شریف جزوه

@sharifjozve96

Scanned by CamScanner

Subject :

Year . Month . Date . ( )

بخش دوم: تئوری مدار

فصل دوم: مفاهیم پایه

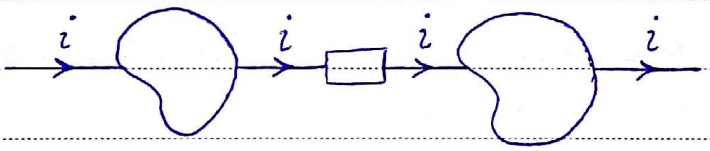
- عناصر مداری
  - جریان، ولتاژ، توان
  - منبع ولتاژ
    - مستقل
    - وابسته
  - منبع جریان
    - مستقل
    - وابسته
  - مقاومت، خازن، سلف، آپ امپ

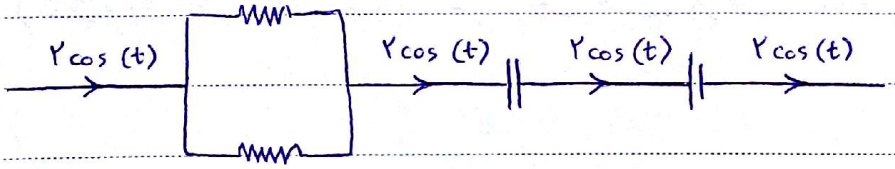
جریان: آهنگ عبور بار مثبت خالص از سیم در جهتی خاص (نماد: i ، واحد: A آمپر)

جریانی که در زمان ثابت است را با dc نشان می دهند و معمولاً به جای i از I استفاده می کنند و جریان متناوب را با ac نمایش می دهند.

قضیه: $\vec{i} = \overleftarrow{-i}$

قضیه (المان های سری شده):





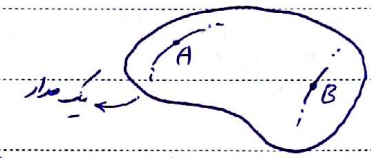
P4PCO

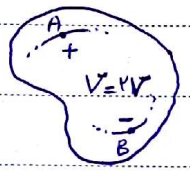
Scanned by CamScanner

Subject:
Year. Month. Date. ( )

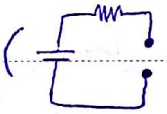
ولتاژ: اگر برای انتقال 1c بار مثبت از نقطه B به نقطه A مقدار 1J انرژی خالص لازم باشد، می‌گوییم اختلاف

پتانسیل یا ولتاژ بین دو نقطه 1V است.



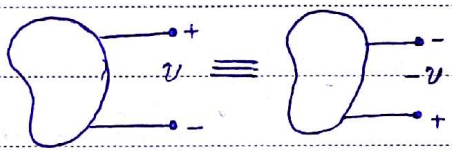


جهت ولتاژ بار + و - مشخص می‌شود. در تعریف بالا مقصد را + و مبدأ را - می‌گیریم.

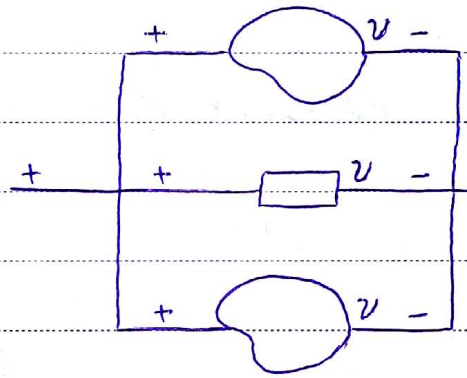
(لازم نیست برگاه ولتاژ داریم، جریان هم داشته باشیم: )

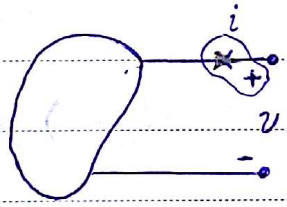
ولتاژ ثابت را هم با dc نمایش می‌دهند و با V (بزرگ) نمایش می‌دهند و ولتاژ متناوب را با ac. (یعنی dc به معنی direct current جریان مستقیم که غلط مصطلح است.)

قضیه:



قضیه (اتلان های حوزی شده):





قضیه: توان لحظه‌ای $P(t)$ در مدار مقابل عبارت است از: $P(t) = v(t).i(t)$

(جهت مقایسه: جریان وارد شونده به عنصر از طرف مثبت. اگر مجهت، متناظر باشد فرمول بالا برای توان برقرار است.)

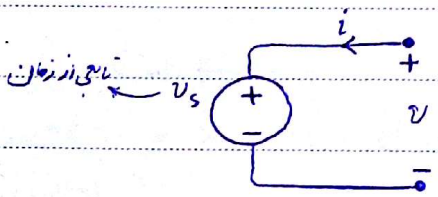
P4PCO
Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )

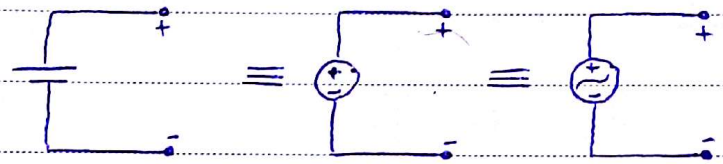
تعریف عناصر:

منبع ولتاژ مستقل:



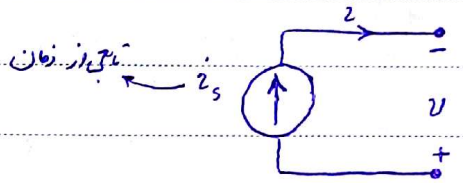
$$\begin{cases} v = v_s \\ i \longrightarrow \text{بقیه مدار} \end{cases}$$

(منبع ولتاژ مستقل هیچ تأثیر مستقیمی روی جریان ندارد.)



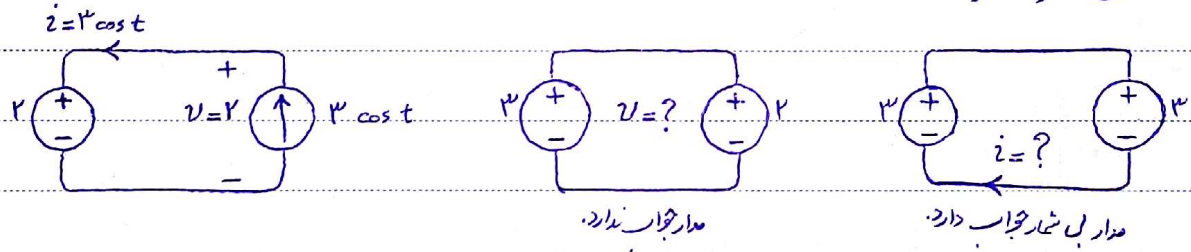
منبع ولتاژ مستقل DC (باتری) — منبع ولتاژ مستقل AC

منبع جریان مستقل:

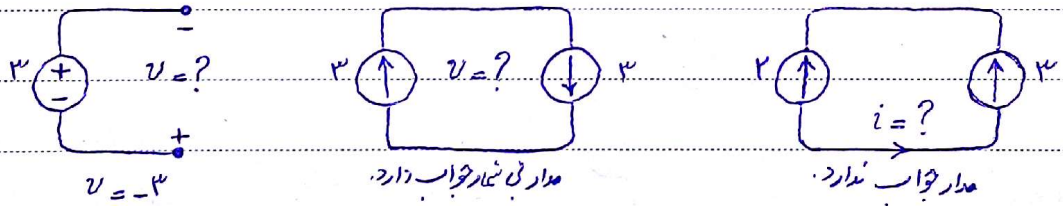


$$\begin{cases} v \longrightarrow \text{بقیه مدار} \\ i = i_s \end{cases}$$

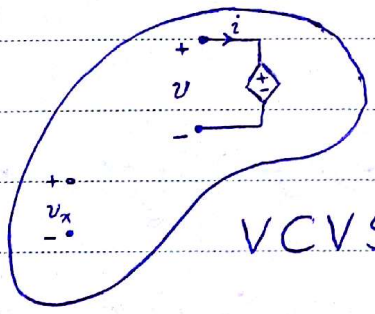
(منبع جریان مستقل هیچ تأثیر مستقیمی روی ولتاژ ندارد.)



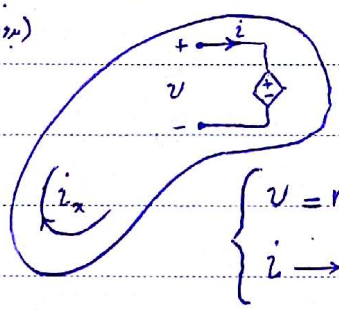
مدار جواب ندارد. — مدار بی شمار جواب دارد.



منبع ولتاژ وابسته:



$$\begin{cases} v = K \cdot v_x \longrightarrow \text{ثابت حقیقی (بدون واحد)} \\ i \longrightarrow \text{بقیه مدار} \end{cases}$$



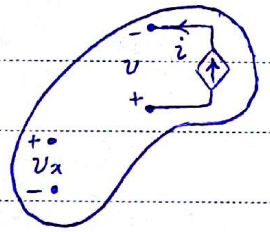
$$\begin{cases} v = ۲ \cdot i_x \longrightarrow \text{ثابت حقیقی (واحد دارد)} \\ i \longrightarrow \text{بقیه مدار} \end{cases}$$

Scanned by CamScanner

Subject :

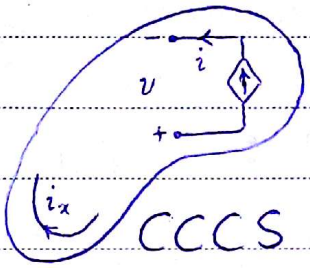
Year . Month . Date . ( )

منبع جریان وابسته:



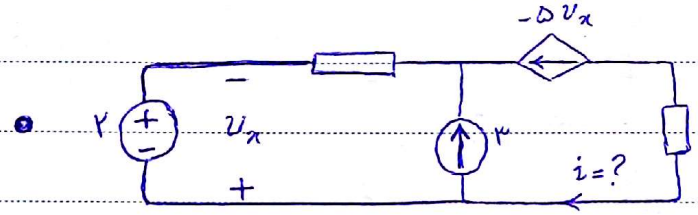
VCCS

$\begin{cases} v \longrightarrow \text{بقیه مدار} \\ i = g.v_x \longrightarrow \text{ثابت حقیقی (واحد دارد)} \end{cases}$



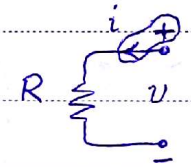
CCCS

$\begin{cases} v \longrightarrow \text{بقیه مدار} \\ i = K.i_x \longrightarrow \text{ثابت حقیقی (بدون واحد)} \end{cases}$

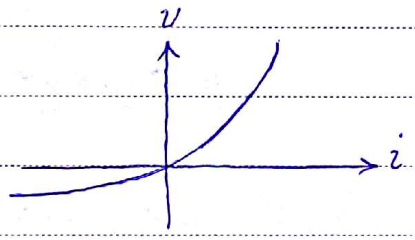


$v_x = -2 \Rightarrow -5v_x = 10 \Rightarrow i = -10$

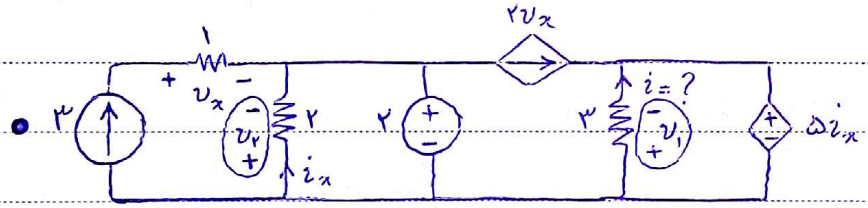
مقاومت: $v = Ri$



کلی تر: $v = f(i)$



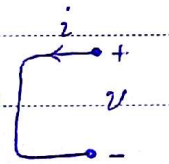
(جریان از سمت مثبت ولتاژ خارج می شود.) ← مثبت



$i = \frac{v_1}{3}$, $v_1 = -5i_x$, $i_x = \frac{v_2}{2}$, $v_2 = -2 \Rightarrow i = \frac{5}{3}$

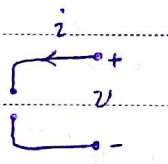
(v_2 را نمی توان از سمت چپ محاسبه کرد، چون ولتاژ دو سر منبع جریان مشخص نیست)

اتصال کوتاه:



$\begin{cases} v = 0 \\ i \longrightarrow \text{بقیه مدار} \end{cases}$

مدار باز:



$\begin{cases} v \longrightarrow \text{بقیه مدار} \\ i = 0 \end{cases}$

قضیه: منبع ولتاژ مستقل صفر معادل اتصال کوتاه است.

قضیه: منبع جریان مستقل صفر معادل مدار باز است.

P4PCO

Scanned by CamScanner

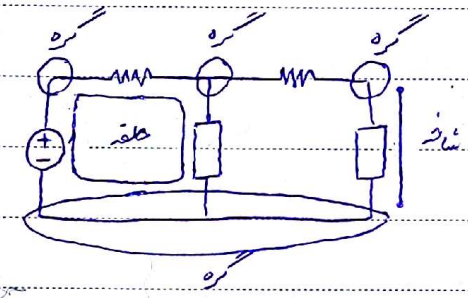
Subject:
Year. Month. Date. ( )

فصل ۳: قوانین ولتاژ و جریان

گره: محل اتصال دو یا چند اتلان (فرض می‌کنیم سیم‌ها بدون مقاومت‌اند.)

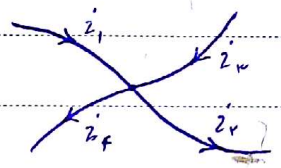
مسیر: اگر از یک گره شروع کنیم و در مدار حرکت کنیم و از هیچ گره یا اتلان دو بار عبور نکنیم تا یک گره دیگر، یک مسیر به وجود می‌آید.

حلقه: یک مسیر بسته

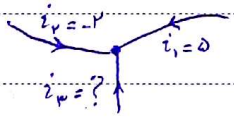


شاخه: مسیری شامل یک اتلان

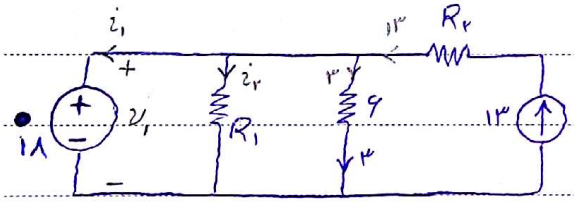
KCL: جمع جریان‌های وارد شونده به یک گره برابر جمع جریان‌های خارج شونده از آن است.



$$i_1 + i_3 = i_2 + i_4$$



$$i_3 + i_2 + i_1 = 0 \Rightarrow i_3 = -3$$

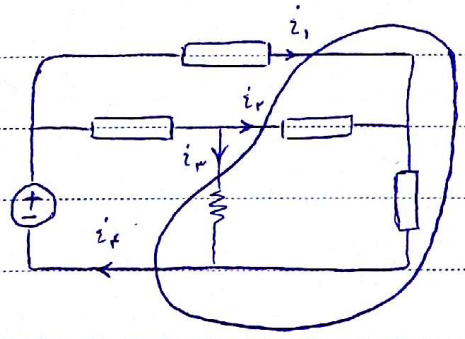


$$v_1 - i_1 = -144 \Rightarrow i_1 = -8$$

$$KCL: 13 = 3 - i_1 + i_2 \Rightarrow i_2 = 18$$

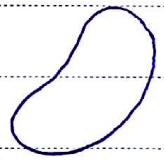
$R_1 = ?$ توان تولیدی منبع ولتاژ: ۱۴۴W $\quad R_1 = \frac{v_1}{i_2} = 1\,\Omega$

تعمیم KCL: جمع جریان‌های وارد شونده و خارج شونده در هر سطح گوسی در مدار برابر است.



$$i_1 + i_2 + i_3 = i_4$$

سطح گوسی:

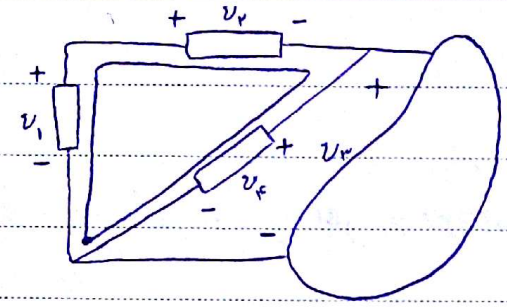


سطح غیرگوسی:

P4PCO
Scanned by CamScanner

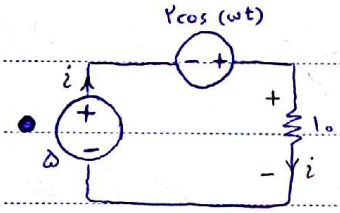
Subject:

Year. Month. Date. ( )



KVL: جمع علامت دار ولتاژ های روی هر حلقه ای در مدار صفر است.

$$-v_1 + v_2 + v_4 = 0$$

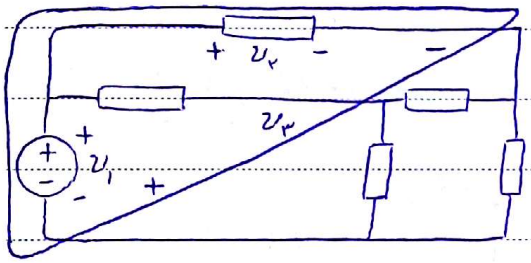


$$-5 - 2\cos(\omega t) + 10i = 0 \Rightarrow i = 0.5 + 0.2\cos(\omega t)$$

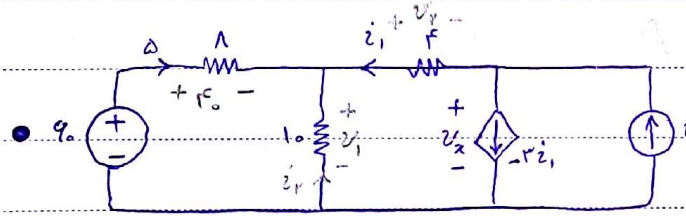
توان تولیدی $= 2.5 + \cos(\omega t)$ توان مصرفی $= -5i = -2.5 - \cos(\omega t)$

چون جهت مخالف است ? = توان تولیدی منبع 5V

تعمیم KVL: تمام بخش های حلقه می تواند روی مدار نباشد



$$-v_1 + v_2 - v_3 = 0$$



KVL: $-90 + 40 + v_1 = 0 \Rightarrow v_1 = 20$ $\quad i_2 = -\frac{v_1}{10} = -2$

KCL: $5 + i_1 + i_2 = 0 \Rightarrow i_1 = -3$ $\quad v_4 = -i_1 \times 4 = 12$

چون جهت مخالف است

KVL: $-v_1 + v_4 + v_x = 0 \Rightarrow v_x = 8V$

$v_x = ?$

از این لحظه به بعد شما قادرید هر مدار شامل منابع و مقاومت ها را

بالاخره حل کنید.

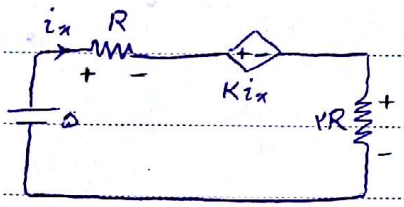
P4PCO

Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )

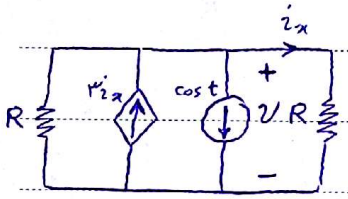
• K را به گونه‌ای بنویسید که توان مصرفی مقاومت $2R$ برابر با توان تولیدی باتری باشد.



$$KVL: -5 + Ri_x + Ki_x + 2Ri_x = 0 \Rightarrow i_x = \frac{5}{3R+K}$$

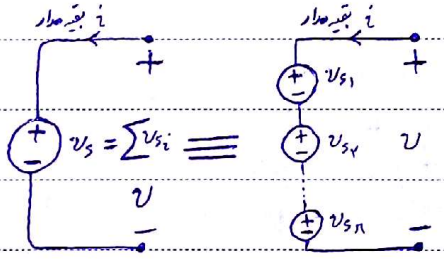
$$-\left(5 \times \frac{-5}{3R+K}\right) = 2Ri_x \times \frac{5}{3R+K} \Rightarrow K = -R$$

• توان مصرفی هر یک از عناصر را به دست آورید. سپس بررسی کنید: $\sum$ توان مصرفی $= 0$



قضیه: جریان المان‌های سری برابر است. (اثبات: سطح گوسی)

قضیه: ولتاژ المان‌های موازی برابر است. (اثبات: KVL)

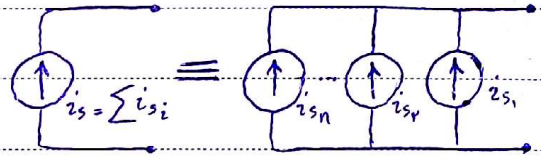


اثبات: $KVL: -v + v_{s1} + v_{s2} + \dots + v_{sn} = 0$

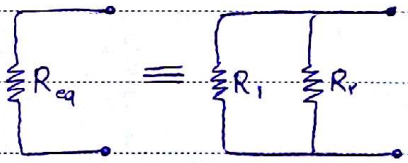
$KVL: -v + v_s = 0 \Rightarrow v_s = \sum v_{si}$

بقیه مدار $\longrightarrow$ i در هر دو مدار

قضیه:



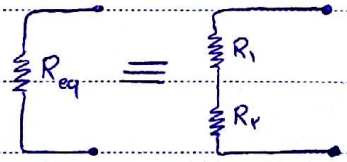
قضیه:



$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

برای اثبات کافیست v و i کل دو مدار را مساوی کرده و نشان دهیم برابرند.

قضیه:



$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

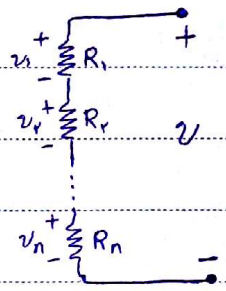
PAPCO

Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )

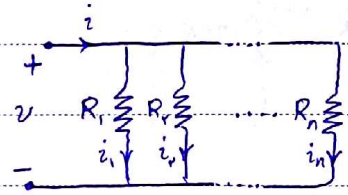
تقسیم ولتاژ:



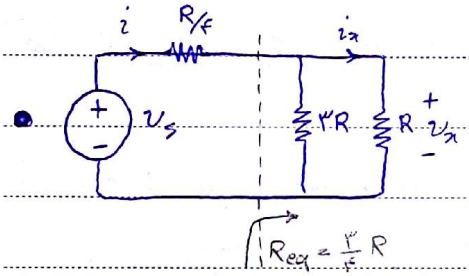
$$v_k = \frac{R_k}{R_1 + R_2 + \cdots + R_n} \cdot v$$

اثبات: $KVL: -v + R_1 i + R_2 i + \cdots + R_n i = 0 \Rightarrow i = \frac{1}{R_1 + R_2 + \cdots + R_n} \cdot v \Rightarrow v_k = R_k i = \frac{R_k}{R_1 + R_2 + \cdots + R_n} \cdot v$

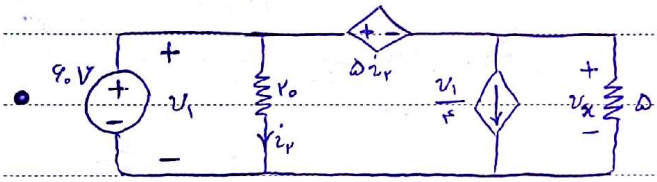
تقسیم جریان:



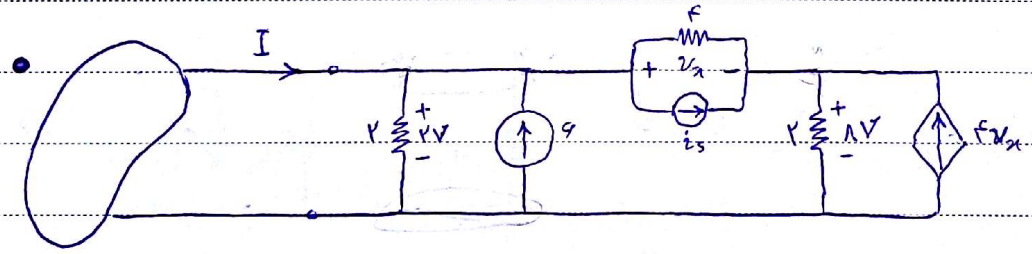
$$i_k = \frac{\frac{1}{R_k}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}} \cdot i$$



$$v_x = \frac{R_{eq}}{R_{eq} + \frac{R}{4}} v_s = \frac{3}{4} v_s \qquad i_x = \frac{\frac{1}{R}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{2R}} i = \frac{2}{3} i$$



$v_x = ?$ جریان منبع ولتاژ مستقل $= ?$



$v_x, I, i_s = ?$

PAPCO

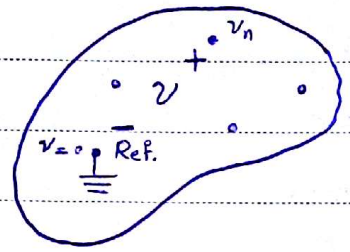
Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )

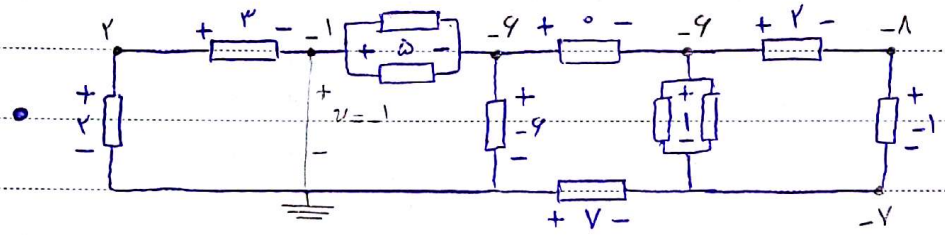
فصل ۴: روش گره و مش در تحلیل مدار

روش گره:



ولتاژ گره = ولتاژ بین گره و زمین

$v = v_n - 0 \Rightarrow v_n = v$



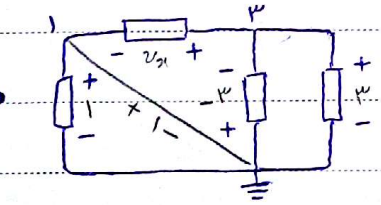
تفاوت‌های ولتاژ گره و ولتاژ شاخه:

۱- ولتاژ گره تک پایه‌ای و ولتاژ شاخه دوپایه‌ای است.

۲- ولتاژ گره جهت ندارد ولی ولتاژ شاخه دارد.

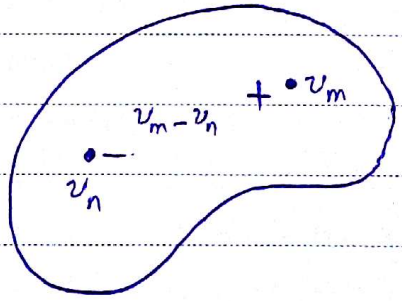
۳- ولتاژ گره با توجه به Ref. تفاوت است ولی ولتاژ شاخه یکتاست.

قضیه: اگر ولتاژ یه شاخه را داشته باشیم و گره Ref.، آنگاه ولتاژ همه گره‌ها را می‌توان به دست آورد و بالعکس.



KVL: $-1 - v_x - (-3) = 0 \Rightarrow v_x = 2$

قضیه:

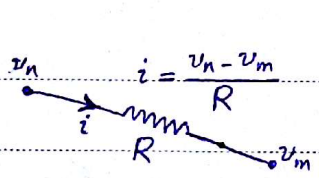


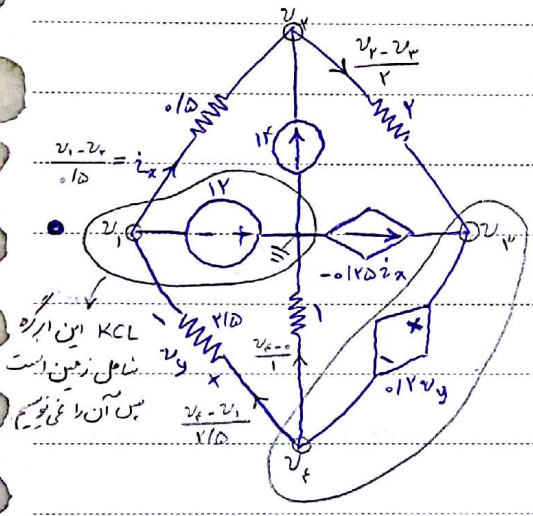
Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )

خلاصه ای از روش گره:
- یک گره را مشخص کرده و یک را زمین گرفته و بقیه را v_n می گذاریم.
- جریان به تعداد گره ها را بر حسب v_n ها پیدا می کنیم.
- هر منبع ولتاژ مستقل یا وابسته را در یک ابرگره قرار دهید.
- KCL را در هر گره ها و ابرگره ها به غیر از زمین بنویسید.
- معادلات منابع ولتاژ مستقل و وابسته را به معادلات قبل اضافه کنید.
- دستگاه را حل کنید! حال، تعداد v_n ها و i های مدار قابل اندازه گیری است.





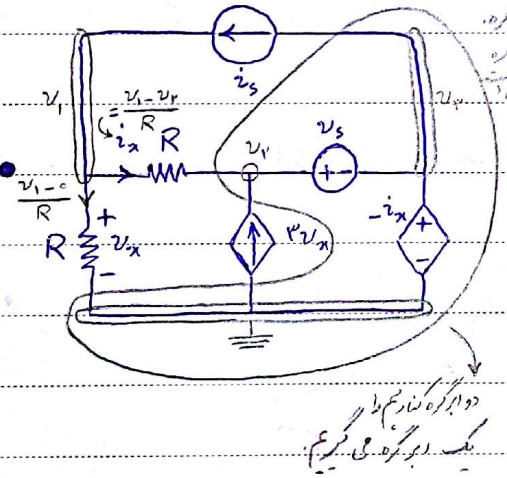
$$KCL1: 14 + \frac{v_1 - v_2}{0.15} = \frac{v_2 - v_3}{2}$$

$$KCL2: \frac{v_2 - v_3}{2} + \left(-0.125 \times \frac{v_1 - v_2}{0.15}\right) = \frac{v_4 - v_1}{2.15} + \frac{v_4 - 0}{1}$$

منبع ولتاژ مستقل: $0 - v_1 = 12$

منبع ولتاژ وابسته: $v_3 - v_4 = 0.12 v_y = 0.12 (v_4 - v_1)$

$\longrightarrow v_1 = -12 \;,\; v_2 = -4 \;,\; v_3 = 0 \;,\; v_4 = -2$



گره v_1 است ← $KCL: i_s = \frac{v_1 - 0}{R} + \frac{v_1 - v_2}{R}$

منبع ولتاژ مستقل شامل زمین است: $v_3 = v_1 - v_s$

منبع ولتاژ وابسته: $v_3 - 0 = -i_x = -\frac{v_1 - v_2}{R}$

$\longrightarrow$ بر حسب چند v_n و R دست می آید

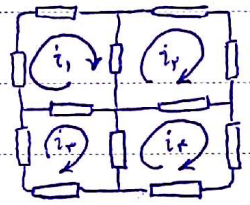
Scanned by CamScanner

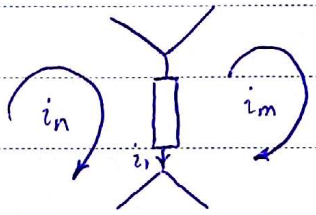
Subject:
Year. Month. Date. ( )

روش مش:

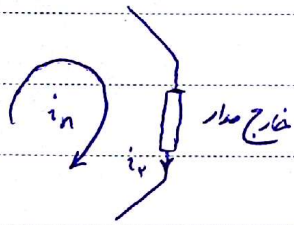
مش حلقه ای است که در آن حلقه دیگری نیست. (روش مش فقط برای مدارهای صفحه ای است یعنی مدارهایی که روی هم افتادگی ندارند)

جریان مش:





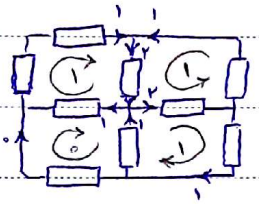
$i_1 = i_n - i_m$



$i_2 = i_n$

قضیه: اگر جریان همه شاخه های مدار را داشته باشیم، آنگاه جریان همه مش ها را داریم.

و اگر جریان همه مش های مدار را داشته باشیم، آنگاه جریان همه شاخه ها را داریم.



خلاصه ای از روش مش: ۱- مدار را به شکل صفحه ای رسم می کنیم و به همه مش های آن جریان i_n را نسبت می دهیم.

۲- ولتاژ همه مقاومت های مدار را برحسب i_n ها بیان می کنیم.

۳- با ترکیب منبع هایی که یک منبع جریان (مستقل یا وابسته) بینشان است، یک ابرمش بسازید.

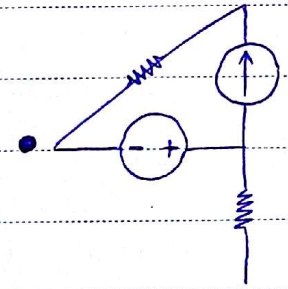
۴- KVL را در همه مش ها و ابرمش های مدار (به جز مشی که دارای منبع جریان در محیط مدار است) بنویسید.

کنار مدار

۵- معادلات تعریف منبع جریان را بنویسید.

۶- معادلات متغیرهای منابع وابسته را به معادلات قبل اضافه کنید.

۷- دستگاه حاصل را حل کنید. اکنون همه i_n ها قابل محاسبه اند.



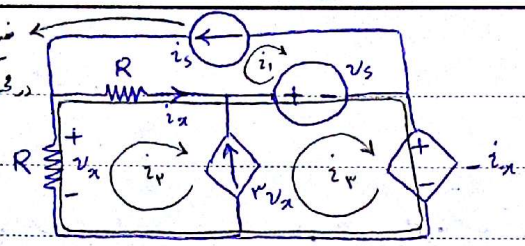
P4PCO

Scanned by CamScanner

Subject :

Year . Month . Date . ( )

ضبح جریان در خط صدار



$$Ri_2 + R(i_2 - i_1) + v_s - i_x = Ri_2 + R(i_2 - i_1) + v_s - (i_2 - i_1) = 0 \;,\; i_2 - i_1 = 3v_x = 3(-Ri_2)$$

P4PCO

Scanned by CamScanner

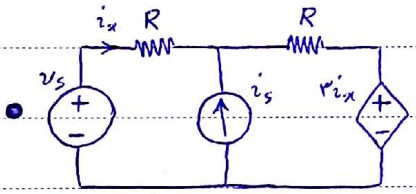
Subject:
Year. Month. Date. ( )

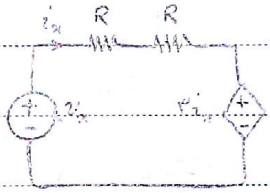
فصل ۵ : قضایای شبکه

قضیه برهم نهی (جمع آثار) : در هر مدار شامل منابع ولتاژ یا جریان مستقل یا وابسته، مقاومت، خازن، سلف ایده آل، آپ امپ و ترانس ایده آل هر ولتاژ یا جریان مدار را می توان با جمع آثار ولتاژ یا جریان ناشی از تک تک منابع مستقل به دست آورد. در به دست آوردن اثر هر منبع مستقل باید بقیه منابع مستقل، صفر (خاموش) شوند.

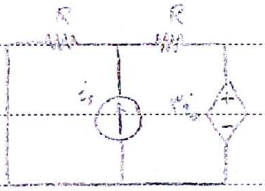
مدار خطی (دیود جزو این موارد نبود.)

(خاموش کردن منبع ولتاژ مستقل به معنی اتصال کوتاه کردن آن و خاموش کردن منبع جریان مستقل مدار باز کردن است.)





$$\Rightarrow i_{x_1} = \frac{v_s}{2R+3}$$

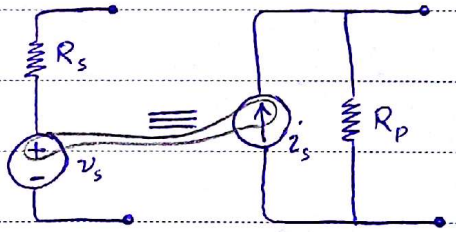


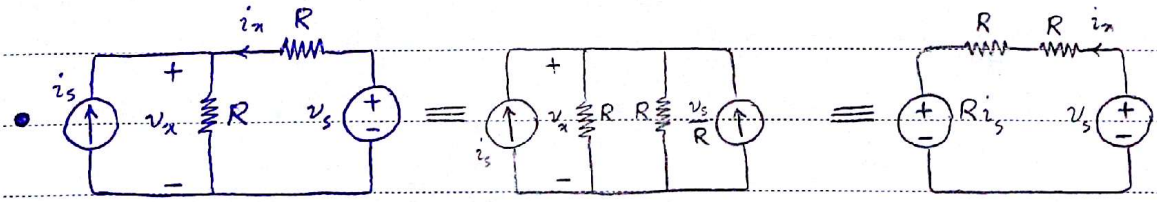
$$\Rightarrow i_{x_2} = \ldots$$

$$i_x = i_{x_1} + i_{x_2}$$

قضیه تبدیل منبع :

$$\begin{cases} v_s = R_p i_s \\ R_p = R_s \neq 0 \end{cases}$$





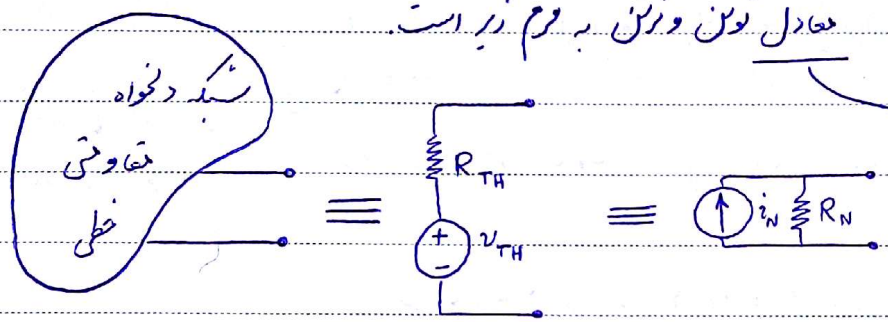
$$v_x = R\left(\frac{v_s}{R} + i_s\right) \qquad i_x = \frac{v_s - Ri_s}{2R}$$

P4PCO
Scanned by CamScanner

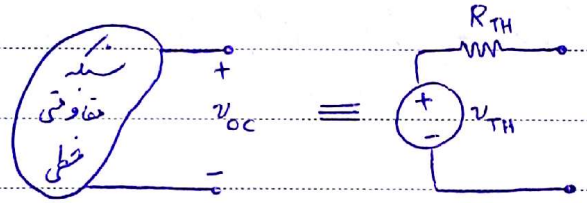
Subject:
Year. Month. Date. ( )

قضیه مدارهای معادل تونن و نورتن: یک شبکه دلخواه مقاومتی خطی (شبکه خطی که سلف و خازن ندارد) را در نظر بگیرید که دو سر از آن در اختیار ماست. این شبکه دارای مدار معادل تونن و نورتن به فرم زیر است.

«معادل» یعنی برای دو سری که در اختیار ماست هیچ تفاوتی ندارد.

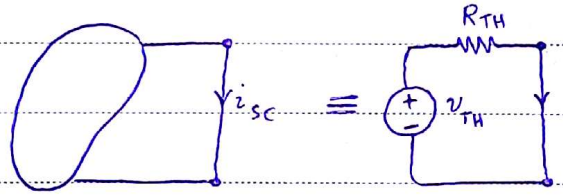


آزمایش مدار باز:



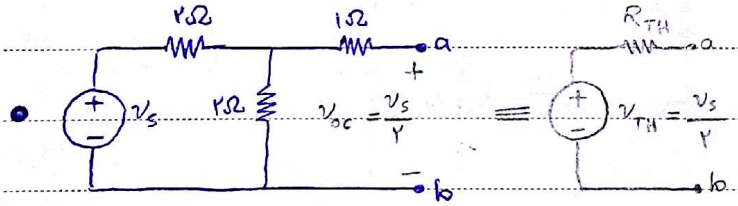
$$\Rightarrow v_{TH} = v_{oc}$$

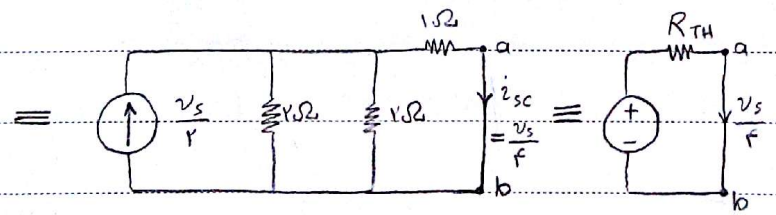
آزمایش اتصال کوتاه:



$$\Rightarrow R_{TH} = \frac{v_{TH}}{i_{sc}} = \frac{v_{oc}}{i_{sc}}$$

$$R_N = \frac{v_{TH}}{i_{sc}} = \frac{v_{oc}}{i_{sc}}, \quad i_N = i_{sc}$$





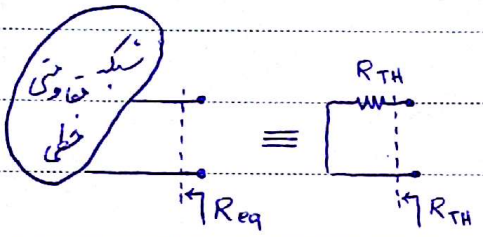
$$\Rightarrow R_{TH} = ۲\,\Omega$$

P4PCO
Scanned by CamScanner

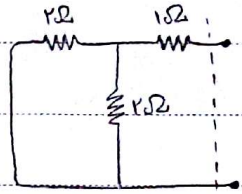
Subject :

Year . Month . Date . ( )

تست کشتن مدار: (تمام منابع مستقل را صفر کرده و مقاومت معادل را به دست می‌آوریم.)

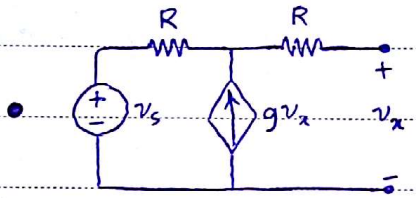


$$R_{eq} = R_{TH}$$



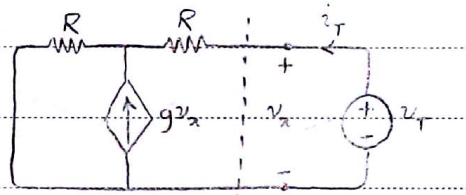
$R_{eq} = ۲\Omega = R_{TH}$

سوال قبل:

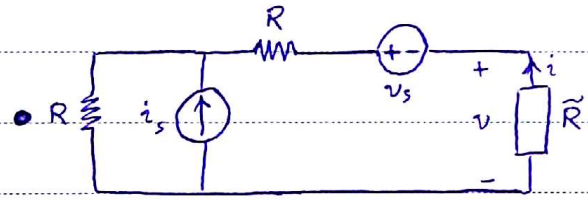


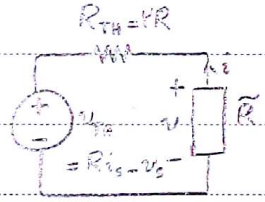
$$v_{oc} = v_x = \frac{v_s}{1 - Rg}$$

روش کشتن مدار:



$$R_{eq} = \frac{v_{Test}}{i_{Test}} = \dots$$



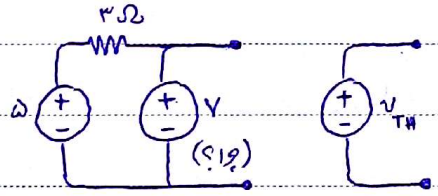


$\tilde{R}$ تعریف: $i = v^۲$

توان مصرفی $\tilde{R}$

$$P_{\tilde{R}} = vi = v^۳ = (R_{TH} i + v_{TH})^۳ = \dots$$

در مدارهای روبرو نمی‌توان نرتن نوشت:



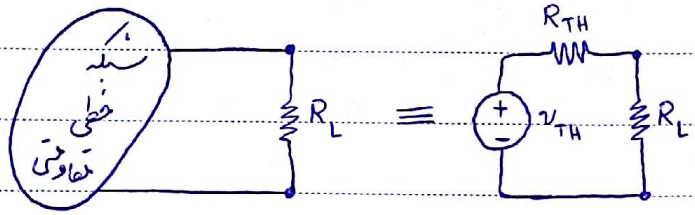
P4PCO

Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )

قضیه ماکزیمم انتقال توان: توان مصرفی R_L زمانی بیشینه می‌شود که: $R_L = R_{TH}$



قضیه تبدیل ستاره مثلث:

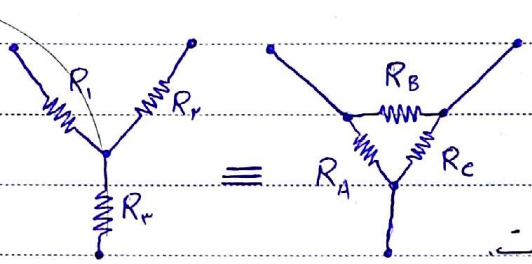
$$R_A = \frac{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1}{R_3}$$

$R_B = \dots$

$R_C = \dots$

$$R_1 = \frac{R_AR_B}{R_A + R_B + R_C}$$

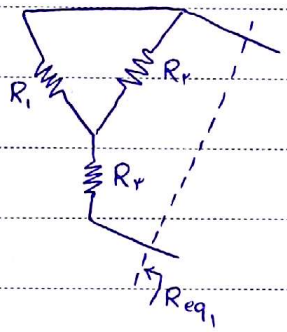
$R_2 = \dots \quad R_3 = \dots$

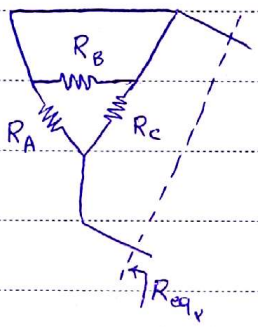


★ بیشتر حل در مقاومت های ستاره کاربرد است.

ستاره مثلث

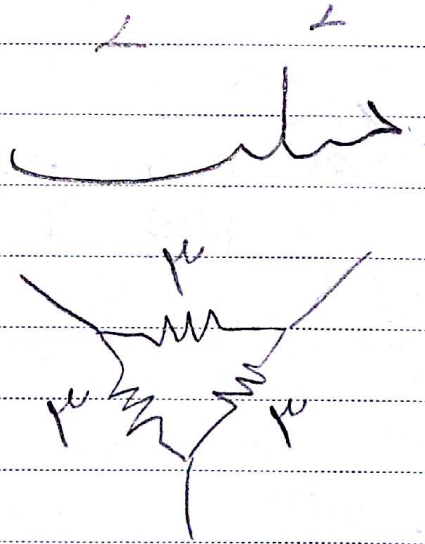
• قضیه تبدیل ستاره مثلث را امتحان کنید:





$R_{eq_1} \overset{?}{=} R_{eq_2}$

ستاره



مثلث

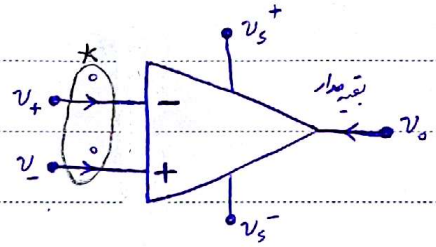
Scanned by CamScanner

Subject :

Year . Month . Date . ( )

فصل ۶: تقویت کننده عملیاتی

Operational Amplifier (Op_Amp)



تعریف:

ناحیه خطی : $v_s^- < v_o < v_s^+$ ، $v_o \rightarrow$ بقیه مدار ، $v_- = v_+$

ناحیه اشباع مثبت : $v_- < v_+$ ، $v_+ , v_- \rightarrow$ بقیه مدار ، $v_o = v_s^+$

ناحیه اشباع منفی : $v_- > v_+$ ، $v_+ , v_- \rightarrow$ بقیه مدار ، $v_o = v_s^-$

↑ شرط قرار گرفتن در هر ناحیه

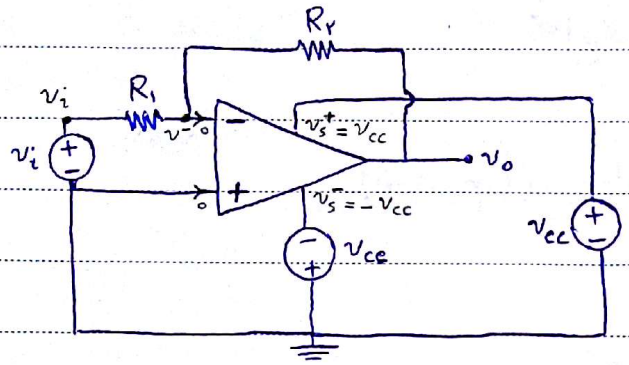
PaPCO

Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )

• آپ امپ روبرو را در سه حالات بررسی کنید.



ناحیه خطی:

$$v^- = v^+ = 0 \qquad KCL: \frac{v^- - v_i}{R_1} + \frac{v^- - v_o}{R_2} = 0 \Rightarrow v_o = -\frac{R_2}{R_1} v_i$$

$$v_s^- < v_o < v_s^+ \Rightarrow -v_{cc} < -\frac{R_2}{R_1} v_i < v_{cc} \Rightarrow -\frac{R_1}{R_2} v_{cc} < v_i < \frac{R_1}{R_2} v_{cc}$$

ناحیه اشباع مثبت:

$$v_o = v_s^+ = v_{cc} \qquad KCL: \frac{v^- - v_i}{R_1} + \frac{v^- - v_o}{R_2} = 0 \Rightarrow v^- = \frac{R_2}{R_1+R_2} v_i + \frac{R_1}{R_1+R_2} v_{cc} < v^+ = 0$$

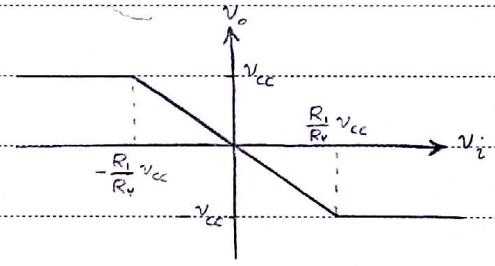
$$\Rightarrow v_i < -\frac{R_1}{R_2} v_{cc}$$

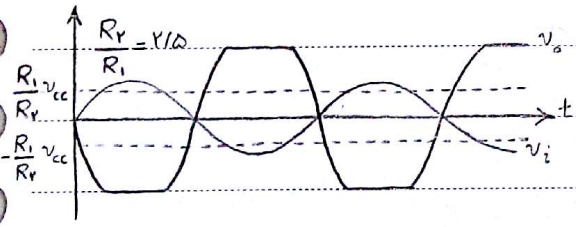
ناحیه اشباع منفی:

$$v_o = v_s^- = -v_{cc} \qquad v^- = \frac{R_2}{R_1+R_2} v_i + \frac{R_1}{R_1+R_2} v_{cc} > v^+ = 0 \Rightarrow v_i > \frac{R_1}{R_2} v_{cc}$$

خلاصه:

$$\begin{cases} -\frac{R_1}{R_2} v_{cc} < v_i < \frac{R_1}{R_2} v_{cc} & \text{ناحیه خطی: } v_o = -\frac{R_2}{R_1} v_i \\ v_i < -\frac{R_1}{R_2} v_{cc} & \text{ناحیه اشباع مثبت: } v_o = v_{cc} \\ \frac{R_1}{R_2} v_{cc} < v_i & \text{ناحیه اشباع منفی: } v_o = -v_{cc} \end{cases}$$





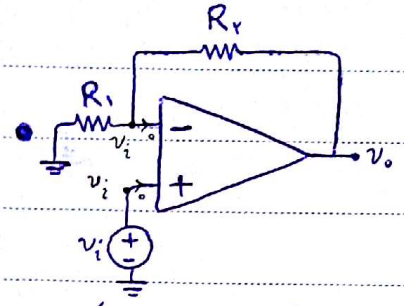
(برای این که تقویت کننده خوبی داشته باشیم، باید نسبت R_2 به R_1 زیاد باشد تا بیشتر تقویت شود و از طرف دیگر می‌خواهیم بازه ناحیه خطی زیاد باشد، پس v_{cc} باید بزرگ باشد.)

P4PCO

Scanned by CamScanner

Subject:

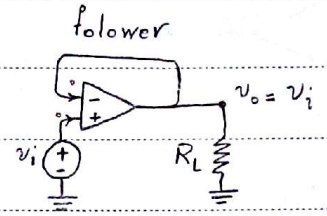
Year. Month. Date. ( )



تقویت کننده ناوارون ساز

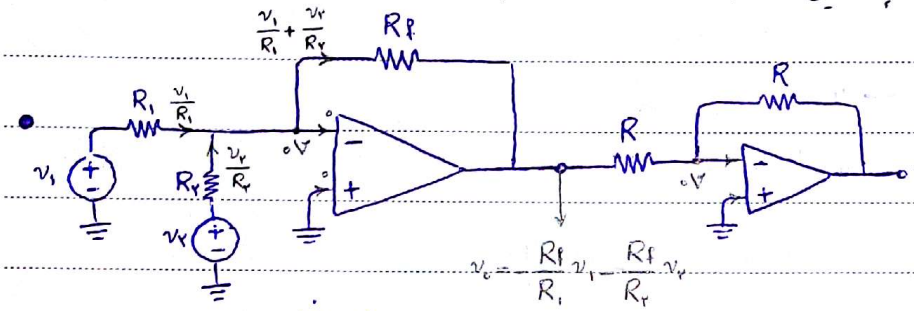
$$KCL: \frac{v_i - 0}{R_1} + \frac{v_i - v_o}{R_2} = 0 \Rightarrow v_o = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) v_i$$

حالت خاص $\begin{cases} R_1 = \infty \\ R_2 = 0 \end{cases}$



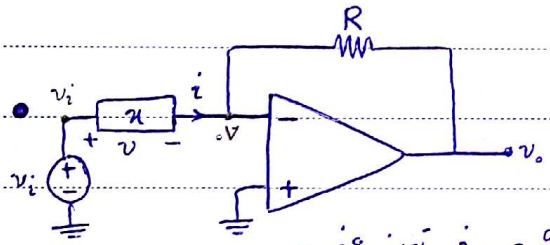
با فرض ناحیه خطی مدار بالا را حل کنید.

(حالا از این ویژگی می‌توانیم استفاده کنیم و از آن جریان بگیریم. توجه کنید که نمی‌خواهیم از v_i اولیه جریان بگیریم چون یک سیگنال ضعیف است ولی جریانی که از v_i کپی شده در v_o می‌گیریم توسط باتری‌های آپ امپ تأمین می‌شود.)



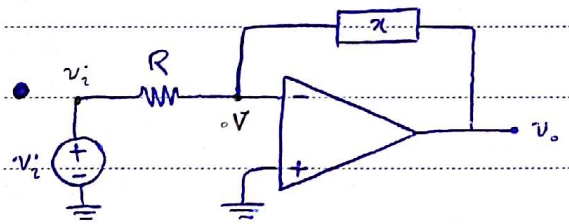
ناحیه خطی

جمع کننده وزن دار



تعریف عنصر: $i = C \frac{dv}{dt}$

$$i = C \frac{dv}{dt} = C \frac{dv_i}{dt} \Rightarrow v_o = -RC \frac{dv_i}{dt}$$

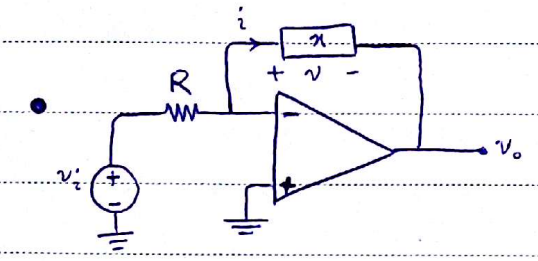


$$i = \frac{v_i}{R} = C \frac{-dv_o}{dt} \Rightarrow v_o = -\int \frac{v_i(t)}{RC} dt$$

Scanned by CamScanner

Subject :

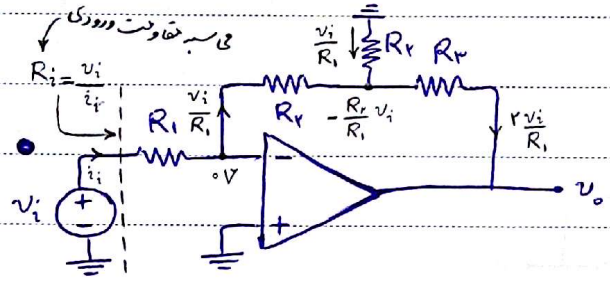
Year . Month . Date . ( )



$$v_o = -v = -\frac{1}{\alpha}\ln\frac{i}{I} = -\frac{1}{\alpha}\ln\frac{v_i}{RI}$$

(اگر جای مقاومت R و المان x را عوض کنیم، مدار، e^x را حساب می‌کند)

x المان: $i = Ie^{\alpha v}$ ، α و I پارامتر



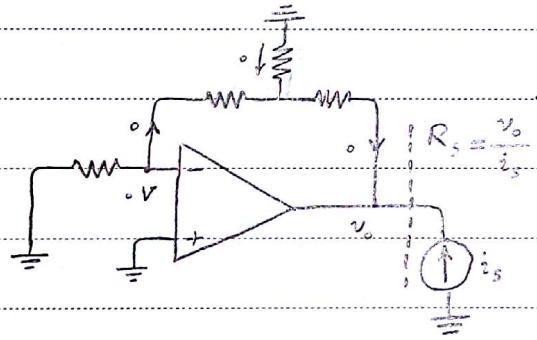
مدار معادل آپ امپ:

$$i_i = \frac{v_i - 0}{R_1} \Rightarrow R_i = \frac{v_i}{\frac{v_i}{R_1}} = R_1$$

★ بهره ولتاژ: $G = A_v = \frac{v_o}{v_i}$

$$v_o = -\frac{R_2}{R_1}v_i - \frac{2v_i}{R_1} \times R_4 = -\frac{R_2 + 2R_4}{R_1}v_i \Rightarrow A_v = \frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2 + 2R_4}{R_1}$$

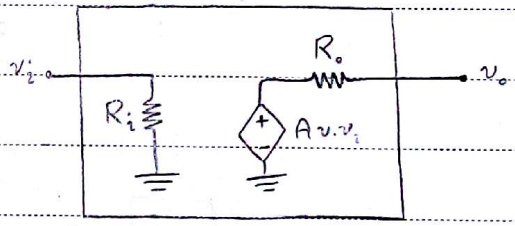
★ مقاومت خروجی: برای به دست آوردن مقاومت خروجی، ابتدا منبع مستقل ورودی را خاموش می‌کنیم سپس یک منبع جریان در خروجی



قرار می‌دهیم مقاومتی که منبع جریان می‌بیند، مقاومت خروجی است

$$R_o = \frac{v_o}{i_o} = \frac{0}{i_o} = 0$$

مدار معادل آپ امپ:



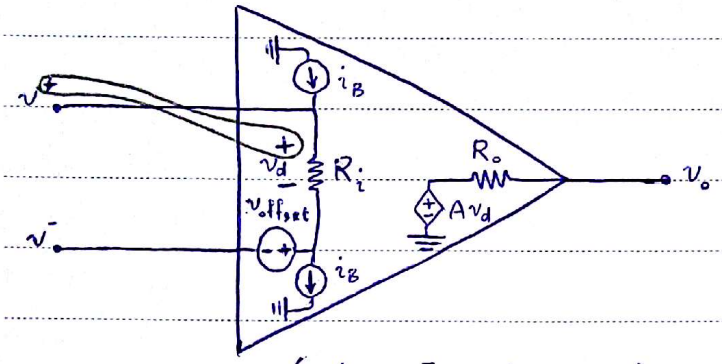
P4PCO

Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )

مدل دقیق تر آپ امپ (در ناحیه خطی): (مدل های قبلی، ایده آل بودند.)



$A: 10^4 \sim 10^9$

$R_i: 10^6\,\Omega \sim 10^{13}\,\Omega$

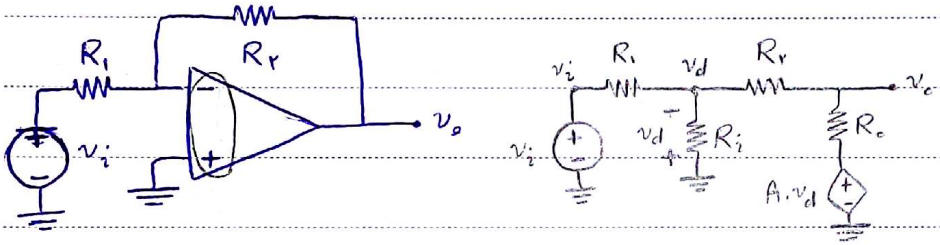
$R_o: 100\,\Omega \sim 1\,\Omega$

$i_B: 10^{-7}\,A \sim 10^{-10}\,A$

$v_{offset}: 10^{-4}\,V$

($v^+ \neq v^-$ ، جریان های ورودی $\neq 0$)

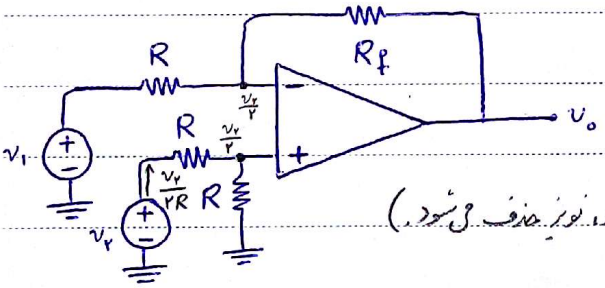
- با فرض ناحیه خطی و مدل دقیق تر آپ امپ و خاموش بودن i_B و v_{offset}، بهره (gain) مدار زیر را به دست آورید.



$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{\frac{1}{R_1}}{\frac{R_o+R_2}{R_o-AR_2}\left(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_i}\right)-\frac{1}{R_2}}$$

اگر آپ امپ ایده آل باشد: $A \to \infty \Rightarrow \frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1}$

- با فرض ناحیه خطی و مدل ایده آل، v_o را برحسب v_1 و v_2 به دست آورید.



$$\frac{\frac{v_2}{2}-v_1}{R}+\frac{\frac{v_2}{2}-v_o}{R_f}=0 \Rightarrow v_o=\frac{1+\frac{R_f}{R}}{2}v_2-v_1 \xrightarrow{R_f=R} v_o=v_2-v_1$$

تقویت کننده تفاضلی (اگر v_2 صدا به همراه نویز باشد و v_1 فقط نویز باشد، نویز حذف می شود.)

PqPCO

Scanned by CamScanner

Subject :

Year . Month . Date . ( )

P4PCO

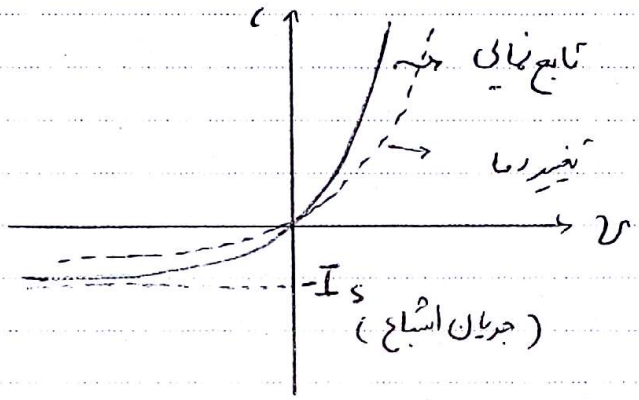
Scanned by CamScanner

«دیود»

نماد دیود: آند (+) — کاتد (−)

* دو پایه است.
* متقارن نیست.

تعریف: (D)



مشخصه‌ی دیود واقعی

پس دیود یک مقاومت غیرخطی است. چرا مقاومت؟ چون رابطه‌ی بین ولتاژ و جریان آن را می‌توان ترسیم کرد.

ویژگی:

+ به شدت به گرما حساس است. برای مثال: (شکل)

دلیل: چون از نیمه‌هادی تشکیل می‌شود و از آن جا که نیمه‌هادی‌ها در مقابل گرما به دما خیلی حساس است.

آدمی به سیرت است نه به صورت. انسانیت به کمال است نه به جمال.

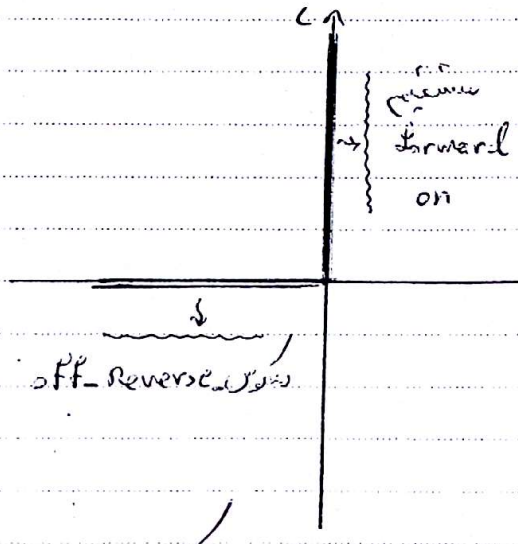
Scanned by CamScanner

آند

نماد دیود: v

ایده‌آل — کاتد

تعریف (۵)



(نمودار تک تک)

مشخصه دیود ایده‌آل

* در تمدری صدا با دیود ایده‌آل کار می‌کند.

* تفاوت: به دما حساس نیست.

* کنتور خیرخطی است.

ناحیه on: $\begin{cases} v=0 \\ i>0 \end{cases}$ بقیه صدا: i و $v<0$

ناحیه off: $\begin{cases} v<0 \\ i=0 \end{cases}$ بقیه صدا: v و $i<0$

Scanned by CamScanner

۱۳۹۱

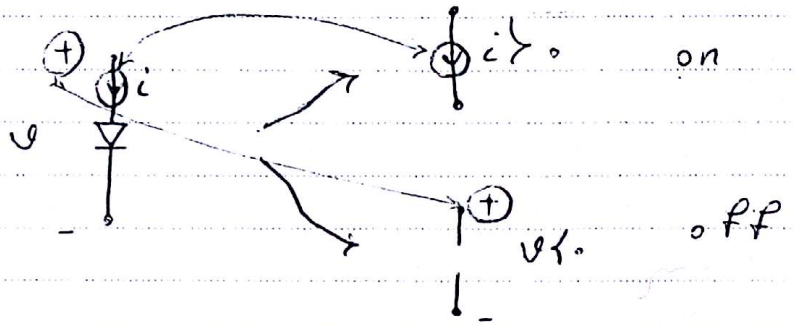
مدار معادل ۸ :

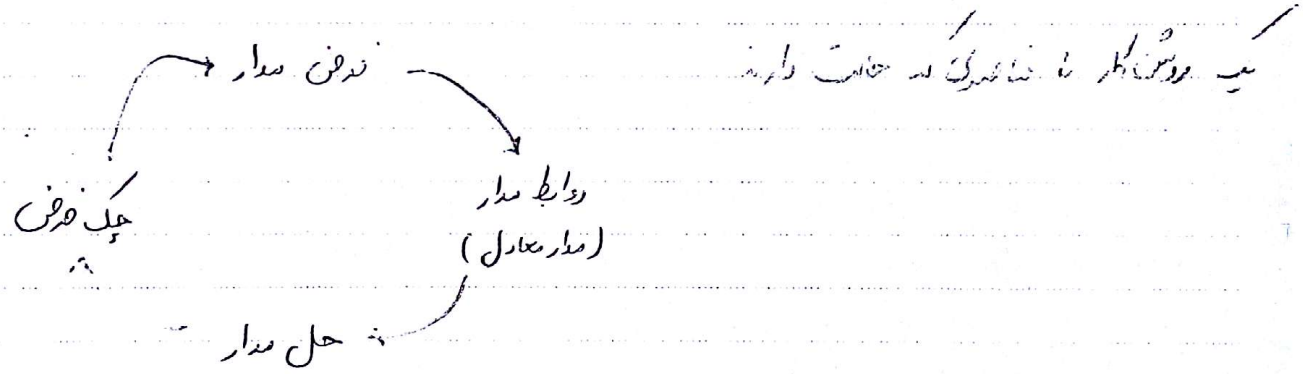
نتیجه :

* دیود در ناحیه on مانند اتصال کوتاه است.

* " off " " مدار باز "

خلاصه :

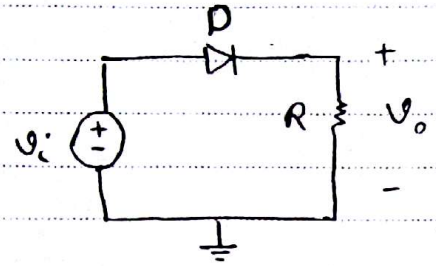


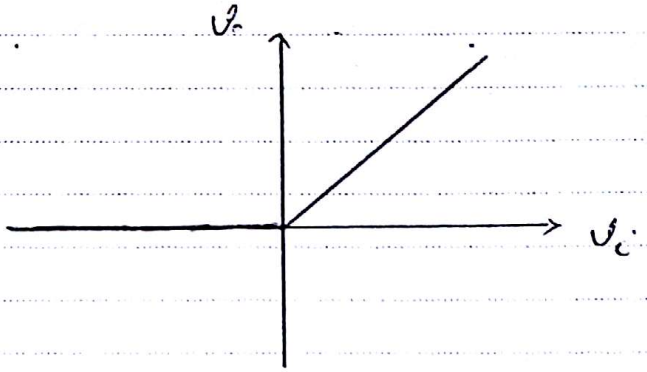


× بخیل برای ثروت خود نگهبان است و برای وارث انبار دار.(بوذر جمهر)×

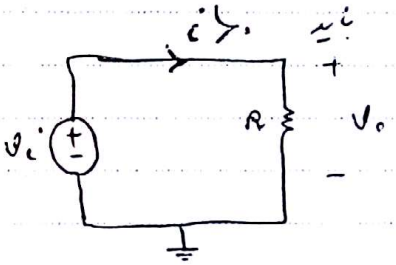
Scanned by CamScanner

۸ سؤال : مطلوب است مشخصه‌ی ورودی-خروجی .





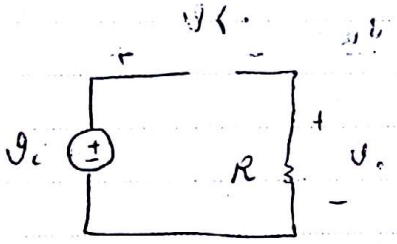
۱۲ فرض : D : on پس :



$$\Rightarrow \begin{cases} v_o = v_i \\ i = \frac{v_i}{R} > 0 \end{cases} \Rightarrow \{ v_i > 0 \ , \ v_o = v_i \}$$

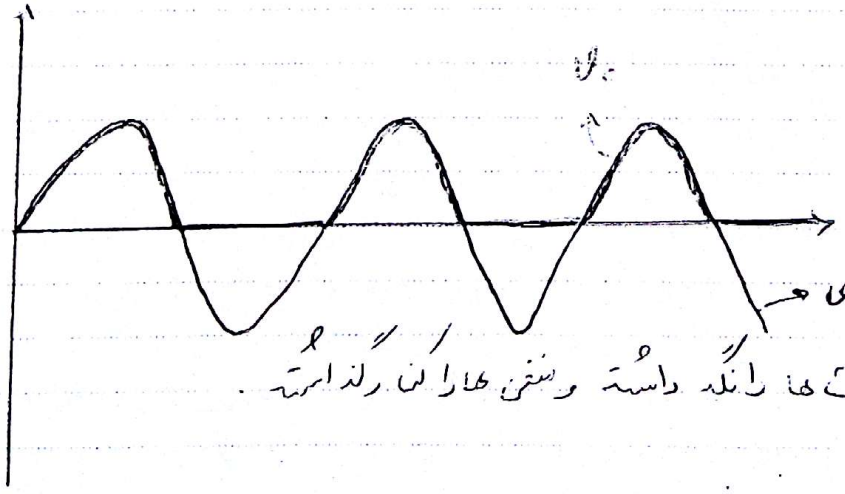
۱۴ اگر $v_i < 0$ شده بود فرض عوض می‌شود .

فرض : D : off پس :



$$\Rightarrow \begin{cases} v_o = 0 \\ v = v_i < 0 \end{cases} \Rightarrow \{ v_i < 0 \ , \ v_o = 0 \}$$

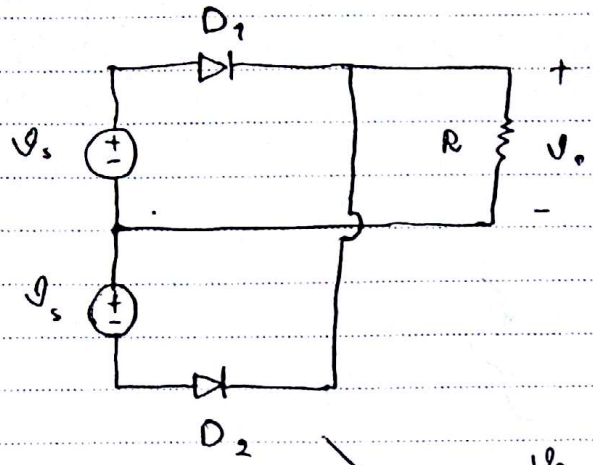
۱۸ پلسوساز یم موج

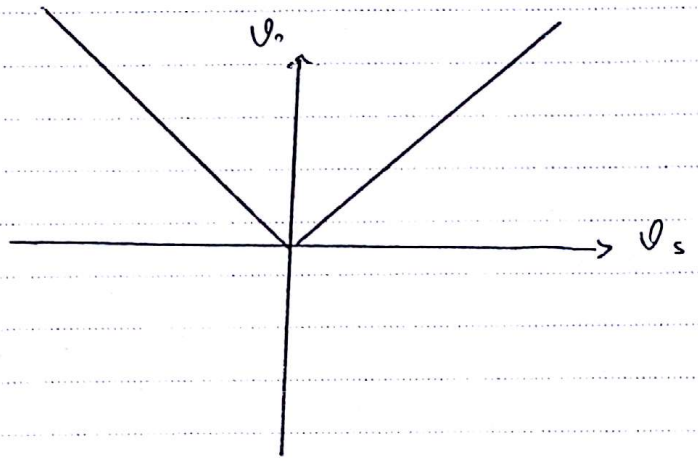


۲۰ چون بیت‌ها را نگه داشته و شفن‌ها را کنار گذاشته .

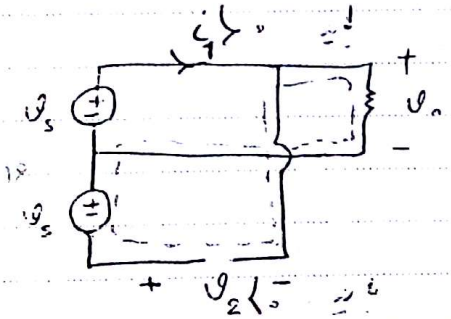
Scanned by CamScanner

سؤال: مطلوبست مشخصه‌ی مدار روبه رو:





فرض: D_2 : off ، D_1 : on



$$\Rightarrow \begin{cases} v_o = v_s \\ i_1 = \frac{v_s}{R} > 0 \Rightarrow v_s > 0 \\ v_2 = -2v_s < 0 \Rightarrow v_s > 0 \end{cases}$$

KVL (در حالت کلی) : $-v_2 - v_s - v_o = 0 \Rightarrow v_2 = -v_s - v_o$

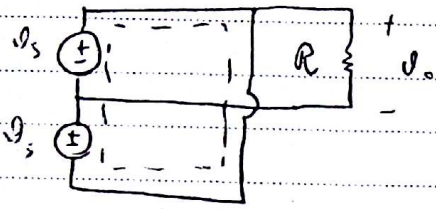
توجه: چک حالت on ضروری است ولی چک حالت off لازم نیست.

نتیجه: $(v_s > 0 \Rightarrow v_o = v_s)$

* دانستن بدون خواستن هرگز توانستن به بار نمی آورد.(گوستا ولوبون) *

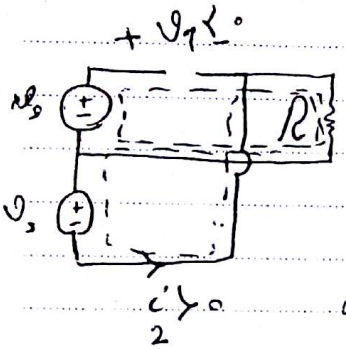
Scanned by CamScanner

فرض : D_2 , D_1 : on



KVL نقض شده است پس اساساً این حالت رخ نمی دهد.

فرض : D_2 : on , D_1 : off



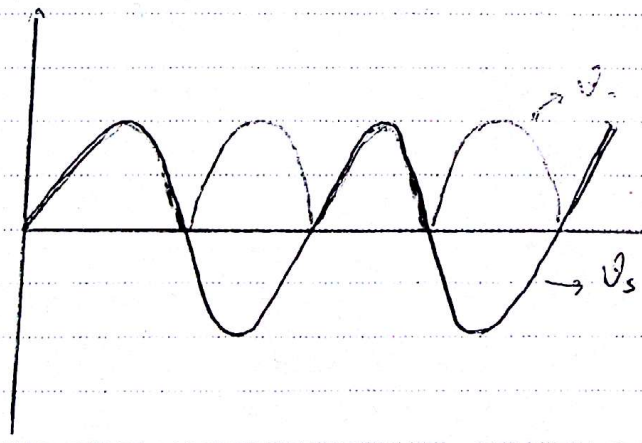
KVL : $v_o = -v_s$

KVL (حلقه بیرونی) : $-v_s + v_1 + v_o = 0 \Rightarrow v_1 = v_s - v_o$

$$\begin{cases} v_1 = v_s - v_o = v_s - (-v_s) = 2v_s < 0 \Rightarrow v_s < 0 \\ i_2 = -\dfrac{v_s}{R} > 0 \Rightarrow v_s < 0 \end{cases}$$

نتیجه : $\left(v_s < 0 \Rightarrow v_o = -v_s \right)$

فرض : D_1 , D_2 : off که در این شرایط یکسان نمی شود آنها، غیر ممکن می شود

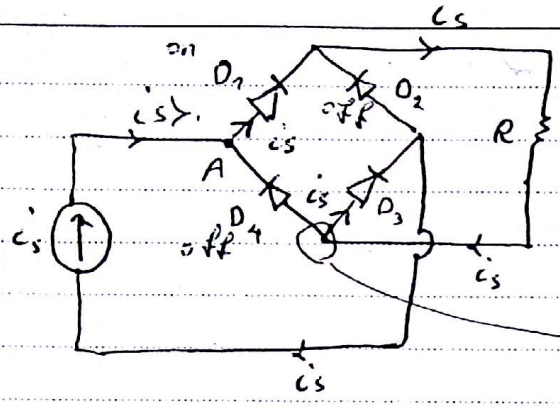


یکسوساز تمام موج (سر و ته)

$v_o(t) = |v_s(t)|$

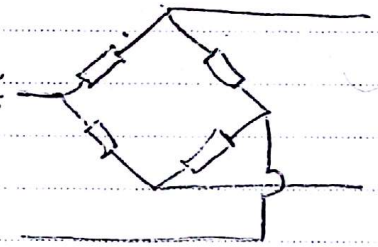
Scanned by CamScanner

۱۳۹۱



سؤال: مطلوب است مشخصه ورودی-خروجی $v_o = R i_s$

نکته: اگر i_s سمت چپ هم برود، در kcl نقطه A نقض نمی‌شود.

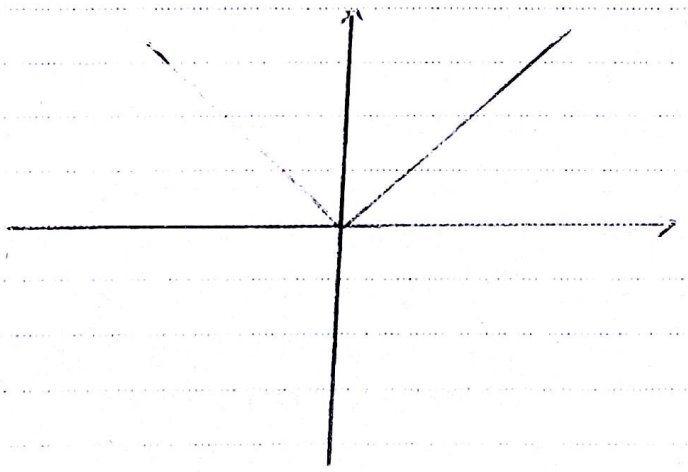


پل چیست؟

از روش ابتکاری استفاده می‌کنیم.

فرض: $i_s > 0 \Rightarrow$
- D_1, D_3 : on
- D_2, D_4 : off
- $v_o = R i_s$

فرض: $i_s < 0 \Rightarrow$
- D_1, D_3 : off
- D_2, D_4 : on
- $v_o = -R i_s$



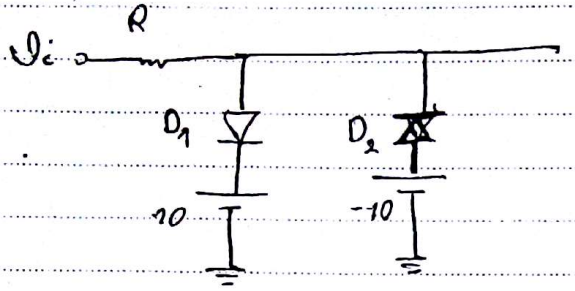
یکسو ساز تمام موج پل

پنجشنبه
۲۲/شعبان/۱۴۳۳
12/July/2012

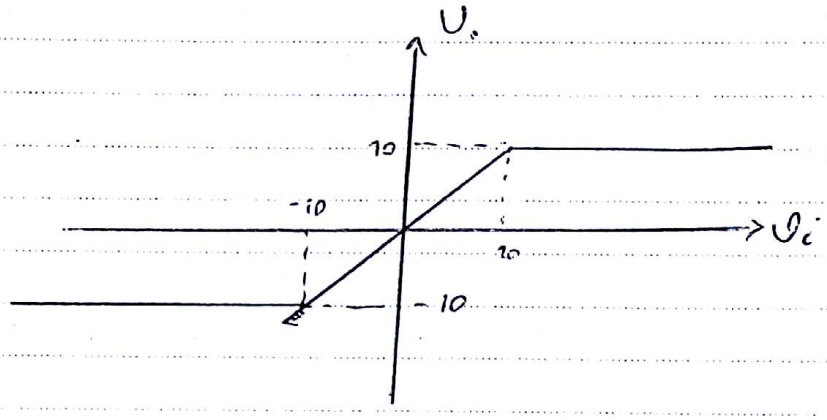
۲۲

۱۳۹۱

۸ سؤال : مطلوب است شکل موج خروجی



۱۰

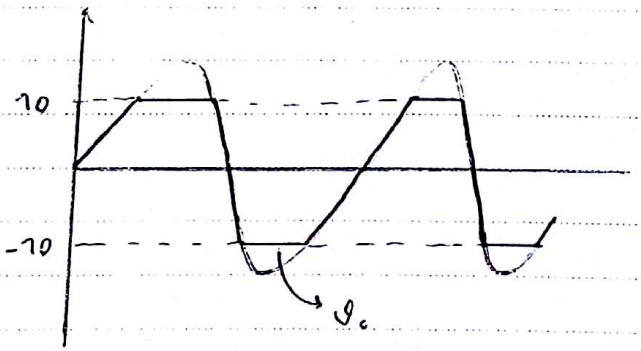


۱۲

۱۴

جمعه
۲۳/شعبان/۱۴۳۳
13/July/2012

۲۳



کاربرد : محدود کننده ی ۱

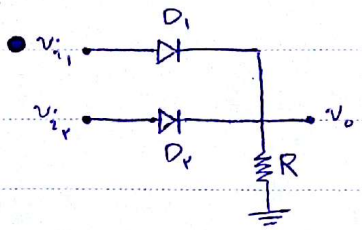
دلتا ۲

نام : برشگر

Scanned by CamScanner

Subject :

Year . Month . Date . ( )

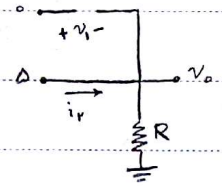


v_{i_1}	v_{i_2}	D_1	D_2	v_o
0	5	off	on	5
5	0	on	off	5
5	5	on	on	5
0	0	off	off	0

$\Rightarrow$ گیت OR

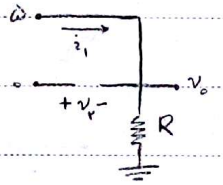
در نقاط خروجی هم می‌تواند on باشد و هم می‌تواند off باشد.

سطر اول :



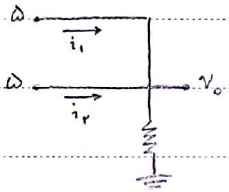
$i_2 = \frac{5}{R} > 0 \checkmark \quad v_1 = -v_o = -5 < 0 \checkmark$

سطر دوم :

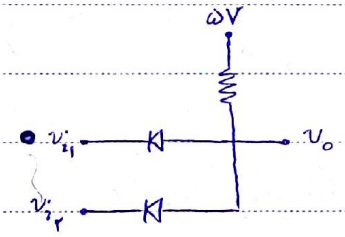


$i_1 = \frac{5}{R} > 0 \checkmark \quad v_2 = -v_o = -5 < 0 \checkmark$

سطر سوم :



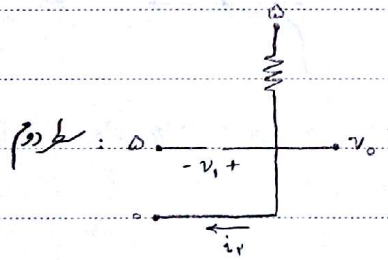
$i_1 = i_2 = \frac{5}{R} > 0 \checkmark$



v_{i_1}	v_{i_2}	D_1	D_2	v_o
0	0	on	on	0
0	5	off	on	0
5	0	on	off	0
5	5	on/off	on/off	5

$\Rightarrow$ گیت AND

سطر دوم :



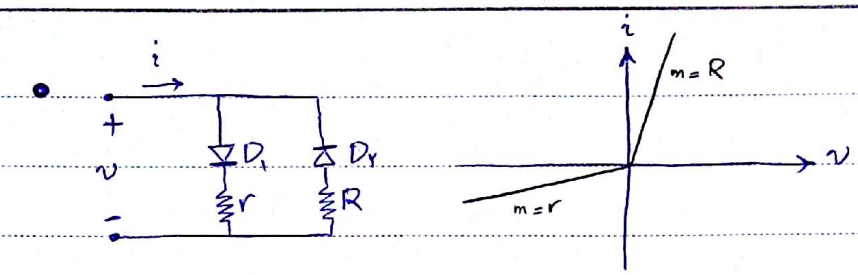
$v_1 = v_o - 5 = -5 < 0 \checkmark \quad i_2 = \frac{5}{R} > 0 \checkmark$

PqPCO

Scanned by CamScanner

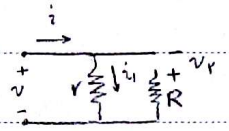
Subject:

Year. Month. Date. ( )



تقریب دیود واقعی با دیود ایده آل $\Longrightarrow$

D_1: on, D_2: off

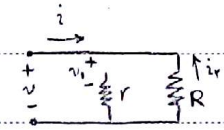


$i_1 = \frac{v}{r} > 0 \Rightarrow v > 0$

$v_2 = -v < 0 \Rightarrow v > 0$

$\Longrightarrow i = \frac{v}{r}$

D_1: off, D_2: on

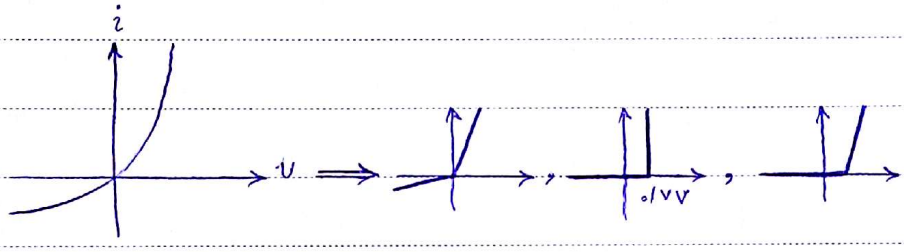


$i_2 = \frac{-v}{R} > 0 \Rightarrow v < 0$

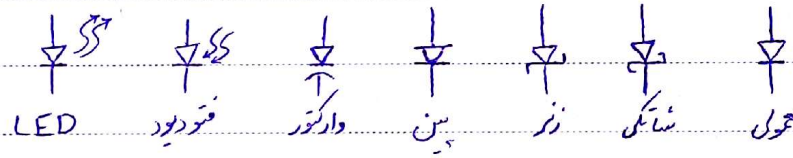
$v_1 = v < 0 \Rightarrow v < 0$

$\Longrightarrow i = \frac{v}{R}$

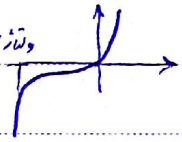
سایر تقریب های مختص دیود:



انواع دیگر دیود ها:



دیود شاتکی: به دیود ایده آل نزدیک تر است: برای کاربرد های فرکانس بالا

دیود زنر:  فتودیود: روشن و خاموش شدن آن با نور انجام می شود.

LED: وقتی روشن می شود، نور ساطع می کند.

PAPCO

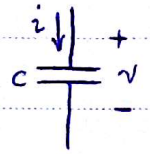
Scanned by CamScanner

Subject :

Year . Month . Date . ( )

خازن و سلف

خازن ایده آل :



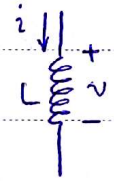
C: ظرفیت

واحد ← F فاراد

$$i = C.\frac{dv}{dt}$$

$$v(t) = v(t_0) + \frac{1}{C}\int_{t_0}^{t} i(\tau).d\tau$$

سلف ایده آل :



L: ضریب خود القایی

واحد ← H هانری

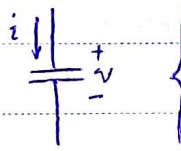
$$v = L.\frac{di}{dt}$$

$$i(t) = i(t_0) + \frac{1}{L}\int_{t_0}^{t} v(\tau).d\tau$$

مدار در شرایط dc : مداری که همه v و i های آن ثابت (مستقل از زمان) است.

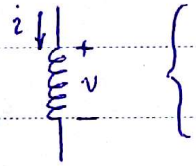
(فرکانس صفر)

خازن در شرایط dc :



$\begin{cases} v = \text{ثابت} \longrightarrow \text{بقیه مدار} \\ i = 0 \end{cases} \equiv$ مدار باز OC

سلف در شرایط dc :



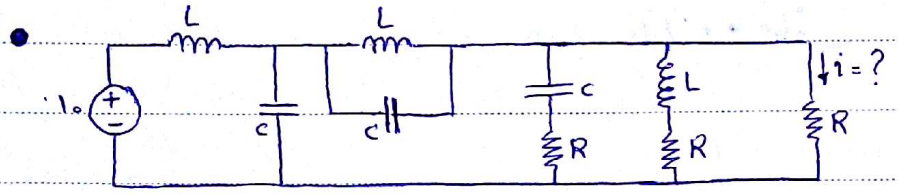
$\begin{cases} v = 0 \\ i = \text{ثابت} \longrightarrow \text{بقیه مدار} \end{cases} \equiv$ اتصال کوتاه SC

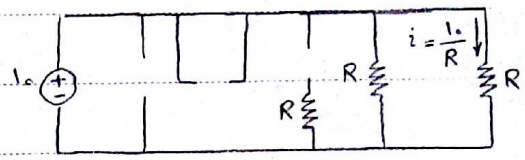
PAPCO

Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )

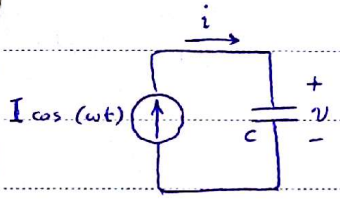




با فرض شرایط dc

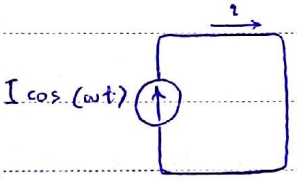
معمولاً بعد از مدتی مدار وارد شرایط dc می‌شود.

مدار در فرکانس بالا:



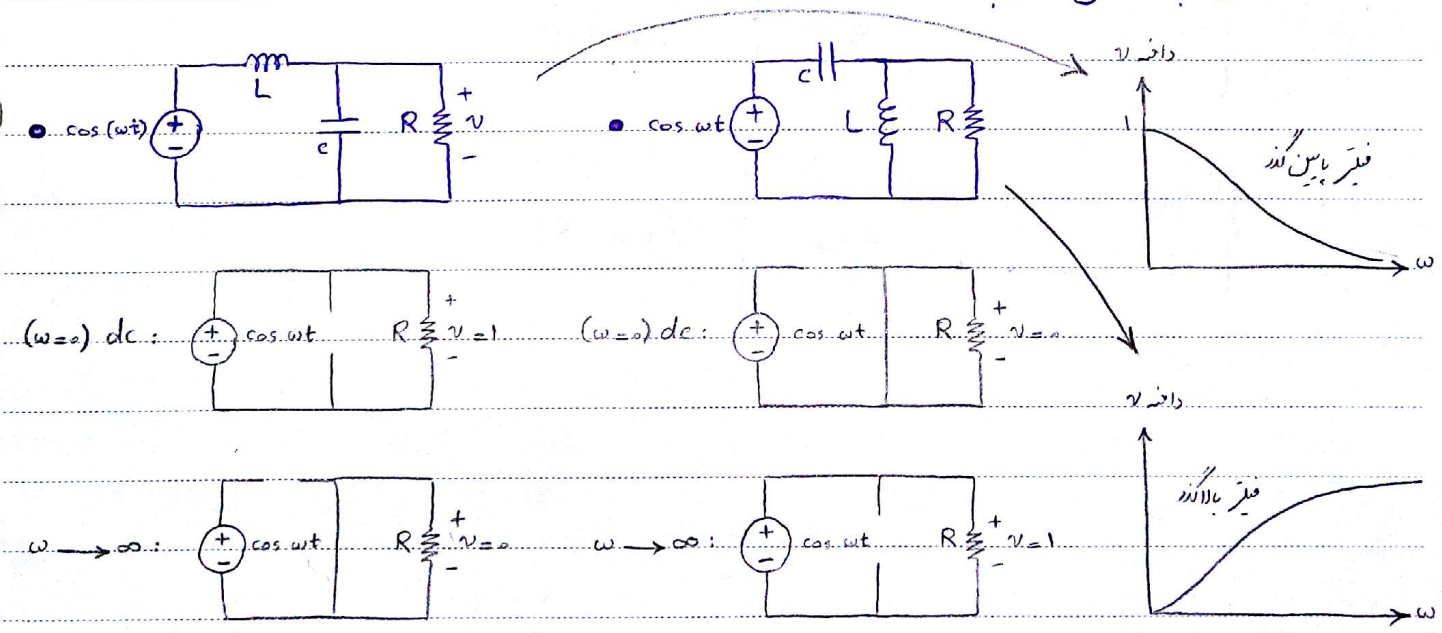
خازن در فرکانس بالا: $v(t) = v(0) + \frac{1}{c}\int_0^t i(\tau)\,d\tau = \frac{I}{\omega c}\sin(\omega t)$

$\omega \to \infty$ ||| $\omega \to \infty$ حالت حدی $\begin{cases} v = 0 \\ i = I\cos \omega t \end{cases}$



خازن در فرکانس بالا معادل اتصال کوتاه است.

سلف در فرکانس بالا معادل مدار باز است.

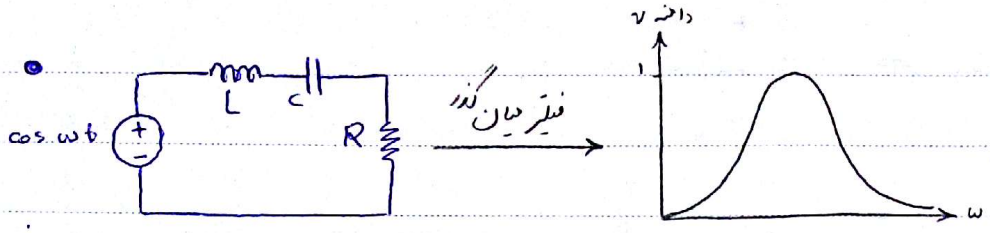


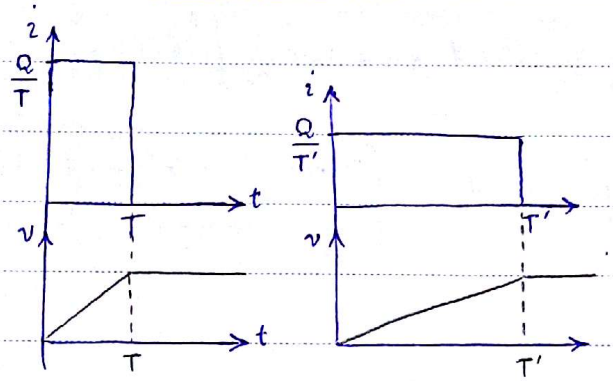
PqPCO

Scanned by CamScanner

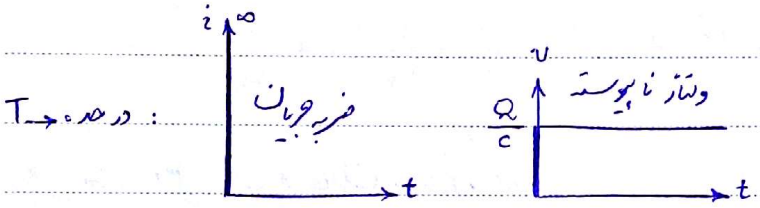
Subject :

Year . Month . Date . ( )



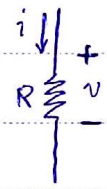


• نمودار $t-v$ خازن را برحسب نمودار $t-i$ نشان داده شده، رسم کنید.

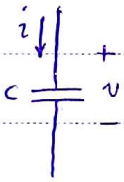


ویژگی مهم خازن ها: خازن ها دوست ندارند ولتاژ دو سرشان ناپیوسته شود.

ویژگی مهم سلف ها: سلف ها دوست ندارند جریان دو سرشان ناپیوسته شود.



$P = vi = \frac{v^2}{R} \geq 0$ مصرف کننده



$P = vi = cv\frac{dv}{dt}$

شارژ > 0 مصرف کننده (ذخیره کننده)

$= 0$

دشارژ < 0 تولید کننده

(سلف هم به همین شکل شارژ و دشارژ می‌شود.)

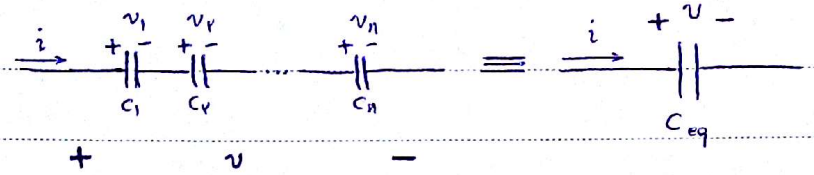
خازن توسط میدان الکتریکی شارژ می‌شود و سلف توسط میدان مغناطیسی.

PqPCO

Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )



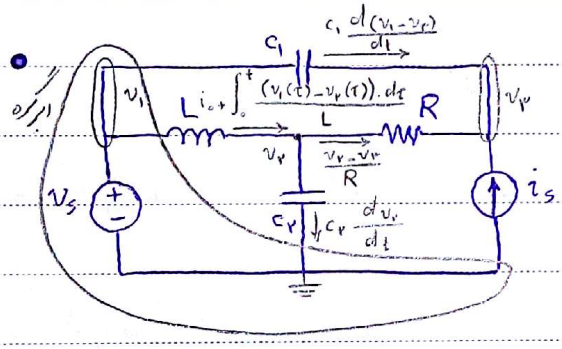
$$v = v_1 + v_2 + \dots + v_n = v_1(0) + \frac{1}{c_1}\int_0^t i(\tau).d\tau + v_2 + \frac{1}{c_2}\int_0^t i(\tau).d\tau + \dots + v_n + \frac{1}{c_n}\int_0^t i(\tau).d\tau$$

$$= \left(v_1(0) + v_2(0) + \dots + v_n(0)\right) + \left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \dots + \frac{1}{c_n}\right)\int_0^t i(\tau).d\tau \qquad \begin{cases} v(0) = v_1(0) + v_2(0) + \dots + v_n(0) \\ \frac{1}{c_{eq}} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \dots + \frac{1}{c_n} \end{cases}$$

خازن موازی : $C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

سلف سری : $L_{eq} = L_1 + L_2 + \dots + L_n$ سلف موازی : $\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$

حل مدار شامل سلف و خازن به روش گره :



KCL : $i(0) + \frac{1}{L}\int_0^t (v_1(\tau) - v_2(\tau)).d\tau = \frac{v_2 - v_3}{R} + c_2\frac{dv_2}{dt}$, KCL : $i_s + \frac{v_2 - v_3}{R} + c_1\frac{d(v_1 - v_2)}{dt}$, $v_s = v_1$

باید شرایط اولیه سلف و خازن را هم به معادلات اضافه کنیم شرایط اولیه سلف (i_0) در معادلات وارد شده پس می ماند شرایط اولیه خازن ها :

$v_{c_1}(0) = v_2(0) - v_3(0)$, $v_{c_2}(0) = v_2(0) - 0$

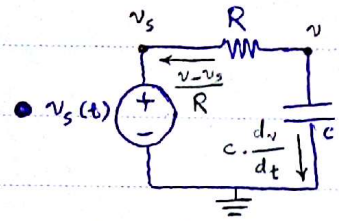
حل معادلات بعداً در درس معادلات ...

P4PCO

Scanned by CamScanner

فصل ۸ : مدارهای مرتبه اول

(مدارهای مرتبه اول ، مدارهایی هست که شامل فقط یک سلف یا فقط یک خازن است.)

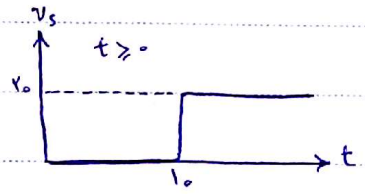


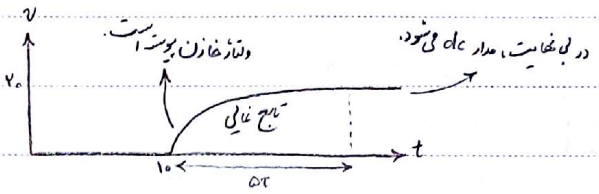
$$KCL: \frac{v-v_s}{R} + c.\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{dv}{dt} + \frac{1}{Rc}v = \frac{1}{Rc}v_s$$

τ: ثابت زمانی

برحسب زمانی

شرط اولیه : $v(0) = V_0$ معلوم = ولتاژ اولیه خازن

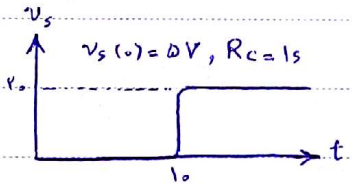


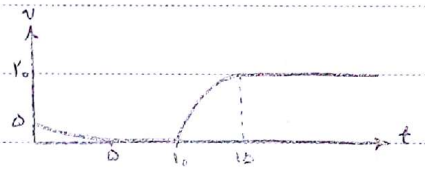


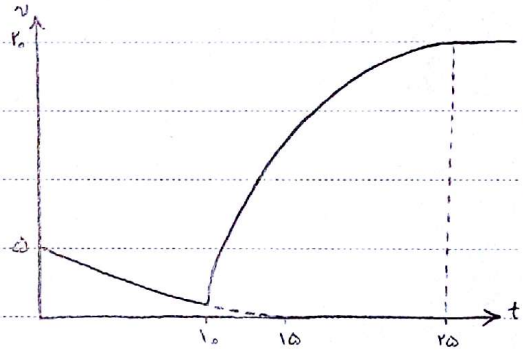
جواب کیفی :

(فقط برای نمودارهای بعدی بلدیم.)

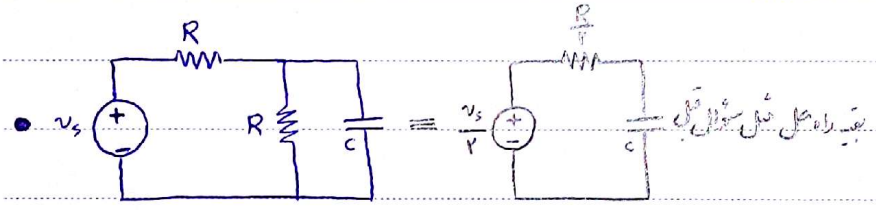
مدت زمانی که طول می کشد تا v با تقریب خوبی به ۲۰V برسد، ۵τ است؛ پس اگر R و c کوچک باشند، خازن زودتر پر می شود. (τ ربطی به ولتاژ اولیه و پایانی ندارد.)



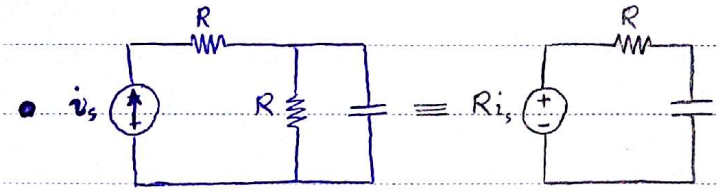




$Rc = 3s$



بقیه را حل شکل سوال قبل

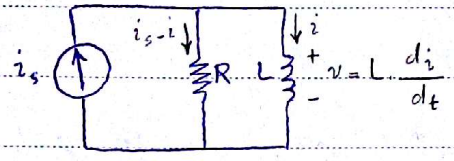


PqPCO

Scanned by CamScanner

Subject:

Year. Month. Date. ( )

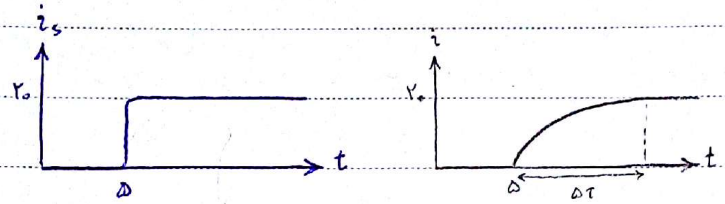


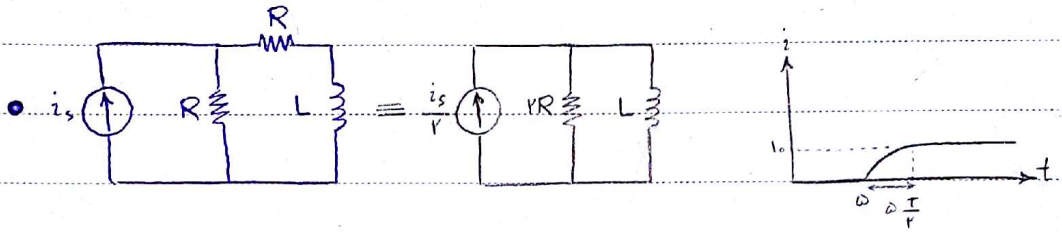
$$v = L\frac{di}{dt}$$

$$KVL: -R(i_s - i) + L\frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{di}{dt} + \frac{R}{L}i = \frac{R}{L}i_s$$

$$\tau = \frac{L}{R}$$

شرط اولیه: $i(0) = I_0$





Scanned by CamScanner