

جزوه مدار الکتریکی

استاد گرامی سرکار خانم مسروری

نیمسال دوم ۹۱_۱۳۹۰
پیام نور مرکز شمیرانات
<http://www.ab-rafiee.com>



(مدار الکتریکی)

Subject:

Year. Month. Date. ()

(فصل ۱) (حلب اول)

سیستم معروف در مدار الکتریکی سیستم واحد است.
 که MKS (متر (طول) ثانیه (زمان) کیلوگرم (جرم))

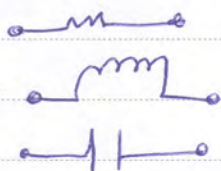
m 10⁻³ میلی
 μ 10⁻⁶ میکرو
 n 10⁻⁹ نانو
 p 10⁻¹² پیکو

10⁺² کیلو
 10⁺⁴ مگا

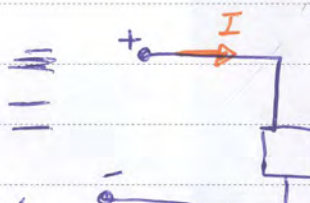
0.10042 sec
 4.2 x 10⁻³ sec
 4.2 میلی ثانیه

$$i = \frac{dq}{dt}$$

۱- جریان I ← واحدش آمپر A
 ۲- ولتاژ V ← ولت V



(جهت قراردادی برای عناصر الکتریکی در سر)



جهت قراردادی ولتاژ و جریان را متناظر با هم
 می‌گویند اگر جریان مثبت از سری که علامت
 مثبت برای ولتاژ آن در نظر گرفته شده وارد شده و از سری که علامت منفی برای ولتاژ آن
 است از شاف خارج شده است.

توان: $P = VI$ واحدش وات (W)

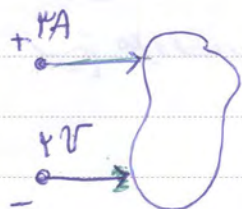
اگر $P > 0$ توان الکتریکی ← یعنی عنصر مربوط به P وات توان مصرف می‌کند - یا اصطلاحاً
 جذب می‌کند مثل مقاومتها

اگر $P < 0$ ← یعنی عنصر مربوط به یا الحاقی در سر P وات توان تولید می‌کند و به عناصر دیگر مثل
 منابع الکتریکی تحویل دهد.

P4PCO

Subject:

Year: Month: Date: ()

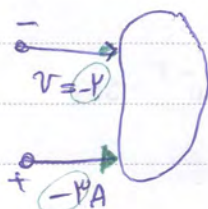


$$P = VI$$

$$P = 2 \times 3 = 6 > 0$$

مصرف کننده

مسئله ۱-۳) انتخابی نوره - $P = ?$
عنصر مصرف کننده بوده است یا تولید کننده؟



$$P = -2 \times 3 = -6 < 0$$

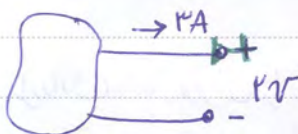
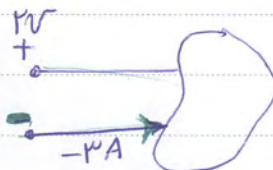
مصرف کننده

در سوال باید از سه مثبت وارد و از منفی خارج شود و چون عکس آن چیزی است که
در سوال هم باید در یک منفی ضرب کنیم

$$P = VI$$

$$= 2 \times 3 = 6 > 0$$

مصرف کننده



$$P = 2 \times 3 = -6 < 0$$

تولید کننده

۱- خط

۲- تغییر ناپذیری با زمان

خواص عناصر مدارهای الکتریکی

۳- $passive =$ در صورتیکه کل انرژی تهرتی به یک عنصر و یا توان آن
عنصر منفی باشد نمی توان گفت که عنصر مذکور یک عنصر
۴- $passive$ است در غیر این صورت $active$ می باشد
مصرف کننده

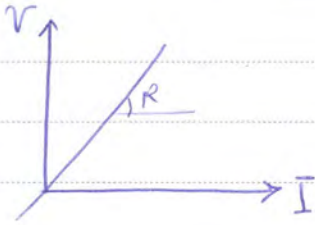
سوال بیشتر آید

فهره



Subject: _____

Year: _____ Month: _____ Date: _____ ()



✓ خطی

$$V = RI$$

$$y = mx$$

شیب خط منبسط مقاومت (R)

$$V = RI \quad \text{قانون اهم}$$

pasive

$$w(t) = \int_{-\infty}^t p(\tau) d\tau \geq 0$$

فشرده هنگامیکه اجزای فیزیکی یک عنصر در تحلیل آن با اهمیت باشد آن عنصر به عنوان یک عنصر فشرده در نظر گرفته می شود.

اما چنانچه در تحلیل یک عنصر، اجزای فیزیکی آن بی اهمیت باشد عنصر از نوع فشرده نخواهد بود.

KCL (قانون جریان)

KVL (قانون ولتاژ)

قوانین کیرشهف

مفاهیم ابتدایی:

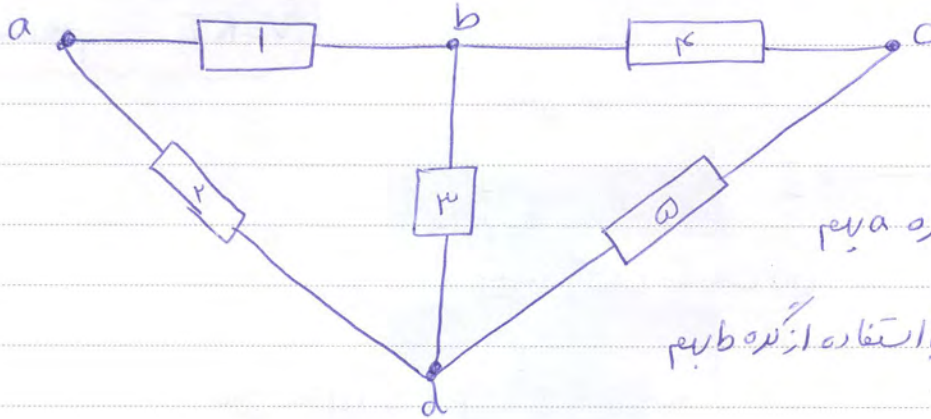
گروه: نقطه ای از مدار است که در آن نقطه، (ویا چند المان) عنصر بهم متصل می شود.

شاخه: به هر المان و هر در مدار یک شاخه گفته می شود.

حلقه: اگر دو یک مسیر از یک گره مورد نظر شروع کرده و با عبور از شاخه های مدار به همان گره مجدداً برگردیم اصطلاحاً گفته می شود که یک حلقه ایجاد شده است.

Subject:

Year. Month. Date. ()



* a یک گره است.

* الحان ۱ و ۲ در گره a بهم

وصل شده اند.

* الحان ۱ و ۳ و ۴ با استفاده از گره d بهم

وصل شده اند.

* $ab \leftarrow$ یک شاف

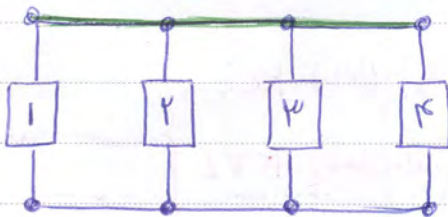
$abc \leftarrow$ یک شاف

$abda \leftarrow$ یک حلقه

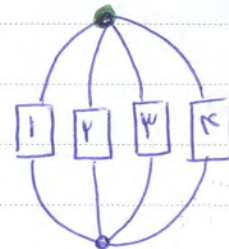
" $abcda$

" $bcdab$

تبدیل گره است به یک
خط مشترک



=



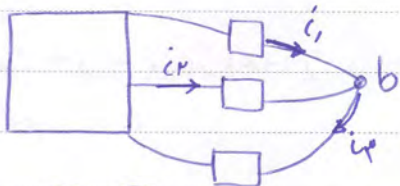
گره مشترک به یک خط مشترک تبدیل شده است و اگره داریم.

Subject:

Year: Month: Date: ()

قانون جریان کیرشهف KCL :

جمع جبری جریان های الکتریکی عام شده ای متصل شده به هم در لحظه از زمان صفری باشد.



$$KCL \text{ برای گره } b = I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

+ ورودی
- خروجی

بیان متداول قانون KCL :

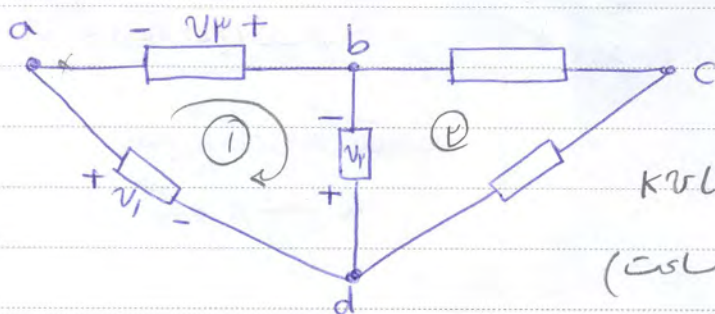
مجموع جریانهای ورودی به هر گره برابر با مجموع جریانهای خروجی از همان گره است.

در صورتی که علامت می‌کنیم

$$KCL \text{ } b = I_1 + I_2 = I_3$$

قانون ولتاژ کیرشهف KVL :

جمع جبری ولتاژ عام شده ای در حلقه از زمان صفری باشد.



برای حلقه ① : abda :

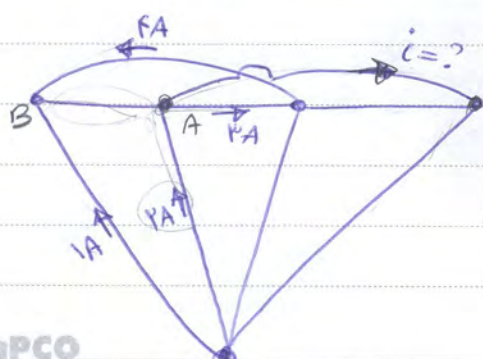
$$KVL \text{ } ① = -V_3 - V_2 - V_1 = 0$$

(جهت جریان در جهت عقربه‌ای است)

تمرین ۵، ص ۲۵

جریان $i = ?$ جریان مربوط به کدام گره است ؟

به جریان A می‌خواهیم به این رابطه KCL بنویسیم



$$KCL \text{ } B : 1 + 2 = i' \rightarrow i' = 3A$$

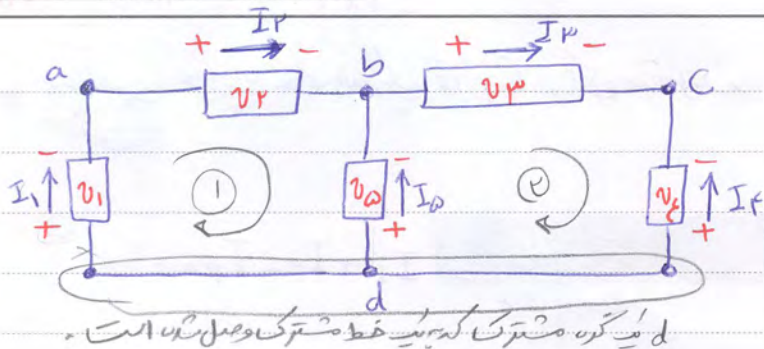
$$KCL \text{ } A : i' + 2 = 3 + i \rightarrow i = 2A \checkmark$$

P4PCO

جمع جریانهای ورودی = جمع جریانهای خروجی : KCL

Subject :

Year . Month . Date . ()



تقریب ۲-۱-۲۲

برای جهت + و - ولتاژ باید به I نگاه کنیم.

هر رانیم به مقدار گره می توان KCL نوشت :

$$KCL \ a : I_1 = I_2$$

$$KCL \ b : I_2 + I_5 = I_3$$

$$KCL \ c : I_3 + I_4 = 0$$

$$KCL \ d : I_1 + I_4 + I_5 = 0$$

$$KVL \ ① : +v_1 + v_2 - v_5 = 0$$

$$KVL \ ② : -v_3 - v_5 + v_4 = 0$$

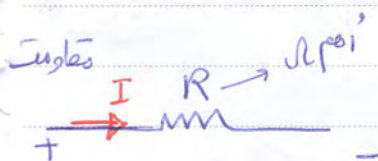
$$v_5 + v_3 - v_4 = 0$$

و به مقدار ولت می توان KVL نوشت :

$$KVL \ ③$$

(فصل دوم)

معرفی مقاومت ها و منابع الکتریکی
المان خطی است ✓
یعنی خطاً از مبدأ مختصات می گذرد با شیب R.



$$0 = -I = \frac{v_R}{R} = GV$$

$$G = \frac{1}{R}$$

رسانایی و عکس مقاومت است
مدت = انترکس

$$V = RI \quad \text{قانون اهم}$$

$$R = \frac{V}{I}$$



Subject:

Year. Month. Date. ()

$$P = VI \rightarrow V \times \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R} = (RI)I = RI^2$$

$$V = RI$$

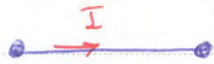
$$I = \frac{V}{R}$$

توان

$$\begin{cases} P = VI \\ P = RI^2 \\ P = \frac{V^2}{R} \end{cases}$$

نوع کاربرد از مقاومت های الکتریکی

عنصر مدار اتصال کوتاه (SC)
short circuit

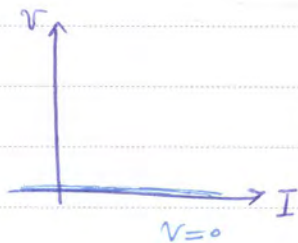


به ازای عبور جریان هیچ ولتاژی نداریم

$$V = 0$$

$$R = 0$$

$$G = \infty$$



$$V = RI$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{0}{\text{جریان}} = 0$$

PAPCO

عنصر مدار باز (OS)
open circuit



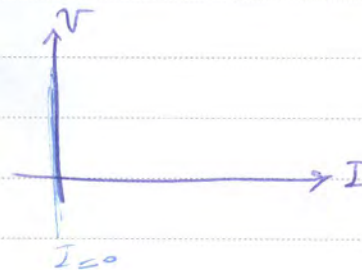
مدار باز است مقاومت نداریم

به ازای هر ولتاژی که این دو سر باشد جایش صفر است

$$I = 0$$

$$R = \infty$$

$$G = \frac{1}{R} = 0$$



$$V = RI$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{\text{ولتاژ}}{0} = \infty$$

Subject :

Year . Month . Date . ()


(جله دوم)

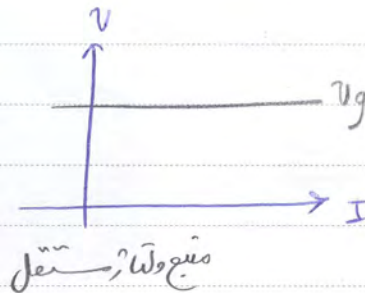
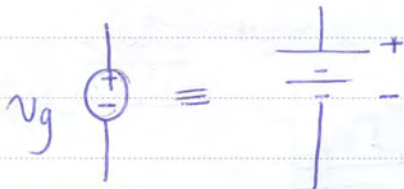
منابع الکتریکی مستقل
 ← منبع ولتاژ
 ← منبع جریان
 منابع الکتریکی وابسته

منابع الکتریکی در مدارهای عناصری هستند که انرژی الکتریکی تولید می کنند تا در عناصر دیگر از جمله مقاومتها، مصرف شوند، تا اصل بقای انرژی برقرار شود.

$P < 0$ ← تولید کننده انرژی = مثل منابع الکتریکی

منابع الکتریکی مستقل = منابعی هستند که ولتاژ یا جریان تولید می آنها مستقل است، با اقبال یا فتنه بین عناصری باشند.

منبع ولتاژ مستقل =  نشان می دهیم.

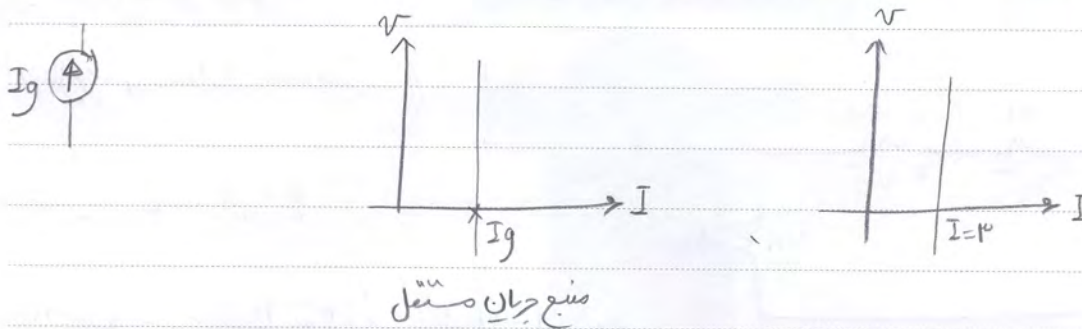


Subject :

Year . Month . Date . ()

منبع جریان مستقل را هم با \bigcirc نشان می دهند که داخل آن جهت جریان (\uparrow یا \downarrow) است.

در مدار که قرار گیرد مقدار ولتاژ یا جریان آن مستقل از بار یا مدار به آن وصل است.

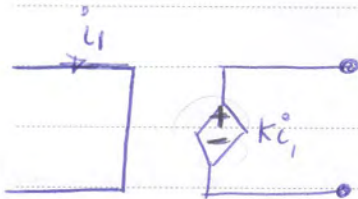


منابع الکتریکی وابسته به منابعی گفته می شود که ولتاژ یا جریان تولیدی آنها به ولتاژ یا جریان عنصر دیگری از مدار وابسته می باشد.

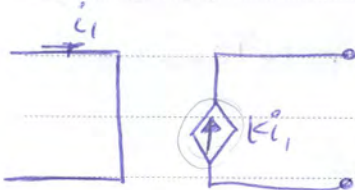
یعنی ولتاژ یا جریان در آن وابسته به چند دیگری است.

ما ۳ نوع منبع وابسته داریم

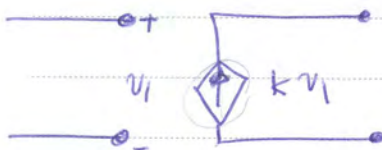
۱- وابسته به ولتاژ



« منبع ولتاژ وابسته به جریان (رابطه i_1) »



« منبع جریان وابسته به جریان »

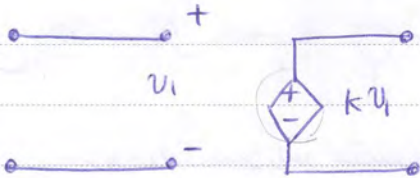


« منبع جریان وابسته به ولتاژ »



Subject :

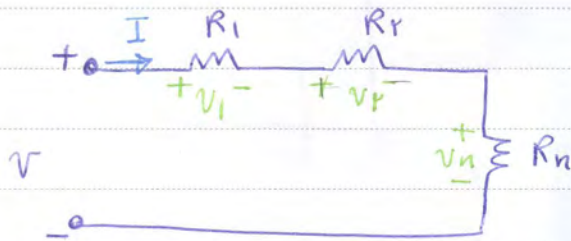
Year . Month . Date . ()



((منبع ولتاژ وابسته به ولتاژ))

که سوال تستی مهم

((اتصال سری موازی مقاومتها))



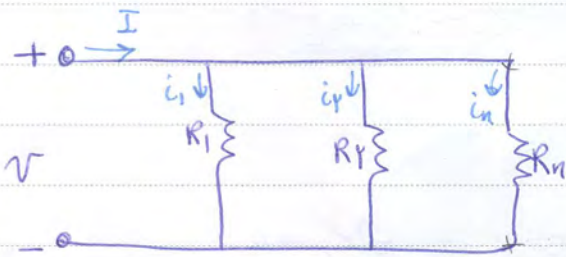
اتصال سری (متوالی) :

روایحان سری فقط توی یک نقطه با هم اشتراک داشته باشند

$$I_{\text{ج}} = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

$$\text{KVL } V_{\text{ج}} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

$$R_{\text{eq}} = R_T = R_{\text{ج}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$



اتصال موازی :

روایحان در هر دو نقطه با هم اشتراک داشته باشند، آنها با هم موازی هستند

ولتاژ در

$$V_{\text{ج}} = V_1 = V_2 = \dots = V_n$$

$$\text{KCL } I_{\text{ج}} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

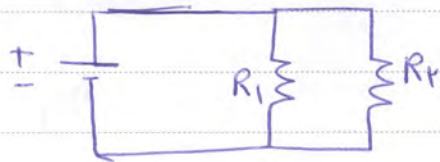
به جواب نهایی را باید بکنیم

کنیم چون R_{eq} می خواهیم



Subject:

Year. Month. Date. ()

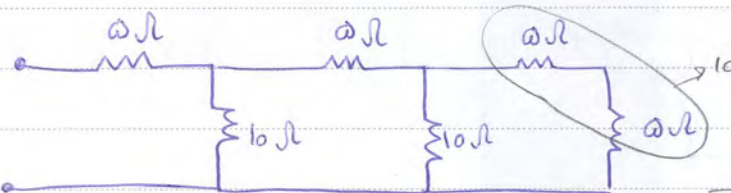


* (حالت خاص)
مقاومت موازی

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

حال اگر دو مقاومت علاوه بر اینکه با هم موازی هستند، مقدارشان هم با هم برابر باشد:

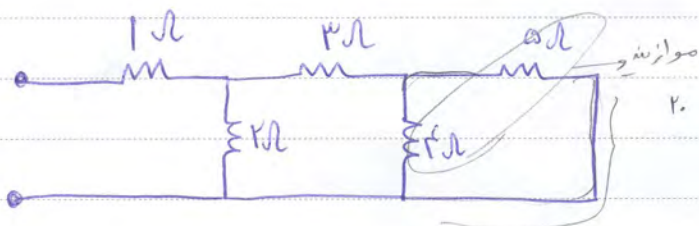
$$R_{eq} = \frac{R_1}{2}$$



مثال ۲-۲، ص ۳۷
مقاومت معادل؟

$$R_{eq} = 10 \Omega$$

برای ساده سازی مدار از انتهای مدار شروع میکنیم، مقاومتها را ساده میکنیم.



مثال ۲-۱، ص ۳۸

$$R_{eq} = 2$$

$$\frac{20}{9} \parallel 5 = \frac{20}{9}$$

$$\frac{20}{9} \parallel 3 = \frac{20}{9} + 3 = \frac{47}{9}$$

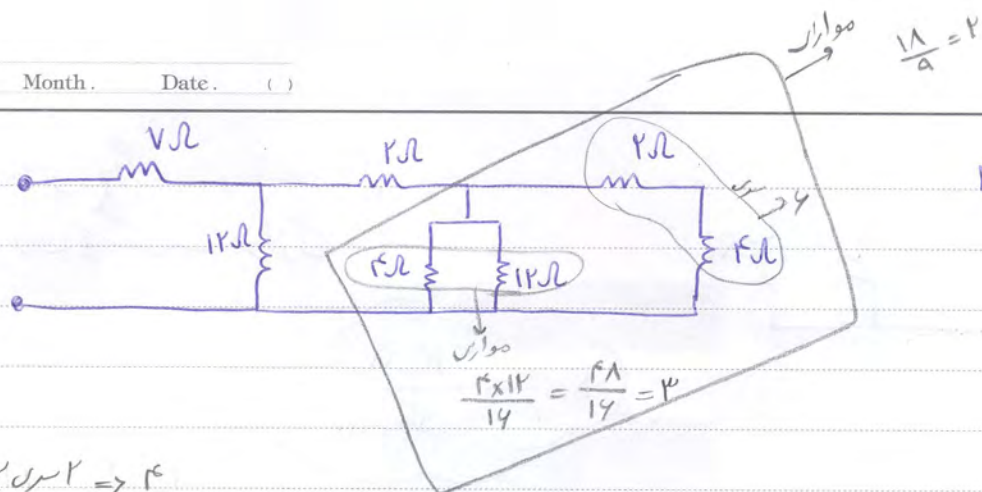
$$\frac{47}{9} \parallel 2 = 1,44$$

$$1,44 \text{ سری } 2 = 2,44 \Omega$$



Subject:

Year. Month. Date. ()



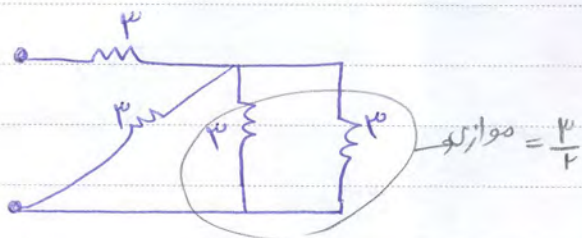
مقاومت معادل ۳، ۲، ۲

$R_{eq} = ?$ i_{ad}

۲ در ۲ $\Rightarrow ۴$

$$۴ \parallel ۱۲ = \frac{۴ \times ۱۲}{۱۶} = ۳$$

$$۳ \text{ در } ۷ = \text{مقاومت معادل}$$



خیال اول ۹۰-۸۹

$R_{eq} = ?$

۳ (۱)

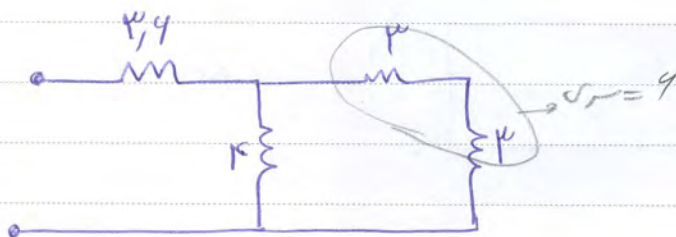
۴ (۲)

۵ (۳)

۶ (۴)

$$\frac{۳}{۴} \parallel ۳ = \frac{\frac{۳}{۴} \times ۳}{\frac{۳}{۴} + ۳} = \frac{\frac{۹}{۴}}{\frac{۳+۹}{۴}} = \frac{\frac{۹}{۴}}{\frac{۱۲}{۴}} = \frac{۹}{۱۲} = \frac{۳}{۴}$$

$$۱ \text{ در } ۳ = ۳ \rightarrow ۲$$



$R_{eq} = ?$ (مقاومت معادل)

$$۴ \parallel ۱۰ = \frac{۴ \times ۱۰}{۱۴} = ۲.۸۵$$

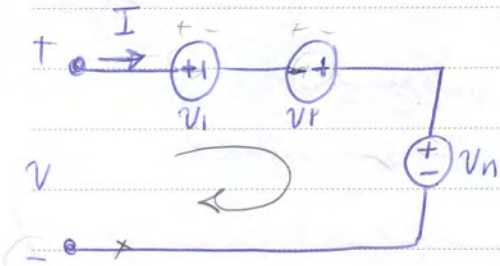
$$۲.۸۵ \text{ در } ۳.۴ = ۶.۵ \rightarrow ۶$$



Subject :

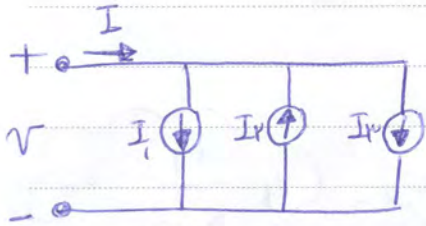
Year . Month . Date . ()

(ص ۲۸ - ۲۹) اتصال سری - موازی منابع الکتریکی :



$$KVL : -v + v_1 - v_2 + \dots + v_n = 0$$

$$v = v_1 - v_2 + \dots + v_n$$



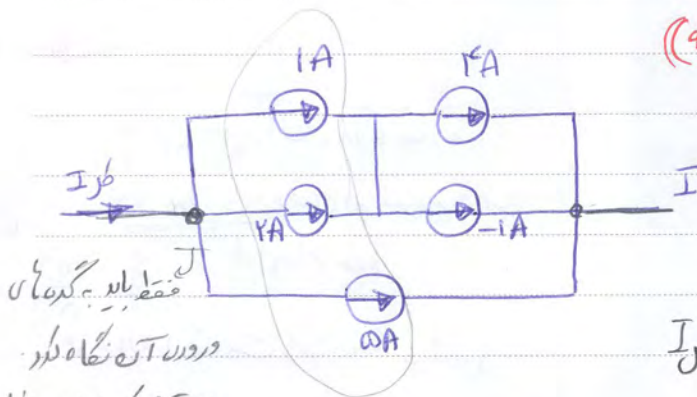
$$KCL : I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

$$I = I_1 - I_2 + \dots + I_n$$

مثال ۲-۱ و ۲-۲ ب / ص ۴۵ (۲ بار امتحانی بوده)

منبع جریان معادل ؟

$$KCL = ?$$

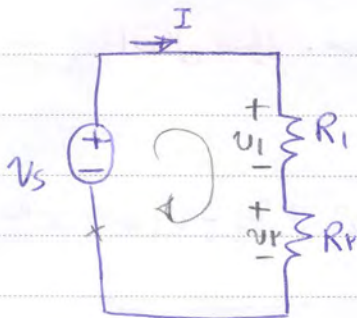


$$I = 1 + 2 + 5 = 8 \text{ A} \quad 4 + -1 + 5 = 8 \text{ A}$$

فقط باید بگویی
ورود آن نگاه کنی
هر چند که اول و خطوط
جریان باشد اشکالی ندارد
فقط باید ورودی نگاه کنی

Subject:

Year: Month: Date: ()



قانون تقسیم ولتاژ

ساخت مدار برای تقسیم ولتاژ و
۲ تا مقاومت سری هستند.

چون در اینجا مقاومت ها با هم سری هستند

پس I با هم برابر هستند

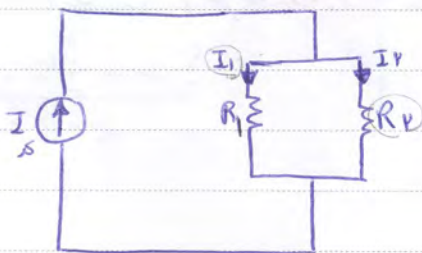
قانون اهم $V = RI$ ثابت
رابطه مستقیم

$$KVL: -V_s + R_1 I + R_2 I = 0$$

$$V_s = (R_1 + R_2) I$$

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_s \quad \text{و ولتاژ در مقاومت } R_1$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_s$$



قانون تقسیم جریان

ساخت مدار منبع جریان و دو تا مقاومت

صفاً موازی (چون اگر سری بود در اینجا
با هم برابر بودند)

ثابت

$$I = \frac{V}{R}$$

جریان با مقاومت رابطه عکس دارند

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_s$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_s$$

اگر در قانون تقسیم جریان بجای مقاومت ها رسانایی قرار دهیم:

$$G = \frac{1}{R} \quad \text{رسانایی}$$

$$I_1 = \frac{G_1}{G_1 + G_2} I_s$$

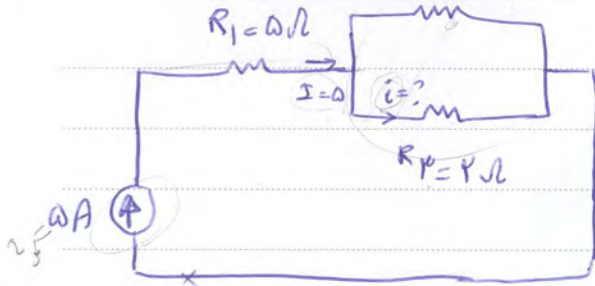
$$I_2 = \frac{G_2}{G_1 + G_2} I_s$$

رسانایی است چنانچه R_1 رابطه عکس



Subject:

Year. Month. Date. ($R_p = 3\Omega$)



مسئله اول ۹۰-۸۹
جریان که کلام است؟

$$i_1 = \frac{R_p}{R_1 + R_p} \times I_s = 1$$

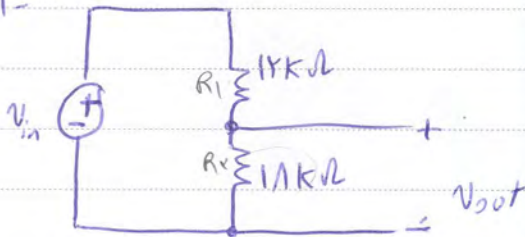
۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۱ (۴)

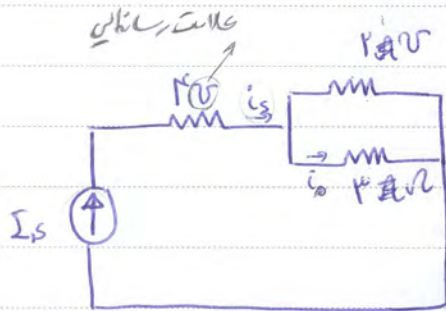
مسئله دوم ۹۰-۸۹



مسئله دوم ۹۰-۸۹
نسبت $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ را محاسبه کنید؟

$$V_{out} = \frac{1}{1+1} \times V_{in}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{2}$$



مسئله سوم ۹۰-۸۹
(تشریحی - امتحانی)

جواب AC است (متناوب) است

$$I_s = 3 \cos 4t$$

$$i_o = ?$$

$$i_o = \frac{3}{1+1} \times 3 \cos 4t$$

$$i_o = \frac{9}{2} \cos 4t$$

$$i_o = \frac{9}{2} \cos 4t$$

از قانون تقسیم جریان

چون ۱:۱

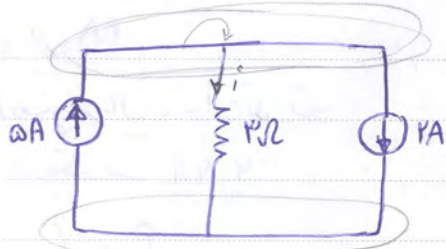
جواب نهایی - ضریب

P4PCO



Subject:

Year. Month. Date. ()



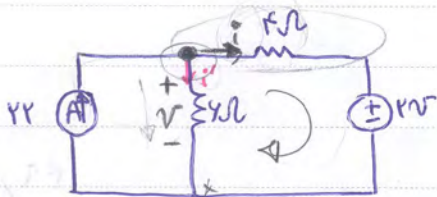
$$P = RI^2 = \frac{V^2}{R} = VI$$

3Ω 2A 2A

$P_{3\Omega} = ?$

KCL: $2 = i + 2 \rightarrow i = 2A$

$P = RI^2 = 3 \times 2^2 = 12W$



$V = ? \quad i = ?$

2V 3Ω 2A

$V = RI \rightarrow i = \frac{V}{R}$

KCL: $2 = i + \frac{V}{2}$

$9 \times (2 = i + \frac{V}{2}) \Rightarrow 18 = 4i + V$

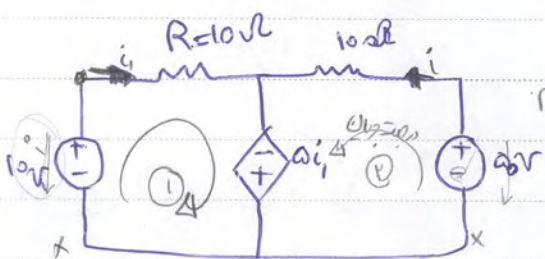
KVL: $-V + 3i + 2 = 0$

$$\begin{cases} 18 = 4i + V \\ -V + 3i + 2 = 0 \end{cases}$$

$V = 2R$

$i = 1A$

2A 3Ω 2A



$i_1 i_2 = ?$

KVL: $-10 + 10i - 10i_1 = 0 \rightarrow 10i_1 = 10$

$i_1 = 1A$

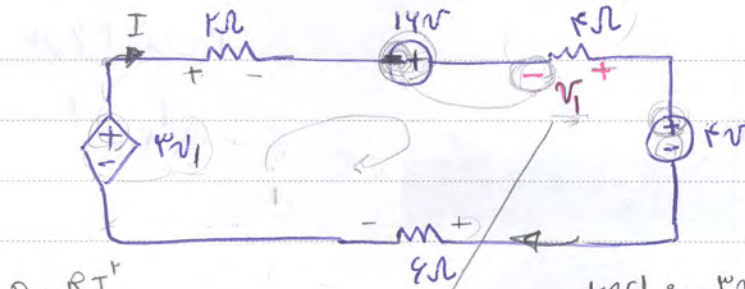
KVL: $-10 + 10i - 10i_1 = 0$

$-10 + 10i - 10 = 0 \rightarrow i = 2A$

P4PCO

Subject:

Year. Month. Date. ()



۱۰ ص ۴۸
با تعیین جریان، توان تلفات
در مقاومت ۴Ω ؟

$$P = RI^2$$

$$= 4 \times (I_p)^2 \quad \text{با } I_p = 1 \text{ و } W = 5 > 0$$

$$KVL: -3V_1 + 4I - 14 + 4I + 4I = 0$$

$$12I - 3V_1 = 14$$

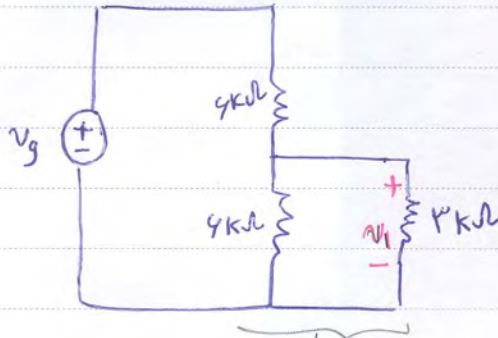
$$12I = 14$$

$$I = \frac{1}{4} A$$

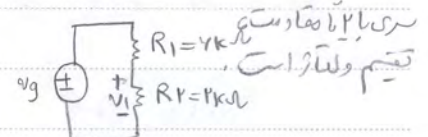
$$V = RI$$

$$V_1 = 4(-I)$$

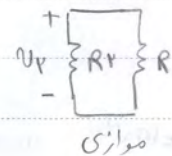
$$V_1 = -1V$$



۱۱ ص ۴۹
ولتاژ V1 بر حسب Vg ؟



$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times V_g$$



$$3 \parallel 4 = \frac{3 \times 4}{3 + 4} = 2k\Omega$$

$$V_1 = \frac{R}{R + 4} \times V_g = \frac{1}{4} V_g$$

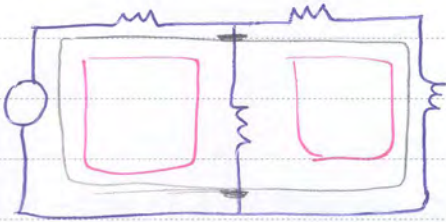
میزان (۱)، (۴)، (۵)، (۸)، (۹)، (۱۰)، (۱۱) حل کرد (تقریباً)

Subject (شرحی می آید)
Year. Month. Date. ()

فصل سوم :

- (۱) روش تحلیل مش (به اقل ۱ سوال)
(۲) روش تحلیل گره ()
(۳) روش تحلیل با استفاده از اصل جیج آثار
(۴) روش حل با استفاده از قضایای توشن و نورتن (خالی نمید)
- روشهای تحلیل مدارهای مقاومتی
مدارهای شامل جریان ، ولتاژ، توان و توان
بازگشت
خازن و سلف نیست

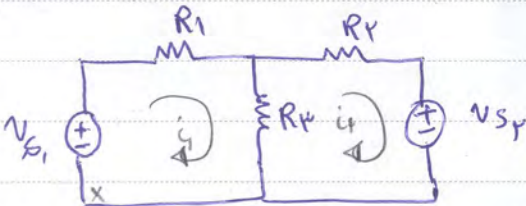
(الف) روش تحلیل مش :



این مدار را لحاظ است که مشی چون همان واقع
می آید مش نیست .

مش : نوع خاص از حلقه که هیچ ایگانه نباید قطع شود

مفهوم مش : مش حلقه ای است که آن حلقه
هیچ شاخه ای را محصور نکرده باشد
از هیچ شاخه ای را نشه باشد



چندتا مش ؟ ۲

برای روش جریان مش به صورت زیر است
در نظر می گیریم
به تعداد مش روابط KVL باید بنویسیم در روش مش

*
KVL 1 :
$$-V_{S1} + R_1 i_1 + R_3 (i_1 - i_2) = 0$$

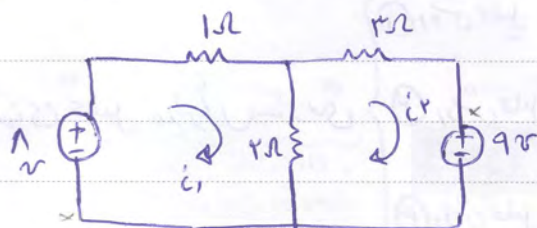
چون R_3 در بین مش مشترک است

KVL 2 :
$$R_2 i_2 + V_{S2} + R_3 (i_2 - i_1) = 0$$

در روش تحلیل مش ابتدا مشها را مدار را
مستقیم می کنیم و برای هر مش ، یک جریان در جهت عقربه های ساعت در نظر می گیریم .
به تعداد مش های مدار ، روابط KVL را نوشته و در اینها ی مطلوب را با حل دستگاه
بدست می آوریم

Subject:

Year. Month. Date. ()



مسئله ۱-۳-۱: سبب صراحت

$$i_1 = i_2 = ?$$

$$i_3 = ?$$

$$\begin{cases} KVL 1: -1 + 1i_1 + 2(i_1 - i_2) = 0 \\ KVL 2: 9 + 2(i_2 - i_1) + 3i_2 = 0 \end{cases}$$

$$3i_1 - 2i_2 = 1$$

$$-2i_1 + 5i_2 = -9$$

$$\begin{cases} i_1 = 2A \\ i_2 = -1A \end{cases}$$

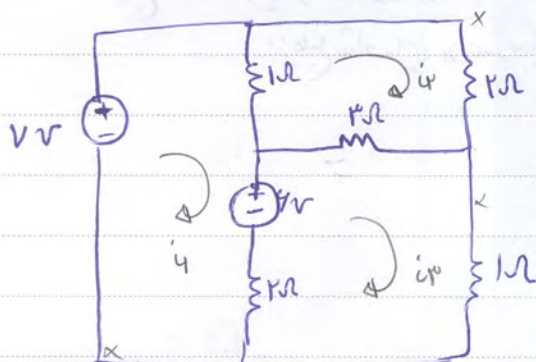
چون بزرگتر بوده و علامت مثبت و منفی

$$i_{KVL} = 2$$

$$i = i_1 = i_2$$

$$2 - (-1) = 3A$$

از صراحت سبب از سبب ۱ تا ۱۱۱۱۱۱۱۱ (به صورت فنی)



مسئله ۲-۳-۱

چون بزرگتر بوده و علامت مثبت و منفی

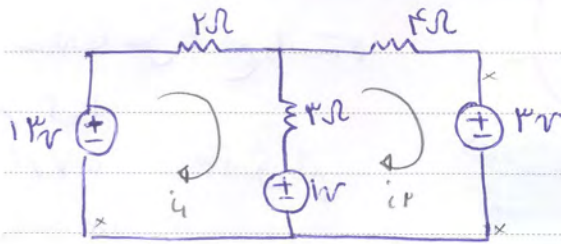
$$KVL 1: -7 + 1(i_1 - i_2) + 2 + 2(i_1 - i_3) = 0$$

$$KVL 2: 2i_2 + 3(i_2 - i_3) + 1(i_2 - i_1) = 0$$

$$KVL 3: 1i_3 + 2(i_3 - i_1) - 2 + 3(i_3 - i_2) = 0$$

Subject:

Year. Month. Date. ()



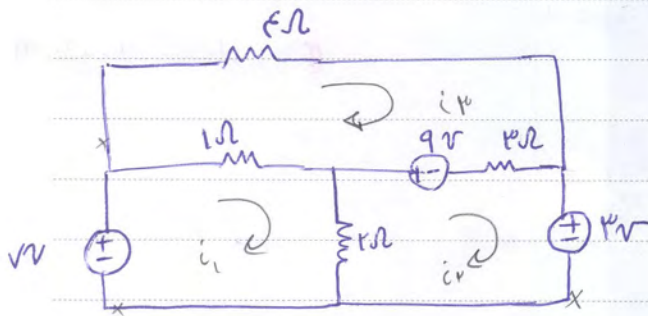
مربع 1-3

$$\text{KVL I: } -1 + 2i_1 + 3(i_1 - i_2) + 1 = 0$$

$$-1 + 5i_1 - 3i_2 = 0$$

$$\text{KVL II: } -1 + 3(i_2 - i_1) + 2i_2 + 3 = 0$$

$$-1 + 5i_2 - 3i_1 = 0$$



مربع 2-3

3Ω, 4Ω, 2Ω, 2Ω, 9V, 1V

$$i_1 - i_2 = 1 \text{ A}$$

$$i_2 = -1 \text{ A}$$

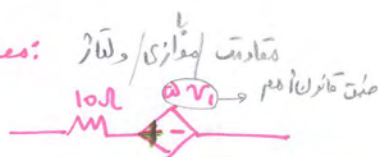
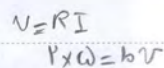
$$i_3 = 1 \text{ A}$$

$$\text{KVL I: } -7 + 1(i_1 - i_2) + 2(i_1 - i_2) = 0$$

$$\text{KVL II: } 2(i_2 - i_1) + 9 + 2(i_2 - i_3) + 3 = 0$$

$$\text{KVL III: } 2i_3 + 3(i_3 - i_2) - 9 + 1(i_3 - i_1) = 0$$

مربع


$$P = \hat{C}_{10} \dot{\varphi}$$


(نحرمان + انزسر + وارد ماستر)

حال من هو الان بدارس الى الفقيه

(چون رابعه است منفعه مان سحران موسم)

۲۰۰۲، ۲۰۰۳

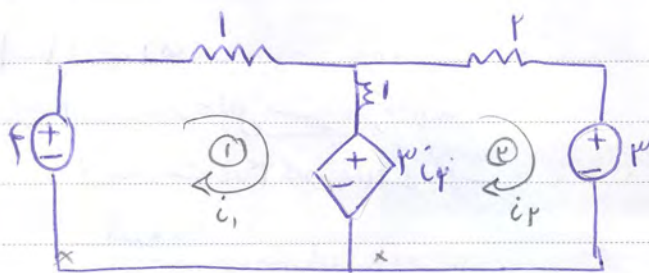
$$v_i = v(i - i_P)$$

دوسرے مقامات پر ۲۸ قوف
۱۵۲

$$\begin{aligned} \dot{r} &= \dot{q} = \omega \\ \dot{\varphi} &= -\omega \\ v_1 &= v_0 \end{aligned}$$

Subject:

Year: Month: Date: ()



ت ۳-۴ ص ۲

با استفاده از تحلیل مش

جریان ها i_1 ، i_2 ؟

بقیادش KVL

۲ جهت چپان

در جهت عقربه های ساعت

$$KVL I: -4 + 1i_1 + 1(i_1 - i_2) + 3i_2 = 0$$

$$KVL II: -3i_2 + 1(i_2 - i_1) + 2i_2 + 3 = 0$$

$$i_1 = 3A$$

$$i_2 = -1A$$

اگر منبع واسطه داشته باشیم نیاز به معادله مگنل است

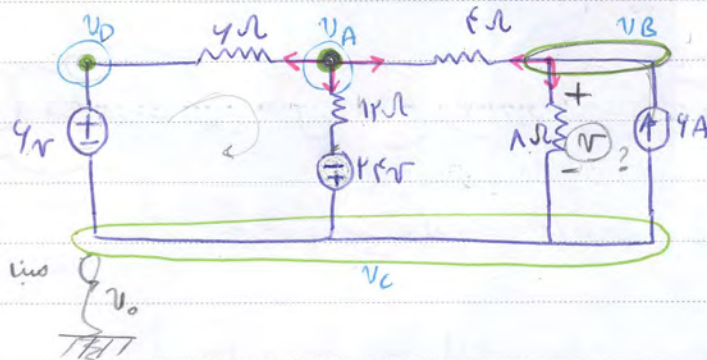
جول محمول جدید ایجاد شده، ولی در این سانه چون

دقیقا برعکس از جریان مش گفته شده محمول جدید

اگر از شده ((دو معادله، دو مجهول))

توین که متصل

ص ۷۹



با استفاده از روش تحلیل گره

ولتاژ V_c

اگر روش گفته باشد به تحلیل مش

آنها این روش گره را مشخص می کند.

برای هر گره یک ولتاژ در نظر می گیریم
و یک اسم برای آن در نظر می گیریم

بعد از آن اگر از گره ها که سه تا این ترین گره است، گره مبدا را در نظر گرفته می شود

$$V_D = 4V$$

$$V_0 = V_C = 0$$

در این روش دنبال ولتاژها هستیم

اگر یک گره ای داشته باشیم که یک سرش زمین و سر دیگرش ولتاژ

در روش گره، KCL می نویسیم. (به تعداد گره، رابطه KCL می نویسیم)



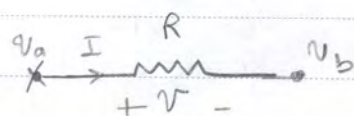
Subject :

Year . Month . Date . ()

نکات روش تحلیل گره : ابتدا گره‌های مدار را مشخص می‌کنیم . ولای از گره‌ها را به عنوان گره‌ی مبدا (صفرولت) در نظر می‌گیریم ، به هر گره ، یک ولتاژ نسبت داده و روابط KCL را برای گره‌های مورد نظر می‌نویسیم .

با حل معادلات مربوط ولتاژ مجهول گره‌ها بدست می‌آید .

نکته : اگر در یک گره ، منبع ولتاژی بین آن گره و گره‌ی مبدا وجود داشته باشد ، شیر برای آن گره لازم نیست که معادله KCL بنویسیم چون هدف از روش گره‌ها آن است که ولتاژ گره‌ها را بیابیم که در این وضعیت ، ولتاژ گره‌ها مورد نظر توسط منبع ولتاژ مشخص شده است .



$$V = RI$$

$$V_a - V_b = RI$$

$$I = \frac{V_a - V_b}{R}$$

در شکل اصل هیچ جریان نداریم ← از $\frac{V_a - V_b}{R}$ استفاده می‌کنیم .

طبق قرارداد جهت جریان‌ها را مربوط به گره به صورت خروجی در نظر گرفته می‌شود

جریان از ولتاژ مثبت به سمت ولتاژ کمتر می‌آید

KCL :

جمع جریان‌ها که به آن = جمع جریان‌های ورودی به گره گره وارد می‌شود

$$KCL A : \left(\frac{V_A - 0}{6} + \frac{V_A - V_B}{4} + \frac{V_A - (-24)}{12} \right) = 0$$

$$KCL B : \left(\frac{V_B - V_A}{4} + \frac{V_B - 0}{8} \right) \times 1 = 9$$

P4PCO

$$V = V_B = 22$$

$$\begin{matrix} V_A = 9V \\ V_B = 22V \end{matrix}$$

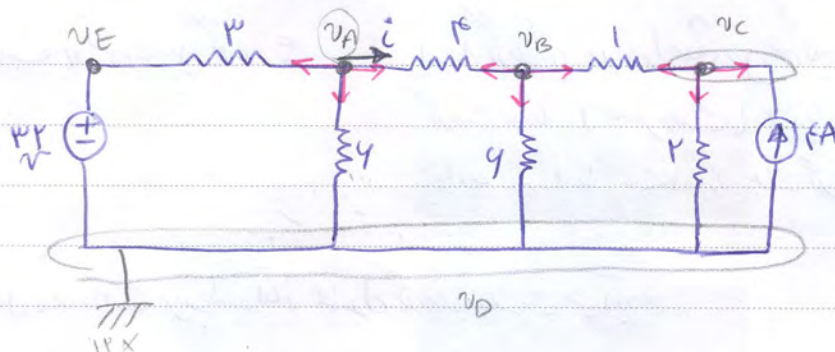
Subject:

Year.

Month.

Date.

از درس اولی چهل و سه



تمرین ۳-۴
۶۵ ص
با استفاده از روش تحلیل گره
 $i = ?$

$$V_E = 32V$$

$$V_C = 4V$$

$$V_D = 0 = V_{\text{ref}}$$

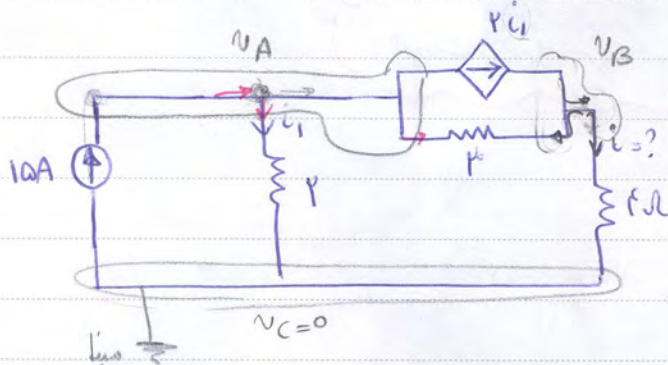
$$\text{KCL A: } \left(\frac{V_A - 32}{3} + \frac{V_A - V_B}{4} + \frac{V_A - 0}{4} = 0 \right)$$

$$\text{KCL B: } \left(\frac{V_B - V_A}{4} + \frac{V_B - 0}{4} + \frac{V_B - V_C}{1} = 0 \right)$$

$$\text{KCL C: } \left(\frac{V_C - V_B}{1} + \frac{V_C - 0}{2} = 4 \right)$$

$$\begin{aligned} V_A &= 14V \\ V_B &= 10.4V \\ V_C &= 4V \end{aligned}$$

$$\frac{V_A - V_B}{4 = R} = i \Rightarrow 1.1A \approx 2A$$



۷ ص ۷۹
با استفاده از روش تحلیل گره
 $i = ?$

$$\text{KCL A: } \frac{V_A - V_B}{2} + \frac{V_A - 0}{2} + 2i_1 = 10$$

$$\text{KCL B: } \frac{V_B - V_A}{2} + \frac{V_B - 0}{2} = 2i_1$$

$$i_1 = \frac{V_A - 0}{2} = \frac{V_A}{2} = V_A$$

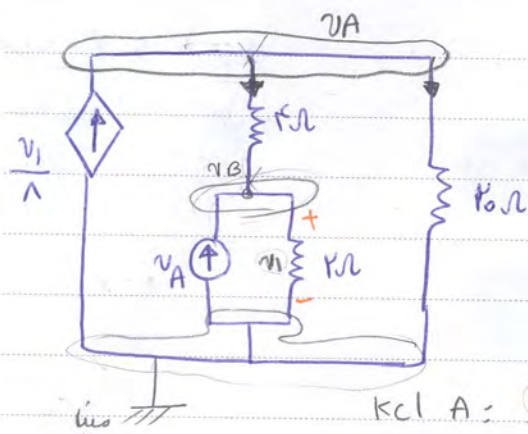
$$V_A = 14V$$

$$V_B = 32V$$

$$i = \frac{V_B - 0}{2} = 16A$$

Subject:

Year. Month. Date. ()



تمرین ۹ ص ۷۹

با استفاده از روشی تکمیل کرده

تکمیل شده

به هرگونه ولتاژی دریم

به مقدار گره روابط

$$KCL A: \frac{v_1}{4} = \frac{v_A - v_B}{2} + \frac{v_A - 0}{10}$$

$$KCL B: \frac{v_A}{2} = \frac{v_B - 0}{2} + \frac{v_B - v_A}{2}$$

$$v_1 = RI = \frac{v_B - 0}{2}$$

مشاره میکنم

آنگاه چون ولتاژهای این دو

و این دو ولتاژ است

$$\Rightarrow v_1 = v_B - 0 = v_B$$

$$v_A = 20$$

$$v_B = 14$$

$$P = RI^2 = \frac{v^2}{R}$$

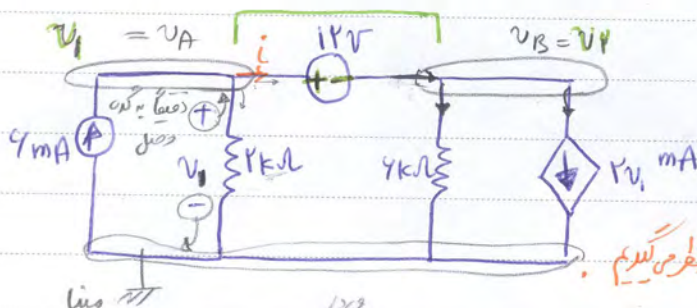
$$\frac{(v_A - v_B)^2}{R} = \frac{(20 - 14)^2}{4} = 9W$$

نکته

آنگاه منبع ولتاژی به عنوان یک شارژ بین دو گره اصلی مدار (اختیار گزینی میباید) لازم است که برای آن شارژ یک جریان فرض شود و قانون KCL را برای هر دو گره بنویسیم.

یا قویتر آنکه یک مجموعه به عنوان متغیر جریان به معادلات گره اضافه شده است. لذا به یک معادله دیگر نیاز داریم. این معادله از تفاضل ولتاژ دو گره و مسای قرار دادن آن با مقدار منبع ولتاژ مورد نظر بدست می آید.

$v_1 = ?$



با استفاده از روش تکمیل کرده

منبع ولتاژ و منبع جریان دو گره است باید یک

(جریان) مسیر فرض در نظر میگیریم

درست هم نیست

$$KCL 1: 4 \times 10^{-3} = \frac{v_1 - 0}{2 \times 10^3} + i$$

$$v_1 = v_2 + 12$$

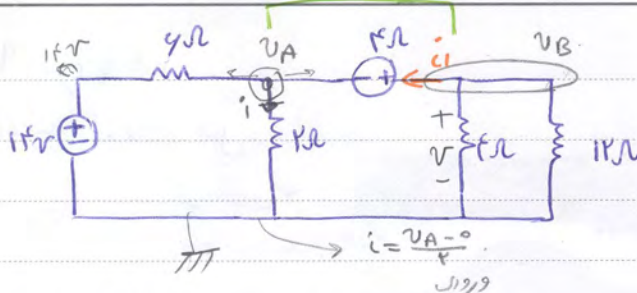
$$KCL 2: i = \frac{v_2 - 0}{2 \times 10^3} + 2 \times 10^{-3}$$

$$\text{مشاره میکنم: } v_1 - v_2 = 12V$$



Subject:

Year . Month . Date . ()



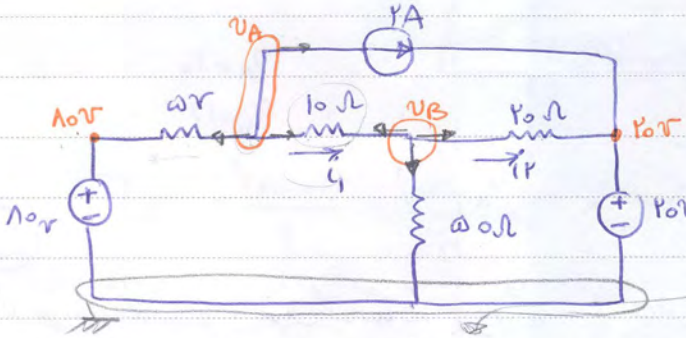
تمرین ۳-۷ ص ۶۷
با استفاده از روش تحلیل گره
ولتاژ V و i_1 را

$$\text{KCL A: } \frac{V_A - 12}{4} + \frac{V_A - 0}{4} = i_1$$

$$\text{KCL B: } \frac{V_B}{4} + \frac{V_B}{12} + i_1 = 0$$

$$* V_B - V_A = 4$$

$$V = V_B - 0 = V_B$$



تمرین ۳-۸ ص ۶۸
با استفاده از روش تحلیل گره
 i_1 و i_2 را

$$\text{KCL A: } \frac{V_A - 100}{20} + \frac{V_A - V_B}{10} + i_1 = 0$$

$$i_1 = \frac{V_A - V_B}{10} = \frac{10}{10} = 1 \text{ A}$$

$$\text{KCL B: } \frac{V_B - V_A}{10} + \frac{V_B - 0}{50} + \frac{V_B - V_0}{20} = 0$$

$$i_2 = \frac{V_B - V_0}{20} = \frac{20}{20} = 1 \text{ A}$$

$I =$

Subject :

Year . Month . Date . ()

صه اقل منبع مستقل باید داشته باشیم

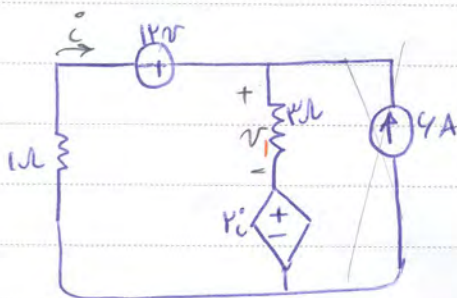
(ج) روش تحلیل جمع آمده

این روش در مدارهای بی‌کار می‌آید که شامل چندین منبع مستقل باشند، روال حل به این صورت است که ابتدا، یک منبع مستقل مدار را بتوان منبع ورودی در نظر گرفته و دیگر منابع مستقل را حذف می‌کنیم، گاهی پس از حل این مدار، مقدار متغیر مجهول را به دست می‌آوریم سپس این کار را برای منابع مستقل حساب می‌کنیم.

در نهایت جوابهای بدست آمده
برای متغیر مجهول با هم جمع می‌دهیم

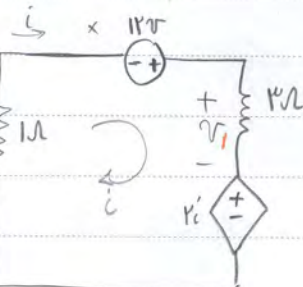
در صورت
4 اگر نخواهیم منبع ولتاژی را حذف کنیم باید دو سر آن را اتصال کوتاه کنیم، یعنی بی‌اثر کردن منبع ولتاژ یا صفر کردن مقدار آن تقریباً می‌شود. اگر نخواهیم، منبع جریان را حذف کنیم باید مقدار جریان تولید آن منبع صفر شود، این کار را با باز کردن منبع جریان امکان پذیر است. یعنی مدار باز

4 اگر منبع وابسته ای در مدار وجود داشته باشد، در بابت این منبع باید یک مدار معادل در نظر گرفت (مدار وابسته را نباید حذف کرد)



مثال 9-3 روش حذف منابع مستقل

1- منبع تک می‌داریم به عنوان ورودی
2- دیگر منابع مستقل را حذف



$$KVL = -12 + 3i + 2i + i = 0$$

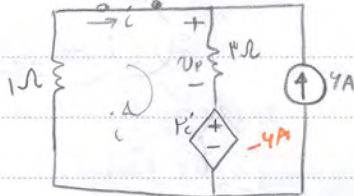
$$i = 2A$$

$$v = 3 \times 2 = 6$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

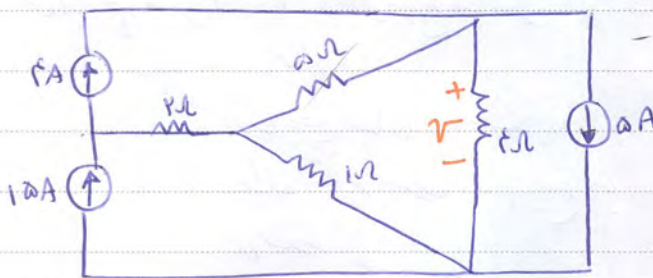
حالا اون یکی منبع
را حذف میکنم



$$KVL: 3(i - (-4)) + 2i + i = 0$$

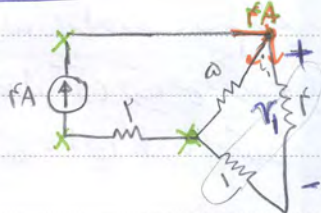
$$i = -4A$$

$$v_p = 3(i - (-4)) = 9V$$



ت ۱۲ ص ۸۵
با استفاده از روش جمع آثار
 $v = ?$

اثر ۴ آمپر
۵A, ۱۵A
حذف
منه مدار باز

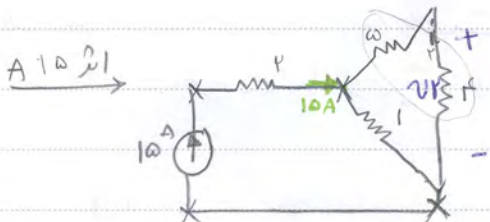


$$i_1 = \frac{4}{4 + (2+1)} \times 4 = 2A$$

قانون تقسیم جریان

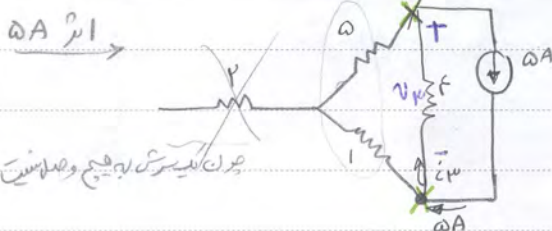
$$v_1 = 4 \times 2 = 8V$$

تأثیر ۴A



$$i_2 = \frac{1}{1 + (\omega + 2)} \times 15 = 1.5A$$

$$v_2 = 4 \times 1.5 = 6V$$



$$i_3 = \frac{\omega + 1}{(\omega + 1) + 4} \times \omega = 2A$$

$$v_3 = 4 \times (-3) = -12V$$

جریان کلیشده به هیچ وجه نیست

چون با توجه به شکل از یونان به منفی داریم
حرکت میکنیم

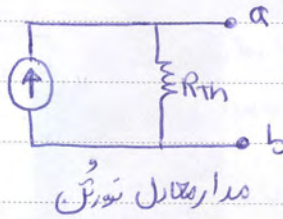
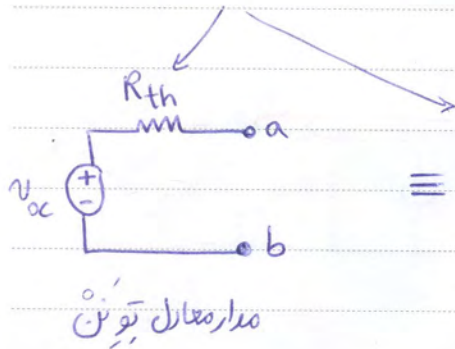
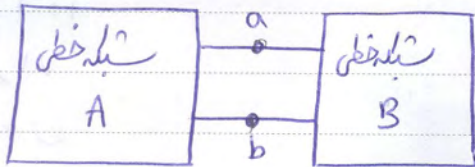
$$v = v_1 + v_2 + v_3 = 8 + 6 - 12 = 2V \rightarrow 2$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

> : روش ترفین و نورتن

(تستی - تفریحی) ۴م



$V_{oc} = ?$ → آزمایش مدار باز
→ روش گره

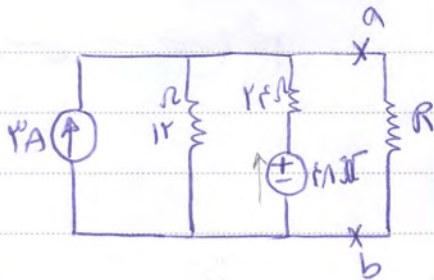
$I_{sc} = ?$ → آزمایش مدار اتصال کوتاه
→ روش مش

$R_{th} = ?$

$$R_{th} = \frac{V_{oc}}{I_{sc}}$$

Subject:

Year. Month. Date. ()



$$V_{oc} =$$

$$I_{sc} =$$

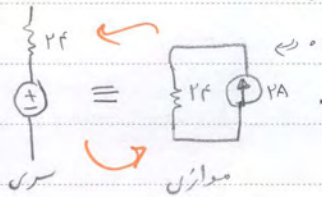
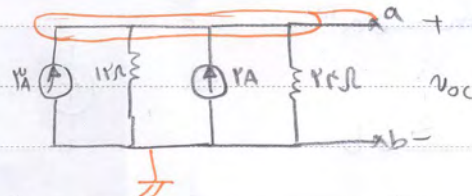
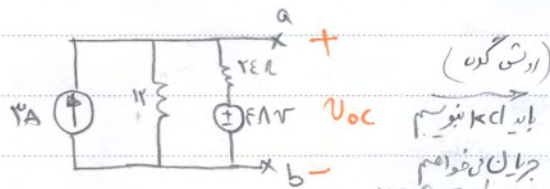
$$R_{th} =$$

مسئله ۱۰-۲

ص ۷۳

الف) تونین

V_{oc}



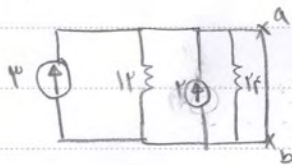
$$V = 4 \times 2$$

$$R = 2 \Omega$$

$$i = 4A$$

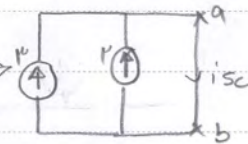
$$kcl: 3 + 2 = \frac{V_{oc}}{1} + \frac{V_{oc}}{2} \rightarrow \boxed{V_{oc} = 4V}$$

I_{sc}



چون اتصال کوتاه وصل شد
که جریان

مقاومت موازی با هم ← حذف



$$i = 0A$$

$$R_{th} = \frac{V_{oc}}{I_{sc}} = \frac{4}{0} = \boxed{1 \Omega}$$



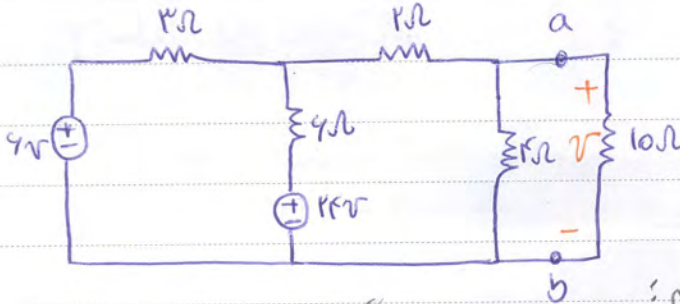
Subject:

Year. Month. Date. ()



حل مسأله

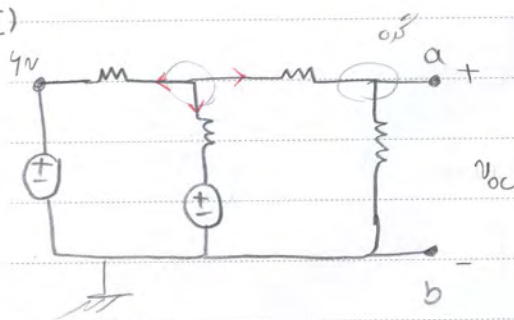
مسئله ۱۲ (۲۰۱۷)



از دسترس a و b ابتدا مدار معادل

یونین ؟

ج ۱



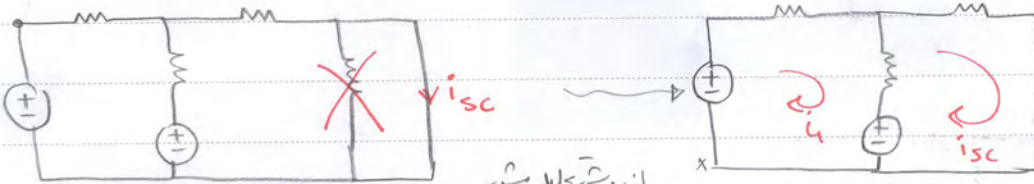
۲ پتانسیل Kcl می نویسیم: $V_c = ?$

$$\left. \begin{aligned} \text{Kcl 1: } \frac{V_A - 4}{3} + \frac{V_A - 2}{4} + \frac{V_A - V_{oc}}{2} &= 0 \\ \text{Kcl 2: } \frac{V_{oc} - V_A}{2} + \frac{V_{oc} - 0}{4} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

$$\boxed{\begin{aligned} V_A &= 9V \\ V_B &= 4V \end{aligned}}$$

از دسترس ۲ پتانسیل می نویسیم

ج ۲



از دسترس ۲ پتانسیل می نویسیم
استفاده می کنیم

$$\left. \begin{aligned} \text{KVL 1: } -4 + 3i_1 + 4(i_1 - i_{sc}) + 2 &= 0 \\ \text{KVL 2: } -2 + 4(i_{sc} - i_1) + 2i_{sc} &= 0 \end{aligned} \right\} \rightarrow i_{sc} = 1A$$

از طریق قانون تقسیم جریان

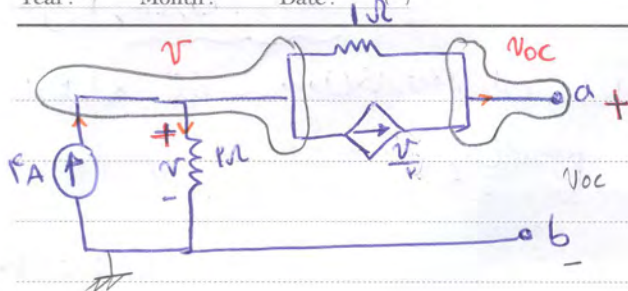
$$V = \frac{10}{10+2} \times 4 = 5V$$

$$R_{th} = \frac{V_{oc}}{i_{sc}} = \frac{4}{4} = 1\Omega$$



Subject :

Year . Month . Date .

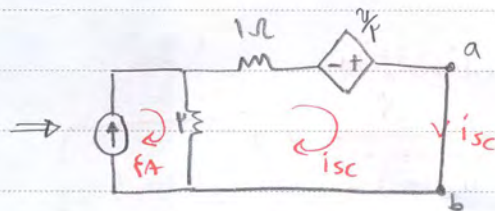
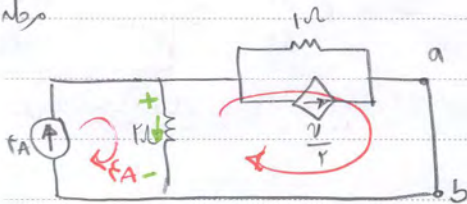


۱۲ ص مدار هم از نوین از دوسر a و b :

۱ نب

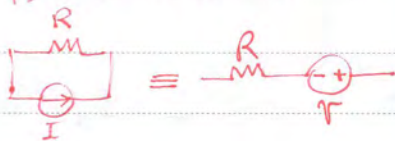
$$\left. \begin{aligned} \text{KCL 1: } \frac{V-0}{2} + \frac{V-V_{oc}}{1} + \frac{V}{2} &= 0 \\ \text{KCL 2: } \frac{V_{oc}-V}{1} &= \frac{V}{2} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} V &= 12V \\ V_{oc} &= 12V \end{aligned}$$

۲ نب



از روش

* می توان گفت در این مدار ۴A، چون مدار را قطع می کند
از شبکه قبلی استفاده می کنیم.



$$\text{KVL: } 1 \times i_{sc} - \frac{V}{2} + 2(i_{sc} - 4) = 0$$

در معادله و محمول چون در این حلقه داریم

در این حلقه

قانون اهم: $V = RI$

$$V = 2(4 - i_{sc})$$

$i_{sc} = 4A$

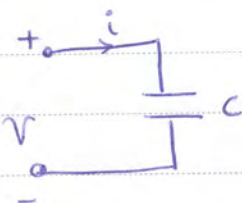
$$R_{th} = \frac{V_{oc}}{i_{sc}} = \frac{12}{3} = 4\Omega$$

Subject :

Year . Month . Date . ()

فصل ۲: خازن و سلف

حافظه دار هستند. درون خازن می توان مقدار ولتاژی را قرار داد که اصطلاحاً خازن را شارژ شده است و به سلف هم جریان می دهیم.



واحدش : (فاراد) F

خازن :
ولتاژ (ولت)
بار الکتریکی
به جهت گویان
ظرفیت خازن (F)

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(cV)}{dt} = c \frac{dV}{dt} \Rightarrow i_c(t) = c \frac{dv_c(t)}{dt}$$

برای بدست آوردن جریان، باید از ولتاژ مشتق بگیریم.

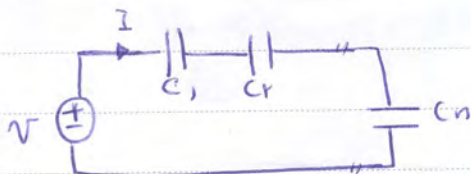
ولتاژ اولیه خازن

$$v_c(t) = v_c(0) + \frac{1}{c} \int_0^t i_c(\tau) d\tau$$

برای بدست آوردن ولتاژ خازن از انتگرال جریان + ولتاژ اولیه خازن

اتصال سری - موازی خازن

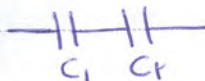
خازن سری



در یک مدار یک خطی: $I = I_1 = I_2 = I_n$

KVL: $V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$



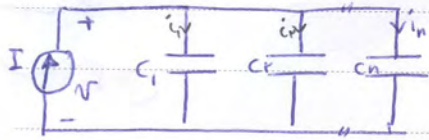
$$C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C_1 = C_2 \rightarrow C_{eq} = \frac{C_1}{2}$$



Subject:

Year. Month. Date. ()

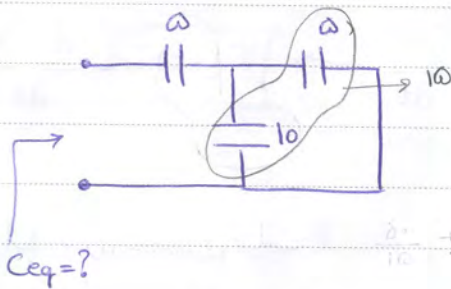


$$V = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$

خازن موازی

$$I = i_1 + i_2 + \dots + i_n$$

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



مسئله ۱۰ خازن معادل کدام است؟

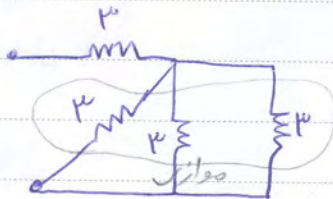
۱۰ (۱)

۲۰ (۲)

۳۰ (۳)

۴۰ (۴)

$$C_{eq} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = \frac{100}{20} = 5 \text{ } \checkmark$$



مسئله ۱۱ مقاومت معادل؟

۱ (۱)

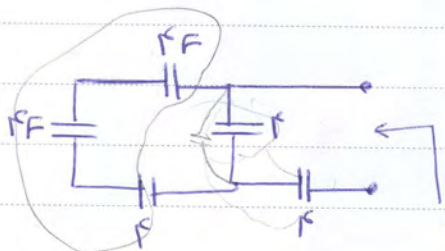
۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} = \frac{2}{1} \Rightarrow R_{eq} = \frac{1}{2}$$

$$1 + 1 = 2$$



مسئله ۱۲ خازن معادل؟

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} = \frac{2}{1} \Rightarrow C_{eq} = \frac{1}{2}$$

$$C_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{1} + \frac{1}{1}} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ } \checkmark$$

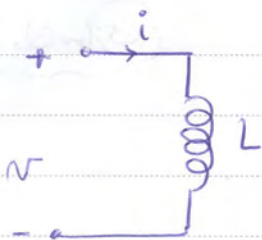
$$\frac{1}{14} + \frac{1}{1} = \frac{1 + 14}{14} = \frac{15}{14} \Rightarrow \frac{14}{15} \text{ } \checkmark$$

P4PCO



Subject:

Year. Month. Date. ()



$$\phi = Li$$

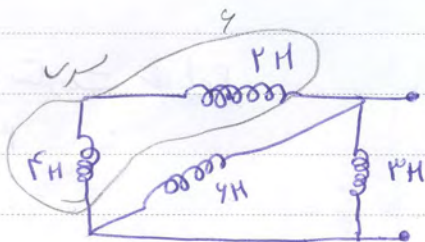
$\frac{1}{\omega L}$ (A) \rightarrow $\frac{1}{\omega L}$ (H)

سلف ها
نویسم

$$v = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d(Li)}{dt} = L \frac{di}{dt} \rightarrow v_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt}$$

$$i_L(t) = i_L(0) + \frac{1}{L} \int_0^t v_L(\tau) d\tau$$

» روابط سری - موازی سلف
« عن مقاومت است



سلف معادل

$$\frac{3}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{3}} \rightarrow 3$$

نویسم

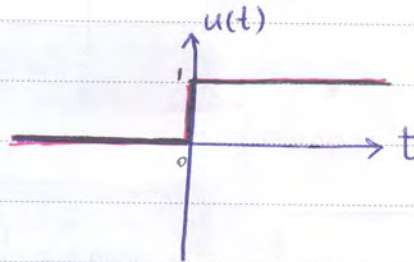
Subject :

Year . Month . Date . ()

محلہ بچہ

توابع زمانی قسم

$$u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t \geq 0 \end{cases}$$

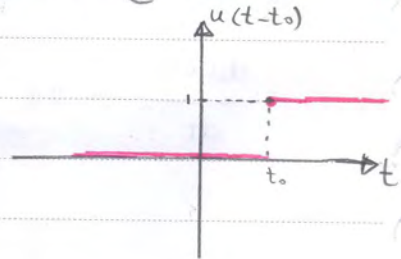


۱- تابع پله :

تابع پله با تاخیر زمانی t_0

مثلاً اگر همان تابع $u(t)$ را به اندازه t_0 شیفت کنیم می شود :

$$u(t-t_0) = \begin{cases} 0 & t-t_0 < 0 \\ 1 & t-t_0 \geq 0 \end{cases} = \begin{cases} 0 & t < t_0 \\ 1 & t \geq t_0 \end{cases}$$

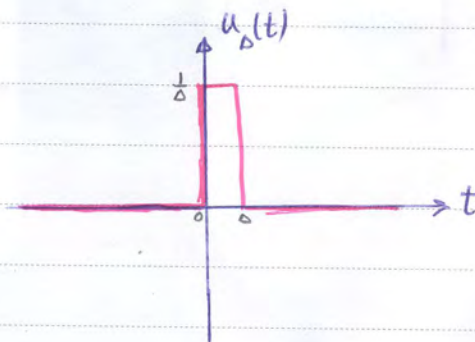


*

۲- تابع پالسی

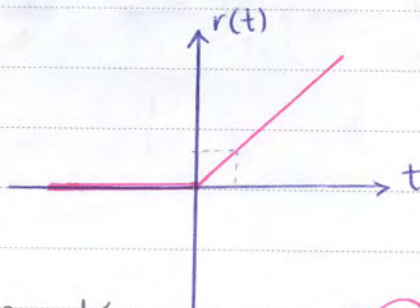
$$u_{\Delta}(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ \frac{1}{\Delta} & 0 < t < \Delta \\ 0 & t \geq \Delta \end{cases}$$

رنگاری استیپار کوچک



۳- تابع سیب

$$r(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ t & t \geq 0 \end{cases}$$

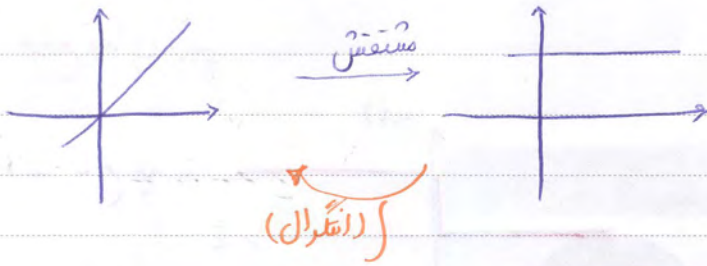


$$\Rightarrow t_u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t \geq 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow r(t) = t u(t)$$

Subject: _____

Year. _____ Month. _____ Date. _____ ()

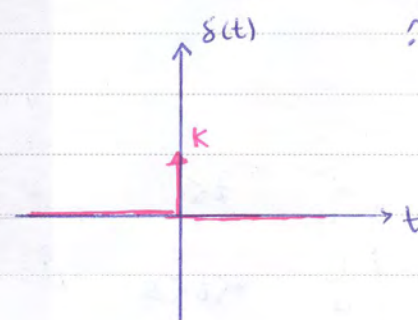


(نکته)

$$\boxed{\frac{dr(t)}{dt} = u(t)} \rightarrow \boxed{r(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} u(\tau) d\tau}$$

$$\frac{du(t)}{dt} = r(t)$$

$$\delta(t) = \begin{cases} 0 & t \neq 0 \\ \text{مقادیر بی‌نهایت} & t = 0 \end{cases}$$



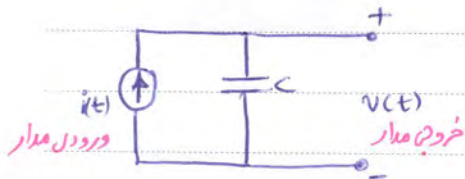
۴- تابع ضرب

$$s(t) \xrightarrow{\text{مشتق}} u(t) \xrightarrow{\text{مشتق}} r(t) \xrightarrow{\text{مشتق}} s(t)$$

Subject: _____

Year. _____ Month. _____ Date. _____ ()

شکل موج های ولتاژ و جریان در یک خازن الکتریکی :



اگر $i(t)$ را ورودی در نظر بگیریم ، ولتاژ در خازن $v(t)$

مقدار خروجی :

ولتاژ $v(t)$ ؟

ولتاژ اولیه هم ضرورت .

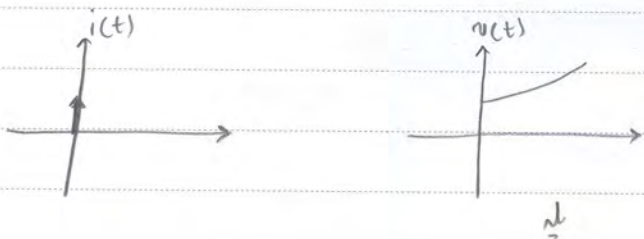
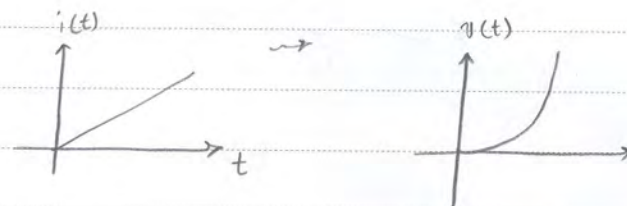
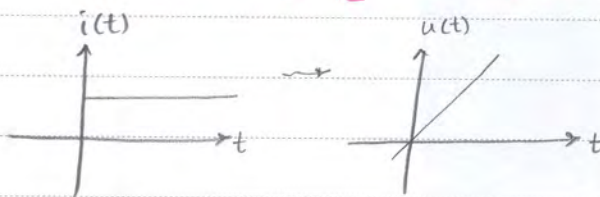
معادلات :

$$\begin{cases} \text{I} & i_c(t) = C \frac{dv_c(t)}{dt} \\ \text{II} & v_c(t) = v_c(t_0) + \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i_c(\tau) d\tau \end{cases}$$

توجه

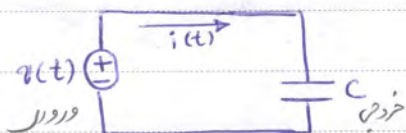
از رابطه II برای بدست آوردن ولتاژ استفاده می کنیم .

«طبق نکته ، از پایه انتگرال بگیریم تابع می شود سینوس»



Subject:

Year. Month. Date. ()

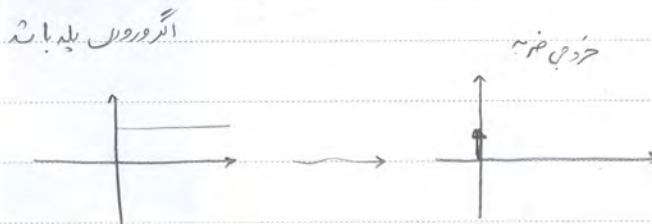
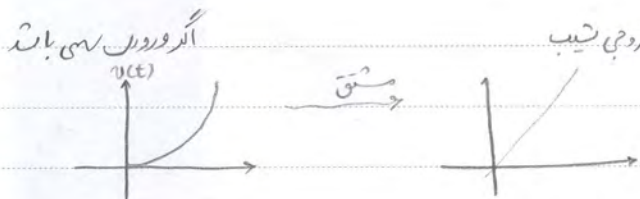
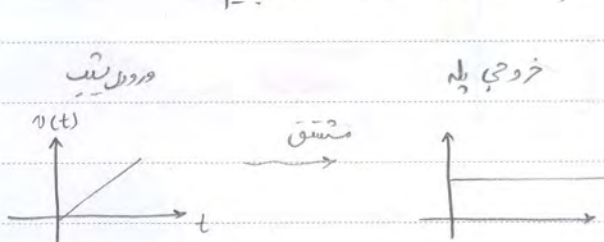


مثال) جریان را می‌خواهد؟ ورودی چیست است.

چون جریان خازن خروجی است باید نزول آن را بنویسیم. و در هر جا باشد باید از آن مشتق بگیریم

$$i_c(t) = C \frac{dv_c(t)}{dt}$$

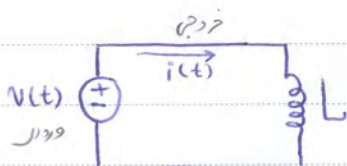
↓
خروجی



مثل موجهای ولتاژ و جریان در یک سلف:

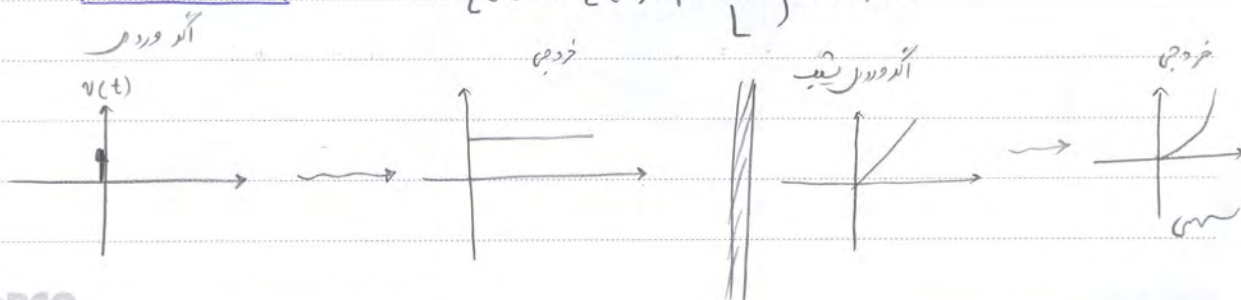
جریان سلف؟

ورودی ولتاژ است و خروجی جریان



$$i_L(t) = i_L(0) + \frac{1}{L} \int v(t) dt$$

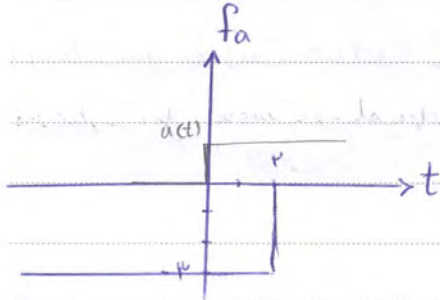
خروجی



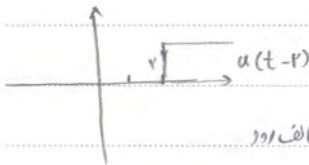
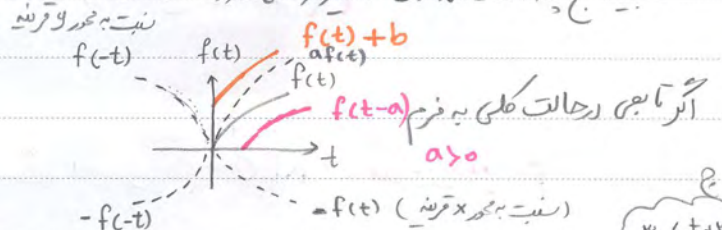
Subject:

Year. Month. Date. ()

تاریخ: ۱۴۰۲، ۹۳ ص (هرترم سوال)

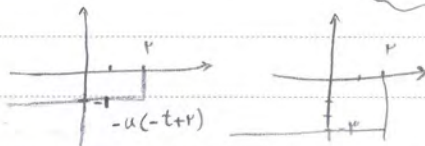
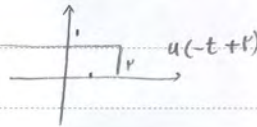


بیان ریاضی شکل موجهای زیر را بنویسید:
شبه تابع پله است که در آن تا خیر زمانی دارد.



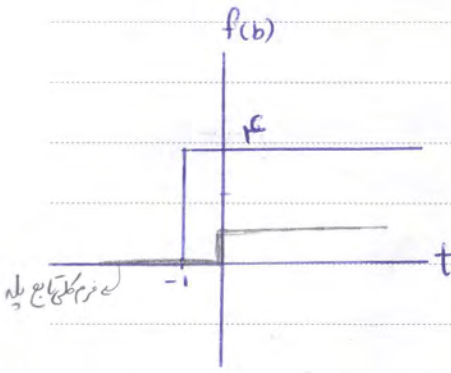
میرا را کشید

شکل اصلی به سمت مخالف دور

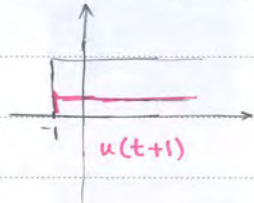


$-ru(-t+r)$

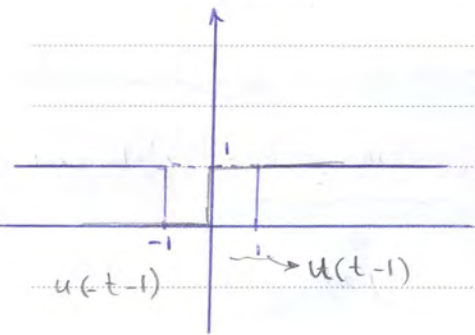
فرم کلی تابع پله را با این شکل بررسی می کنیم:



فرم کلی تابع پله

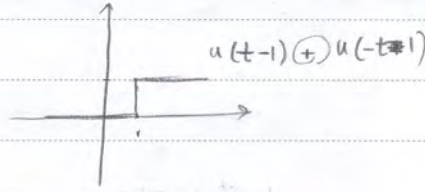


برای تبدیل به تابع
صورت مساوی $\Rightarrow ru(t+1)$



$u(t-1)$

$u(t-1)$



$u(t-1) + u(-t-1)$

ص ۱۵۹ و ۱۱۸ خود مان بخونم

Subject :

Year . Month . Date . ()

فصل ۵ مدارهای مرتبه اول $v_C(t)$

انرژی در مدارهای مقاوم و خازن یا RC (مقاومتی - خازنی) $i_L(t)$
 انرژی در مدارهای مقاوم و سلف یا RL (مقاومتی - سلفی)

انرژی در مدارهای مقاوم و خازن و سلف یا RLC (فصل ۶) مدارهای مرتبه دوم

بدرج اول:

منابع الکتریکی \leftarrow ولتاژ \leftarrow و جریان \leftarrow ورودی مدار

شرط اولیه \leftarrow $v_C(t)$ \leftarrow $i_L(t)$ \leftarrow حالت مدار

پاسخ ورودی صفر \equiv یعنی هیچ منبع الکتریکی در مدار نداریم \leftarrow مدار با استفاده از شرایط اولیه شروع به کار می کند. تحرک مدار با استفاده از شرایط اولیه

« در این حالت منابع الکتریکی در مدار وجود ندارد و تحرک مدار توسط شرایط اولیه خازن $v_C(t)$ و سلف $i_L(t)$ می باشد. »
 پاسخ حالت صفر \equiv حالت مدار (شرایط مدار) نداریم \leftarrow با استفاده از منابع الکتریکی به دست می آوریم.

« در این حالت شرایط اولیه در مدار وجود ندارد و تحرک مدار توسط منابع الکتریکی موجود در مدار می باشد. »

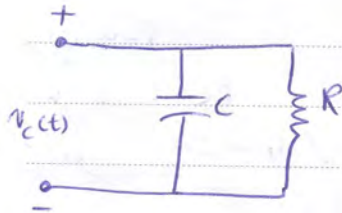
پاسخ کامل = پاسخ حالت صفر + پاسخ ورودی صفر
 \downarrow \downarrow
 (منبع) ورودی شرایط اولیه

« در این حالت ، هم شرایط اولیه برای سلف یا خازن و هم منابع الکتریکی در مدار وجود دارد. »



Subject:

Year. Month. Date. ()



پاسخ ورودی صفر:

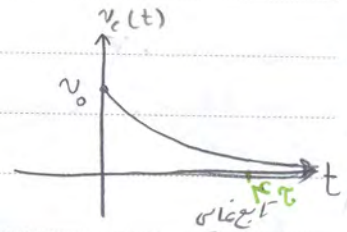
برای مدار RC:

$$v_c(0^-) = v_0$$

بدین پاسخ ورودی صفر بدست می آید (شرط اولیه)
 منبع آله می X

$$v_c(t) = v_c(0^-) e^{-\frac{t}{RC}}$$

ولتاژ در مدار RC



$$\tau = RC \quad \text{ثابت زمانی}$$

$$v_c(0^-) e^{-\frac{t}{\tau}}$$

تمرین ۵-۱ ص ۱۲۹



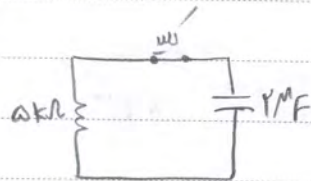
خازن دارای شرط اولیه $v_c(0^-) = 100$ V

در لحظه $t=0$ کلید را می بندیم

پس از وصل کلید، ولتاژ و جریان؟ $v_c(t) = ?$

$i(t) = ?$

شرط اولیه \checkmark
 بدین پاسخ ورودی صفر \checkmark
 منبع آله می X



$$v_c(t) = 100 e^{-\frac{t}{\frac{5 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-6}}{1}}}$$

$$v_c = 100 e^{-100t}$$

پس از

$$y = e^{at}$$

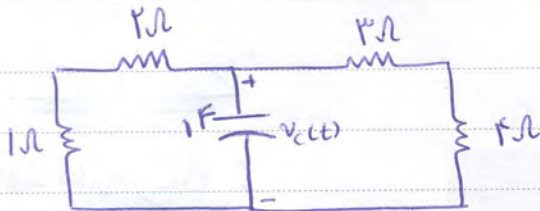
$$y' = ae^{at}$$

$$i_c(t) = C \frac{dv_c(t)}{dt} = 2 \times 10^{-6} (-100 \times 100 e^{-100t}) =$$

$$i_c = -0.2 e^{-100t}$$

Subject:

Year: Month: Date: ()



تمرین ۳-۵

نوع مدار: RC

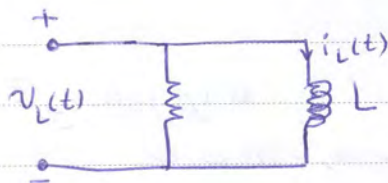
باغ ورودی منبر → شرایط اولیه ✓
منبع الکتریکی X

$$v_c(0^-) = 4V$$

$$v_c(t) = ? \quad t \geq 0$$

$$v_c(t) = v_c(0^-) e^{-\frac{t}{R_{eq}C}} = 4 e^{-\frac{t}{\frac{21}{10} \times 1}} = 4 e^{-\frac{10t}{21}}$$

$$R_{eq} = (2 \parallel 1) \parallel (3 + 2) = \frac{21}{10} = 2.1$$



$$i_L(0^-) = I_0$$

مدار: RL

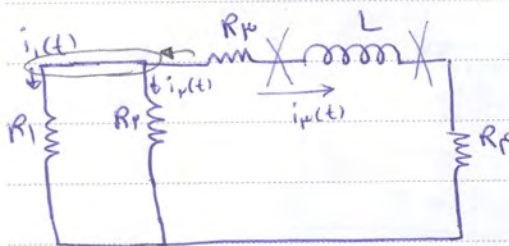
باغ ورودی منبر → شرایط اولیه ✓
منبع X

$$i_L(t) = i_L(0^-) e^{-\frac{R}{L}t}$$

$$i_L(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\tau = \frac{1}{R}$$

ص ۱۲۹



$$i_L(0^-) = I_0$$

مدار: RL

باغ ورودی منبر → شرایط اولیه ✓
منبع X

$$R_{eq} = (R_1 \parallel R_2) + R_3 + R_L$$

$$i_L(t) = I_0 e^{-\frac{R_{eq}}{L}t}$$

$$i_1(t) = \frac{-R_2}{R_1 + R_2} i_L(t)$$

$$i_2(t) = \frac{-R_1}{R_1 + R_2} i_L(t)$$



Subject :

Year . Month . Date . ()

جلسه سیم

$$v_c(t) = v_c(0) e^{-\frac{t}{RC}}$$

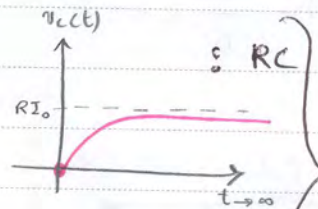
: RC

$$i_L(t) = i_L(0) e^{-\frac{R}{L}t}$$

: RL

یا منبع ورودی
صفر

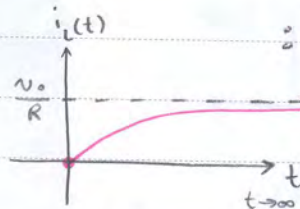
$$v_c(t) = RI_0 (1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$



: RC

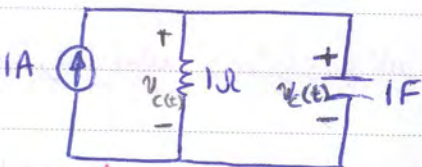
یا منبع حالت
صفر

$$i_L(t) = \frac{V_0}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$$

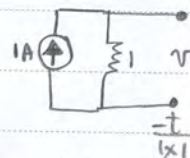


: RL

منابع انرژی
در مدار وجود دارد.



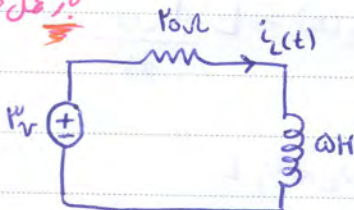
$$v_c(t) = ? \quad t \geq 0$$



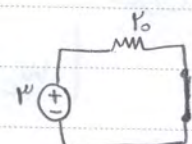
$$v_c(t) = 1 \times 1 (1 - e^{-t}) = v_c(t) 1 - e^{-t}$$

تمرین ۴.۵ ص ۱۳۴

خازن در لحظه $t=0$ که $t \rightarrow \infty$ می کند به صورت مدار باز عمل می کند.



$$i_L(t) = \frac{3}{10} (1 - e^{-\frac{t}{0.5}})$$



باقی به خود امان

P4PCO $i_L(t) = ?$

وقتی $t \rightarrow \infty$ می کند، جریان می شود $\frac{V_0}{R}$ (در RL)

و ولتاژ می شود RI_0 (در RC) زیرا برای اینکه $t \rightarrow \infty$ می کند و سلف انتقال کوتاه می شود (۲۵)



Subject:

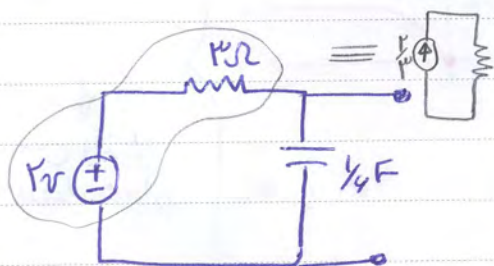
Year. Month. Date. ()

پاسخ و ردی صفر + پاسخ حالت صفر = پاسخ کامل

$$RC: v_c(t) = RI_0 (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) + v_c(0) e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$RL: i_L(t) = \frac{V_0}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t}) + i_L(0) e^{-\frac{R}{L}t}$$

عمر ۵-۵ ص ۱۳۷



$$v_c(0) = 1V$$

$$v_c(t) = ? \quad t \geq 0$$

$$v_c(t) = 1 e^{-\frac{t}{3 \times \frac{1}{4}}} + 3 \times \frac{1}{3} (1 - e^{-\frac{t}{3 \times \frac{1}{4}}})$$

شرایط اولیه در مدارهای با الیدزنی:

$$\text{خازن} \begin{cases} i_c(t) = C \frac{dv_c(t)}{dt} \\ W_c = \frac{1}{2} C v^2 \end{cases}$$

$$\text{سلف} \begin{cases} v_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt} \\ W_L = \frac{1}{2} L i^2 \end{cases}$$



Subject:

Year. Month. Date. ()

و صبر ۱۳۷ و ۱۳۸ کتاب درس ۴

کلیدزنی در لحظه $t=0$ به اتفاق من افتد \leftarrow در لحظه قبل از کلیدزنی $t=0^-$ و در لحظه بعد از کلیدزنی $t=0^+$ هر مورد.

* ولتاژ فازن به طور ناگهانی افزایش پیدا کند \rightarrow جریانی (رابطه میثم)
اما در عمل جریان بی نهایت وجود ندارد
به ازاول فرض که ولتاژ به طور ناگهانی در دو بالا وجود ندارد.

خازن: $i_c(t) = C \frac{dv_c(t)}{dt}$

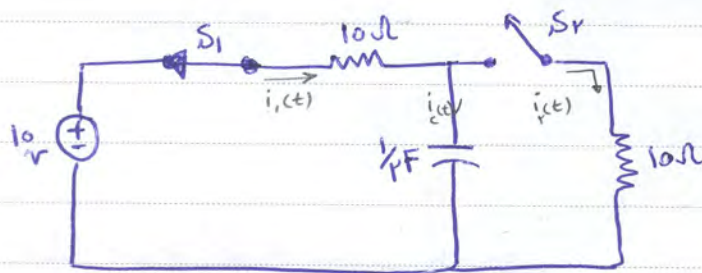
فرض اول است $v_c(0^-) = v_c(0^+)$

ولتاژ فازن در لحظه کلیدزنی تغییر ناگهانی ندارد.

* مدار رابطی سلف هم همین فرضیات بالا را در نظر می گیریم و به همین نکته می رسم که:

$i_L(0^-) = i_L(0^+)$

جریان سلف در لحظه کلیدزنی تغییر ناگهانی ندارد.

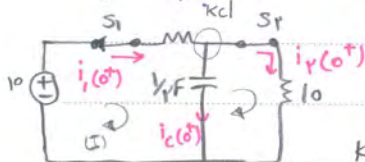


مثال ۵-۶ ص ۱۳۸

$v_c(0^+) = ?$

$i_c(0^+) = ?$

در مدار شکل فرض می شود که S1 به مدت طولانی بسته، در لحظه $t=0$ S2 بسته می شود، محسولات؟



KCL: $i_1(0^+) = i_c(0^+) + i_2(0^+)$

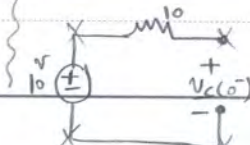


خازن مدار باز است.

معنی $t \rightarrow \infty$

S2 باز است و لامقاومت ۱۰ اهم نداریم

PAPCO



$i_c(0^-) = 0$

$v_c(0^-) = 10V \Rightarrow v_c(0^+) = 10V$

Subject:

Year. Month. Date. ()

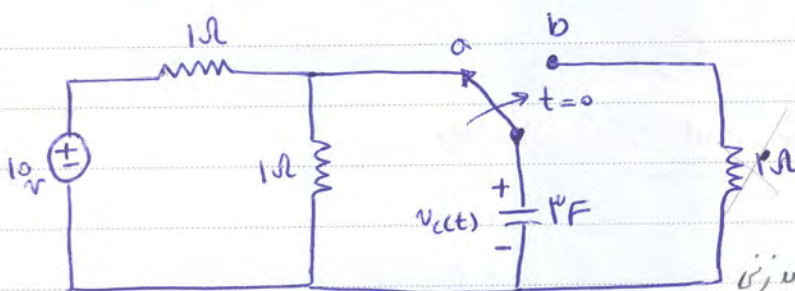
$$KCL: \overset{0}{i_i(t^+)} = i_c(t^+) + \overset{1}{i_r(t^+)} \rightarrow i_c(t^+) = -1A \rightarrow \text{ع}$$

$$KVL \text{ (I)}: -10 + 10i_i(t^+) + \cancel{v_c(t^+)} = 0 \rightarrow i_i(t^+) = \boxed{0A}$$

$$KVL \text{ (II)}: -\cancel{v_c(t^+)} + 10i_r(t^+) = 0 \rightarrow i_r(t^+) = \boxed{1A}$$

تمرین ۸ ص ۱۲۲

۱۱۰۰۰۰۰۰



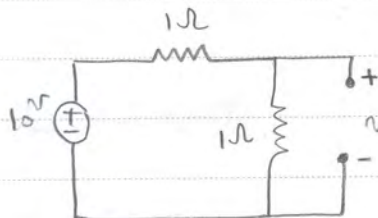
و بعد کلد : یعنی استله
باید مدار را قبل از کلد زنی و بعد از کلد زنی
کلیل کرد.

$$v_c(t) = ? \quad t \geq 0$$

کلید را به طور طولانی در این حالت قرار دارد.
خازن در مدار به صورت باز (مدار باز) و مقاومت ۲Ω نیز حالت می شود.

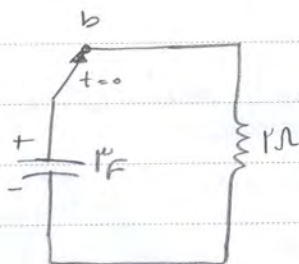
★ ★

باید شرط اولیه را قبل از کلد زنی بدست آورد.



$$v_c(0^-) = \frac{1}{1+1} \times 10 = \frac{10}{2} = \underline{5V}$$

در لحظه $t=0$ ، کلید را به وضعیت ط می بینم.
یعنی مدار به فرم زیر می شود



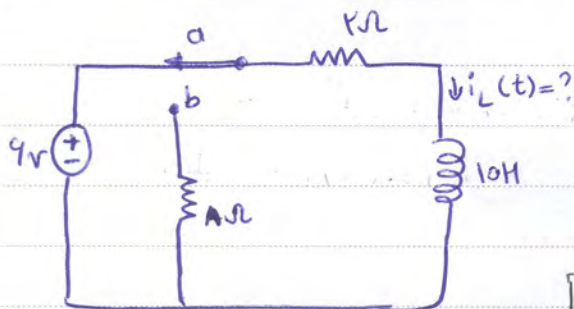
$$v_c(t) = v_c(0^-) e^{-\frac{t}{RC}}$$

$$v_c(t) = 5 e^{-\frac{t}{2 \times 3}}$$



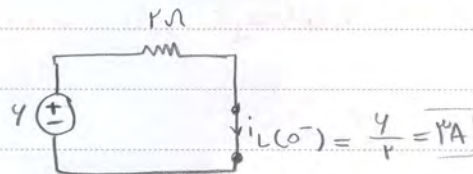
Subject:

Year. Month. Date. ()



ت ۶ ص ۱۴۳

۱- شرط اولیة امکان منفی را باید بدست آوریم
کلید را به طور طولانی بقدر حالت α بپوشانیم
آب



وضعیت α :

وضعیت β :

پایه و بروری منفی

$$i_L(t) = i_L(0^-) e^{-\frac{R_{eq}}{L} t}$$

$$i_L(t) = 4 e^{-\frac{10}{10} t} = 4 e^{-t}$$

حال کلید را از حالت α به β طوری میزنیم:

مدارهای RLC (فصل ۶):

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = \frac{R}{2L} \quad \text{RLC سری} \\ \alpha = \frac{1}{2RC} \quad \text{RLC موازی} \end{array} \right.$$

مثال
۱- $\Delta > 0 \quad \alpha > \omega_0$
میرایی شدید / غرق میرا

① مدارهای RLC:

۲- $\Delta = 0 \quad \alpha = \omega_0$
میرایی بحرانی

②

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

۳- $\Delta < 0 \quad \alpha < \omega_0$
میرایی ضعیف (زیر میرا)
 $P \pm jQ$

③

$$f(t) = A_1 e^{s_1 t} + A_2 e^{s_2 t}$$

در حالت کلی حالت مدار به صورت $f(t)$ نشان می دهیم.

$$s_1, s_2 = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$$

P4PCO



Subject:

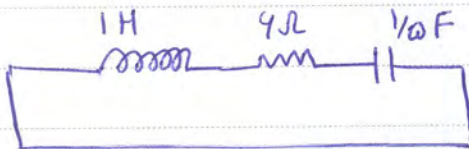
Year. Month. Date. ()

$$(2) f(t) = e^{-\alpha t} [A_1 t + A_2]$$

$$(3) f(t) = e^{-\alpha t} [A_1 \cos \omega_d t + A_2 \sin \omega_d t]$$

$$\omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2}$$

- حل: α و ω_0 را با استفاده از فرمول بدست می آوریم.
 (1) طبق جدول مقابل مقایسه کنیم.
 (2) طبق هر کدام از موارد، جواب آن را بدست می آوریم.



قرین 4 (1-2) ص 153

جریان سلف را برای $t \geq 0$ بدست می آوریم.

$$i_L(0) = 1A$$

$$\frac{di_L(0)}{dt} = 0$$

$$i_L(t) = ? \quad t \geq 0$$

$$(1) \text{ سری مستقیم} \quad \alpha = \frac{R}{L} = \frac{4}{1 \times 1} = 4$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{1 \times 5}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = \sqrt{5} \approx 2.23$$

$$4 > \sqrt{5} \Rightarrow$$

$\alpha > \omega_0$ \rightarrow میرا 3
 2، 1 حقیقی منفی

$$s_1, s_2 = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$$

$$s_{1,2} = -4 \pm \sqrt{16 - 5} = \begin{cases} s_1 = -1 \\ s_2 = -3 \end{cases}$$

$$i_L(t) = A_1 e^{s_1 t} + A_2 e^{s_2 t}$$

$$i_L(t) = A_1 e^{-t} + A_2 e^{-3t}$$

حساب A_1 و A_2 را

2 مجهول است \leftarrow نیاز به 2 معادله داریم

P4PCO

برای از صورت مسئله یک می گیریم (از صورت سوال ندانیم بود باید حساب می کردیم)



Subject:

Year. Month. Date. ()

$$i_L(0) = 1 \rightarrow t=0 \quad 1 = A_1 e^{-\omega \times 0} + A_2 e^{-\omega \times 0}$$

$$1 = A_1 + A_2 \quad (1)$$

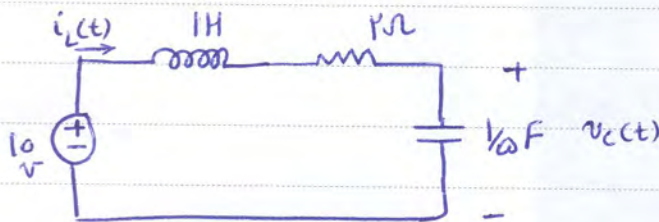
$$\frac{di_L(0)}{dt} = -\omega A_1 e^{-\omega t} - A_2 e^{-\omega t}$$

$$t=0 \rightarrow 0 = -\omega A_1 - A_2 \quad (2)$$

نکات
مهم

$$A_1 = -\frac{1}{\omega}$$

$$A_2 = \frac{\omega}{\omega^2}$$



$$\alpha = \frac{R}{L} = \frac{2}{1 \times 1} = 1 \quad (1)$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{1 \times 1/10}} = \sqrt{10} = 3.16$$

$$\omega_0 > \alpha \quad \text{میرای ضعیف (زیر میرای)}$$

$$v_C(0) = 4V$$

$$v_C(t) = ?$$

$$i_L(0) = 2A$$

$$f(t) = e^{-\alpha t} [A_1 \cos \omega_d t + A_2 \sin \omega_d t]$$

$$\omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2} = \sqrt{10 - 1} = 3$$

$$v_C(t) = e^{-t} [A_1 \cos 3t + A_2 \sin 3t]$$

حالت بیجان A_1, A_2 را بیابان

$$A_1 \rightarrow v_C(0) = 4 = e^0 [A_1 \cos 0 + A_2 \sin 0] \Rightarrow A_1 = 4$$

$$A_2 \rightarrow \frac{dv_C(0)}{dt} = ? \rightarrow i_C(t) = C \frac{dv_C(t)}{dt} \rightarrow i_C(0) = C \frac{dv_C(0)}{dt}$$

$$\frac{dv_C(0)}{dt} = \frac{i_C(0)}{C} = \frac{2}{1/10} = 20$$

حالت شارژی اولیه برابر A_2 را بدست آوریم از این استفاده می کنیم برای A_2



Subject: _____

Year. _____ Month. _____ Date. _____ ()

$$v_c(t) = e^{-t} [A_1 \cos t + A_2 \sin t]$$

$$\frac{dv_c(t)}{dt} \Rightarrow -e^{-t} [A_1 \cos t + A_2 \sin t] + [-A_1 \sin t + A_2 \cos t] \times e^{-t}$$

$$t=0 \Rightarrow 1.0 = -4 + 2A_2 \rightarrow A_2 = 1$$

