفحه ۱۶ · تمرین — مؤلفه‌های افقی و عمودی بردارها ۸

۶ صفحه ۱۶ · تمرین — مقدار و فاز از روی مؤلفه‌ها ۸

۷ صفحه ۱۶ · تمرین — مؤلفه‌ی عمودی و فرم قطبی ولتاژ ۹

۸ صفحه ۲۰ · تمرین — برآیند بردارها به روش تحلیلی (شکل) ۹

۹ صفحه ۲۰ · تمرین — رسم و برآیند بردارها ۹

۱۰ صفحه ۲۰ · تمرین — برآیند بردارها در شکل‌ها ۱۰

۱۱ صفحه ۲۱ · تمرین — برآیند دو ولتاژ از روی شکل موج ۱۰

۱۲ صفحه ۲۱ · تمرین — برآیند هندسی دو بردار ۱۰

۱۳ صفحه ۲۱ · تمرین — زاویه‌ی بین دو بردار جریان ۱۱

۱۴ صفحه ۲۱ · تمرین — برآیند ولتاژها با اندازه‌ی مشخص ۱۱

۱۵ صفحه ۲۳ · تمرین — تفاضل دو بردار ولتاژ ۱۱

۱۶ صفحه ۲۳ · تمرین — درست و نادرست تفاضل بردارها ۱۲

۱۷ صفحه ۲۳ · تمرین — تفاضل بردارهای جریان ۱۲

۱۸ صفحه ۲۳ · تمرین — تفاضل دو ولتاژ سینوسی ۱۲

۱۹ صفحه ۲۴ · تمرین — تفاضل از روی برآیند ۱۳

۲۰ صفحه ۲۴ · تمرین — مسائل تفاضل بردارها ۱۳

۲۱ صفحه ۲۴ · تمرین — جریان مجهول از روی برآیند ۱۴

۲۲ صفحه ۳۱ · تمرین — توان در جریان متناوب - جاهای خالی ۱۴

۲۳ صفحه ۳۱ · تمرین — توان ظاهری به صورت قطبی ۱۴

۲۴ صفحه ۳۱ · تمرین — مثلث توان یک مصرف‌کننده ۱۵

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۵ صفحه ۳۱ · تمرین — توان‌های مدار از معادله‌ی زمانی ۱۵

۲۶ صفحه ۳۱ · تمرین — ولتاژ و توان مصرف‌کننده پس‌فاز ۱۵

۲۷ صفحه ۳۲ · تمرین — بار شبکه با دو مصرف‌کننده ۱۶

۲۸ صفحه ۳۲ · تمرین — مصرف‌کننده‌ی افزوده‌شده به شبکه ۱۷

۲۹ صفحه ۳۸ · فعالیت — اثبات رابطه‌ی مقاومت ظاهری RL ۱۷

۳۰ صفحه ۳۸ · فعالیت — اثبات cosφ = R/Z ۱۷

۳۱ صفحه ۴۱ · تمرین — RL سری – جاهای خالی ۱۸

۳۲ صفحه ۴۲ · تمرین — RL سری – درست و نادرست ۱۸

۳۳ صفحه ۴۲ · تمرین — تعریف توان مؤثر RL ۱۹

۳۴ صفحه ۴۲ · تمرین — تکمیل مثلث توان RL ۱۹

۳۵ صفحه ۴۲ · تمرین — رابطه‌ی sinφ در مدار RL ۱۹

۳۶ صفحه ۴۲ · تمرین — سیم‌پیچ RL با ولتاژ داده‌شده ۲۰

۳۷ صفحه ۴۲ · تمرین — مدار RL با ولتاژ سیم‌پیچ ۲۰

۳۸ صفحه ۴۳ · تمرین — RL سری با ضریب توان مشخص ۲۱

۳۹ صفحه ۴۳ · تمرین — جریان آمپرمتر ۲۱

۴۰ صفحه ۴۳ · تمرین — محاسبه‌ی R و XL از ولتاژ و جریان ۲۲

۴۱ صفحه ۴۸ · فعالیت — اثبات رابطه‌ی مقاومت ظاهری RC ۲۲

۴۲ صفحه ۴۸ · فعالیت — اثبات cosφ = R/Z در مدار RC ۲۲

۴۳ صفحه ۵۳ · تمرین — RC سری – جاهای خالی ۲۲

۴۴ صفحه ۵۳ · تمرین — RC سری – درست و نادرست ۲۳

۴۵ صفحه ۵۳ · تمرین — تعریف مقاومت خازنی ۲۳

۴۶ صفحه ۵۳ · تمرین — دیاگرام برداری RC سری ۲۳

۴۷ صفحه ۵۳ · تمرین — تکمیل مثلث توان RC ۲۴

۴۸ صفحه ۵۳ · تمرین — رابطه‌ی sinφ در مدار RC ۲۴

۴۹ صفحه ۵۳ · تمرین — خازن با مدل RC و جریان داده‌شده ۲۵

۵۰ صفحه ۵۴ · تمرین — مدار RC با ولتاژ داده‌شده ۲۵

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۵۱ صفحه ۵۴ · تمرین — توان‌های RC از دیاگرام برداری ۲۶

۵۲ صفحه ۵۴ · تمرین — R و C از جریان و ولتاژ قطبی ۲۶

۵۳ صفحه ۵۸ · فعالیت — دیاگرام RLC سری با VC > VL ۲۷

۵۴ صفحه ۶۱ · فعالیت — اثبات رابطه‌ی مقاومت ظاهری RLC ۲۷

۵۵ صفحه ۶۱ · فعالیت — اثبات cosφ = R/Z در RLC ۲۷

۵۶ صفحه ۶۵ · فعالیت — مثلث توان RLC در حالت دوم ۲۸

۵۷ صفحه ۶۷ · پرسش — کاربرد، معادل‌سازی و تعریف RLC سری ۲۸

۵۸ صفحه ۶۷ · پرسش — پس‌فاز یا پیش‌فاز بودن مدار RLC ۲۸

۵۹ صفحه ۶۷ · پرسش — ویژگی‌های مدار RLC سری ۲۹

۶۰ صفحه ۶۷ · پرسش — مثلث توان RLC با QC < QL ۲۹

۶۱ صفحه ۶۸ · پرسش — مدار RLC با R=6Ω، XL=8Ω، XC=16Ω ۳۰

۶۲ صفحه ۶۸ · پرسش — RLC با ولتاژهای داده‌شده ۳۱

۶۳ صفحه ۶۸ · پرسش — محاسبه‌ی R و L از معادله‌های زمانی ۳۱

۶۴ صفحه ۶۸ · پرسش — XC برای ضریب توان 0/6 ..... ۳۱

۶۵ صفحه ۶۸ · پرسش — RLC با R=12Ω، L=8mH، C=100μF ۳۲

۶۶ صفحه ۶۹ · پرسش — تعیین L و C ۳۲

۶۷ صفحه ۶۹ · پرسش — توان‌ها از مثلث توان RLC ۳۳

۶۸ صفحه ۶۹ · پرسش — ولت‌متر و آمپرمتر مدار RLC ۳۳

۶۹ صفحه ۸۱ · فعالیت — اثبات رابطه‌ی توان ظاهری سه‌فاز ۳۴

۷۰ صفحه ۸۱ · تمرین — مفاهیم سه‌فاز ۳۴

۷۱ صفحه ۸۱ · تمرین — جاهای خالی سه‌فاز ۳۴

۷۲ صفحه ۸۱ · تمرین — درست و نادرست سه‌فاز ۳۵

۷۳ صفحه ۸۲ · تمرین — بار سه‌فاز RL و توان‌ها ۳۵

۷۴ صفحه ۸۲ · تمرین — مقایسه‌ی توان ستاره و مثلث ۳۶

۷۵ صفحه ۸۲ · تمرین — تعیین R و ضریب توان بار ستاره ۳۶

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱ صفحه ۱۰ آیا می‌دانید

1ـ برایند و تفاضل بردارها چگونه به‌دست می‌آید؟

2ـ مدارهای الکتریکی R ـ L سری برای معادل‌سازی کدام یک از تجهیزات الکتریکی به‌کار می‌رود؟

3ـ وضعیت پس‌فاز یا پیش‌فاز بودن جریان نسبت به ولتاژ در چه مدارهایی رخ می‌دهد؟

4ـ در مدارات RLC سری در چه وضعیتی رفتار مدار اهمی است؟

5ـ تفاوت‌های اساسی مدارات الکتریکی سه‌فاز ستاره و مثلث چیست؟

1. برایند: به روش تحلیلی (جمع جبری مؤلفه‌های افقی و عمودی و سپس رابطه‌ی فیثاغورث) یا به روش هندسی (متوازی‌الاضلاع) از رابطه‌ی $A = \sqrt{(A1^2 + A2^2 + 2 \cdot A1 \cdot A2 \cdot \cos\alpha)}$. تفاضل: از انتهای بردار دوم به انتهای بردار اول وصل می‌شود و اندازه‌ی آن $A' = \sqrt{(A1^2 + A2^2 - 2 \cdot A1 \cdot A2 \cdot \cos\alpha)}$ است (α زاویه‌ی بین دو بردار).
2. مدار RL سری برای معادل‌سازی سیم‌پیچ‌ها، مانند سیم‌پیچ موتورهای الکتریکی، ترانسفورماتورها، کنتاکتورها و بوبین‌ها به‌کار می‌رود (سیم‌پیچ هم مقاومت اهمی R و هم ضریب خودالقایی L دارد).
3. در مدارهای القایی (RL) جریان از ولتاژ عقب‌تر است (پس‌فاز) و در مدارهای خازنی (RC) جریان از ولتاژ جلوتر است (پیش‌فاز). در مدار RLC بسته به بزرگ‌تر بودن XL یا XC مدار پس‌فاز یا پیش‌فاز است.
4. وقتی $XL = XC$ باشد (حالت تشدید)؛ در این حالت $Z = R$، $\varphi = 0$ و جریان با ولتاژ همفاز است.
5. در اتصال ستاره: $VL = \sqrt{3} \cdot Vp$ و $IL = Ip$ و می‌توان از سیم نول استفاده کرد (دو ولتاژ در دسترس است). در اتصال مثلث: $VL = Vp$ و $IL = \sqrt{3} \cdot Ip$ و سیم نول ندارد. برای یک بار یکسان، توان در اتصال مثلث سه برابر توان در اتصال ستاره است.

۲ صفحه ۱۵ تمرین

1ـ فرم قطبی بردارهای نمایش داده شده زیر را بنویسید.

فرم قطبی بردار به صورت «اندازه ∠ زاویه نسبت به مبنا» نوشته می‌شود؛ زاویه‌ی پادساعتگرد مثبت و ساعتگرد منفی است. اندازه را از روی برچسب بردار (مثلاً $V = 100\ V$) و زاویه را از روی شکل می‌خوانیم، به‌عنوان نمونه برداری به اندازه‌ی $100\ V$ که با مبنا زاویه‌ی 53° در جهت مثلثاتی می‌سازد به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$V = 100\angle +53^\circ\ V$$

به همین ترتیب بردارهای $V = 200\ V$، $I = 4\ A$ و $I = 6\ A$ را با زاویه‌ی خوانده‌شده از شکل می‌نویسیم، مثلاً $V = 200\angle -53^\circ\ V$ اگر زیر مبنا و در جهت ساعتگرد باشد، و $I = 4\angle +90^\circ\ A$ اگر عمودی رو به بالا باشد.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

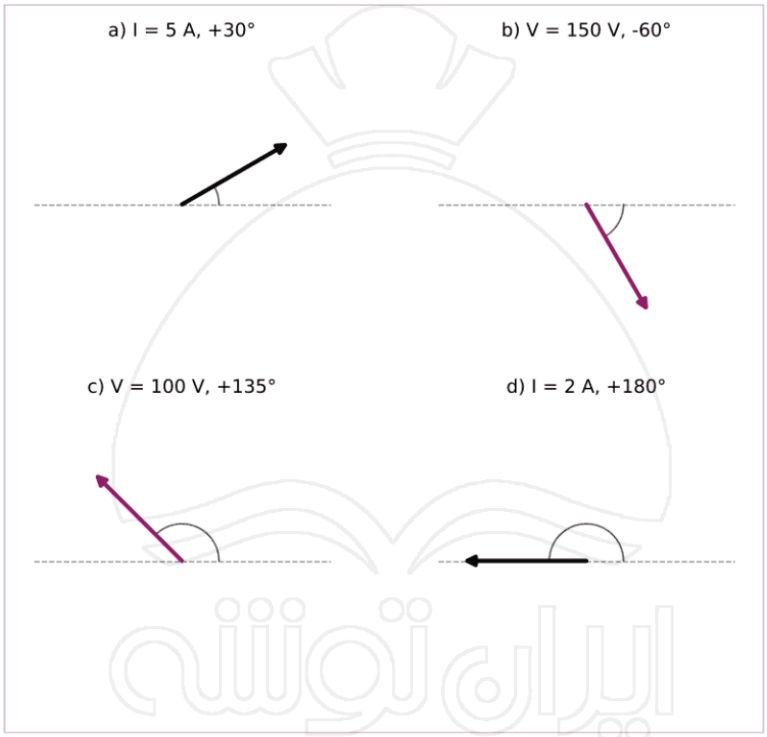
۳ صفحه ۱۵ تمرین

2ـ بردارهای ولتاژ و جریان زیر را رسم کنید.

الف) $I = 5\angle +30^\circ$ A ب) $V = 150\angle -60^\circ$ V

ج) $V = 100\angle +135^\circ$ V د) $I = 2\angle +180^\circ$ A

ابتدا مبنا (خط افقی) رسم می‌شود؛ سپس بردار را با طول متناسب با اندازه و زاویه‌ی داده‌شده (مثبت: پادساعتگَرد، منفی: ساعتگَرد) از مبنا رسم می‌کنیم:



ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۴ صفحه ۱۶ تمرین

3ـ معادله‌های زمانی جریان و ولتاژ متناوب سینوسی زیر را به‌صورت بردار نمایش دهید و فرم قطبی آن‌ها را بنویسید.

الف) $i(t) = 3\sin(500t - \pi/6)$ ب) $v(t) = 220\sin(314t + 30^\circ)$

ج) $i(t) = \sin(250t)$ د) $v(t) = 100\sin(1000t - \pi/2)$

مقدار مؤثر $= I_m/\sqrt{2}$ و فاز همان زاویه‌ی اولیه‌ی معادله است (طول بردار را مؤثر در نظر می‌گیریم):

- الف) $I_e = 3/\sqrt{2} = 2.12$ A، $\theta_i = -30^\circ \leftarrow I = 2.12\angle -30^\circ$ A
- ب) $V_e = 220/\sqrt{2} = 155.6$ V، $\theta_v = +30^\circ \leftarrow V = 155.6\angle +30^\circ$ V

ج) $I = 0.707\angle 0^\circ\ A \leftarrow \theta i = 0^\circ ،\ Ie = 1/\sqrt{2} = 0.707\ A$

د) $V = 70.7\angle -90^\circ\ V \leftarrow \theta v = -90^\circ ،\ Ve = 100/\sqrt{2} = 70.7\ V$

(اگر بخواهیم بردار را با مقدار ماکزیمم بنویسیم، همان عددها به‌جای مقدار مؤثر قرار می‌گیرند، مثلاً $V = 220\angle 30^\circ$.)

۵ صفحه ۱۶ تمرین

4ـ مؤلفه افقی و عمودی بردارهای زیر را به‌دست آورید.

الف) $V = 200\ V$ با زاویه‌ی 53° ب) $I = 10\ A$ با زاویه‌ی 210°

ج) $I = 3\sqrt{2}\ A$ با زاویه‌ی 45° د) $V = 220\sqrt{2}\ V$ با زاویه‌ی 120°

از روابط $Bx = B\cdot\cos\theta$ و $By = B\cdot\sin\theta$ استفاده می‌کنیم:

الف) $Vx = 200\cdot\cos 53^\circ = 200\times 0.6 = +120\ V ،\ Vy = 200\cdot\sin 53^\circ = 200\times 0.8 = +160\ V$

ب) $Ix = 10\cdot\cos 210^\circ = -8.66\ A ،\ Iy = 10\cdot\sin 210^\circ = -5\ A$

ج) $Ix = 3\sqrt{2}\cdot\cos 45^\circ = +3\ A ،\ Iy = 3\sqrt{2}\cdot\sin 45^\circ = +3\ A$

د) $Vx = 220\sqrt{2}\cdot\cos 120^\circ = -155.6\ V ،\ Vy = 220\sqrt{2}\cdot\sin 120^\circ = +269.4\ V$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۶ صفحه ۱۶ تمرین

5ـ مؤلفه‌های افقی و عمودی جریان متناوبی به‌ترتیب $-8A$ و $6A$ می‌باشد. مقدار و فاز جریان را به‌دست آورید و به فرم قطبی بنویسید.

$I = \sqrt{(Ix^2 + Iy^2)} = \sqrt{(8^2 + 6^2)} = 10\ A$

مؤلفه‌ی افقی منفی و عمودی مثبت است، پس بردار در ربع دوم قرار دارد. زاویه‌ی تند با محور: $\tan\alpha = 6/8 = 0.75 \rightarrow \alpha \approx 37^\circ$ و $\theta = 180^\circ - 37^\circ = 143^\circ$

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

این فایل توسط سایت ایران‌توشه تهیه شده است.

irantooshe.ir

۷ صفحه ۱۶ تمرین

6ـ برای یک ولتاژ متناوب 200V مقدار $V_x = 100\sqrt{3}$ ولت می‌باشد. مؤلفه‌ی V_y را به‌دست آورید و فرم قطبی بردار ولتاژ را بنویسید.

$V_y = \sqrt{(V^2 - V_x^2)} = \sqrt{(200^2 - (100\sqrt{3})^2)} = \sqrt{(40000 - 30000)} = 100\ V$ (به‌صورت $\pm 100\ V$)

$\cos\theta = V_x/V = 100\sqrt{3}/200 = 0.866 \rightarrow \theta = 30^\circ$

اگر $V_y = +100\ V$ باشد: $V = 200\angle +30^\circ\ V$ و اگر $V_y = -100\ V$ باشد: $V = 200\angle -30^\circ\ V$

۸ صفحه ۲۰ تمرین

1ـ برآیند بردارها را در هر قسمت به روش تحلیلی محاسبه کنید و آن را به فرم قطبی بنویسید.

الف) $V1 = 100\ V$ و $V2 = 100\sqrt{3}\ V$ ب) $I1 = 5\ A$ و $I2 = 5\ A$

با فرض این‌که در شکل (الف) زاویه‌ی V1 برابر 30° و V2 برابر 60° و در شکل (ب) زاویه‌ی I1 برابر 53° و I2 برابر 37° باشد:

الف) $V_x = 100\cos 30^\circ + 173.2\cos 60^\circ = 86.6 + 86.6 = 173.2\ V$، $V_y = 100\sin 30^\circ + 173.2\sin 60^\circ = 50 + 150 = 200\ V$

$V = \sqrt{(173.2^2 + 200^2)} = 264.6\ V$، $\theta = \tan^{-1}(200/173.2) = 49.1^\circ \rightarrow V = 264.6\angle 49.1^\circ\ V$

ب) $I_x = 5\cos 53^\circ + 5\cos 37^\circ = 3 + 4 = 7\ A$، $I_y = 5\sin 53^\circ + 5\sin 37^\circ = 4 + 3 = 7\ A$

$I = \sqrt{(7^2 + 7^2)} = 9.9\ A$، $\theta = 45^\circ \rightarrow I = 9.9\angle 45^\circ\ A$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۹ صفحه ۲۰ تمرین

2ـ بردارهای ولتاژ و جریان داده شده زیر را رسم کنید سپس برآیند آن‌ها را به روش تحلیلی بیابید.

الف) $V2 = 100\angle +120^\circ$، $V1 = 100\angle 0^\circ$ و $V3 = 100\angle -120^\circ$

ب) $I2 = 5\angle +135^\circ$، $I1 = 5\angle +45^\circ$ و $I3 = 5\angle -90^\circ$

الف) $V_x = 100 + 100\cos 120^\circ + 100\cos(-120^\circ) = 100 - 50 - 50 = 0$ و $V_y = 0 + 86.6 - 86.6 = 0$ ← برایند صفر است ($V = 0$)؛ سه بردار هم‌اندازه با اختلاف فاز 120° یک دستگاه متعادل‌اند.

ب) $I_x = 5\cos 45^\circ + 5\cos 135^\circ + 0 = 3.54 - 3.54 = 0$، $I_y = 5\sin 45^\circ + 5\sin 135^\circ - 5 = 3.54 + 3.54 - 5 = 2.07\ A$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

$I = 2.07\angle +90^\circ\ A$

۱۰ صفحه ۲۰ تمرین

3ـ در هر یک از شکل‌های زیر برآیند بردارها را به روش تحلیلی محاسبه کنید.

الف) $V1 = 220\ V$ و $V2 = 100\sqrt{2}\ V$ ب) $I1 = 10\ A$ و $I2 = 10\ A$

ب) با زاویه‌های $+45^\circ$ و -45°: $Ix = 10\cos45^\circ + 10\cos45^\circ = 14.14\ A$ و $Iy = 7.07 - 7.07 = 0$ ← $I = 14.14\angle 0^\circ\ A$

الف) با فرض $V1 = 220\angle 30^\circ$ و $V2 = 141.4\angle 60^\circ$: $Vx = 190.5 + 70.7 = 261.2\ V$، $Vy = 110 + 122.5 = 232.5\ V$

$V = \sqrt{(261.2^2 + 232.5^2)} = 349.7\ V$ ← $\theta = \tan^{-1}(232.5/261.2) = 41.7^\circ$، $V = 349.7\angle 41.7^\circ\ V$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۱۱ صفحه ۲۱ تمرین

4ـ شکل موج سینوسی دو ولتاژ متناوب به‌صورت زیر است، فرم قطبی هر کدام را بنویسید سپس برآیند آن‌ها را محاسبه کنید.

($V1 = 220\sqrt{2}$ و $V2 = 180\sqrt{2}$ و اختلاف فاز 30°)

با فرض V1 با فاز صفر و V2 با فاز $+30^\circ$ (مقدار مؤثرها 220 V و 180 V):

$V1 = 220\angle 0^\circ\ V$، $V2 = 180\angle +30^\circ\ V$

$Vx = 220 + 180\cos30^\circ = 375.9\ V$، $Vy = 180\sin30^\circ = 90\ V$

$V = \sqrt{(375.9^2 + 90^2)} = 386.5\ V$، $\theta = \tan^{-1}(90/375.9) = 13.5^\circ$ ← $V = 386.5\angle 13.5^\circ\ V$ (اندازه‌ی برآیند، مستقل از این‌که V2 پیش‌فاز یا پس‌فاز باشد، 386.5 V است.)

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۱۲ صفحه ۲۱ تمرین

5ـ برآیند بردارهای زیر را به روش هندسی محاسبه نمایید.

الف) $I1 = 5\ A$ و $I2 = 5\ A$ ب) $V1 = 100\ V$ و $V2 = 120\ V$ (با زاویه‌های 30° و 135° نسبت به مبنا)

زاویه‌ی بین دو بردار: $\alpha = 135^\circ - 30^\circ = 105^\circ$ و $\cos105^\circ = -0.2588$

الف) $I = \sqrt{(5^2 + 5^2 + 2\times5\times5\times\cos105^\circ)} = \sqrt{(50 - 12.94)} = 6.09\ A$

ب) $V = \sqrt{(100^2 + 120^2 + 2\times100\times120\times\cos105^\circ)} = \sqrt{(24400 - 6212)} = 134.9\ V$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۱۳ صفحه ۲۱ تمرین

6ـ برآیند دو بردار I1 = 4A و I2 = 3A برابر I = 5A می‌باشد. زاویه بین دو بردار I1 و I2 چند درجه است؟

$I^2 = I1^2 + I2^2 + 2\cdot I1\cdot I2\cdot\cos\alpha \leftarrow 25 = 16 + 9 + 24\cdot\cos\alpha \leftarrow \cos\alpha = 0$

$\alpha = 90^\circ$

۱۴ صفحه ۲۱ تمرین

7ـ برآیند دو بردار $V1 = 200\angle30^\circ$ و $V2 = 200\sqrt{3}$ برابر V = 400 V می‌باشد. زاویه بین دو بردار V1 و V2 را به‌دست آورید. V2 را به فرم قطبی بنویسید. بردار V2 چند حالت خواهد داشت؟

$400^2 = 200^2 + (200\sqrt{3})^2 + 2\times200\times200\sqrt{3}\cdot\cos\alpha \leftarrow 160000 = 40000 + 120000 + 69282\cdot\cos\alpha \leftarrow \cos\alpha = 0 \leftarrow \alpha = 90^\circ$

زاویه‌ی V2 نسبت به V1 می‌تواند $90^\circ+$ یا $90^\circ-$ باشد: $\theta2 = 30^\circ \pm 90^\circ$

- حالت اول: $V2 = 200\sqrt{3}\angle+120^\circ\ V\ (= 346.4\angle120^\circ)$
- حالت دوم: $V2 = 200\sqrt{3}\angle-60^\circ\ V\ (= 346.4\angle-60^\circ)$

بنابراین بردار V2 دو حالت دارد.

۱۵ صفحه ۲۳ تمرین

1ـ در شکل روبه‌رو اندازه بردار V2 − V1 را محاسبه کنید و بردار آن را رسم کنید.
(V1 = 200 V و V2 = 200 V)

با فرض این‌که زاویه‌ی بین دو بردار برابر $30^\circ = 30^\circ - 60^\circ = \alpha$ باشد:

$V' = \sqrt{(V1^2 + V2^2 - 2\cdot V1\cdot V2\cdot\cos\alpha)} = \sqrt{(200^2 + 200^2 - 2\times200\times200\times\cos30^\circ)} = 103.5\ V$

بردار V2 − V1 از انتهای V2 به انتهای V1 رسم می‌شود.

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۱۶ صفحه ۲۳ تمرین

2ـ درستی یا نادرستی هر قسمت را مشخص کنید (I1 و I2 بردارهای جریان هستند).

الف) اندازه‌ی I1 − I2 و I2 − I1 با هم برابر است.

ب) بردار I1 − I2 و I2 − I1 هم جهت هستند.

ج) اندازه بردار I1 − I2 حتماً از I1 و I2 کمتر است.

د) با افزایش زاویه بین دو بردار I1 و I2 اندازه I1 − I2 کاهش می‌یابد.

- الف) صحیح است؛ هر دو برابر $\sqrt{I1^2 + I2^2 - 2 \cdot I1 \cdot I2 \cdot \cos\alpha}$ هستند.
- ب) غلط است؛ این دو بردار هم‌اندازه ولی در خلاف جهت یکدیگرند.
- ج) غلط است؛ مثلاً برای $I1 = I2 = 5\ A$ و $\alpha = 120^\circ$ داریم $I' = 8.66\ A$ که از هر دو بزرگ‌تر است.
- د) غلط است؛ با افزایش α مقدار cosα کم می‌شود و در نتیجه اندازه‌ی تفاضل افزایش می‌یابد.

۱۷ صفحه ۲۳ تمرین

3ـ با توجه به شکل روبه‌رو مطلوب است:

الف) I3 − I2 ب) I1 − I3 ج) I2 − I1

(I1 = 8 A، I2 = 6 A، I3 = 6 A)

با فرض $I1 = 8\angle 0^\circ$، $I2 = 6\angle +30^\circ$ و $I3 = 6\angle -30^\circ$:

- الف) $\alpha = 60^\circ : I' = \sqrt{36 + 36 - 72\cos 60^\circ} = 6\ A$
- ب) $\alpha = 30^\circ : I' = \sqrt{36 + 64 - 96\cos 30^\circ} = 4.1\ A$
- ج) $\alpha = 30^\circ : I' = \sqrt{64 + 36 - 96\cos 30^\circ} = 4.1\ A$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۱۸ صفحه ۲۳ تمرین

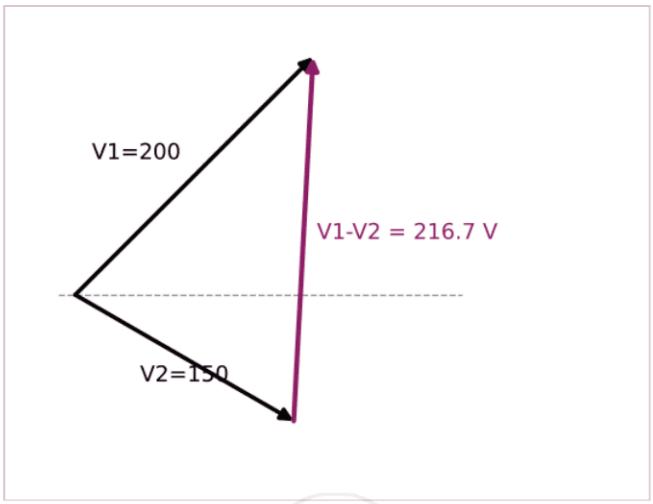
4ـ ولتاژهای متناوب $v1(t) = 200\sqrt{2}\sin(1000t + \pi/4)$ و $v2(t) = 150\sqrt{2}\sin(1000t - \pi/6)$ مفروض است مطلوب است:

الف) بردارهای ولتاژ را رسم کنید. ب) اندازه تفاضل آن‌ها را بیابید. ج) تفاضل V2 − V1 را رسم کنید.

الف) $V1 = 200\angle +45^\circ\ V$ و $V2 = 150\angle -30^\circ\ V$ (مقدار مؤثر)

ب) $\alpha = 45^\circ - (-30^\circ) = 75^\circ$، $V' = \sqrt{200^2 + 150^2 - 2\times 200\times 150\times \cos 75^\circ} = \sqrt{62500 - 15529} = 216.7\ V$

ج) V2 – V1 از انتهای V2 به انتهای V1 رسم می‌شود:



این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۱۹ صفحه ۲۴ تمرین

5ـ برآیند دو بردار جریان I1 = 3A و I2 = 4A برابر 5A می‌باشد. تفاضل آن‌ها را به‌دست آورید.

$\alpha = 90^\circ \leftarrow \cos\alpha = 0 \leftarrow 25 = 9 + 16 + 24\cos\alpha$

$I' = \sqrt{(I1^2 + I2^2 - 2 \cdot I1 \cdot I2 \cdot \cos\alpha)} = \sqrt{(9 + 16 - 0)} = 5\ A$

۲۰ صفحه ۲۴ تمرین

6ـ در هر حالت مورد خواسته شده را به‌دست آورید.

الف) $I1 = 4\angle 0^\circ$ و $I2 = 4\angle 120^\circ$ ، $I' = ?$

ب) $I1 = 6A$ و $I2 = 6A$ ، $I' = ?$ ، $\alpha = 60^\circ$

ج) $I1 = 5A$ و $\alpha = 5\sqrt{3}$ ، $I' = 5A$ ، $I2 = ?$

د) $I2 = I1$ و I ، $\alpha = 60^\circ$ ، $I' = ?$ $I1$

- الف) $I' = \sqrt{(16 + 16 - 32\cos 120^\circ)} = \sqrt{48} = 6.93\ A : \alpha = 120^\circ$
- ب) $I2 = 6\ A \leftarrow I2^2 - 6 \cdot I2 = 0 \leftarrow 36 = 36 + I2^2 - 2 \times 6 \times I2 \times \cos 60^\circ$
- ج) $\alpha = 120^\circ \leftarrow \cos\alpha = -0.5 \leftarrow 75 = 25 + 25 - 50\cos\alpha$
- د) $I1 = \sqrt{(I1^2)} = \sqrt{(2I1^2 - 2I1^2\cos 60^\circ)} = I'$ یعنی $I' = I1$ (تفاضل هم‌اندازه‌ی هر یک از بردارهاست)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۱ صفحه ۲۴ تمرین

7ـ برآیند دو بردار $8\angle 0^\circ = I1$ و $I2$ برابر $6\angle 90^\circ = I$ می‌باشد. مطلوب است محاسبه‌ی مقدار $I2$ و زاویه بین دو بردار $I2$ و $I1$.

$I2 = I - I1 : -8\ A = 0 - 8 = I2x$ و $+6\ A = 0 - 6 = I2y$

$I2 = \sqrt{(8^2 + 6^2)} = 10\ A$، $\theta 2 = 180^\circ - 37^\circ = 143^\circ \rightarrow I2 = 10\angle 143^\circ\ A$

زاویه‌ی بین $I1$ و $I2$: $\alpha = 143^\circ - 0 = 143^\circ$

۲۲ صفحه ۳۱ تمرین

1ـ در جای خالی عبارت مناسب بنویسید.

الف) توان ظاهری را می‌توان از حاصل‌ضرب ولتاژ مؤثر در ..... به‌دست آورد.

ب) در مثلث توان ضلع مقابل به ضلع مجاور ضریب ..... نام دارد.

ج) در مدارهای پیش‌فاز بردار توان غیرمؤثر در راستای محور ..... و در جهت ..... ترسیم می‌شود.

د) توانی که انرژی الکتریکی را تبدیل می‌کند ..... نام دارد و واحد آن ..... است.

- الف) جریان مؤثر $(S = Ve \cdot Ie)$
- ب) ضریب کیفیت $(\tan\varphi = Q/P)$
- ج) محور y (عمودی) و در جهت منفی
- د) توان مؤثر (اکتیو)، وات (W)

۲۳ صفحه ۳۱ تمرین

2ـ در یک مصرف‌کننده الکتریکی $P = 800\ [W]$ و $Q = +800\ [VAR]$ می‌باشد، توان ظاهری را به‌صورت قطبی به‌دست آورید.

$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = \sqrt{(800^2 + 800^2)} = 1131.4\ VA$

$\tan\varphi = Q/P = 1 \rightarrow \varphi = +45^\circ$ (مدار پس‌فاز)

$S = 1131.4\angle +45^\circ\ VA$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۲۴ صفحه ۳۱ تمرین

3ـ مثلث توان یک مصرف‌کننده الکتریکی به‌صورت زیر است، مطلوب است:

الف) نوع مصرف‌کننده ب) توان ظاهری ج) ضریب توان مؤثر

(P = 150 W و Q = 200 VAR)

- الف) بردار توان غیرمؤثر در جهت مثبت محور y است (Q > 0)، پس مصرف‌کننده پس‌فاز (القایی) است.
- ب) $S = \sqrt{(150^2 + 200^2)} = 250\ VA$
- ج) $\cos\varphi = P/S = 150/250 = 0.6$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۲۵ صفحه ۳۱ تمرین

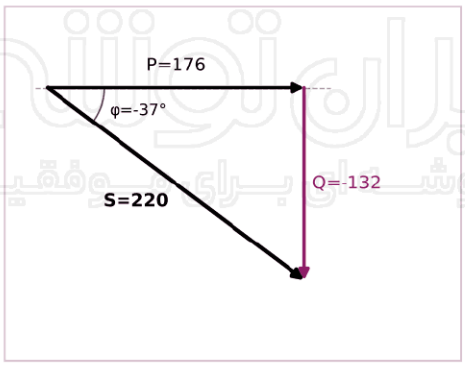
4ـ معادلات زمانی جریان و ولتاژ یک مدار الکتریکی به‌صورت $i(t) = 2\sqrt{2}\sin(500t + 10^\circ)$ و $v(t) = 110\sqrt{2}$ $\sin(500t - 27^\circ)$ می‌باشد. توان‌های مدار را به‌دست آورید و مثلث توان آن را رسم کنید.

$Ve = 110\ V$، $Ie = 2\ A$، $\varphi = \theta v - \theta i = -27^\circ - 10^\circ = -37^\circ$ (مدار پیش‌فاز)

$P = Ve \cdot Ie \cdot \cos\varphi = 110 \times 2 \times 0.8 = 176\ W$

$Q = Ve \cdot Ie \cdot \sin\varphi = 110 \times 2 \times (-0.6) = -132\ VAR$

$S = Ve \cdot Ie = 220\ VA$ (بررسی: $\sqrt{(176^2 + 132^2)} = 220$)



۲۶ صفحه ۳۱ تمرین

5ـ یک مصرف‌کننده الکتریکی پس‌فاز با توان غیرمؤثر 800 [VAR] و توان ظاهری 1000 [VA] با جریان $I = 10\angle 0^\circ$ را در نظر بگیرید، مطلوب است:

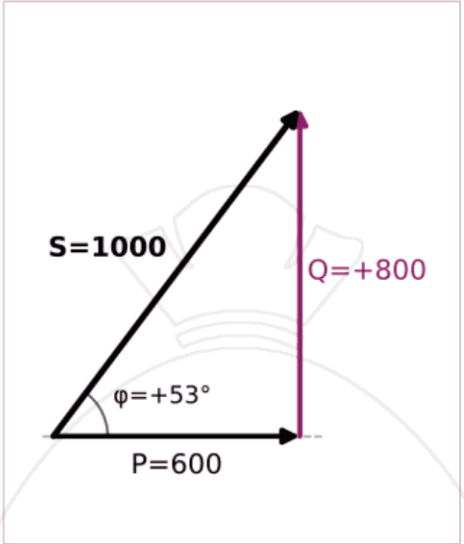
الف) ولتاژ مصرف‌کننده به فرم قطبی ب) رسم مثلث توان ج) توان مؤثر د) ضریب توان مؤثر

ج) $P = \sqrt{(S^2 - Q^2)} = \sqrt{(1000^2 - 800^2)} = 600\ W$

د) $\cos\varphi = P/S = 600/1000 = 0.6 \rightarrow \varphi = +53^\circ$ (پس‌فاز)

الف) $Ve = S/Ie = 1000/10 = 100\ V$ و $\varphi = \theta v - \theta i = 53^\circ - 0 = 53^\circ \rightarrow \theta v = \varphi + \theta i = 53^\circ + 0 = 53^\circ \rightarrow V = 100\angle +53^\circ\ V$

ب) مثلث توان: $P = 600\ W$ افقی، $Q = +800\ VAR$ عمودی رو به بالا و $S = 1000\ VA$ وتر با زاویه‌ی 53°.



این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۲۷ صفحه ۳۲ تمرین

6ـ یک شبکه الکتریکی دو مصرف‌کننده با مشخصات زیر را تغذیه می‌کند.

مصرف‌کننده 1 پس‌فاز: $P1 = 400\ [W]$ ، $Q1 = 300\ [VAR]$

مصرف‌کننده 2 پیش‌فاز: $P2 = 400\ [W]$ ، $Q2 = 900\ [VAR]$

الف) مثلث توان هر مصرف‌کننده ب) مثلث توان شبکه ج) توان ظاهری شبکه د) ضریب توان مؤثر شبکه

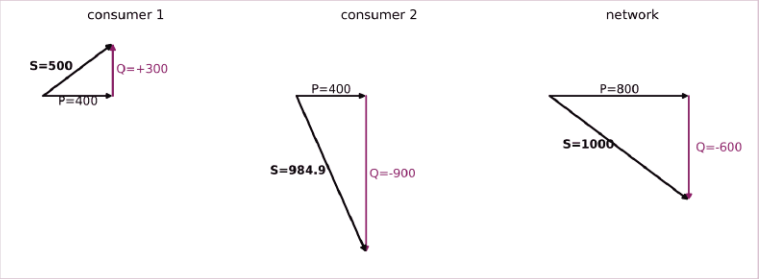
الف) مصرف‌کننده‌ی 1 (پس‌فاز، $Q1 = +300$): $S1 = \sqrt{(400^2 + 300^2)} = 500\ VA$، $\cos\varphi1 = 0.8$، $\varphi1 = +37^\circ$

مصرف‌کننده‌ی 2 (پیش‌فاز، $Q2 = -900$): $S2 = \sqrt{(400^2 + 900^2)} = 984.9\ VA$، $\cos\varphi2 = 0.406$، $\varphi2 = -66^\circ$

ب) $P = P1 + P2 = 400 + 400 = 800\ W$ و $Q = Q1 + Q2 = 300 + (-900) = -600\ VAR$ (بردار Q رو به پایین)

ج) $S = \sqrt{(800^2 + 600^2)} = 1000\ VA$

د) $\cos\varphi = P/S = 800/1000 = 0.8$ (پیش‌فاز، $\varphi = -37^\circ$)



۲۸ صفحه ۳۲ تمرین

7ـ توان مؤثر و ضریب توان مؤثر شبکه‌ی [kW] P = 3 و cosφ = 0/6 پس‌فاز می‌باشد با ورود مصرف‌کننده‌ای با توان مؤثر [kW] P = 2 ضریب توان شبکه cosφ = 0/8 پس‌فاز می‌شود. نوع مصرف‌کننده و توان‌های آن را به‌دست آورید.

شبکه‌ی اولیه: $S = P/\cos\varphi = 3/0.6 = 5$ kVA و $Q = \sqrt{(5^2 - 3^2)} = +4$ kVAR (پس‌فاز)

شبکه‌ی جدید: $P = 3 + 2 = 5$ kW، $S = 5/0.8 = 6.25$ kVA، $Q = \sqrt{(6.25^2 - 5^2)} = +3.75$ kVAR (پس‌فاز)

مصرف‌کننده‌ی افزوده‌شده: $Q = 3.75 - 4 = -0.25$ kVAR (منفی ← **پیش‌فاز**، خازنی)

$P = 2$ kW، $Q = -250$ VAR، $S = \sqrt{(2000^2 + 250^2)} = 2016$ VA، $\cos\varphi = 2000/2016 = 0.992$ (پیش‌فاز)

۲۹ صفحه ۳۸ فعالیت

رابطه $Z = \sqrt{(R^2 + XL^2)}$ را اثبات نمایید.

از مثلث ولتاژ مدار RL سری: $Ve^2 = VR^2 + VL^2$

با قرار دادن $Ve = Z \cdot Ie$، $VR = R \cdot Ie$ و $VL = XL \cdot Ie$:

$Z^2 \cdot Ie^2 = (R^2 + XL^2) \cdot Ie^2 \leftarrow (Z \cdot Ie)^2 = (R \cdot Ie)^2 + (XL \cdot Ie)^2$

با ساده کردن Ie^2: $Z = \sqrt{(R^2 + XL^2)} \leftarrow Z^2 = R^2 + XL^2$

۳۰ صفحه ۳۸ فعالیت

ثابت کنید در مدار RL سری $\cos\varphi = R/Z$ می‌باشد.

در مثلث ولتاژ: $\cos\varphi = VR/Ve$

با قرار دادن $VR = R \cdot Ie$ و $Ve = Z \cdot Ie$: $\cos\varphi = (R \cdot Ie)/(Z \cdot Ie) = R/Z$

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۳۱ صفحه ۴۱ تمرین

1ـ در جاهای خالی عبارت مناسب بنویسید:

ـ سیم‌پیچ علاوه بر مقاومت الکتریکی اهمی، ..... نیز دارد.

ـ مقاومت الکتریکی اهمی سیم‌پیچ ناشی از طول و سطح مقطع و ..... است.

ـ نیروی محرکه خود القایی سلف با ..... مخالفت می‌کند.

ـ در RL سری نسبت VR/Ve را ضریب ..... مدار می‌نامند.

ـ مخالفت مدار الکتریکی در مقابل عبور جریان متناوب را ..... می‌گویند.

ـ مقداری از انرژی الکتریکی که در واحد زمان در سلف ذخیره می‌شود ..... نام دارد.

ـ توان ظاهری مدار RL سری از حاصل‌ضرب ولتاژ مؤثر در ..... به‌دست می‌آید.

- ضریب خودالقایی (L)
- جنس (هادی سیم‌پیچ)
- جاری شدن (تغییرات) جریان
- توان مؤثر (cosφ)
- مقاومت ظاهری (امپدانس، Z)
- توان غیرمؤثر (راکتیو)
- جریان مؤثر

۳۲ صفحه ۴۲ تمرین

2ـ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید:

ـ سیم‌پیچ موتورهای الکتریکی را می‌توان با عناصر الکتریکی نظیر مقاومت الکتریکی اهمی R، ضریب خود القایی سلف L معادل کرد.

ـ در مدار الکتریکی RL سری جریان‌های IR و IL و Ie با هم برابر هستند.

ـ در مدار الکتریکی RL سری ولتاژهای VR و VL و Ve با هم برابر هستند.

ـ با افزایش فرکانس ولتاژ متناوب منبع مدار RL، مقدار مقاومت القایی تغییر نخواهد کرد.

ـ در مدار RL سری بردار VR نسبت به جریان مدار، Ie مقدار 90 درجه اختلاف فاز دارد.

ـ در مدار RL سری نسبت VL/VR ضریب توان غیر مؤثر نام دارد.

1. صحیح
2. صحیح (در مدار سری جریان یکسان است)
3. غلط؛ $Ve = \sqrt{(VR^2 + VL^2)}$ و ولتاژها برابر نیستند.
4. غلط؛ $XL = 2\pi fL$ با فرکانس نسبت مستقیم دارد و با افزایش f زیاد می‌شود.

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

5. ○ غلط؛ VR با جریان همفاز است (اختلاف فاز صفر)؛ VL است که 90° از جریان جلوتر است.

6. ○ غلط؛ نسبت VL/VR = tanφ ضریب کیفیت نام دارد (ضریب توان غیرمؤثر VL/Ve = sinφ است).

۳۳ صفحه ۴۲ تمرین

3ـ توان مؤثر در مدار RL سری را تعریف کنید و رابطه آن را بنویسید.

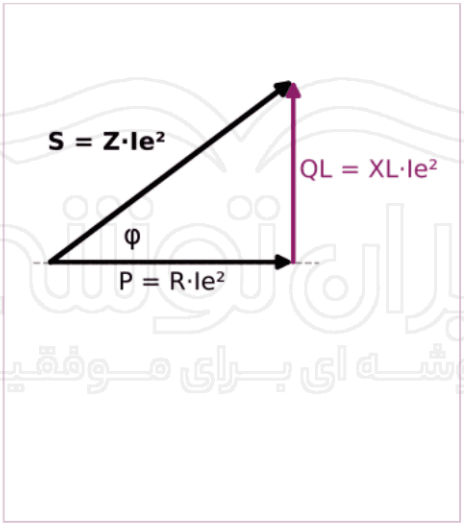
مقداری از انرژی الکتریکی که در واحد زمان در مقاومت اهمی مدار به گرما تبدیل می‌شود، «توان مؤثر» نام دارد و واحد آن وات است.

$W\ P = R \cdot Ie^2 = Ve \cdot Ie \cdot \cos\varphi$

۳۴ صفحه ۴۲ تمرین

4ـ مثلث توان روبه‌رو را برای یک مدار RL سری کامل کنید.

ضلع افقی توان مؤثر $P = R \cdot Ie^2$، ضلع عمودی (رو به بالا) توان غیرمؤثر سلف $QL = XL \cdot Ie^2$، وتر توان ظاهری $S = Z \cdot Ie^2 = Ve \cdot Ie = \sqrt{(P^2 + QL^2)}$ و زاویه‌ی بین S و P برابر φ است:



۳۵ صفحه ۴۲ تمرین

5ـ رابطه sinφ = XL/Z را در مدار RL سری به‌دست آورید.

$\sin\varphi = VL/Ve$ و با $VL = XL \cdot Ie$ و $Ve = Z \cdot Ie$:

$\sin\varphi = (XL \cdot Ie)/(Z \cdot Ie) = XL/Z$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۳۶ صفحه ۴۲ تمرین

6ـ معادل الکتریکی یک سیم‌پیچ به صورت RL سری با مقادیر $R = 3\Omega$ و $L = 2mH$ می‌باشد. با اتصال سیم‌پیچ به ولتاژ متناوب $v(t) = 100\sin(2000t + 53^\circ)$ مطلوب است:

الف) مقاومت ظاهری مدار ب) VR و VL ج) جریان مدار د) فرم قطبی جریان مدار

الف) $Z = \sqrt{(R^2 + XL^2)} = \sqrt{(3^2 + 4^2)} = 5\ \Omega$ ،$XL = \omega \cdot L = 2000 \times 2 \times 10^{-3} = 4\ \Omega$

ج) $Ie = Ve/Z = 70.7/5 = 14.14\ A$ ،$Ve = 100/\sqrt{2} = 70.7\ V$ $(Im = 100/5 = 20\ A)$

ب) $VR = R \cdot Ie = 3 \times 14.14 = 42.4\ V$ ،$VL = XL \cdot Ie = 4 \times 14.14 = 56.6\ V$

د) $\cos\varphi = R/Z = 0.6 \rightarrow \varphi = 53^\circ$ ،$\theta i = \theta v - \varphi = 53^\circ - 53^\circ = 0^\circ \leftarrow I = 14.14\angle 0^\circ\ A$ (یا $Im = 20\angle 0^\circ\ A$) یعنی

$i(t) = 20\sin 2000t$

این فایل توسط سایت ایران‌توشه تهیه شده است.

irantooshe.ir

۳۷ صفحه ۴۲ تمرین

7ـ در مدار شکل روبه‌رو ولتاژ سیم‌پیچ $v(t) = 250\sqrt{2}\sin(500t + 37^\circ)$ می‌باشد ($R = 6\Omega$ و $L = 16mH$). مطلوب است:

الف) مقاومت ظاهری ب) جریان مدار ج) VR و VL د) فرم قطبی ولتاژ و جریان منبع هـ) رسم دیاگرام برداری جریان و ولتاژها

الف) $Z = \sqrt{(6^2 + 8^2)} = 10\ \Omega$ ،$XL = \omega \cdot L = 500 \times 16 \times 10^{-3} = 8\ \Omega$

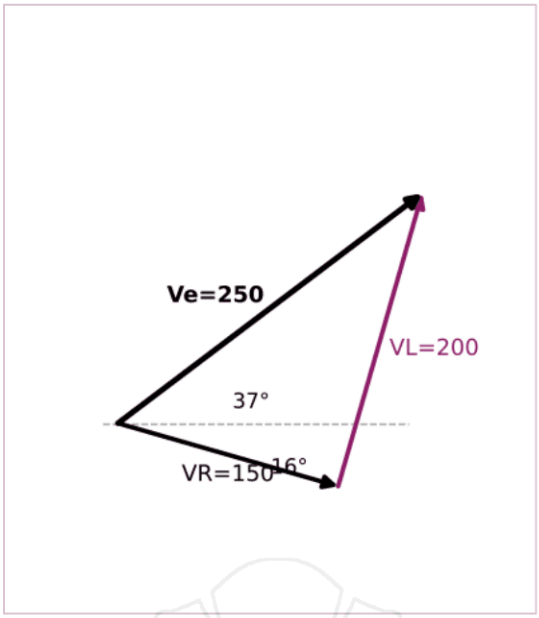
ب) $Ie = Ve/Z = 250/10 = 25\ A$ ،$Ve = 250\ V$

ج) $VR = R \cdot Ie = 6 \times 25 = 150\ V$ ،$VL = XL \cdot Ie = 8 \times 25 = 200\ V$

د) $\cos\varphi = R/Z = 0.6 \rightarrow \varphi = +53^\circ$ (پس‌فاز)، $\theta i = \theta v - \varphi = 37^\circ - 53^\circ = -16^\circ$

$V = 250\sqrt{2}\angle +37^\circ\ V$ (مؤثر: $250\angle 37^\circ$)، $I = 25\sqrt{2}\angle -16^\circ\ A$ (مؤثر: $25\angle -16^\circ$)

هـ) دیاگرام برداری (جریان مبنا فرض شده و VR با جریان همفاز، VL 90° جلوتر):



۳۸ صفحه ۴۳ تمرین

8ـ ضریب توان مؤثر شکل روبه‌رو 0/6 است. مطلوب است محاسبه:

الف) مقاومت ظاهری ب) ولتاژهای VR و VL ج) L و XL د) توان‌های مدار

(R = 30Ω ، Ve = 220V ، ω = 1000 rad/s)

الف) $Ie = Ve/Z = 220/50 = 4.4\ A$ ،$\cos\varphi = R/Z \rightarrow Z = R/\cos\varphi = 30/0.6 = 50\ \Omega$

ب) $VR = R\cdot Ie = 30\times4.4 = 132\ V$ ،$VL = \sqrt{(Ve^2 - VR^2)} = \sqrt{(220^2 - 132^2)} = 176\ V$

ج) $XL = \sqrt{(Z^2 - R^2)} = \sqrt{(50^2 - 30^2)} = 40\ \Omega$ ،$L = XL/\omega = 40/1000 = 0.04\ H = 40\ mH$

د) $P = R\cdot Ie^2 = 30\times4.4^2 = 580.8\ W$ ،$QL = XL\cdot Ie^2 = 40\times4.4^2 = 774.4\ VAR$ ،$S = Ve\cdot Ie = 220\times4.4 = 968\ VA$

۳۹ صفحه ۴۳ تمرین

9ـ در شکل روبه‌رو جریان عبوری از آمپرمتر را بیابید.

(Ve = 220 V ، P = 400 W ، Q = 300 VAR ، ω = 500 rad/s)

$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = \sqrt{(400^2 + 300^2)} = 500\ VA$

$S = Ve\cdot Ie \rightarrow Ie = S/Ve = 500/220 = 2.27\ A$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۴۰ صفحه ۴۳ تمرین

10ـ با اتصال ولتاژ $v(t) = 200\sqrt{2}\sin(500t)$ به یک سیم‌پیچ جریان الکتریکی $i(t) = 4\sqrt{2}\sin(500t - 53^\circ)$ از آن عبور می‌کند. مقدار R و XL را به‌دست آورید.

$Ve = 200\ V$، $Ie = 4\ A$، $\varphi = \theta v - \theta i = 0 - (-53^\circ) = +53^\circ$ (پس‌فاز)

$Z = Ve/Ie = 200/4 = 50\ \Omega$

$R = Z\cdot\cos\varphi = 50\times0.6 = 30\ \Omega$، $XL = Z\cdot\sin\varphi = 50\times0.8 = 40\ \Omega$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۴۱ صفحه ۴۸ فعالیت

رابطه $Z = \sqrt{(R^2 + XC^2)}$ را اثبات نمایید.

از مثلث ولتاژ مدار RC سری: $Ve^2 = VR^2 + VC^2$

با قرار دادن $Ve = Z\cdot Ie$، $VR = R\cdot Ie$ و $VC = XC\cdot Ie$: $Z^2\cdot Ie^2 = (R^2 + XC^2)\cdot Ie^2$

با ساده کردن Ie^2: $Z = \sqrt{(R^2 + XC^2)}$

۴۲ صفحه ۴۸ فعالیت

ثابت کنید در مدار RC سری $\cos\varphi = R/Z$ می‌باشد.

در مثلث ولتاژ: $\cos\varphi = VR/Ve = (R\cdot Ie)/(Z\cdot Ie) = R/Z$

۴۳ صفحه ۵۳ تمرین

1ـ در جاهای خالی عبارت مناسب بنویسید.

الف) مقاومت الکتریکی R در خازن ناشی از ..... ، ..... و مساحت صفحات خازن است.

ب) مقاومت خازنی با سرعت زاویه‌ای و ..... رابطه عکس دارد.

ج) افت ولتاژ دو سر خازن از جریان عبوری آن به اندازه 90° ..... است.

د) مقدار انرژی الکتریکی که در واحد زمان در خازن ذخیره می‌شود ..... نام دارد.

- الف) جنس (دی‌الکتریک / هادی) و ضخامت
- ب) ظرفیت خازن ($XC = 1/(\omega C)$)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

ج) عقب‌تر

د) توان غیرمؤثر خازن (QC)

۴۴ صفحه ۵۳ تمرین

2ـ درستی یا نادرستی هر عبارت را مشخص کنید.

الف) مدار الکتریکی که از معادل‌سازی خازن به‌دست می‌آید شامل اتصال سری یک مقاومت الکتریکی و ظرفیت خازن است.

ب) توان ظاهری در مدار RC را می‌توان از رابطه Ve·Ie·sinφ محاسبه کرد.

ج) در مدار RC سری جریان منبع از ولتاژ منبع به اندازه φ جلوتر است.

د) در مدار RC سری نسبت VL/VR ضریب توان مؤثر است.

الف) صحیح

ب) غلط؛ S = Ve·Ie است (Ve·Ie·sinφ توان غیرمؤثر را می‌دهد).

ج) صحیح (مدار پیش‌فاز است).

د) غلط؛ ضریب توان مؤثر cosφ = VR/Ve است و در مدار RC سلف وجود ندارد.

۴۵ صفحه ۵۳ تمرین

3ـ مقاومت خازنی را تعریف کنید و عوامل مؤثر بر آن را نام ببرید.

مخالفت خازن در مقابل عبور جریان متناوب (ناشی از تغییرات ولتاژ آن) را مقاومت خازنی XC می‌گویند و واحد آن اهم است:

$XC = 1/(\omega \cdot C) = 1/(2\pi fC)$

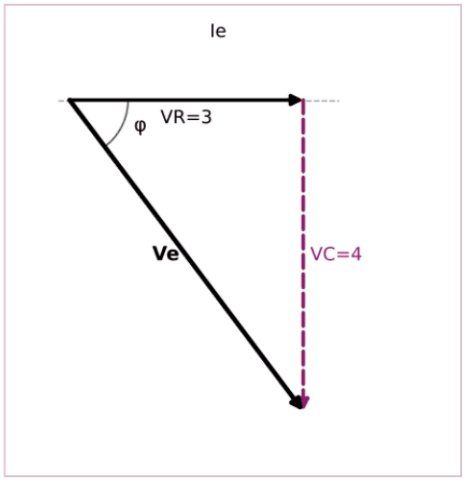
عوامل مؤثر: ظرفیت خازن (C) و فرکانس منبع (f) یا سرعت زاویه‌ای (ω)؛ با افزایش هر کدام XC کم می‌شود.

۴۶ صفحه ۵۳ تمرین

4ـ دیاگرام برداری جریان و ولتاژهای مدار RC سری را رسم کنید.

جریان مبنا است؛ VR با جریان همفاز و VC به اندازه‌ی 90° از جریان عقب‌تر است و Ve برآیند آن‌هاست (جریان از ولتاژ منبع به اندازه‌ی φ جلوتر است):

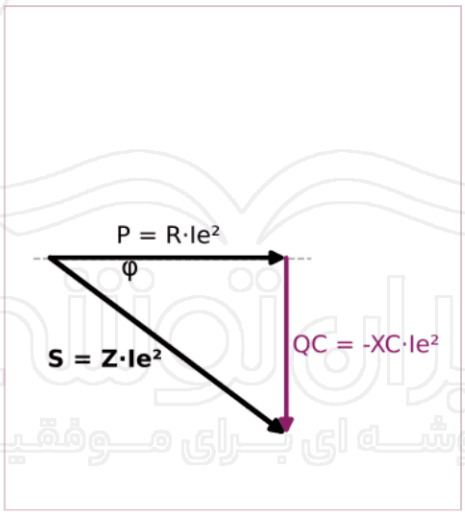
ایران توشه
توشه ای برای موفقیت



۴۷ صفحه ۵۳ تمرین

5ـ مثلث توان زیر را برای مدار RC سری کامل کنید.

ضلع افقی $P = R \cdot Ie^2$، ضلع عمودی رو به پایین $QC = -XC \cdot Ie^2$، وتر $S = Z \cdot Ie^2 = Ve \cdot Ie = \sqrt{(P^2 + QC^2)}$ و زاویه‌ی φ (منفی، پیش‌فاز) بین S و P:



۴۸ صفحه ۵۳ تمرین

6ـ رابطه $\sin\varphi = XC/Z$ را در مدار RC سری به‌دست آورید.

$\sin\varphi = VC/Ve = (XC \cdot Ie)/(Z \cdot Ie) = XC/Z$ (بزرگی؛ در مدار RC زاویه‌ی φ منفی است)

۴۹ صفحه ۵۳ تمرین

7ـ معادل الکتریکی یک خازن به صورت RC سری با مقادیر $R = 3\Omega$ و $C = 250\mu F$ می‌باشد. با اتصال خازن به ولتاژ متناوب جریان $i(t) = 5\sqrt{2}\sin(1000t + 53^\circ)$ از آن می‌گذرد. مطلوب است محاسبه:

الف) Z ب) VR و VC ج) Ve د) فرم قطبی جریان و ولتاژ منبع

الف) $Z = \sqrt{(3^2 + 4^2)} = 5\ \Omega$، $XC = 1/(\omega C) = 1/(1000\times250\times10^{-6}) = 4\ \Omega$

ب) $Ie = 5\sqrt{2}/\sqrt{2} = 5\ A$، $VR = R\cdot Ie = 3\times5 = 15\ V$، $VC = XC\cdot Ie = 4\times5 = 20\ V$

ج) $Ve = \sqrt{(15^2 + 20^2)} = 25\ V$ (یا $Ve = Z\cdot Ie = 5\times5 = 25\ V$)

د) $\cos\varphi = R/Z = 0.6 \rightarrow |\varphi| = 53^\circ$ و مدار پیش‌فاز است ($\varphi = -53^\circ$): $\theta v = \theta i + \varphi = 53^\circ - 53^\circ = 0^\circ$

$I = 5\sqrt{2}\angle+53^\circ\ A$ (مؤثر: $5\angle53^\circ$)، $V = 25\sqrt{2}\angle0^\circ\ V$ (مؤثر: $25\angle0^\circ$)

۵۰ صفحه ۵۴ تمرین

8ـ در مدار شکل روبه‌رو ($v(t) = 100\sin(500t - 37^\circ)$ می‌باشد ($R = 10\Omega$، ولت‌متر 50V). مطلوب است:

الف) ظرفیت خازن ب) فرم قطبی جریان منبع ج) توان‌های مدار د) رسم مثلث توان

$Ve = 100/\sqrt{2} = 70.7\ V$. ولتاژ 50 V یکی از VR یا VC است و در هر دو حالت (چون $VR^2 + VC^2 = Ve^2 = 5000$) داریم $VR = VC = 50\ V$. پس:

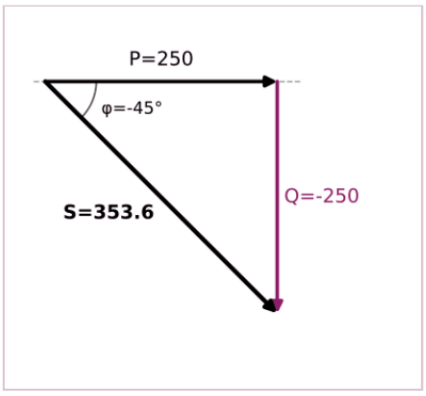
$Ie = VR/R = 50/10 = 5\ A$، $XC = VC/Ie = 50/5 = 10\ \Omega$

الف) $C = 1/(\omega\cdot XC) = 1/(500\times10) = 200\ \mu F$

ب) $\varphi = -\tan^{-1}(XC/R) = -45^\circ$، $\theta i = \theta v - \varphi = -37^\circ + 45^\circ = +8^\circ \leftarrow I = 5\angle+8^\circ\ A$ (ماکزیمم $5\sqrt{2}\angle8^\circ$)

ج) $P = R\cdot Ie^2 = 10\times25 = 250\ W$، $QC = -XC\cdot Ie^2 = -250\ VAR$، $S = Ve\cdot Ie = 353.6\ VA$

د) مثلث توان: $P = 250$ افقی، $QC = 250$ رو به پایین و $S = 353.6$، زاویه‌ی 45°.



این جواب ممکن است دقیق نباشد.

ایران توشه
توشه‌ای برای موفقیت

۵۱ صفحه ۵۴ تمرین

9ـ دیاگرام برداری یک RC سری مطابق شکل روبه‌رو است. توان‌های مدار را به‌دست آورید و فرم قطبی توان ظاهری را بنویسید.

($V = 100\ V$ ، $I = 5\ A$ ، $\varphi = 53^\circ$)

جریان از ولتاژ به اندازه‌ی 53° جلوتر است (پیش‌فاز): $\varphi = -53^\circ$

$S = V \cdot I = 100 \times 5 = 500\ VA$ ، $P = S \cdot \cos\varphi = 500 \times 0.6 = 300\ W$ ، $QC = S \cdot \sin\varphi = 500 \times (-0.8) = -400\ VAR$

$S = 500 \angle -53^\circ\ VA$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۵۲ صفحه ۵۴ تمرین

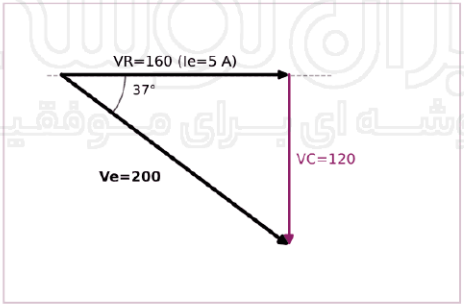
10ـ جریان و ولتاژ یک مدار RC به صورت $I = 5\angle 0^\circ$ و $V = 200\angle -37^\circ$ می‌باشد. در صورتی که $\omega = 2000\ rad/s$ باشد، مطلوب است:

الف) R و C ب) دیاگرام برداری ولتاژها و جریان مدار

$Z = V/I = 200/5 = 40\ \Omega$ ، $\varphi = \theta v - \theta i = -37^\circ - 0 = -37^\circ$

الف) $R = Z \cdot \cos\varphi = 40 \times 0.8 = 32\ \Omega$ ، $XC = Z \cdot |\sin\varphi| = 40 \times 0.6 = 24\ \Omega$ ، $C = 1/(\omega \cdot XC) = 1/(2000 \times 24) = 20.8\ \mu F$

ب) $VR = R \cdot I = 160\ V$ (همفاز با جریان)، $VC = XC \cdot I = 120\ V$ (90° عقب‌تر)، $Ve = 200\ V$ (37° عقب‌تر از جریان):

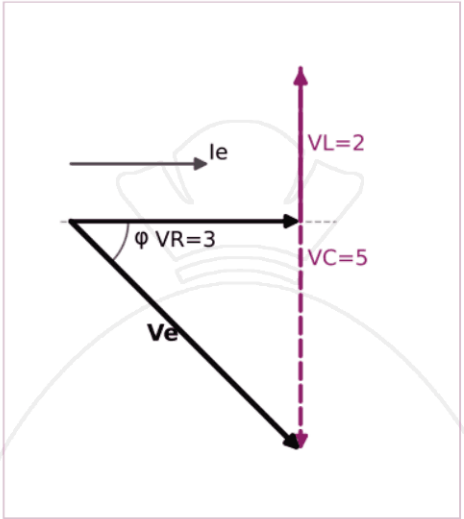


ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۵۳ صفحه ۵۸ فعالیت

دیاگرام برداری جریان و ولتاژهای مدار RLC سری که VC > VL است را رسم نمایید و نتیجه بگیرید مدار پیش‌فاز است.

جریان مبنا است؛ VR با جریان همفاز، VL ۹۰° جلوتر (رو به بالا) و VC ۹۰° عقب‌تر (رو به پایین). چون VC > VL است برآیند VC − VL رو به پایین می‌شود و Ve نسبت به جریان در جهت ساعتگرد (عقب‌تر) قرار می‌گیرد، یعنی جریان از ولتاژ منبع به اندازه‌ی φ جلوتر است؛ پس مدار پیش‌فاز (خازنی) است.



۵۴ صفحه ۶۱ فعالیت

رابطه $Z = \sqrt{(R^2 + (XL - XC)^2)}$ را اثبات نمایید.

از مثلث ولتاژ مدار RLC سری: $Ve^2 = VR^2 + (VL - VC)^2$

با قرار دادن $Ve = Z \cdot Ie$، $VR = R \cdot Ie$، $VL = XL \cdot Ie$ و $VC = XC \cdot Ie$:

$Z = \sqrt{(R^2 + (XL - XC)^2)} \leftarrow Z^2 \cdot Ie^2 = R^2 \cdot Ie^2 + (XL - XC)^2 \cdot Ie^2$

۵۵ صفحه ۶۱ فعالیت

ثابت کنید در مدار RLC سری $\cos\varphi = R/Z$ می‌باشد.

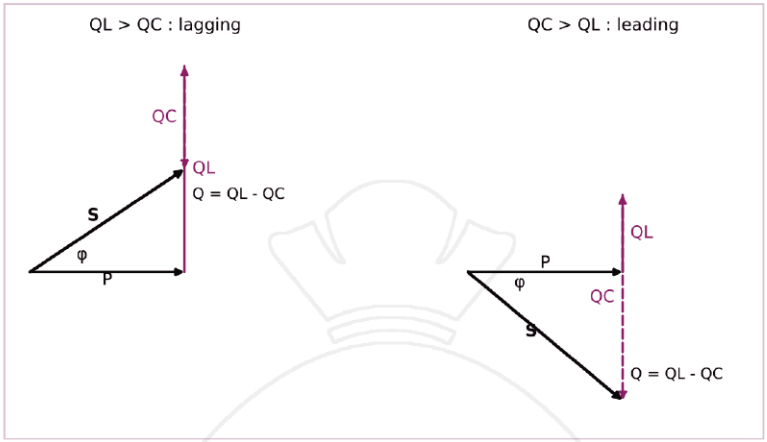
از مثلث ولتاژ: $\cos\varphi = VR/Ve = (R \cdot Ie)/(Z \cdot Ie) = R/Z$

irantooshe.ir

۵۶ صفحه ۶۵ فعالیت

مثلث توان مدار RLC سری که QC < QL است را رسم نمایید.

P افقی رسم می‌شود؛ QL رو به بالا و QC رو به پایین است و برآیند آن‌ها Q = QL – QC است. هر دو حالت در شکل آمده است: وقتی QL > QC باشد Q مثبت و مدار پس‌فاز است و وقتی QC > QL باشد Q منفی و مدار پیش‌فاز است؛ $S = \sqrt{(P^2 + (QL - QC)^2)}$.



۵۷ صفحه ۶۷ پرسش

1ـ کاربرد مدار RLC سری را بنویسید.

2ـ چگونگی معادل‌سازی مدار RLC را شرح دهید.

3ـ مدار RLC سری را تعریف کنید.

1. برای معادل‌سازی اتصال سری یک سیم‌پیچ با یک خازن به‌کار می‌رود؛ این اتصال در موتورهای الکتریکی تک‌فاز (مثلاً موتور خازنی) استفاده می‌شود.
2. سیم‌پیچ علاوه بر ضریب خودالقایی L مقاومت اهمی دارد و خازن نیز علاوه بر ظرفیت C مقاومت اهمی دارد؛ چون این دو سری‌اند، دو مقاومت اهمی با هم جمع شده و یک مقاومت R می‌سازند. در نتیجه مدار معادل از اتصال سری R، L و C به‌دست می‌آید.
3. مداری که از اتصال سری یک مقاومت اهمی R، یک سلف با ضریب خودالقایی L و یک خازن با ظرفیت C تشکیل شده و به منبع ولتاژ متناوب وصل می‌شود، مدار RLC سری نام دارد.

۵۸ صفحه ۶۷ پرسش

4ـ در هر یک از شکل‌های زیر پس‌فاز یا پیش‌فاز بودن مدار را تعیین کنید.

(شکل اول: دیاگرام برداری ولتاژها شامل VR، VL و VC؛ شکل دوم: مثلث توان شامل P، QL و QC)

قاعده: در مدار RLC سری اگر VL > VC (یا QL > QC یا XL > XC) باشد، ولتاژ منبع از جریان جلوتر است و مدار **پس‌فاز** (القایی) است؛ اگر VC > VL (یا QC > QL) باشد، جریان از ولتاژ جلوتر است و مدار **پیش‌فاز** (خازنی) است.

در هر شکل طول بردار رو به بالا (VL یا QL) را با طول بردار رو به پایین (VC یا QC) مقایسه می‌کنیم؛ برآیند آن‌ها رو به بالا باشد پس‌فاز و رو به پایین باشد پیش‌فاز است.

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۵۹ صفحه ۶۷ پرسش

5ـ ویژگی‌های مدار RLC سری را بنویسید.

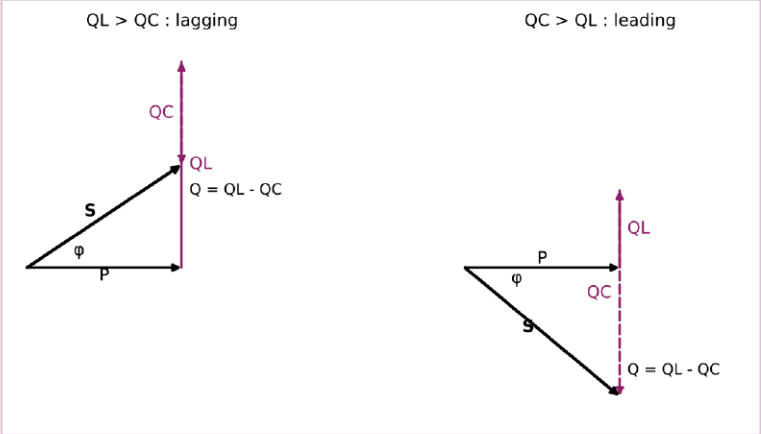
- جریان در همه‌ی عناصر یکسان است: $Ie = IR = IL = IC$
- ولتاژ منبع برآیند برداری ولتاژهاست: $Ve = \sqrt{(VR^2 + (VL - VC)^2)}$
- مقاومت ظاهری: $Ie = Ve/Z$ و $Z = \sqrt{(R^2 + (XL - XC)^2)}$
- $\cos\varphi = R/Z$؛ اگر XL > XC مدار پس‌فاز، اگر XC > XL مدار پیش‌فاز و اگر XL = XC مدار اهمی (حالت تشدید با Z = R) است.
- توان مؤثر $P = R \cdot Ie^2$، توان غیرمؤثر $Q = QL + QC = (XL - XC) \cdot Ie^2$ و توان ظاهری $S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = Ve \cdot Ie$

۶۰ صفحه ۶۷ پرسش

6ـ مثلث توان یک مدار RLC سری را در حالت QC > QL رسم نمایید.

با QL > QC: $Q = QL - QC > 0$ رو به بالا و مدار پس‌فاز است. (حالت مقابل، QC > QL، در شکل سمت راست آمده است.)

توشه ای برای موفقیت



۶۱ صفحه ۶۸ پرسش

7ـ در مدار الکتریکی شکل روبه‌رو مطلوب است:

الف) ولتاژ هر کدام از عناصر مدار ب) ضریب توان مؤثر و ضریب توان غیرمؤثر ج) توان‌های مدار و مثلث توان

($R = 6\Omega$ ، $X_L = 8\Omega$ ، $X_C = 16\Omega$ ، $i(t) = 5\sqrt{2}\sin \omega t$)

$I_e = 5\ A$

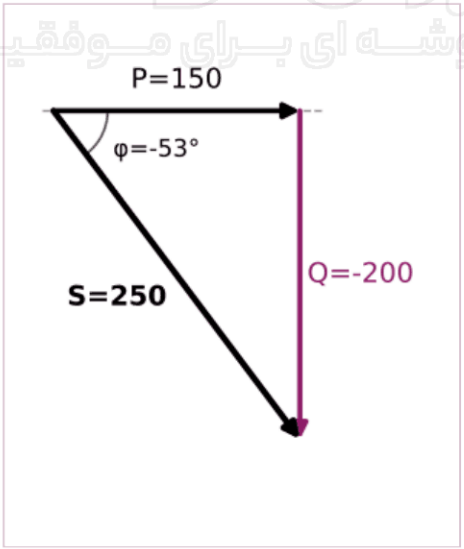
الف) $V_R = 6\times5 = 30\ V$ ،$V_L = 8\times5 = 40\ V$ ،$V_C = 16\times5 = 80\ V$

ب) $Z = \sqrt{(6^2 + (8-16)^2)} = 10\ \Omega$ ،$V_e = 10\times5 = 50\ V$ ،$\cos\varphi = R/Z = 0.6$ ،$\sin\varphi = (X_L-X_C)/Z = -0.8$

(پیش‌فاز، $\varphi = -53^\circ$)

ج) $P = R\cdot I_e^2 = 150\ W$ ،$Q_L = 8\times25 = +200\ VAR$ ،$Q_C = -16\times25 = -400\ VAR$ ،$Q = -200\ VAR$ ،$S = \sqrt{(150^2 + 200^2)} = 250\ VA$

مثلث توان: $P = 150$ افقی، $Q = 200$ رو به پایین و $S = 250$ با زاویه‌ی -53°.



ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۶۲ صفحه ۶۸ پرسش

8ـ در مدار الکتریکی RLC سری روبه‌رو مطلوب است:

الف) VR و IR ب) Z ج) XL و XC

(R = 10Ω ، Ve = 100V ، VL = 100V ، VC = 160V)

الف) $Ve^2 = VR^2 + (VL - VC)^2 \leftarrow 100^2 = VR^2 + (100 - 160)^2 \leftarrow VR^2 = 10000 - 3600 = 6400 \leftarrow VR = 80\ V$

$IR = VR/R = 80/10 = 8\ A$ (جریان همه‌ی عناصر برابر است: $Ie = 8\ A$)

ب) $Z = Ve/Ie = 100/8 = 12.5\ \Omega$

ج) $XL = VL/Ie = 100/8 = 12.5\ \Omega$ ،$XC = VC/Ie = 160/8 = 20\ \Omega$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۶۳ صفحه ۶۸ پرسش

9ـ در یک مدار RLC سری معادله زمانی ولتاژ منبع $v(t) = 200\sqrt{2}\sin(1000t)$ و $i(t) = 4\sqrt{2}\sin(1000t - 37^\circ)$ می‌باشد و $C = 100\mu F$ است. مطلوب است محاسبه R و L.

$Ve = 200\ V$، $Ie = 4\ A$ ،$Z = 200/4 = 50\ \Omega$ ،$\varphi = \theta v - \theta i = 0 - (-37^\circ) = +37^\circ$ (پس‌فاز)

$R = Z\cdot\cos\varphi = 50\times0.8 = 40\ \Omega$ ،$XL - XC = Z\cdot\sin\varphi = 50\times0.6 = 30\ \Omega$

$XC = 1/(\omega C) = 1/(1000\times100\times10^{-6}) = 10\ \Omega \leftarrow XL = 30 + 10 = 40\ \Omega$

$L = XL/\omega = 40/1000 = 0.04\ H = 40\ mH$

۶۴ صفحه ۶۸ پرسش

10ـ در مدار الکتریکی RLC سری شکل روبه‌رو در صورتی که ضریب توان مؤثر 0/6 باشد مطلوب است محاسبه مقدار XC در دو حالت زیر:

الف) مدار پیش‌فاز باشد. ب) مدار پس‌فاز باشد.

(R = 12Ω ، XL = 20Ω)

$Z = R/\cos\varphi = 12/0.6 = 20\ \Omega$ ،$|XL - XC| = \sqrt{(Z^2 - R^2)} = \sqrt{(400 - 144)} = 16\ \Omega$

الف) پیش‌فاز ($XC > XL$): $XC - 20 = 16 \leftarrow XC = 36\ \Omega$

ب) پس‌فاز (XL > XC): 16 = XC − 20 ← XC = 4 Ω

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۶۵ صفحه ۶۸ پرسش

11ـ در مدار الکتریکی RLC سری روبه‌رو مطلوب است:

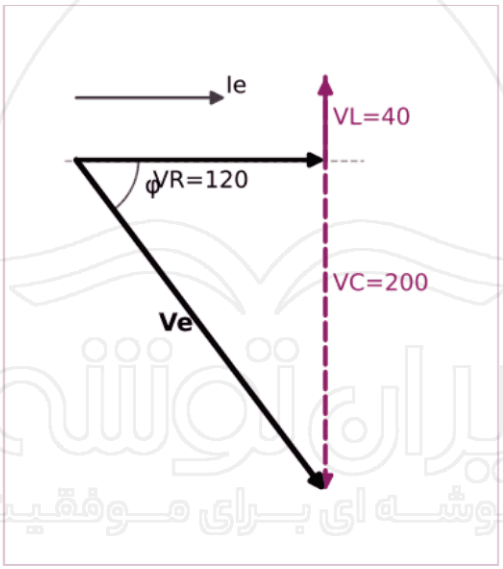
الف) مقاومت ظاهری مدار ب) ولتاژ منبع و رسم دیاگرام برداری ولتاژها و جریان ج) توان‌های مدار و رسم مثلث توان

(R = 12Ω ، L = 8mH ، C = 100μF ، v(t) = 200√2 sin 500t)

الف) $XL = 500\times8\times10^{-3} = 4\ \Omega$ ،$XC = 1/(500\times100\times10^{-6}) = 20\ \Omega$ ،$Z = \sqrt{(12^2 + (4-20)^2)} = 20\ \Omega$

ب) $Ve = 200\ V$ ،$Ie = 200/20 = 10\ A$ ،$VR = 120\ V$ ،$VL = 40\ V$ ،$VC = 200\ V$ (بررسی: $\sqrt{(120^2 + 160^2)} = 200$)

$\cos\varphi = 12/20 = 0.6$ ،$XC > XL$ ← پیش‌فاز، $\varphi = -53^\circ$ ،$+53^\circ = 0 + 53^\circ = \theta v - \varphi = \theta i$ ← $V = 200\sqrt{2}\angle0^\circ\ V$ و $I = 10\sqrt{2}\angle+53^\circ\ A$



ج) $P = 12\times100 = 1200\ W$ ،$QL = 4\times100 = +400\ VAR$ ،$QC = -20\times100 = -2000\ VAR$ ،$Q = -1600\ VAR$ ،$S =$ $Ve\cdot Ie = 2000\ VA$ (بررسی: $\sqrt{(1200^2 + 1600^2)} = 2000$) و مثلث توان پیش‌فاز با زاویه‌ی -53°.

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۶۶ صفحه ۶۹ پرسش

12ـ در مدار RLC سری شکل روبه‌رو VL = 5VC می‌باشد. مطلوب است محاسبه: الف) L و C

(R = 30Ω ، v(t) = 100√2 sin(1000t) ، i(t) = 2√2 sin(1000t − 53°))

$Z = 100/2 = 50\ \Omega$ ،$\varphi = 0 - (-53^\circ) = +53^\circ$ (پس‌فاز)، $XL - XC = Z\cdot\sin\varphi = 50\times0.8 = 40\ \Omega$ (بررسی: $R = 50\times0.6 = 30\ \Omega$ ✓)

از $VL = 5\cdot VC$ نتیجه می‌شود $XL = 5\cdot XC$، پس $5XC - XC = 40 \leftarrow XC = 10\ \Omega$ و $XL = 50\ \Omega$

$C = 1/(\omega\cdot XC) = 1/(1000\times10) = 100\ \mu F$ ،$L = XL/\omega = 50/1000 = 50\ mH$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۶۷ صفحه ۶۹ پرسش

13ـ مثلث توان یک مدار RLC سری به‌صورت مقابل است. مطلوب است:

الف) توان‌های مؤثر و غیرمؤثر مدار ب) توان ظاهری و ضریب قدرت مؤثر ج) در صورتی که Ie = 5 [A] باشد ولتاژ منبع را بیابید.

(P = 300 W ، QL = +500 VAR ، QC = −100 VAR)

الف) $P = 300\ W$، $Q = QL + QC = 500 + (-100) = +400\ VAR$

ب) $S = \sqrt{(300^2 + 400^2)} = 500\ VA$، $\cos\varphi = P/S = 300/500 = 0.6$ (پس‌فاز)

ج) $Ve = S/Ie = 500/5 = 100\ V$

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۶۸ صفحه ۶۹ پرسش

14ـ در مدار الکتریکی شکل روبه‌رو ولت‌متر V1 مقدار 60 ولت را نشان می‌دهد. مقداری که ولت‌متر V2 و آمپرمتر نشان می‌دهد را به‌دست آورید.

(Ve = 100V ، مقاومت‌ها 10Ω، 15Ω و 30Ω)

با فرض این‌که ولت‌متر V1 دو سر مقاومت $R = 15\ \Omega$ و V2 دو سر ترکیب سلف ($XL = 10\ \Omega$) و خازن ($XC = 30\ \Omega$) است:

آمپرمتر: $Ie = V1/R = 60/15 = 4\ A$

$V2 = |XL - XC|\cdot Ie = |10 - 30|\times4 = 80\ V$ (بررسی: $Ve = 100\ V = \sqrt{(60^2 + 80^2)}$ ✓)

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

۶۹ صفحه ۸۱ فعالیت

ثابت کنید توان ظاهری مصرف‌کننده سه فاز در اتصال مثلث و ستاره از رابطه $S3\varphi = \sqrt{3}\cdot VL\cdot IL$ به‌دست می‌آید.

توان ظاهری سه‌فاز: $S3\varphi = 3\cdot VP\cdot IP$

اتصال ستاره: $VP = VL/\sqrt{3}$ و $IP = IL \leftarrow S3\varphi = 3\cdot(VL/\sqrt{3})\cdot IL = \sqrt{3}\cdot VL\cdot IL$ (چون $3/\sqrt{3} = \sqrt{3}$)

اتصال مثلث: $VP = VL$ و $IP = IL/\sqrt{3} \leftarrow S3\varphi = 3\cdot VL\cdot(IL/\sqrt{3}) = \sqrt{3}\cdot VL\cdot IL$

پس در هر دو اتصال $S3\varphi = \sqrt{3}\cdot VL\cdot IL$ است.

۷۰ صفحه ۸۱ تمرین

۱ـ مفاهیم زیر را تعریف کنید

الف) شبکه الکتریکی سه فاز ب) ولتاژ فازی ج) جریان خطی

- الف) شبکه‌ای که شامل سه ولتاژ با اختلاف فاز 120 درجه نسبت به یکدیگر و دامنه‌ی برابر باشد، شبکه‌ی الکتریکی سه‌فاز نام دارد.
- ب) اختلاف پتانسیل الکتریکی هر فاز با سیم نول را ولتاژ فازی (VP) می‌گویند.
- ج) جریانی که مصرف‌کننده‌ی سه‌فاز از شبکه دریافت می‌کند (جریان سیم‌های خط) را جریان خطی (IL) می‌گویند.

۷۱ صفحه ۸۱ تمرین

۲ـ در جای خالی کلمات مناسب بنویسید.

الف) مدارهای الکتریکی سه فاز برای ..... اتصال مصرف‌کننده‌های سه فاز استفاده می‌شود.

ب) ولتاژ در شبکه‌های سه فاز به‌صورت ..... و ..... قابل اندازه‌گیری است.

ج) اتصال مصرف‌کننده‌های تک‌فاز به شبکه سه‌فاز ..... ایجاد می‌کند.

- الف) معادل‌سازی
- ب) ولتاژ فازی و ولتاژ خطی
- ج) اتصال ستاره‌ی نامتعادل

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

این فایل توسط سایت ایران‌توشه تهیه شده است.
irantooshe.ir

۷۲ صفحه ۸۱ تمرین

3ـ درستی و نادرستی جملات زیر را تعیین کنید.

الف) اختلاف پتانسیل بین دو فاز را ولتاژ خطی گویند.

ب) جریانی که مصرف‌کننده سه فاز از شبکه دریافت می‌کند را جریان فازی گویند.

ج) برای محاسبه جریان خطی از رابطه IP = VL/Z استفاده می‌شود.

- الف) صحیح
- ب) غلط؛ این جریان را جریان خطی می‌گویند (جریان فازی جریانی است که در هر مقاومت ظاهری مصرف‌کننده جاری می‌شود).
- ج) غلط؛ رابطه‌ی VL/Z جریان فازی را در اتصال مثلث می‌دهد؛ جریان خطی در مثلث $IL = \sqrt{3}\cdot IP$ و در ستاره $IL = IP = VP/Z$ است.

۷۳ صفحه ۸۲ تمرین

4ـ یک مصرف‌کننده الکتریکی مطابق شکل روبه‌رو به شبکه سه‌فاز 400 ولت متصل شده است. اگر $R = 20\Omega$ و $XL = 20\Omega$ باشد، مطلوب است:

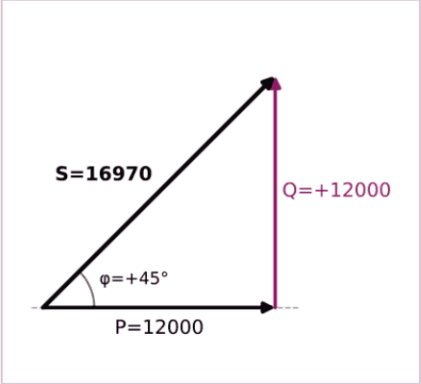
الف) جریان فازی و خطی ب) توان‌های مدار ج) رسم مثلث توان

با فرض اتصال مثلث: $Z = \sqrt{(20^2 + 20^2)} = 28.28\ \Omega$، $\cos\varphi = R/Z = 0.707$، $\varphi = 45^\circ$

الف) $IP = VL/Z = 400/28.28 = 14.14\ A$، $IL = \sqrt{3}\cdot IP = 1.732\times14.14 = 24.5\ A$

ب) $P3\varphi = 3\cdot R\cdot IP^2 = 3\times20\times200 = 12000\ W$، $Q3\varphi = 3\cdot XL\cdot IP^2 = 12000\ VAR$، $S3\varphi = 3\cdot VL\cdot IP = 3\times400\times14.14 = 16970\ VA$

ج) مثلث توان پس‌فاز: $P = 12\ kW$ افقی، $Q = 12\ kVAR$ عمودی رو به بالا و $S = 16.97\ kVA$ با زاویه‌ی 45°.



این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۷۴ صفحه ۸۲ تمرین

5ـ یک مصرف‌کننده سه فاز مطابق شکل روبه‌رو به شبکه سه فاز 400 [V] متصل شده است (Z = 20Ω در هر فاز). مطلوب است:

الف) توان ظاهری ب) اگر اتصال مصرف‌کننده به حالت مثلث درآید توان ظاهری را محاسبه کنید. ج) از مقایسه توان ظاهری دو حالت ستاره و مثلث چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

الف) (اتصال ستاره) $VP = 400/\sqrt{3} = 230.9\ V$، $IP = IL = VP/Z = 230.9/20 = 11.55\ A$

$S3\varphi = 3 \cdot VP \cdot IP = 3 \times 230.9 \times 11.55 = 8000\ VA = 8\ kVA$

ب) (اتصال مثلث) $VP = VL = 400\ V$، $IP = 400/20 = 20\ A$، $S3\varphi = 3 \cdot VP \cdot IP = 3 \times 400 \times 20 = 24000\ VA = 24\ kVA$

ج) S(ستاره)/S(مثلث) = 24000/8000 = 3؛ با همان بار و همان شبکه، توان ظاهری (و در نتیجه توان مؤثر) در اتصال مثلث سه برابر اتصال ستاره است.

این جواب ممکن است دقیق نباشد.

۷۵ صفحه ۸۲ تمرین

6ـ توان مؤثر مصرف‌کننده الکتریکی شکل مقابل 2/4 [kW] است. مطلوب است محاسبه:

الف) مقدار R ب) ضریب توان ج) رسم مثلث توان

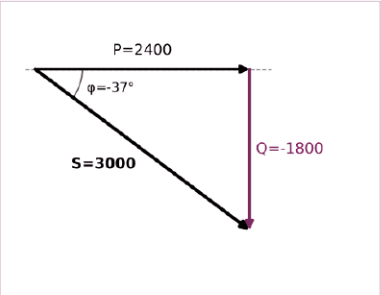
(اتصال ستاره، $IL = 10A$، $XC = 6\Omega$)

در اتصال ستاره $IP = IL = 10\ A$

الف) $P3\varphi = 3 \cdot R \cdot IP^2 \leftarrow 2400 = 3 \times R \times 100 \leftarrow R = 8\ \Omega$

ب) $Z = \sqrt{(8^2 + 6^2)} = 10\ \Omega$، $\cos\varphi = R/Z = 8/10 = 0.8$ (پیش‌فاز)

ج) $Q_{3\varphi} = -3 \cdot X_C \cdot I_P^2 = -3 \times 6 \times 100 = -1800\ \text{VAR}$، $S_{3\varphi} = \sqrt{(2400^2 + 1800^2)} = 3000\ \text{VA}$؛ مثلث توان پیش‌فاز: $P = 2.4\ \text{kW}$ افقی، $Q = 1.8\ \text{kVAR}$ رو به پایین و $S = 3\ \text{kVA}$ با زاویه‌ی -37°



این جواب ممکن است دقیق نباشد.

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت