Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

فصل پنجم: توان و انرژی

دراین فصل به بررسی انرژی، توان لحظه ای و متوسط، و حالات مختلف آن، درصد توان مصرفی و انتقال توان ماکزیمم میپردازیم.

توان

توان لحظه ای

نرخ انتقال یا دریافت انرژی الکتریکی در واحد زمان را توان الکتریکی گویند، که یکای آن Watt یا $\frac{J}{S}$ است.

$$P = \frac{w}{t} \text{ یا } P = \frac{dw}{dt}$$

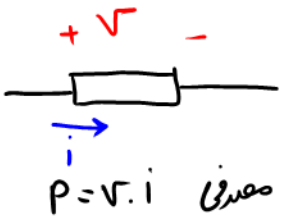
توان لحظه ای: حاصل ضرب ولتاژ و جریان در هرلحظه است

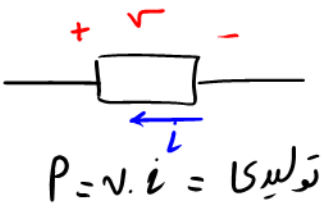
$$P(t) = v(t)i(t)$$

که با جایگذاری قانون اهم در فرمول بالا به جای هریک از ولتاژ یا جریان داریم:

$$P(t) = v(t)i(t) = \frac{V^2}{R} = Ri^2$$

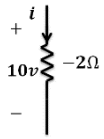
مصرف یا تولیدکنندگی توان یک المان به جهت جریان و پلاریته ولتاژ آن بستگی دارد، اگر جریان طبق جهت قراردادی، به سر مثبت المان وارد شود، المان مصرف کننده و در غیر اینصورت تولیدکننده است. معمولا عناصر غیرفعال(passive) مانند مقاومت مثبت، مصرف کننده ی توان و عناصر فعال(active) مانند مقاومت منفی، تولید کننده ی توان هستند.





Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

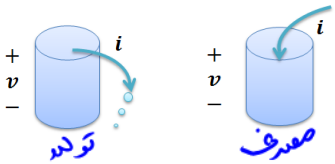
برای مثال مقاومت منفی زیر را در نظر بگیرید:



$I = \frac{10}{-2} = -5 \rightarrow P = I.V = 10 \times -5 = -50w$ مصرفی $\rightarrow +50w$ تولید

$P = \frac{V^2}{R} = \frac{10^2}{-2} = -50w$ مصرف $\rightarrow +50w$ تولید

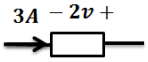
برای درک بهتر مفهوم تولید یا مصرف کنندگی توان، یک ظرف آب رو در نظر بگیرید، وقتی ظرف آب در حال خالی شدن است توان تولید میکند و هنگام پرشدن توان مصرف می‌کند و هنگام پر شدن توان مصرف می کند .



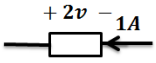
بنابراین میتوان گفت، اگر المانی $-P$ وات توان تولید کند، این المان مصرف کننده $+P$ وات است. فهمیدن این نکته خیلی ساده است، وقتی شما منفی یک میلیون پس انداز داشته باشید معادل این است که یک میلیون بدهی دارید!

سوالات دست گرمی

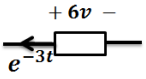
مثال۵-۱) توان لحظه ای تولیدی یا مصرفی هر یک از المان‌های زیر را محاسبه کنید.



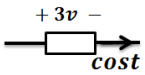
$P_1 = 3 \times 2 = 6w$ تولید



$P_2 = 2 \times 1 = 2w$ تولید

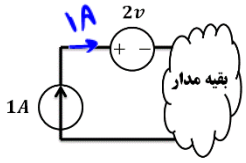


$P_3 =$



$P_4 = 3 \cos t \ w$ مصرف

مثال۵-۲) در مدار مقابل، منبع ولتاژ مصرف کننده یا تولید کننده توان است؟

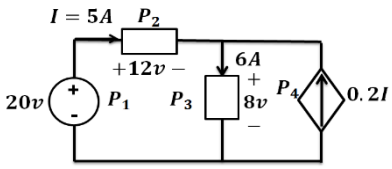


$P = 2 \times 1 = 2w$ مصرف

سوال: استاد!!! خب این سوال که واضحه منابع همیشه تولید کننده توان هستند.

جواب:

مثال۵-۳) کدام یک از المان های زیر توان لحظه ای تولید و کدام یک دریافت می‌کند، توان هر المان را محاسبه کنید.



پاسخ:

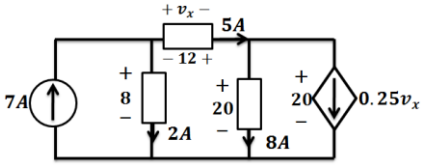
$P_۱ =$

$P_۲ =$

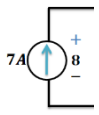
$P_۳ =$

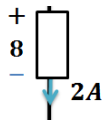
$P_۴ =$

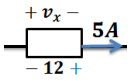
مثال۵-۴) توان مصرفی و تولیدی تمام المان‌های مدار زیر را بدست آورید.

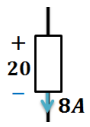


پاسخ:





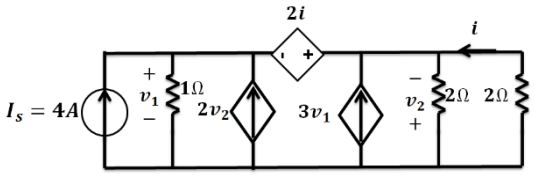




Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

سوالات چهارگزینه ای

مثال۵-۵) در مدار روبه‌رو منبع جریان مستقل I_s توانی برابر با چند وات تولید یا مصرف می‌کند؟ (مهندسی اتوماسیون-۹۴)



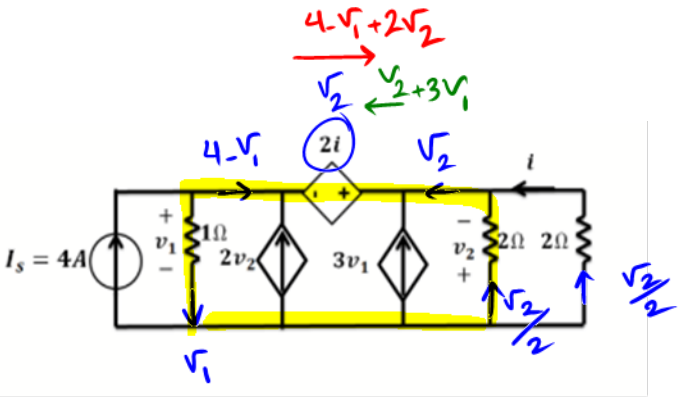
۱. ۳۲ W تولید می‌کند

۲. ۳۲ W مصرف می‌کند ✓

۳. ۶۴ W تولید می‌کند

۴. ۶۴ W مصرف می‌کند

پاسخ:



$i = \frac{v_2}{2}$

$\leftarrow 4 - v_1 + 2v_2 = -(v_2 + 3v_1)$

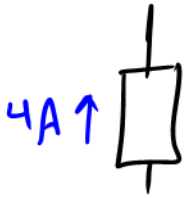
$\rightarrow 2v_1 + 3v_2 = -4$ (۱)

KVL $-v_1 - v_2 - v_2 = 0 \rightarrow$

$\rightarrow -v_1 - 2v_2 = 0$ (۲)

$-v_2 = -4 \rightarrow \boxed{v_2 = 4}$

$2v_1 = -16 \rightarrow \boxed{v_1 = -8}$



$P = 4 \times (-8) = -32W$ تولید 32W مصرف

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

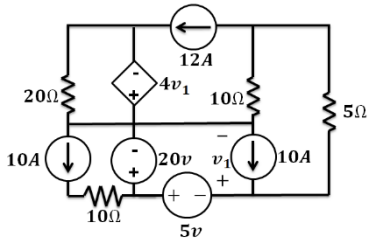
مثال۵-۶) توان منبع وابسته $4v_1$ چند وات است؟ (مهندسی اتوماسیون- ۹۱)

۱. -۹۰۰ ✓

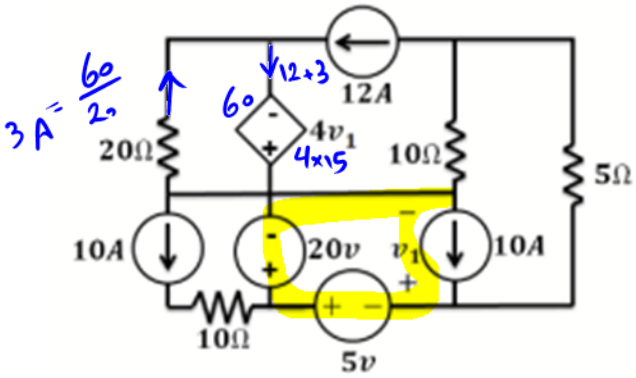
۲. ۵۴۰

۳. ۱۲۰۰

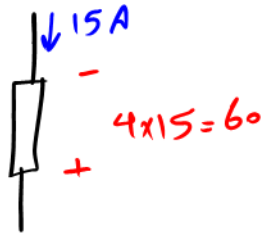
۴. ۱۵۰۰



پاسخ:



$+V_1 - 20 + 5 = 0 \longrightarrow V_1 = 15$ ولت



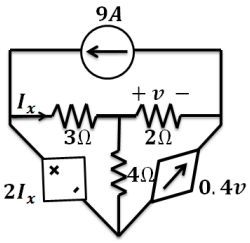
$P = 60 \times 15 = 900\ W$ تولید

اگر وال مصرفی یا تولیدی را نگاه با جهت منفی مصرفی است.

$P = -900\ W$ مصرف

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

مثال۵-۷) توان منبع وابسته $2I_x$ چند وات است؟ (مهندسی اتوماسیون- ۹۱)



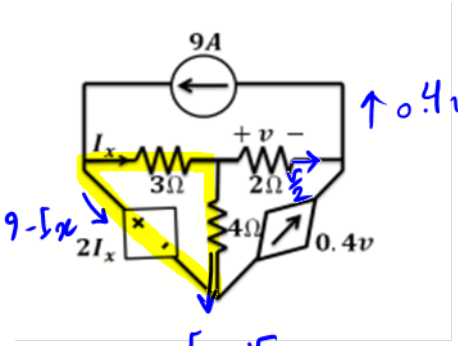
۱. ۴۰

۲. ۲۰

۳. ۶۰

۴. ۸۰

پاسخ: اگر نگفته باشد توان مصرفی یا دریافتی ← منظور توان مصرفی



$\uparrow 0.4v+\frac{v}{2}$

$\leftarrow \uparrow \quad 0.4v+\frac{v}{2}=9$

$\rightarrow 0.9v=9 \rightarrow v=10$

kvl: $-2I_x+3I_x+4(I_x-\frac{v}{2})=0$

$5I_x=20 \rightarrow I_x=4A$

$9-I_x=5A \downarrow$

$+ \; 2I_x=8v \; -$

$P=8\times5=40W$ مصرف

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

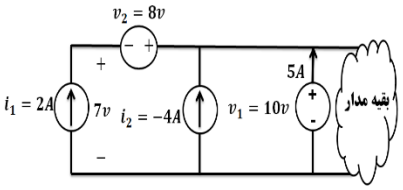
قانون بقای توان

در یک مدار، مستقل از توپولوژی، مجموع توان های مصرفی و تولیدی باهم برابر است.

$$\sum P_{\text{تولیدی}} = \sum P_{\text{مصرفی}}$$

سوالات چهارگزینه ای

مثال۵-۸) کدام یک از چهار منبع در شکل زیر توان جذب می کنند؟(مهندسی برق- ۸۱)



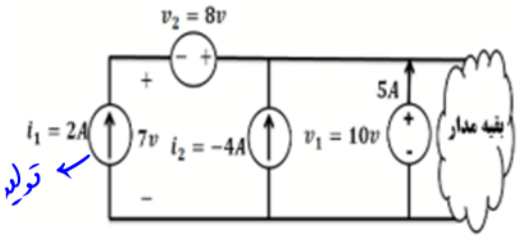
۱. i_2

۲. i_1

۳. v_2

۴. v_1

پاسخ:



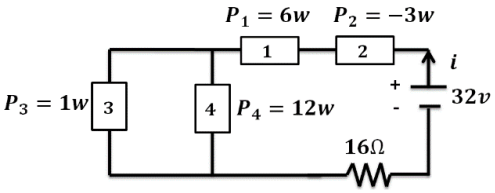






Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

مثال۵-۹) در مدار مقاومتی زیر توان هر یک از المان ها داده شده است، جریان i چقدر است؟ (مهندسی برق- ۸۵)



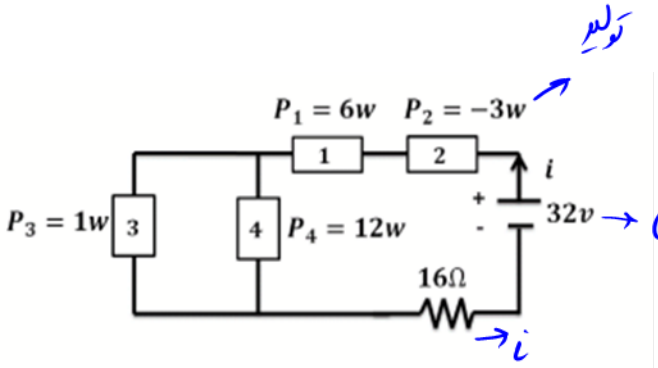
۱. $1\ A$

۲. $2\ A$

۳. $\frac{1}{2} A$

۴. $\frac{1}{4} A$

پاسخ:



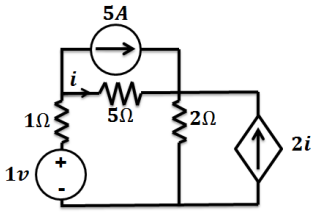
بقای توان $\sum P_{\text{تولیدی}} = \sum P_{\text{توان مصرفی}}$

$$32i + 3 = 1 + 12 + 6 + 16i^2$$

$$16i^2 - 32i + 16 = 0$$

$$i^2 - 2i + 1 = 0 \rightarrow (i-1)^2 = 0 \rightarrow \underline{i = 1A}$$

مثال۵-۱۰) در مدار زیر منبع ولتاژ را چند برابر کنیم تا به توان مقاومت ۲ اهمی $\frac{۱۳}{۸}$ وات اضافه شود؟

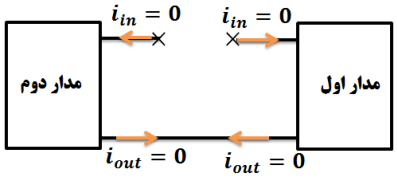


پاسخ:

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

مدارات ایزوله

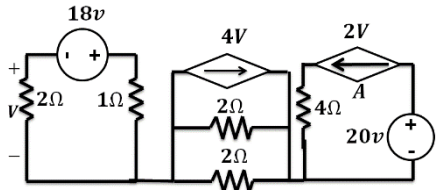
اگر دو مدار الکتریکی به گونه ای مانند شکل زیر به هم متصل شوند که جریان دو مدار از یکدیگر مستقل باشد و جریان شاخه واسط دو مدار صفر شود، می‌توان گفت دو مدار از یکدیگر ایزوله هستند.



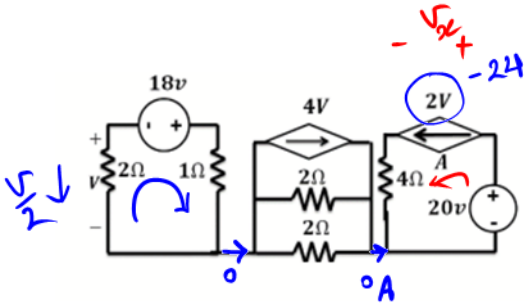
سوالات چهارگزینه ای

مثال۵-۱۰) در مدار شکل زیر المان A توان ... وات را ... می کند (مهندسی کامپیوتر- هوش مصنوعی- ۹۱)

۱. ۲۷۸٤_ مصرف
۲. ۲۷۸۴_تولید
۳. ۹۶ – مصرف
٤. ۹۶_ تولید



پاسخ:



$-V_x + -24$

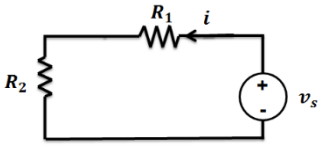
$\frac{V}{2}$

$-V - 18 - \frac{V}{2} = 0 \rightarrow \frac{3}{2}V = -18 \rightarrow V = -12$

$-20 + V_x + 4 \times -24 = 0 \rightarrow V_x = 20 + 96 = 106$

$P = 2V \times V_x = -24 \times 106$ مصرف

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com



ارتباط آرایش مدار با درصد توان مصرفی المان‌ها

برای مقاومت های سری:

$$P_1 = R_1 i^2$$

$$P_2 = R_2 i^2$$

$$P_s = R_1 i^2 + R_2 i^2$$

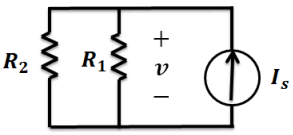
نسبت توان هر المان به نسبت توان کل منبع برابر است با:

$$\frac{P_1}{P_s} = \frac{R_1 i^2}{R_1 i^2 + R_2 i^2} \rightarrow \frac{P_1}{P_s} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{P_2}{P_s} = \frac{R_2 i^2}{R_1 i^2 + R_2 i^2} \rightarrow \frac{P_2}{P_s} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

تقسیم ولتاژ

برای مقاومت های موازی:



$$P_1 = \frac{v^2}{R_1}$$

$$P_2 = \frac{v^2}{R_2}$$

$$P_s = \frac{v^2}{R_1} + \frac{v^2}{R_2}$$

نسبت توان هر المان به نسبت توان کل منبع برابر است با:

$$\frac{P_1}{P_s} = \frac{\frac{V^2}{R_1}}{\frac{V^2}{R_1} + \frac{V^2}{R_2}} = \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

تقسیم جریان

$$\frac{P_2}{P_s} = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

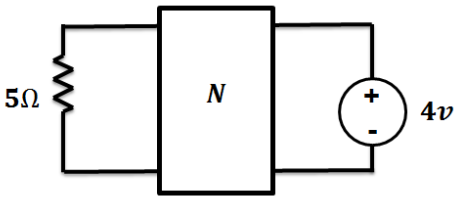
نکته: درصد توان جذب شده توسط شبکه یا مقاومت، ارتباطی با مقدار منبع ولتاژ ندارد و از آن مستقل است. اما میزان توان هر المان به مقدار منبع، وابسته است.

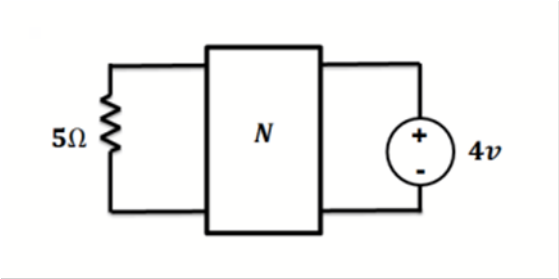
Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

سوالات دست گرمی

مثال۵-۱۱) مدار N داده شده در شکل مقاومتی، خطی و تغییر ناپذیر با زمان است. ۶۰ درصد توان منبع توسط N جذب می‌شود. مقاومت معادل از دید مقاومت 5Ωرا بدست آورید؟

پاسخ:





Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

توان متوسط

برای توان‌های متناوب با دوره تناوب T، توان متوسط برابر است با:

$$P(t) = \frac{1}{T}\int_{\frac{-T}{2}}^{\frac{T}{2}} P(t)dt = \frac{1}{T}\int_{\frac{-T}{2}}^{\frac{T}{2}} V(t)I(t)dt$$

اگر متناوب نباشد $T \to \infty$ $P(t) = \frac{1}{T}\int_{\frac{-T}{2}}^{\frac{T}{2}} P(t)dt$

حالت های مختلف توان متوسط

الف) $\bar{P} = 0$

در این حالت، توان لحظه‌ای المان همواره صفر بوده یا میزان تولید و مصرف توانش یکسان است.

ب) $\bar{P} > 0$

در این حالت، المان همواره مصرف کننده توان بوده یا میزان مصرف از میزان تولید توانش بیشتر است.

ج) $\bar{P} < 0$

در این حالت، المان همواره تولید کننده توان بوده یا میزان تولید از میزان مصرف توانش بیشتر است.

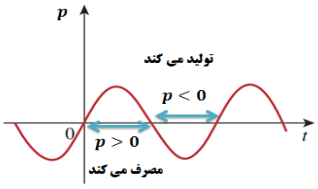
نکته:

۱- توان متوسط هر عبارت ثابت، برابر با همان عبارت است. عدد ثابت

$$P(t) = A \to \bar{P}(t) = A$$

۲- توان متوسط یک تابع سینوسی و کسیونسی در یک دوره تناوب صفر است، زیرا میزان تولید و مصرف توان لحظه ای در این توابع یکسان است.

$$P(t) = \sin\omega t \text{ یا } \cos\omega t \to \bar{P}(t) = 0$$



$$\frac{1}{T}\int_{\frac{-T}{2}}^{\frac{T}{2}} \sin\omega t = 0 \qquad \frac{1}{T}\int_{\frac{-T}{2}}^{\frac{T}{2}} \cos\omega t = 0$$

۳- توان متوسط در $\sin^2\pi t$ و $\cos^2\pi t$ برابر با $\frac{1}{2}$ مقدار دامنه است.

$$P(t) = \sin^2\omega t \text{ یا } \cos^2\omega t \to \bar{P}(t) = \frac{1}{2}$$

$$\sin^2\pi t = \frac{1-\cos\pi t}{2} \quad \to \bar{P} = \frac{1-0}{2}$$

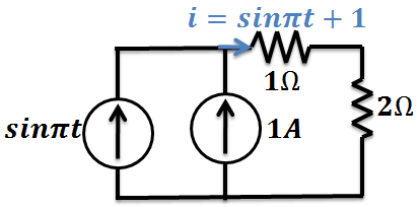
نکته: اگر همه منابع صنعتی مدار متوالی DC باشند توان لحظه‌ای و متوسط مدار باهم برابرند چون تمام توان های لحظه‌ای مدار عدد ثابت می‌شود.

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

سوالات دست گرمی

مثال۵-۱۲) توان متوسط مقاومت ۲ اهمی در مدار زیر چند وات است؟

پاسخ:



$P(t) = i \cdot v = Ri^2$

$P(t) = 2 \cdot (sin\pi t + 1)^2 = 2(sin^2 t + 2sin\pi t + 1)$

$\bar{P} = 2\left(\frac{1}{2} + 0 + 1\right) = 3\ W$

سوالات چهارگزینه ای

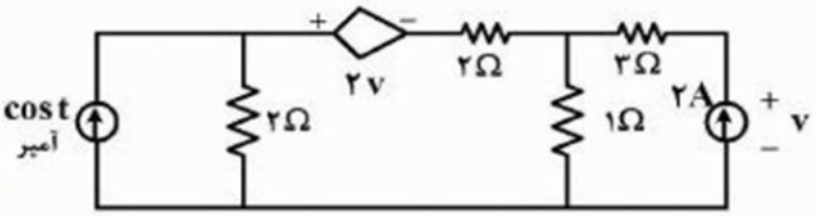
در مدار زیر، توان متوسط منبع وابسته، ناشی از منبع جریان کسینوسی، چند وات است؟

۱) $\frac{۲}{۴۹}$

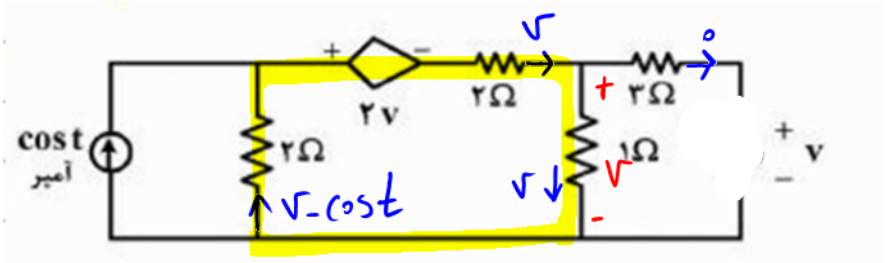
۲) $\frac{۱}{۴۹}$

۳) $\frac{۴}{۴۹}$ ✓

۴) $\frac{۳}{۴۹}$



فاصله از منبع جریان کسینوسی ← منبع دیگر را خاموش



$2(v - cost) + 2v + 2v + v = 0 \rightarrow 7v - 2cost = 0 \rightarrow v = \frac{2}{7}cost$

$p(t) = v \cdot i = \frac{4}{7}cost \cdot \frac{2}{7}cost = \frac{8}{49}cos^2 t \xrightarrow{\bar{P}} \frac{1}{2} \times \frac{8}{49} = \frac{4}{49}$

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

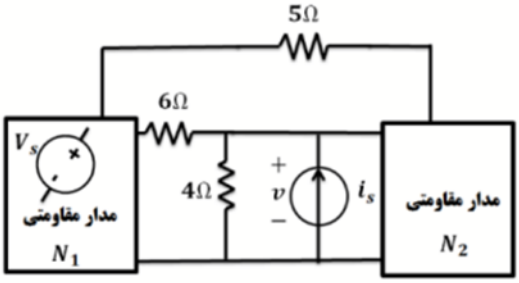
مثال۵-۱۳) در مدار زیر با مقاومت‌های خطی و منابع مستقل v_s و i_s می‌دانیم که $v = 3i_s + v_s$ است. به جای مقاومت $4\ \Omega$ چه مقاومتی (بر حسب اهم) بگذاریم تا توان مصرفی منبع جریان i_s سه برابر شود؟

۱. ۱۲

۲. ۱۶

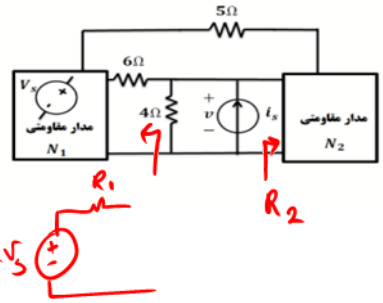
۳. ۳۶

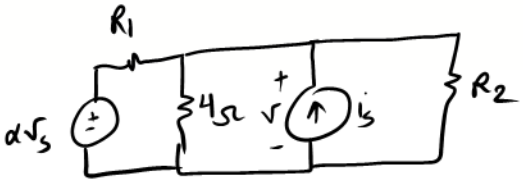
۴. ۲۴



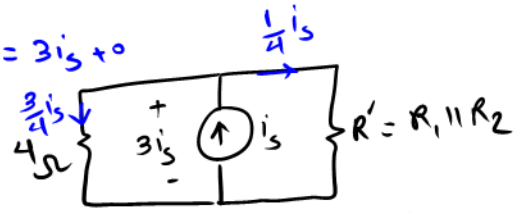
پاسخ:

قدم اول ساده سازی مدار شناسایی



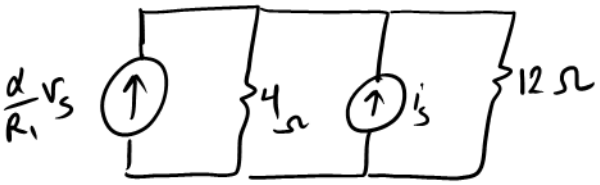


$\alpha v_s = 0 \rightarrow v = 3i_s + 0$



$KVL: \quad 3i_s = \frac{1}{4} i_s R'$

$R' = 12\ \Omega$



برای ۳ برابر شدن توان منبع جریان باید ولتاژ دوسر آن ۳ برابر شود ← مقاومت ۲ سرش ۳ برابر

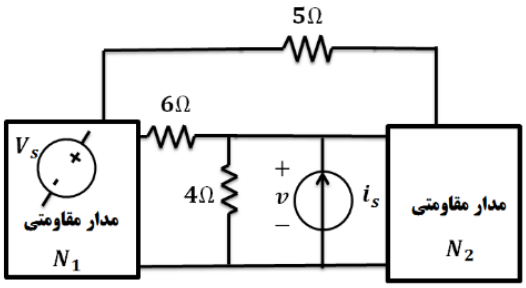
R_{eq} قبلی $= 12 \| 4 = 3\ \Omega$

R_{eq} جدید $= 3 \times 3 = 9\ \Omega \rightarrow 9 = 12 \| R_x \rightarrow \frac{12 R_x}{12 + R_x} = 9$

$\rightarrow R_x = 36\ \Omega$

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

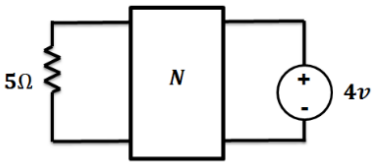
مثال۵-۱۴) در مدار زیر با مقاومت‌های خطی و منابع مستقل v_s و i_s می‌دانیم که $v = 3i_s + v_s$ است. منابع v_s و i_s چه تغییری کنند تا توان مصرفی مقاومت $4\,\Omega$ چهار برابر شود؟



پاسخ:

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

مثال۵-۱۵) مدار N داده شده در شکل مقاومتی، خطی و تغییر ناپذیر با زمان است. ۸۰ درصد توان منبع توسط N جذب می‌شود. اندازه منبع ولتاژ ثابت را چند برابر کنیم تا ۳۰ درصد توان آن به مقاومت ۵ Ω برسد. (برق-۸۸)



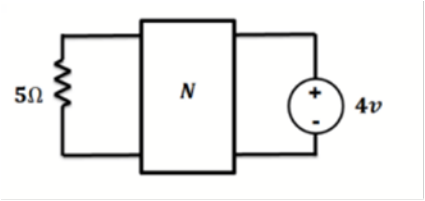
۱. $\frac{۳}{۲}$ برابر

۲. $\frac{۹}{۴}$ برابر

۳. درصد توان جذب شده توسط مقاومت ۵ Ω فقط به مقدار مقاومت وابسته است و مستقل از منبع است.

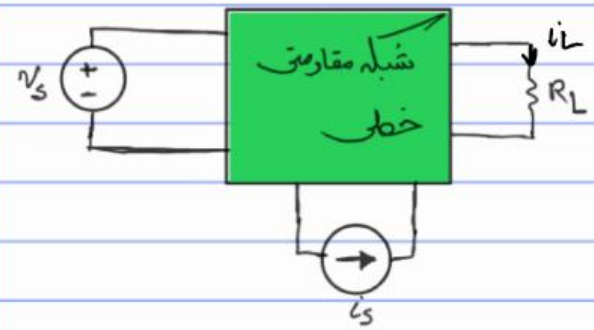
٤. درصد توان جذب شده توسط مقاومت ۵ Ω به مقدار مقاومت و N وابسته است و مستقل از منبع است.

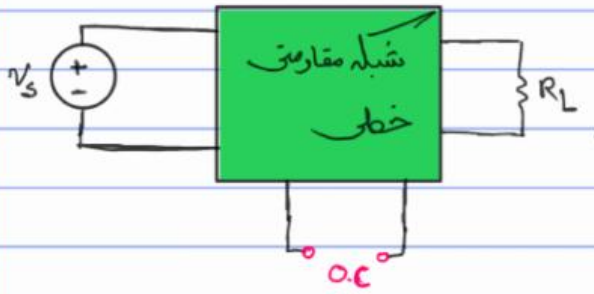
پاسخ:



قضیه جمع آثار برای توان

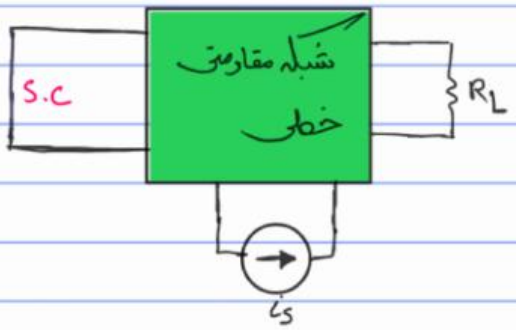
قضیه جمع آثار را نمی‌توان برای توان لحظه‌ای در مدارهایی که منبع غیر DC دارند استفاده کرد و این قضیه فقط برای توان‌های متوسط برقرار است.





$\bar{P}_1$ ✓ ناشی از منبع v_s

متوسط



$\bar{P}_2$ ✓ ناشی از منبع i_s

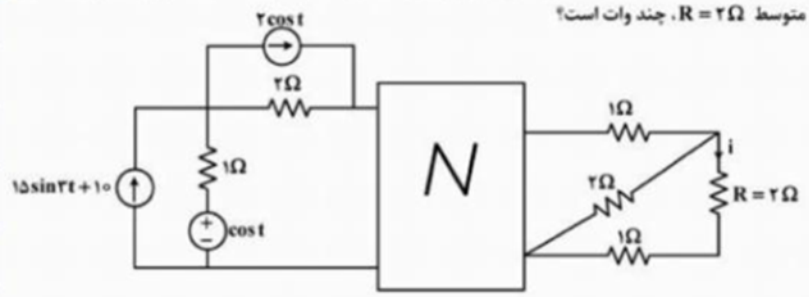
$\bar{P}$ توان متوسط مصرفی R_L $= \bar{P}_1 + \bar{P}_2$

$P(t)$ توان لحظه‌ای مصرفی R_L $\neq P_1(t) + P_2(t)$

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

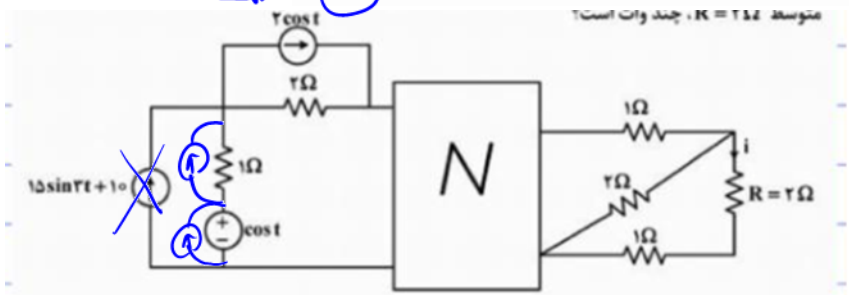
دکتری برق ۹۵

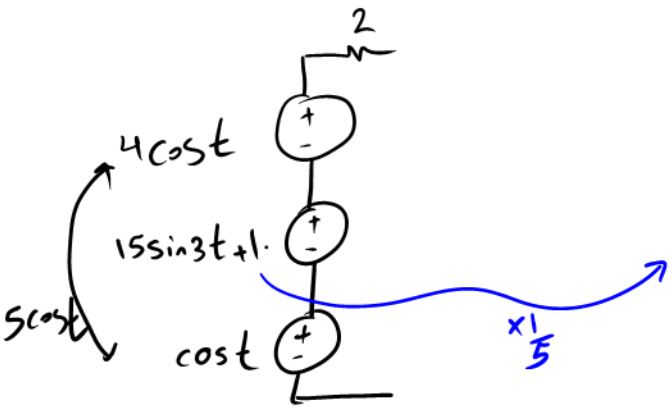
در مدار زیر، «N» شامل مقاومت‌های خطی و بدون منابع مستقل است. اگر جملهٔ ثابت i، برابر ۲ آمپر باشد، توان متوسط $R = 2\Omega$، چند وات است؟



۱) ۱۴ ۲) ۱۵ ۳) ۱۰ ۴) ۱۸

4cost





$i = 2 + -$ —

$i = 2 + \frac{1}{5}($ $+ 15\sin 3t + 5\cos t)$

$P_1(t) = RI^2 = 2 \times 2^2 = 8w \longrightarrow \bar{P} = 8$

$P_2(t) = 2 \times (\frac{1}{5} 5\cos t)^2 = 2\cos^2 t \longrightarrow \bar{P} = 1w$

$P_3(t) = 2 \times (\frac{15}{5} \sin 3t)^2 = 2 \times 9\sin^2 3t \longrightarrow \bar{P} = 9$

$\bar{P} = 8 + 1 + 9 = 18\ w$

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

روش دوم: توان لحظه‌ای را محاسبه کنید و بعد از کل توان لحظه‌ای متوسط بگیرید.

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

قضیه انتقال حداکثر توان(تطبیق امپدانس[1])

در طراحی مدارات، یکی از موارد مهمی که باید در نظر گرفته شود، تامین توان مورد نیاز بار خروجی است. در بعضی کاربردها مانند شبکه مخابراتی، هدف انتقال بیشترین توان به بار است.. شبکه زیر را در نظر بگیرید، R_L مصرف کننده توان، R_s مقاومت شبکه و v_s تولید کننده توان است.



$$P_{R_L} = R_L i^2 = R_L \left(\frac{v_s}{R_s+R_L}\right)^2 \xrightarrow{R_L \text{ توان مصرفی}} i = \frac{v_s}{R_L+R_s}$$

شرط آن‌که بیشترین توان تولیدی منبع سهم R_L شود این است که مشتق توان نسبت R_L صفر شود.

$$\frac{dP_{R_L}}{dR_L} = 0 \longrightarrow \frac{d}{dR_L}\frac{R_L}{(R_L+R_s)^2} = 0 \quad \frac{(R_L+R_s)^2 - 2(R_L+R_s)R_L}{(R_L+R_s)^2} = 0$$

برقراری رابطه فوق را تطبیق امپدانس می‌گوییم. اگر $R_L = R_s$ باشد، توان R_L ماکزیمم و برابر با ۵۰درصد توان تولیدی منبع است.

توان مصرفی بار در حالت تطبیق:

$$P_{L_{max}} = R_L i^2 = R_L \left(\frac{v_s}{R_L+R_L}\right)^2 = \frac{v_s^2}{4R_L} = \frac{v_{th}^2}{4R_L} = \frac{v_{th}^2}{4R_s}$$

نکته: اگر درخواست مسئله، مقدار مقاومت بار برای دریافت حداکثر توان بود، مقاومت تونن را از دو سر بار محاسبه کرده و طبق شرط تطبیق امپدانس باید R_L با R_{th} برابر باشد.

سوال: استاد!!! در مدار فوق نسبت توان به صورت زیر قابل محاسبه است

$$\frac{P_L}{P_s} = \frac{R_L}{R_s+R_L}$$

پس با توجه به این که R_s مقداری ثابت است هرچقدر R_L بیشتر باشد، توان انتقالی به بار بیشتر می‌شود. یعنی هرچقدر مقاومت بار بزرگتری در مدار قرار دهیم، توان بیشتری مصرف می‌کند.

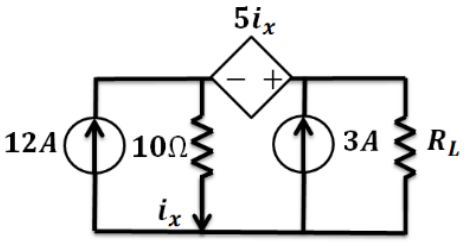
جواب:

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

سوالات چهارگزینه ای

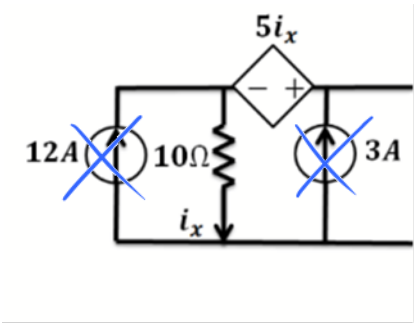
مثال۵-۱۷) در مدار زیر R_L چقدر باشد تا بیشترین توان به آن منتقل شود؟ (اتوماسیون۹۱)

۱. ۵
۲. ۱۰
۳. ۱۵
۴. ۲۰



پاسخ:

$+ \frac{5i_x}{i_x} = 5\Omega$



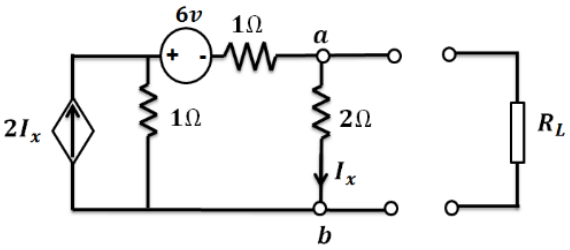


$R_{Th} = 15\Omega$

برای تطبیق حداکثر $R_L = 15\Omega$

مثال۵-۱۸) حداکثر توانی که به بار مقاومتی R_L توسط شبکه نشان داده شده قابل تحویل است. کدام است؟

(مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی ۸۴)



۱. ۲/۲۵ w

۲. ۴/۵ w

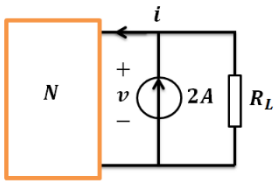
۳. ۶ w

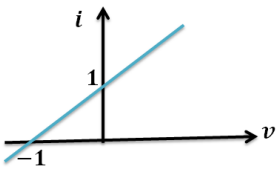
۴. ۹ w

پاسخ:

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

مثال۵-۱۹) در شکل زیر مشخصه $i-v$ شبکه N که یک شبکه مقاومتی خطی است داده شده . حداکثر توان قابل انتقال به بار R_L چند وات است؟

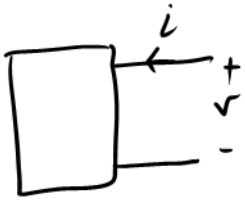


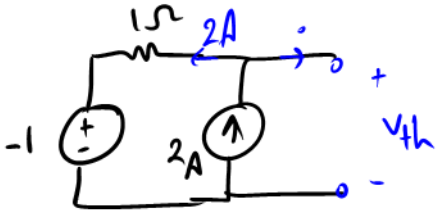


پاسخ:

$i = v + 1 \longrightarrow v = i - 1 \longrightarrow R_{th} = 1\Omega$

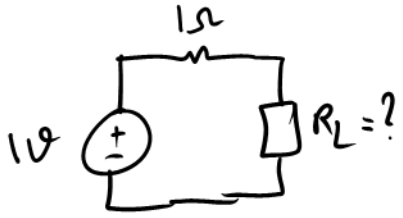
$v_{th} = -1V$





مدار باز $v_{th} = 2\times 1 - 1 = 1V$

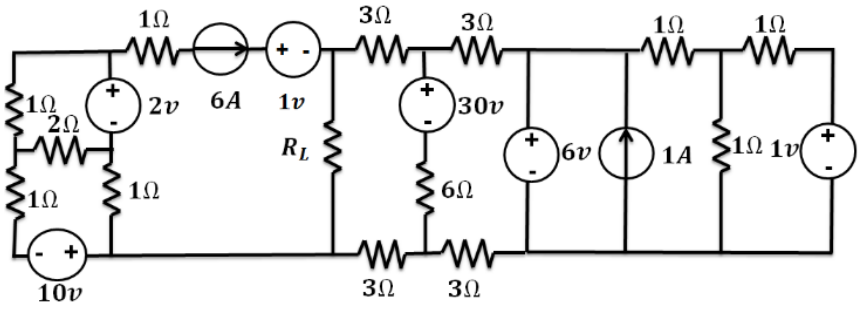
منبع مستقل خاموش $R_{th} = 1\Omega$



$R_L = 1\Omega$

$$P_{L_{max}} = \frac{v_{th}^2}{4R_L} = \frac{1}{4}\,W$$

مثال۵-۲۰) در مدار شکل زیرحداکثر توانی که به بار مقاومتی R_L می‌رسد کدام است؟(مهندسی برق-۸۳)



۱. ۳۶ w

۲. ۱۴۴ w

۳. ۱۵۰ w

۴. ۲۲۵ w

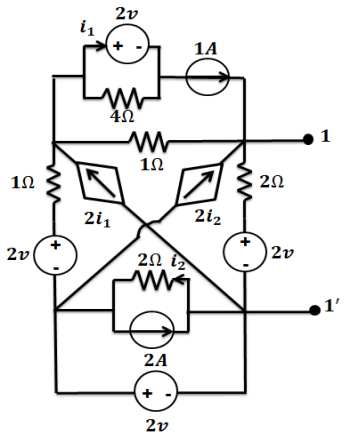
پاسخ:

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

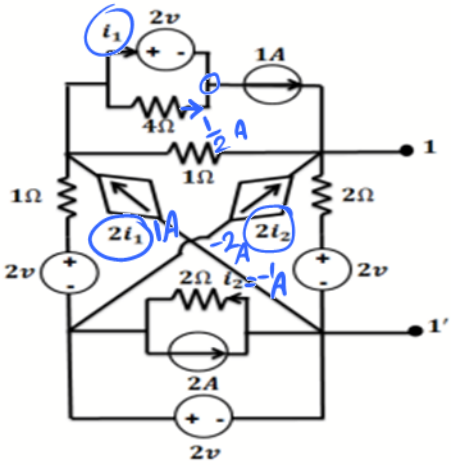
مثال۵-۲۱) توان ماکزیمم که از سرهای ۱ و ۱′ بر روی بار تطبیق شده می‌توان بدست آورد برابر است با: (برق۷۴)

۱. ۹ w
۲. ۴ w
۳. ۱ w
۴. $\frac{1}{4}$ w

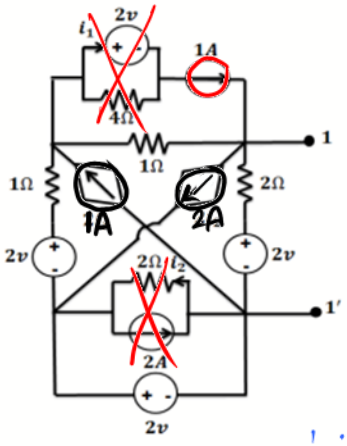
پاسخ:



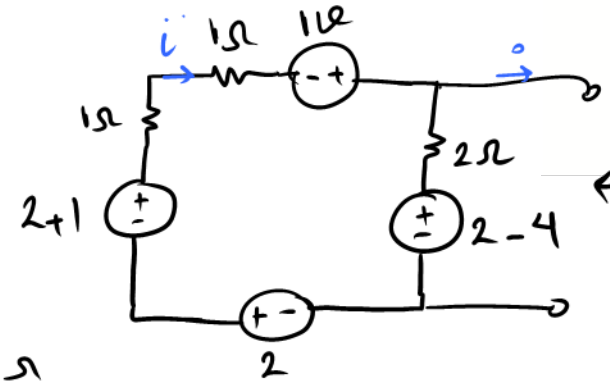
$i_1 = \frac{1}{2}A$



سه نکته: مقادیر منابع وابسته تعیین شدند و آن‌ها به منبع مستقل تبدیل کرد.



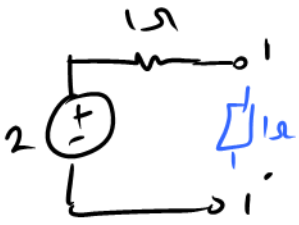
منابع جریان را برداشتیم و داریم



$R_{th} = 2 \| (1+1) = 1\Omega$

$i = \frac{3-(-2)+2+1}{1+1+2} = \frac{8}{4} = 2A$

$v_{th} = 2 \times i - 2 = 4 - 2 = 2v$



$R_L = R_{th} = 1\Omega$

$P_{max} = \frac{v_{th}^2}{4R_L} = \frac{4}{4 \times 1} = 1w$

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

قضیه انتقال توان ماکزیمم برای منابع سینوسی

اگر مدار مقاومتی خطی و دارای منابع سینوسی باشد، برای اعمال قضیه انتقال توان ماکزیمم، مقدار موثر یا همان rms منبع را قرار دهیم.

سوال: استاد!!! مقدار rms چیه دیگه؟

جواب:

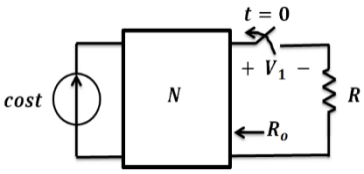
مقدار rms سیگنال سینوسی و کسینوسی:

$$rms = \frac{\text{دامنه}}{\sqrt{2}} = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

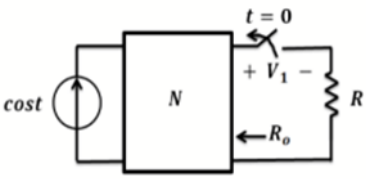
سوالات چهارگزینه ای

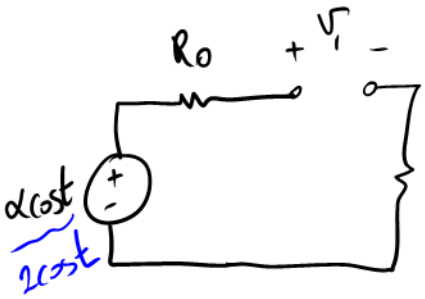
مثال۵-۲۲) در مدار شکل زیر، شبکه N مقاومتی خطی و تغییرناپذیر با زمان است. وقتی کلید بسته است ماکزیمم توان در مقاومت R برابر $\frac{1}{6}$ وات می‌باشد. اگر ولتاژ دو سر کلید (V_1) در $t = \frac{\pi}{4}$ برابر با $\sqrt{2}$ ولت باشد، R_o چند اهم است؟(برق-۸۱)

۱. ۳ ✓
۲. $\frac{2}{3}$
۳. ۶
۴. $\frac{3}{2}$



پاسخ:





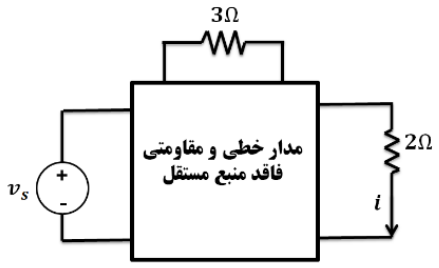
$$v_1 = \alpha \cos t \longrightarrow \sqrt{2} = \alpha \cos\frac{\pi}{4} \longrightarrow \alpha = 2$$

$$P_{L_{max}} = \frac{1}{6} \longrightarrow \frac{1}{6} = \frac{V_{th}^2{}_{rms}}{4R_L} \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{(\frac{2}{\sqrt{2}})^2}{4R_L} \longrightarrow \frac{4}{6} = \frac{2}{R_L} \longrightarrow R_L = 3\Omega$$

$$3\Omega = R_L = R_o$$ به حاطر اینکه توان ماکزیمم شده

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

مثال۵-۲۳) در مدار زیر وقتی که $v_s = ۳\ v$ است $i = ۴$ آمپر می شود. جریان i را به ازای مقادیر v_s زیر بدست آورید.



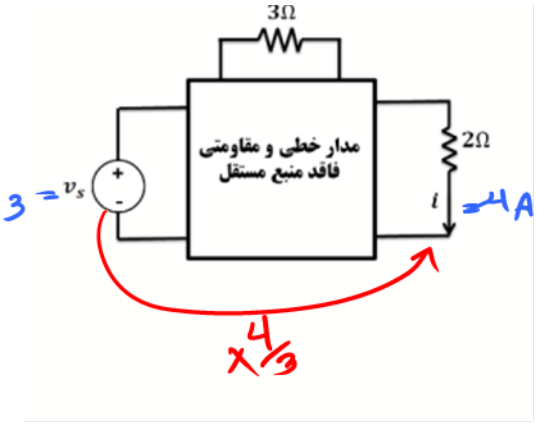
۱. الف) $v_s = ۶\ v$ ←

۲. ب) $v_s = ۳\cos t$

۳. ج) $v_s = ۳ + ۶\cos t$

۴. د) توان متوسط مقاومت۲ اهم به ازای $v_s = ۳ + 3\cos t$

پاسخ:



if $v_s = 6v \rightarrow i = 8A$

if $v_s = 3\cos t \rightarrow i = \frac{4}{3} \times (3\cos t)$

if $v_s = 3 + 6\cos t \rightarrow i = 4 + 4\cos t$

ب) $i = 4 + 4\cos t$

راه اول

$i \downarrow$ 2Ω

$p(t) = Ri^2 = 2(4 + 4\cos t)^2$

$p(t) = 2(16 + 16\cos^2 t + 32\cos t)$

$\bar{p} = 2(16 + \frac{16}{2} + 0) = 48w$

راه دوم: جمع آثار برای توان متوسط

$i \downarrow$ 2Ω

$i = 4 + 4\cos t$

$\bar{P}_1 = 2 \times 4^2 = 32$

$p_2(t) = 2 \times (4\cos t)^2 = 32\cos^2 t \xrightarrow{\text{متوسط}} \bar{P}_2 = 16$

$\bar{p} = \bar{P}_1 + \bar{P}_2 = 48w$

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

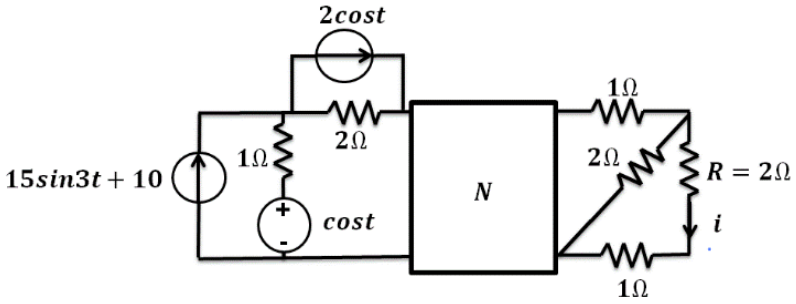
قضیه جمع آثار برای توان الکتریکی متوسط

برای محاسبه‌ی توان متوسط یک المان میتوان، توان متوسط ناشی از هر منبع را جداگانه محاسبه کرد، مجموع این توان ها برابر با توان متوسط آن المان است. شایان ذکر است قضیه جمع آثار، در توان‌های لحظه‌ای صدق نمیکند و فقط برای توان‌های متوسط برقرار است.

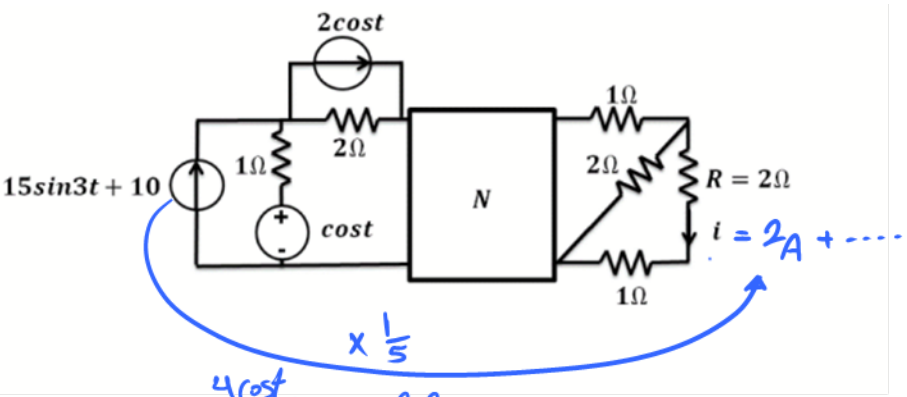
سوالات چهارگزینه ای

مثال۵-۱۶) در مدار زیر N شامل مقاومت‌های خطی و بدون منابع مستقل است. اگر جمله ثابت i برابر ۲ آمپر باشد، توان متوسط مقاومت $R = ۲$ چند وات است؟ (دکتری برق ۹۵)

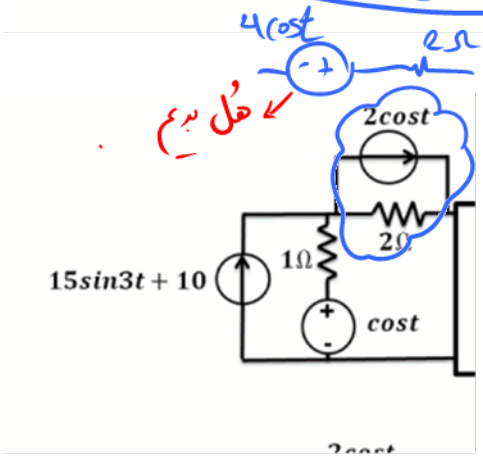
۱. ۱۴
۲. ۱۵
۳. ۱۰
۴. ۱۸

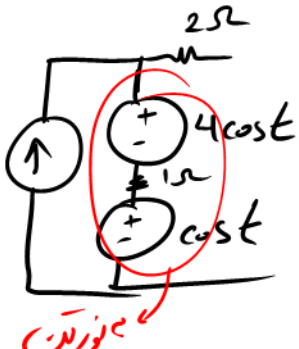


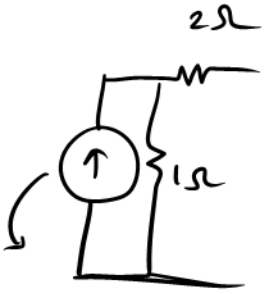
پاسخ:



اگر منابع ولتاژ را بتوان به منبع جریان موازی با منبع مدار قرار داد با ضرب یا متغیر i ضرب را ساز







$i_s = 15\sin 3t + 10 + 5\cos t \xrightarrow{\times \frac{1}{5}} i = 3\sin 3t + 2 + \cos t$

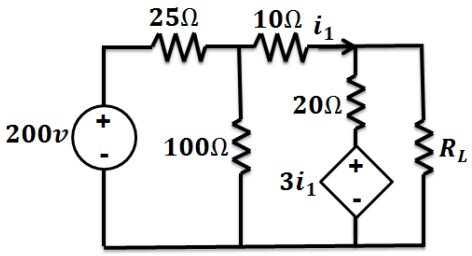
$i = 2A \rightarrow p(t) = \bar{p} = 2 \times (2)^2 = 8w$

$i = \cos t \rightarrow p(t) = 2(\cos t)^2 = 2\cos^2 t \rightarrow \bar{p} = 1w$

$i = 3\sin 3t \rightarrow p(t) = 2(3\sin 3t)^2 = 18\sin^2 3t \rightarrow \bar{p} = 9w$

$\bar{p} = 8 + 1 + 9 = 18w$

مثال۵-۲۴)درشکل زیرمقاومت بار R_L چند اهم باشد تا توان مصرفی آن ۲۵۰ وات گردد؟



۱. ۲.۵

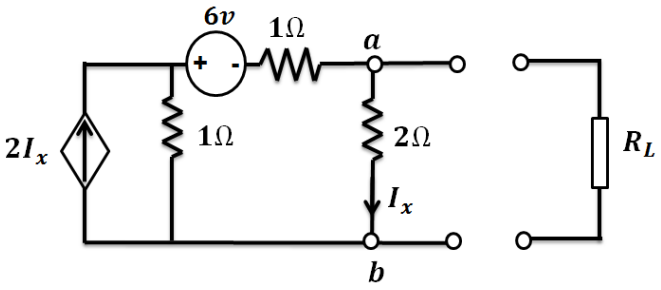
۲. ۷.۵

۳. ۲۲.۵

٤. موارد ۱و ۳

پاسخ:

مثال۵-۲۵) حداکثر توانی که به بار مقاومتی R_L توسط شبکه نشان داده شده قابل تحویل است. کدام است؟ (مهندسی کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی ۸۴)



۱. ۲/۲۵ وات

۲. ۴/۵ وات

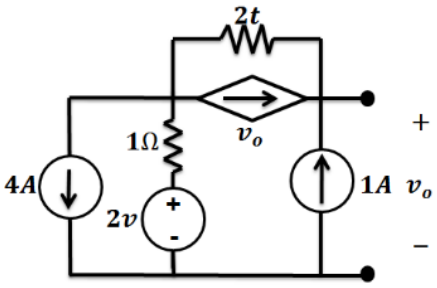
۳. ۶ وات

۴. ۹ وات

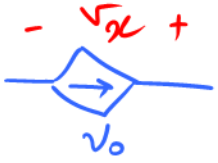
پاسخ:

Produced with a Trial Version of PDF Annotator - www.PDFAnnotator.com

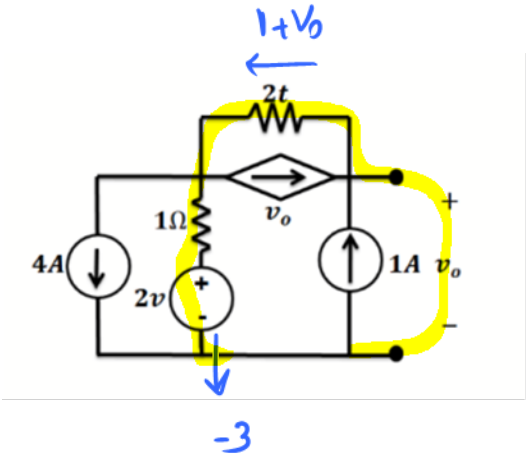
تمرین۱) در چه لحظاتی توان منبع وابسته الزاما صفر می‌شود؟



۱. $t = ۰.۵$
۲. در هیچ لحظه‌ای
۳. تمام لحظات به جز $t = ۰.۵$
۴. چون مدار جواب یکتا ندارد هیچ کدام از گزینه‌ها صحیح نیست.



برای صفر شدن توان ضرب باید ولتاژ (v_x) یا جریان (v_o) صفر شود.



$v_x = 2t(1+v_o)$

KVL: $v_o = 2t(1+v_o) + -3 + 2$

$v_o = 2t + 2tv_o - 1$

$v_o = \frac{2t-1}{1-2t} = -1$

برای صفر شدن توان باید جریان یا ولتاژ صفر شود.

$v_o = -1$ ⟵ $2t(1+v_o) = 0$ ⇐ $p = 0$ ضرب