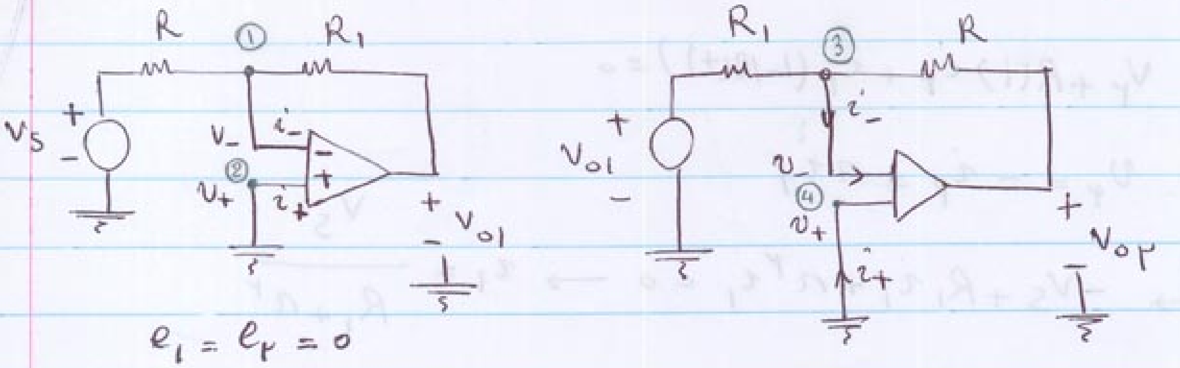
① حل مسائل کتاب نظریه اساسی مدارهای الکتریکی - دکتر صدرتقی

حل مسائل فصل ۲ مدارهای مقاومتی - صفحه ۱۰۵

(۸-۲



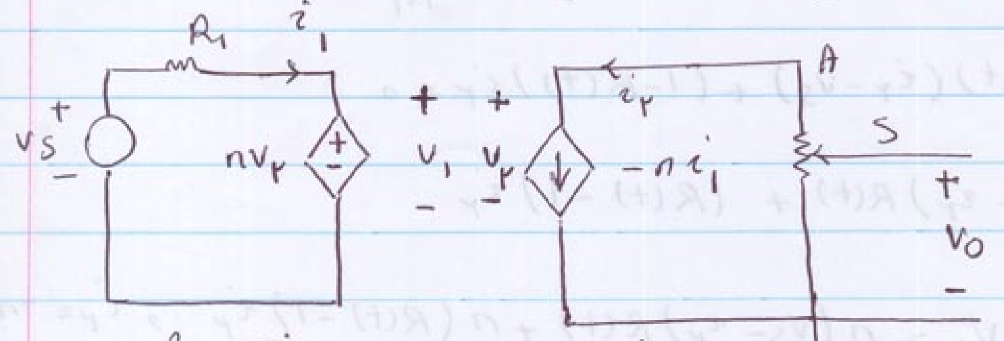
$e_1 = e_2 = 0$

$$\text{Kcl ①}: \quad \frac{0 - V_S}{R} + \frac{0 - V_{o1}}{R_1} = 0 \longrightarrow V_{o1} = -\frac{R_1}{R} V_S$$

$e_3 = e_4 = 0$

$$\text{Kcl ③}: \quad \frac{0 - V_{o1}}{R_1} + \frac{0 - V_{o2}}{R} = 0 \longrightarrow V_{o2} = \frac{-R}{R_1} V_{o1} = V_S$$

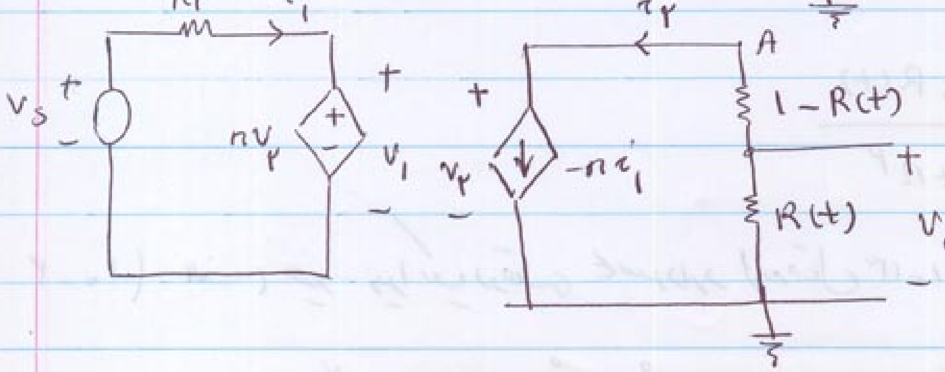
(۹-۲ روابط ترانسفورماتور ایده‌آل $i_1 = -\frac{1}{n} i_2$ و $V_1 = n V_2$



$R_A = 1\Omega$

$R_S = R(t)$

$R_{AS} = 1 - R(t)$



①

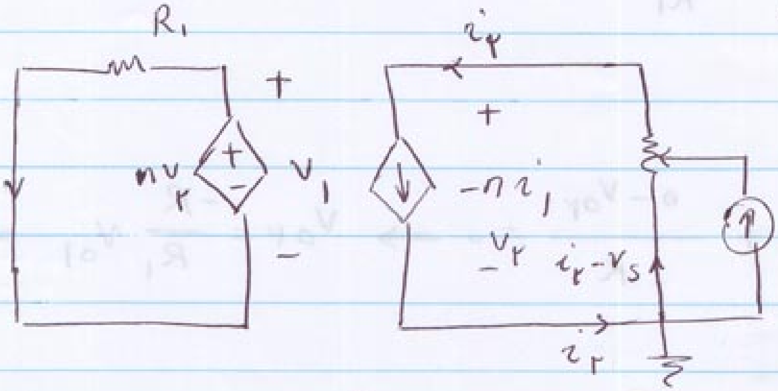
KVL: $-v_s + R_1 i_1 + n v_2 = 0$ $-v_o(t) = R(t)\, i_2$ ۲/

KVL: $v_2 + R(t)\, i_2 + i_2 (1 - R(t)) = 0$

$v_2 = -i_2 = n i_1$

$\xrightarrow{1} \; -v_s + R_1 i_1 + n^2 i_1 = 0 \longrightarrow i_1 = \dfrac{v_s}{R_1 + n^2}$

$v_o(t) = -R(t)\, i_2 = R(t)\, n\, i_1 = \dfrac{R(t)\, n\, v_s}{R_1 + n^2}$



KVL: $v_1 = R_1 i_1 \longrightarrow i_1 = \dfrac{v_1}{R_1} = \dfrac{n v_2}{R_1}$ ①

KVL: $v_2 + R(t)(i_2 - v_s) + (1 - R(t))\, i_2 = 0$

$\Longrightarrow v_2 = (v_s - i_2) R(t) + (R(t) - 1)\, i_2$

$\xrightarrow{1} \; R_1 i_1 = n v_2 = n (v_s - i_2) R(t) + n (R(t) - 1)\, i_2$ و $i_2 = -n i_1$

$\Longrightarrow i_1 = \dfrac{n v_s R(t)}{R_1 + n^2}$

۲-۱۰) الف) خیر - زیرا یک دوقطبی ٤ سر دارد (به مثال ۱-۱۳ صفحه ٤٤ مراجعه کنید)

ب) $i_1 + \underset{2/3\, i_s}{i} + v_1 = 0$ و $-i + i_2 - i_s + v_2/2 = 0$

و $-v_1 + v_2 + 2/3\, i_s = 0$

(۲)

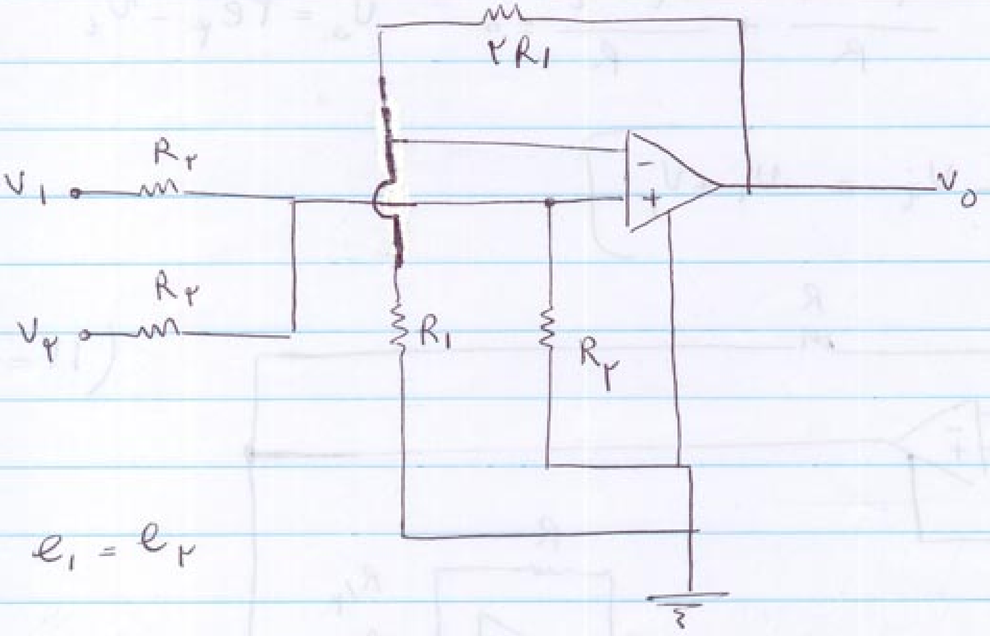
۳)

$$\left\{\begin{aligned} &\tfrac{2}{3} i_s + 2v_1 - K v_2 = 0 \\ &-\tfrac{5}{3} i_s + \tfrac{3}{2} v_2 - v_1 = 0 \\ &-v_1 + v_2 + \tfrac{2}{3} i_s = 0 \end{aligned}\right\} \Longrightarrow v_2 = \tfrac{14}{3} i_s$$

$$v_1 = v_2 + \tfrac{2}{3} i_s = \tfrac{16}{3} i_s$$

$$\left\{\begin{aligned} &v_1 = \tfrac{16}{3} i_s \\ &v_2 = \tfrac{14}{3} i_s \end{aligned}\right. \xrightarrow{\text{رابطه اول}} \tfrac{2}{3} i_s + \tfrac{32}{3} i_s - \tfrac{14K}{3} i_s = 0$$

$$K = \tfrac{34}{14} = \tfrac{17}{7}$$



(۱۱-۲

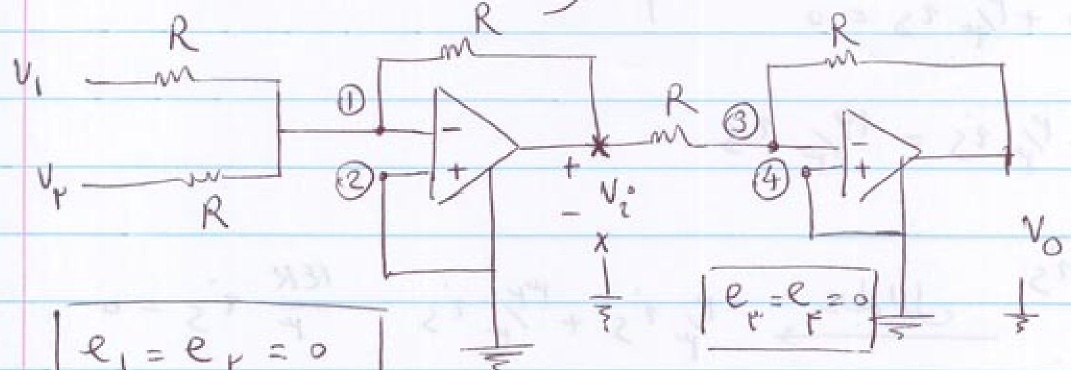
$e_1 = e_2$

$$\text{KCL ①}: \frac{e_1 - v_0}{2R_1} + \frac{e_1 - 0}{R_1} = 0 \longrightarrow \frac{3e_1}{2R_1} = \frac{v_0}{2R_1} \longrightarrow \boxed{3e_1 = v_0}$$

$$\text{KCL ②}: \frac{e_2 - 0}{R_2} + \frac{e_2 - v_1}{R_2} + \frac{e_2 - v_2}{R_2} = 0 \longrightarrow$$

$$\frac{3e_2}{\cancel{R_2}} = \frac{v_1+v_2}{\cancel{R_2}} \longrightarrow 3e_2 = 3e_1 = v_1+v_2$$

$$\Longrightarrow v_o = v_1 + v_2$$



$$\boxed{e_3 = e_4 = 0}$$

$$\boxed{e_1 = e_2 = 0}$$

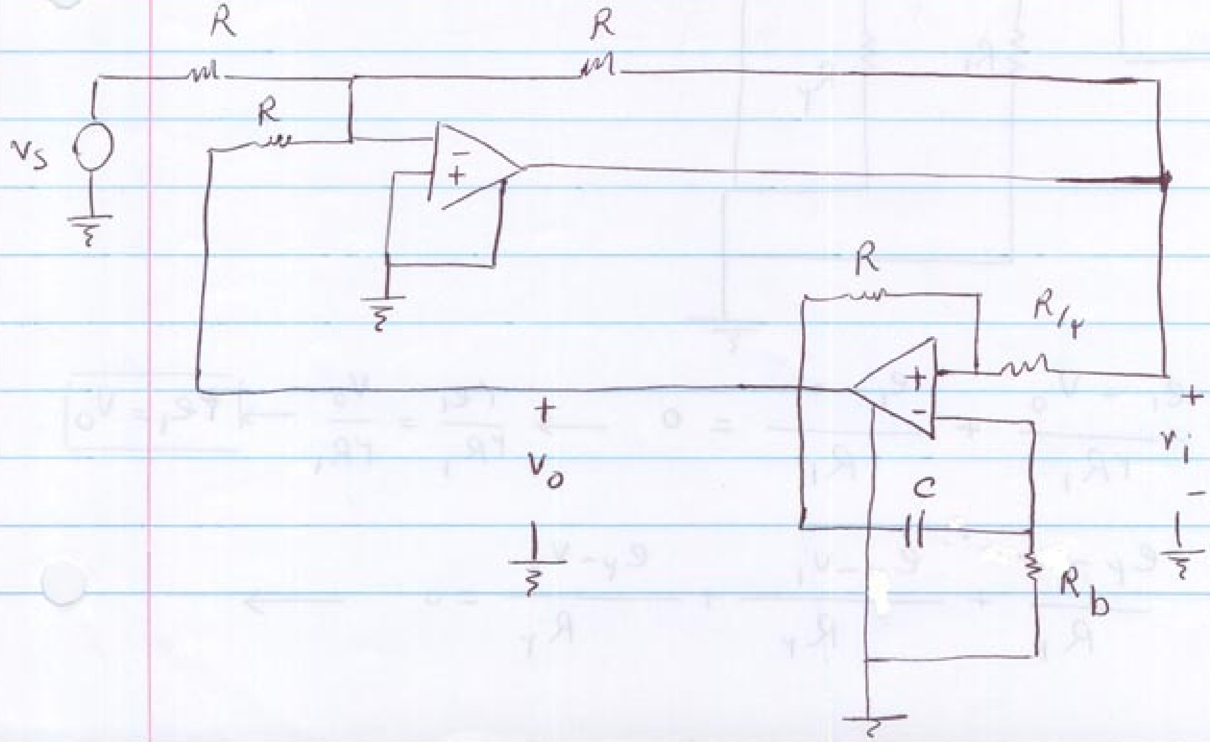
$$\text{KCL } ① : \quad \frac{e_1 - v_1}{R} + \frac{e_1 - v_2}{R} + \frac{e_1 - v_i}{R} = 0$$

$$v_i = 3e_1 - v_1 - v_2 \xrightarrow{e_1=0} v_i = (v_1+v_2)(-1)$$

$$\text{KCL } ③ : \quad \frac{e_2 - v_o}{R} + \frac{e_2 - v_i}{R} = 0 \qquad v_o = 2e_2 - v_i$$

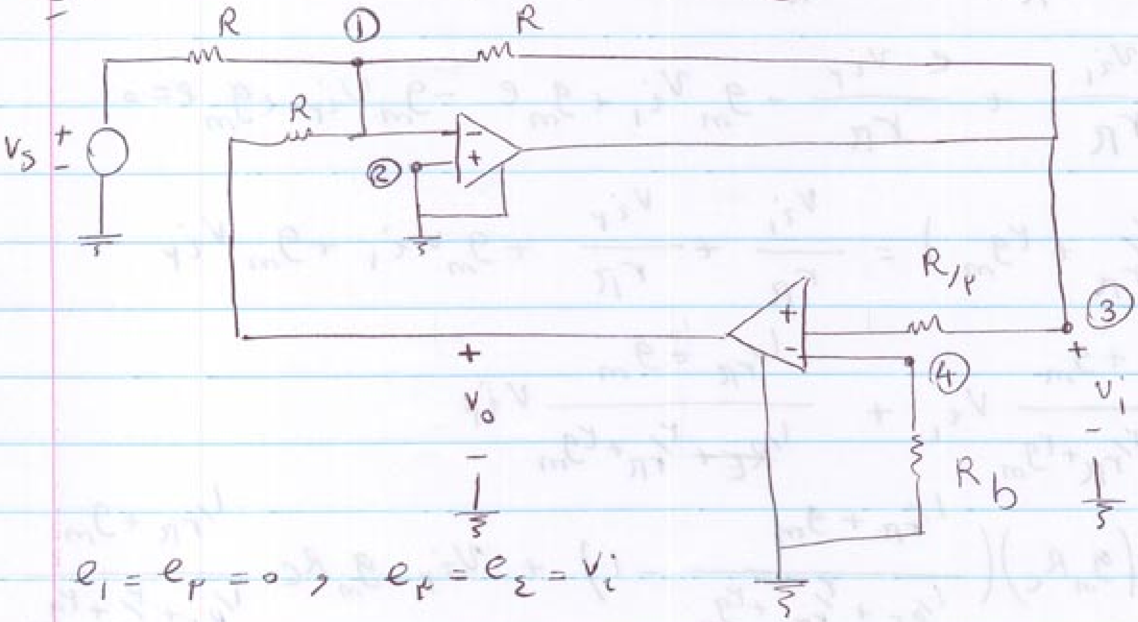
$$v_o = -v_i = v_1 + v_2$$

(۱۲-۲



۳

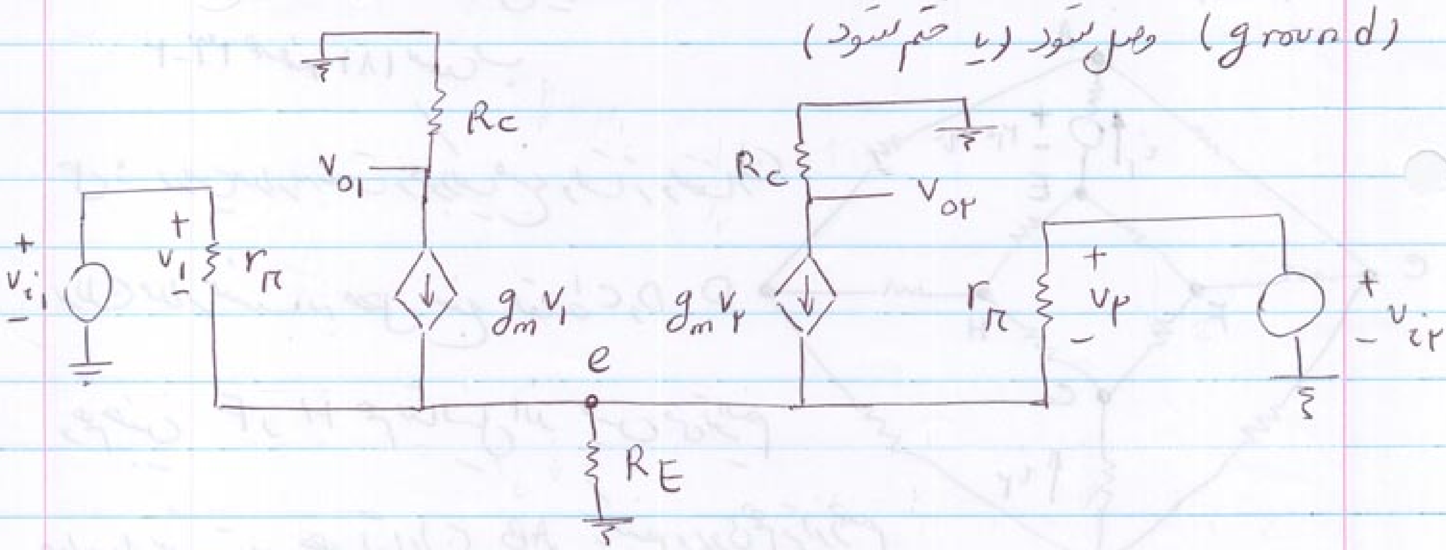
شماره ۵ درحالت dc یا فرکانس صفر (منابع ثابت) خازن به open Circuit تبدیل می‌شود



$e_1 = e_2 = 0$, $e_3 = e_4 = v_i$

$$KCL\ ①:\ \frac{-v_s}{R} - \frac{v_o}{R} - \frac{v_i}{R} = 0 \longrightarrow v_s + v_o + v_i = 0$$

۱۳-۲) درچنین مداری باید KVL ها از زمین (ground) شروع شود و به زمین (ground) وصل شود (یا ختم شود)



$$V_2 = v_{i2} - e \quad , \quad v_1 = v_{i1} - e$$

$$\frac{V_{o1}}{R_C} = -g_m v_1 \longrightarrow V_{o1} = -g_m R_C v_1 = -g_m R_C v_{i1} + g_m R_C e$$

$$\frac{V_{o2}}{R_C} = -g_m v_2 \longrightarrow V_{o2} = -g_m R_C v_2 = -g_m R_C v_{i2} + g_m R_C e$$

$$KCL: \frac{e}{R_E} + \frac{e - v_{i_1}}{r_\pi} + \frac{e - v_{i_2}}{r_\pi} - g_m v_1 - g_m v_2 = 0$$

$$\frac{e}{R_E} + \frac{e - v_{i_1}}{r_\pi} + \frac{e - v_{i_2}}{r_\pi} - g_m v_{i_1} + g_m e - g_m v_{i_2} + g_m e = 0$$

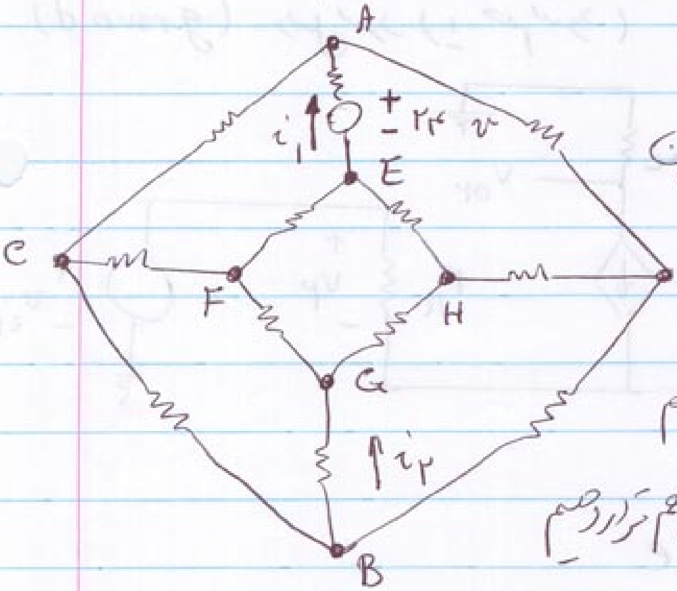
$$e\left(\frac{1}{R_E} + \frac{2}{r_\pi} + 2g_m\right) = \frac{v_{i_1}}{r_\pi} + \frac{v_{i_2}}{r_\pi} + g_m v_{i_1} + g_m v_{i_2}$$

$$e = \frac{1/r_\pi + g_m}{1/R_E + 2/r_\pi + 2g_m} v_{i_1} + \frac{1/r_\pi + g_m}{1/R_E + 2/r_\pi + 2g_m} v_{i_2}$$

$$\begin{cases} v_{o_1} = v_{i_1}(g_m R_C)\left(\dfrac{1/r_\pi + g_m}{1/R_E + 2/r_\pi + 2g_m} - 1\right) + v_{i_2} g_m R_C \dfrac{1/r_\pi + g_m}{1/R_E + 2/r_\pi + 2g_m} \\ v_{o_2} = v_{i_1}(g_m R_C)\left(\dfrac{1/r_\pi + g_m}{1/R_E + 2/r_\pi + 2g_m}\right) + v_{i_2}(g_m R_C)\left(\dfrac{1/r_\pi + g_m}{1/R_E + 2/r_\pi + 2g_m} - 1\right) \end{cases}$$

- مسئله : در شکل زیر همه مقاومت ها 1Ω هستند مطلوبست i_1 و i_2 :

۲-۳۳ صفحه ۱۸۱ شمس ب



حل : در این مدار به علت وجود منبع ولتاژ و تقارن

بودن مدار نسبت به محل منبع نقاط C و D

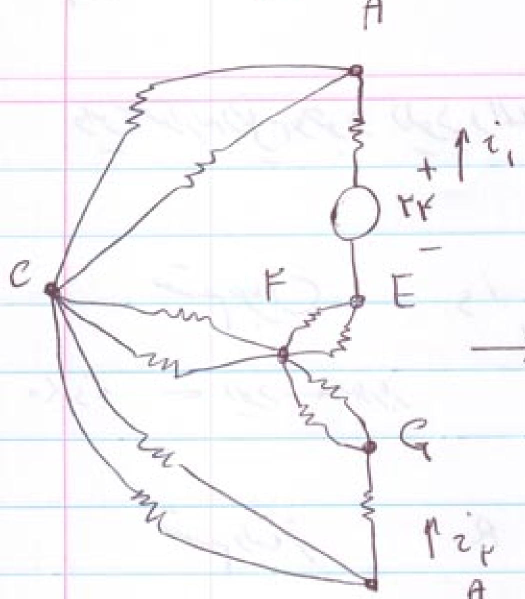
و هم چنین F و H هم پتانسیل اند پس می توانیم

مدار را نسبت به محور تقارن AB تا کنیم و روی هم قرار دهیم

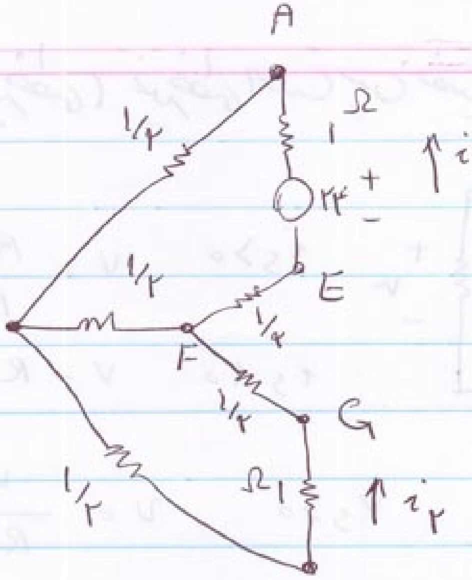
یعنی نقطه D می تواند روی نقطه C و نقطه H می تواند روی

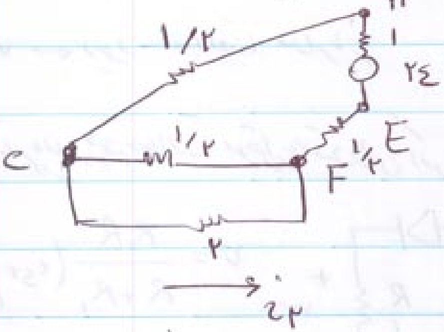
نقطه F قرار بگیرد

۷/ (۴)

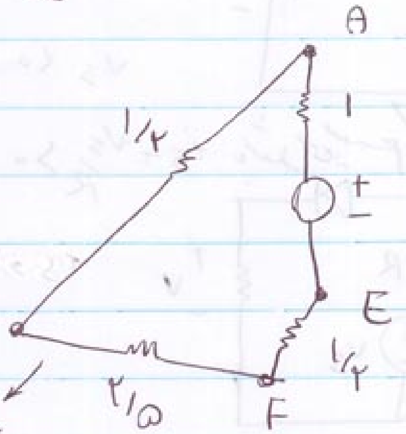


→

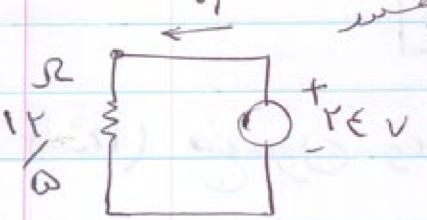




→

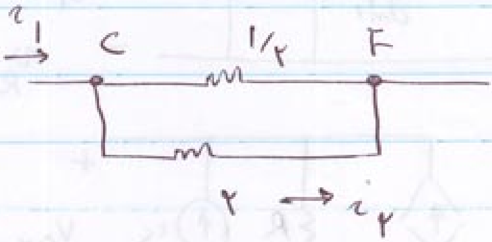


چون در این مدار همه مقاومت‌ها سری هستند
جریان آن‌ها با هم و با جریان کل برابر است



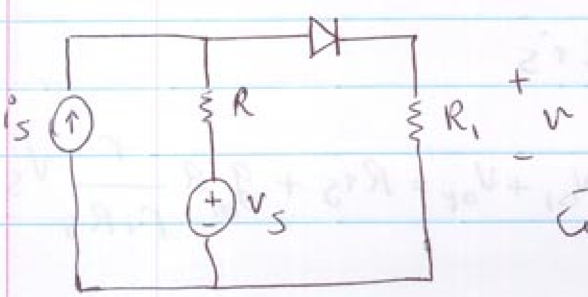
$$\longrightarrow \quad i_1 = \frac{۲۴}{۱۲/۵} = ۱۰\ A$$

$i_{۲/۵\,\Omega} = \boxed{۱۰\ A}$



مدار موازی → مقسم جریان

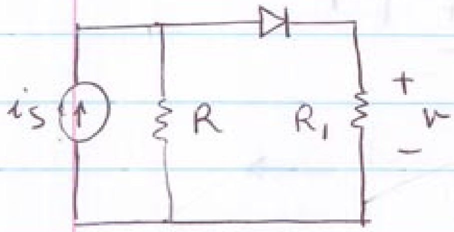
$i_۲ = \boxed{۲\ A}$



مسائل صفحه ۱۱۹
۲-۱۴

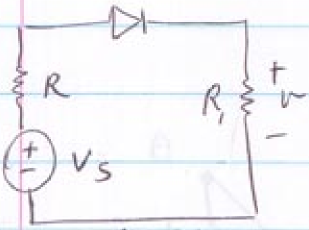
اولاً: قضیه جمع آثار فقط در مدارهای خطی صادق است

در این مدار به دلیل وجود دیود (المان غیرخطی) غیرخطی است پس قضیه جمع آثار در آن صادق نیست



$i_s>0$ $\quad v=\frac{R_1R}{R+R_1}i_s$ مقسم جریان

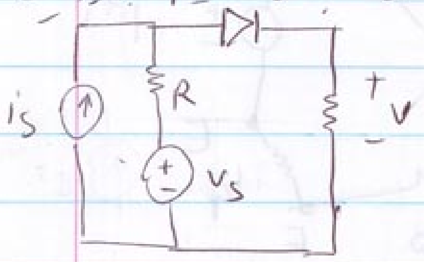
$i_s<0$ $\quad v=Ri_s$ $\quad i_s<0$ ← دیود ← مدار باز

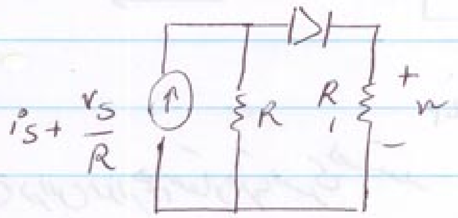


$v_s>0$ $\quad v=\frac{v_s}{R+R_1}R_1$ مقسم ولتاژ

$v_s<0$ $\quad v=v_s$ $\quad v_s<0$ ← دیود ← مدار باز

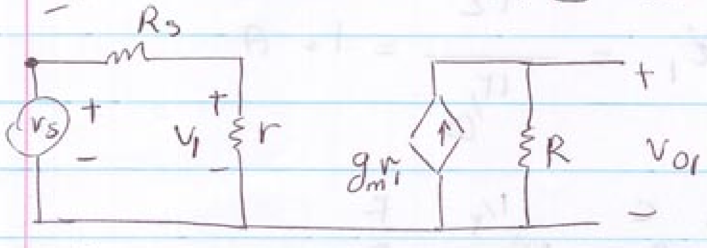
جمع آثار باید در همه حالات برقرار باشد ولی اگر مثلاً $i_s<0$ و $v_s<0$ و $i_s+\frac{v_s}{R}>0$ باشد می‌بینیم که برقرار نیست





$$v=\frac{R_1R}{R+R_1}\left(i_s+\frac{v_s}{R}\right)$$

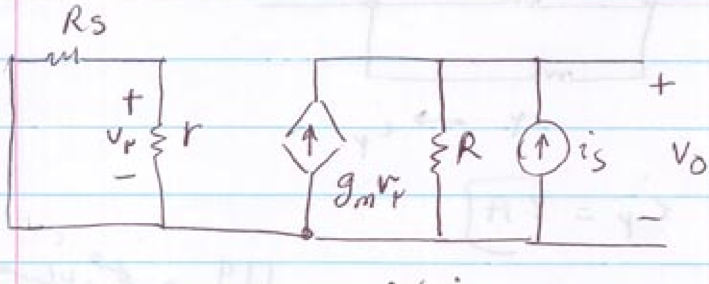
(۲-۱۵) منبع جریان i_s را صفر می‌کنیم (یعنی منبع جریان به مدار باز - اتصال باز تبدیل می‌شود)



$$v_1=\frac{r}{r+R_s}v_s$$

$$v_R=v_{o1}=g_mv_1R=g_mRr\frac{v_s}{R_s+r}$$

اگر منبع ولتاژ را صفر می‌کنیم



$v_2=0$ $\quad v_{o2}=R(i_s+g_mv_2)=Ri_s$

$$v=v_1+v_2=\frac{r}{r+R_s}v_s \quad \text{و} \quad v_o=v_{o1}+v_{o2}=Ri_s+g_mR\frac{r}{r+R_s}v_s$$

۹/

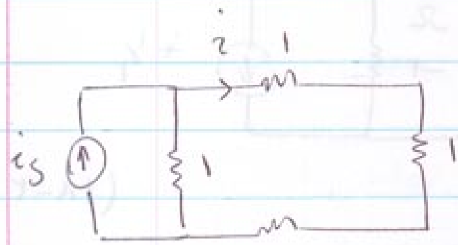
۵

همانطورکه در حل مسئله ۲-۵ صفحه ۹۵ گفتیم جریانی در شاخه وسط بخش مدار وجود ندارد پس
v به i_s مربوط نمی‌شود امّا به علت وجود منبع وابسته V_0 به V_s مربوط می‌شود.

اگر i_s را حذف و V_0 را ۳ برابر کنیم:

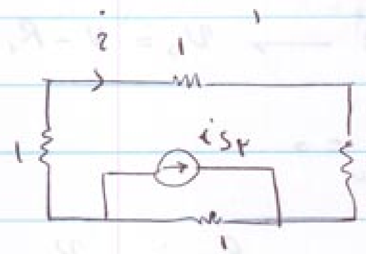
$$v_0' = \frac{1}{2} R i_s + g_m R \frac{r}{r+R_s}(3v_s)$$

۱۶-۲) محاسبه اثر منبع i_{s1}:



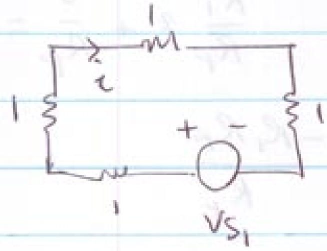
KVL:
$$3i + 1\times(i - i_s) = 0 \longrightarrow i = \frac{1}{4} i_{s1}$$

محاسبه اثر منبع i_{s2}:



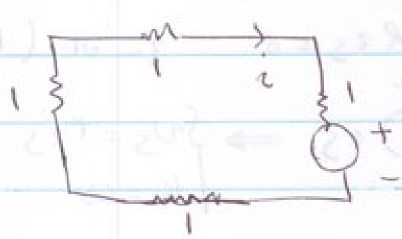
KVL:
$$3i + i + i_{s2} = 0 \longrightarrow i = -\frac{1}{4} i_{s2}$$

محاسبه اثر منبع v_{s1}:



KVL: $i = \frac{v_{s1}}{4}$

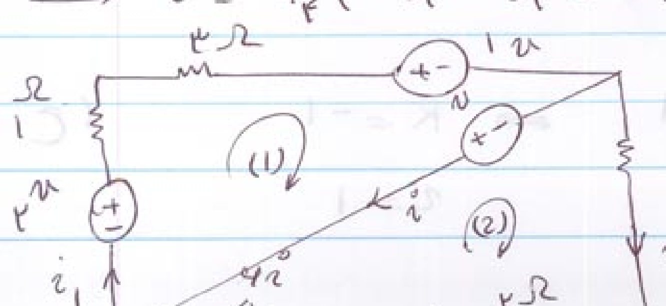
محاسبه اثر منبع v_{s2}:



$$i = \frac{-v_{s2}}{4}$$

$$\Longrightarrow i = \frac{1}{4}(i_{s1} - i_{s2} + v_{s1} - v_{s2})$$

۱۷-۲)



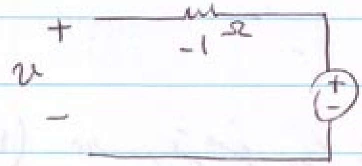
$$i_1 = i + i_2$$

KVL در مش ۱ $\quad i_1 - 2 + 3i_1 + 1 - v = 0 \longrightarrow i_1 = \frac{v+1}{4}$

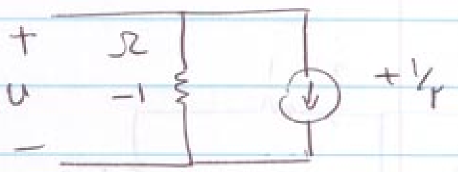
KVL در مش ۲ $\quad v + 2i_2 + 2i_2 + 6i = 0$ و $i_2 = \frac{v+1}{4} - i$

$$v + 4\left(\frac{v+1}{4} - i\right) + 6i = 0 \longrightarrow v + v + 1 - 4i + 6i = 0$$

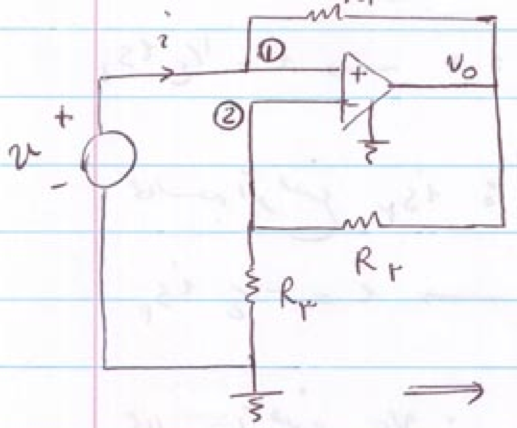
$$2v + 2i + 1 = 0 \longrightarrow v = -i - 1/2$$



نورتن



۱۸-۲)



$v_1 = v_2 = v$

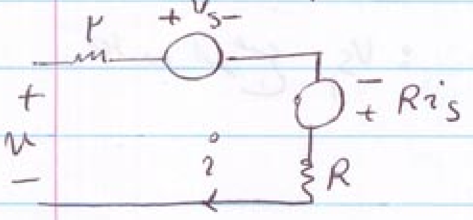
KCL ①: $\frac{v - v_0}{R_1} = i \longrightarrow v_0 = v - R_1 i$

KCL ②: $\frac{v - v_0}{R_2} + \frac{v}{R_3} = 0$

$$\Longrightarrow \frac{\cancel{v} - \cancel{v} + R_1 i}{R_2} + \frac{v}{R_3} = 0 \qquad \frac{R_1}{R_2} i + \frac{v}{R_3} = 0$$

$v = \frac{-R_1 R_3}{R_2} i \longrightarrow$ مقاومت منفی $= \frac{-R_1 R_3}{R_2}$

۱۹-۲) الف)



$-v + (2+R)i + v_S - Ri_S = 0$

$$\Longrightarrow v = 5i + v_S - \overset{3}{R}\, i_S \Longrightarrow \begin{cases} v_S = 3i_S \\ k = 5 \end{cases}$$

ب) $v = (2+R)i + v_S - Ri_S = (2+R)i + 5 + R$

$\Longrightarrow R = -2$ و $v = 3$

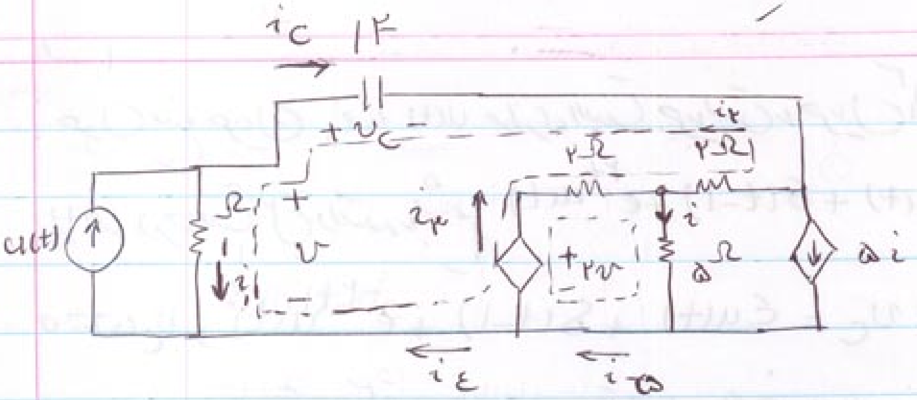
ج) KCL: $i = v + v/R + 1 \Longrightarrow R = -1$

$i = 1$

۱ ۲

حل مسائل فصل ۳ مدارهای الکتریکی ۱

۳-۷۱ - ص ۴۱۱ (الف)



$v_C(0^-) = 0$

$i_1 = u(t) - i_C \qquad i_C = C v_C' = v_C' \longrightarrow i_1 = u(t) - v_C'$

$i_2 = i_C - 5i \qquad i_3 = 6i - i_C \qquad i_4 = i_C \qquad i_5 = 6i$

$KVL\ (1):\ -2v + 2i_3 + 5i = 0 \longrightarrow 2v = -2i_C + 17i$

$\longrightarrow v = -i_C + 8.5i \quad (1)$

$KVL\ (2):\ -v + v_C + 2i_2 - 2i_3 + 2v = 0$

$v + v_C + 2i_C - 10i + 2i_C - 12i = 0 \longrightarrow 4i_C + v_C + v - 22i = 0$

$\longrightarrow v = 22i - 4i_C - v_C \quad (2)$

$\xRightarrow{(1),(2)} \quad -i_C + 8.5i = 22i - 4i_C - v_C \longrightarrow 13.5i = 3i_C + v_C$

$v = 1 \times i_1 = i_1 = u(t) - v_C'$

$(1) \longrightarrow \quad u(t) - v_C' = -i_C + 8.5\left(\frac{3i_C + v_C}{13.5}\right)$

$u(t) - v_C' = -v_C' + 1.8v_C' + 0.63v_C$

$\longrightarrow 1.8v_C' + 0.63v_C = u(t)$ معادله دیفرانسیل $\quad v_C(0^-) = 0$

$\xrightarrow{t>0} \quad 1.8v_C' + 0.63v_C = 1 \longrightarrow v_C(t) = (-1.57e^{-0.35t} + 1.57) \quad t>0$

$\Longrightarrow v_C(t) = 1.57(1 - e^{-0.35t})u(t)$

ب)

چون منبع جریان i_s با $u(t)$ موازی است جریانش با جریان آن جمع می‌شود در نتیجه مثل اینکه به جای $u(t)$ در حالت قبل داشته باشیم $u(t)+3u(t)+\delta(t-1)+e^{-2t}u(t)$ پس:

$$1.8\,v'_C + 0.63\,v_C = 4u(t) + \delta(t-1) + e^{-2t}u(t)\ ,\ v_C(0)=0$$

با توجه به خاصیت جمع آثار برای مدار LTI پاسخ معادله فوق را بدست می‌آوریم:

$$\text{پاسخ به } 4u(t) = 4(\text{پاسخ به } u(t)) = 4\times1.57(1-e^{-0.35t})u(t)$$

$$\text{پاسخ به } \delta(t-1) = \frac{d}{dt}(\text{پاسخ به } u(t-1)) = 0.55\,e^{-0.35(t-1)}u(t) - 0.65\,\delta(t)$$

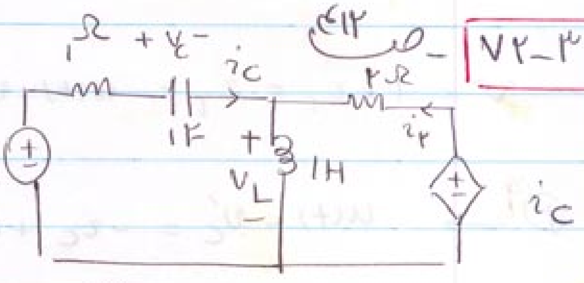
$$\text{پاسخ به } e^{-2t}u(t) = 0.336\,(e^{-0.35t}-e^{-2t})u(t)$$

پاسخ به $u(t-1)$ = پاسخ به $u(t)$ اگر t به $t-1$ تبدیل شود

$$v_C(t) \text{ پاسخ کل } = 4\times1.57(1-e^{-0.35t})u(t) + 0.55\,e^{-0.35(t-1)}u(t) - 0.65\,\delta(t)$$

$$+\,0.346\,(e^{-0.35t}-e^{-2t})u(t)$$

۷۲-۳ - ص ۲۱۴



$$\text{KVL (1)}: -v_s + i_C\times1 + v_C + v_L = 0$$

$$\text{KVL (2)}: -v_L - 2i_2 + i_C = 0$$

$$\text{KVL (3)}: -v_s + i_C + v_C - 2i_2 + i_C = 0$$

$$\longrightarrow 2i_2 = 2i_C + v_C - v_s \longrightarrow i_2 = i_C + \tfrac{1}{2}v_C - \tfrac{1}{2}v_s$$

$$(2) \longrightarrow v_L = i_C - 2i_2 \longrightarrow v_L = i_C - 2i_C - v_C + v_s = -i_C - v_C + v_s$$

$$i_L = i_C + i_2 \longrightarrow v_L = L\,i'_L = i'_C + i'_2 = 2i'_C + \tfrac{1}{2}v'_C - \tfrac{1}{2}v'_s$$

۳/ ۷

$$① \longrightarrow \quad -v_S + i_C + v_C + \overset{5/4}{2i'_C} + \frac{1}{4}v'_C - \frac{1}{4}v'_S = 0$$

$$i_C = v'_C \longrightarrow \quad -v_S + v'_C + v_C + \overset{5/4}{2v''_C} + \frac{1}{4}v'_C - \frac{1}{4}v'_S = 0$$

$$i'_C = v''_C \qquad \overset{5/4}{2v''_C} + \frac{3}{4}v'_C + v_C = v_S + \frac{1}{4}v'_S$$ معادله دیفرانسیل

الف) پاسخ ضربه: $v_S = \delta(t)$ و $v'_S = \delta'(t)$

$$2v''_C + \frac{3}{4}v'_C + v_C = \frac{1}{4}\delta'(t) + \delta(t) \qquad v_C(0^-) = \frac{1}{4} \quad v'_C(0) = \frac{5}{16}$$

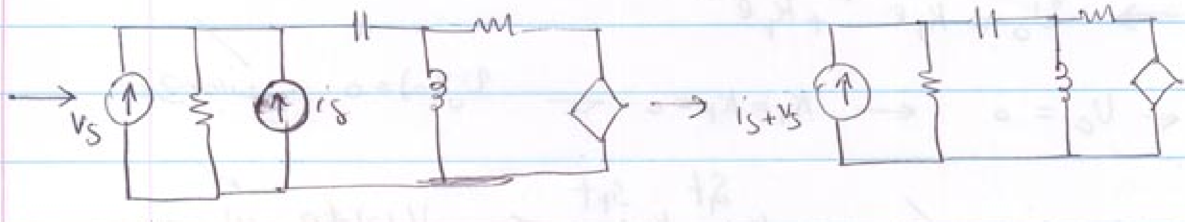
$$v_{C\,\delta(t)} = \frac{d}{dt}\left(v_{C\,u(t)}\right) = \frac{d}{dt}\left(e^{-0.187t}\left(\frac{3}{4}\cos 0.68t + 0.47\sin 0.68t\right)u(t)\right)$$

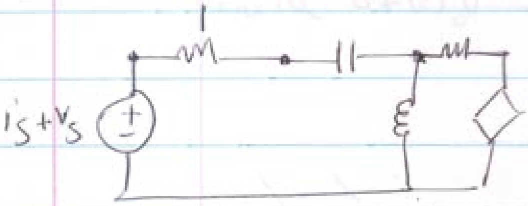
$$v_{C\,\delta'(t)} = \frac{d}{dt}\left(v_{C\,\delta(t)}\right) =$$

$$v_C(t) = \frac{1}{4}v_{C\,\delta'(t)} + v_{\delta(t)} =$$

$$i_C(t) = \frac{d}{dt}v_C(t) =$$

ب)





معادله قسمت الف حل می‌کنیم با این تفاوت که به جای v_S باید v_S+i_S قرار دهیم

$$2v''_C + \frac{3}{4}v'_C + v_C = (v_S + i_S) + \frac{1}{4}(v'_S + i'_S)$$

ج) معادلات صفحه قبل را بخوانید ضرائب داخل دایره را بجای ضرائب سابق در ۲ قرار دهید

$$\frac{5}{4}v''_C + \frac{3}{4}v'_C + v_C = v_S + \frac{1}{4}v'_S \longrightarrow i_C = v'_C$$

البته می‌توان مستقیما معادله i_C را نیز بدست آورد.

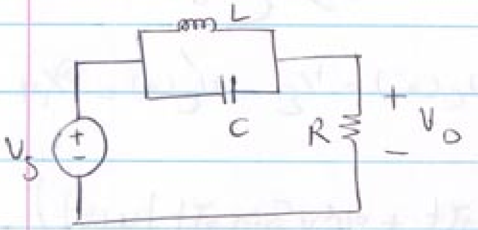
چند خاصیت کانولوشن :

$$x(t) * h(t) = h(t) * x(t)$$

$$x(t) * (h_1(t) + h_2(t)) = x(t) * h_1(t) + x(t) * h_2(t)$$

$$x(t) * \delta(t) = x(t) \qquad x(t) * \delta'(t) = x'(t)$$

$$x(t) * \delta(t - t_0) = x(t - t_0)$$



$\boxed{۲\text{-}۴۵}$ ص ۳۹۰ _ الف)

$$RCL\, V_o'' + L V_o' + R V_o = R V_s + RLC\, V_s''$$

$$RCL\, V_o'' + L V_o' + R V_o = RA \cos\frac{t}{\sqrt{LC}} - \frac{RLCA}{LC} \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

$$RLC\, v_o'' + L v_o' + R v_o = RA \cos\frac{t}{\sqrt{LC}} - RA \cos\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

$$RLC\, v_o'' + L v_o' + R v_o = 0 \longrightarrow RLC\, S^2 + LS + R = 0 \longrightarrow S_1, S_2$$

$$\longrightarrow v_o = k_1 e^{S_1 t} + k_2 e^{S_2 t}$$

با توجه به اینکه $v_o(0) = 0$ $\leftarrow$ $k_1 = k_2 = 0$ $\leftarrow$ $V_o = 0$ $\leftarrow$ در حالت دائمی $V_o = 0$

حتی اگر $V_o(0) \neq 0$ $\leftarrow$ $v_o = k_1 e^{S_1 t} + k_2 e^{S_2 t}$ $\leftarrow$ که این نمایی‌ها میرا شونده اند $\leftarrow$ پاسخ حالت دائمی V_o صفر است

دقت کنید که فرکانس V_s یعنی $\frac{1}{\sqrt{LC}}$ فرکانس تشدید

الف

که در این فرکانس به اتصال باز تبدیل می‌شود $\leftarrow$ $V_o = 0$

ب) $RLC\, V_o'' + (L + R^2 C) v_o' + 2R V_o = RLC\, V_s'' + R^2 C V_s' + R V_s$

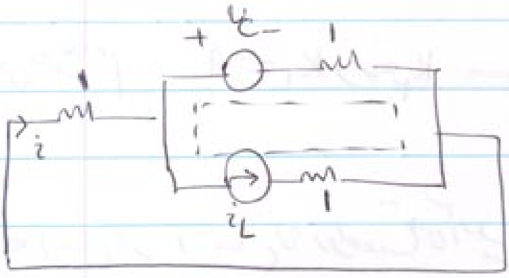
(۸)

ه/

$$RLC\,v_o'' + (L+RC)\,v_o' + 2R\,v_o = \cancel{-RA\cos\frac{t}{\sqrt{LC}}} - \frac{R^2AC}{\sqrt{LC}}\sin\frac{t}{\sqrt{LC}} \cancel{+RA\cos\frac{t}{\sqrt{LC}}}$$

$$RLC\,v_o'' + (L+RC)\,v_o' + 2R\,v_o = \frac{-R^2AC}{\sqrt{LC}}\sin\frac{t}{\sqrt{LC}}$$

v_o صفر نیست



الف) $\boxed{44-3}$

KVL $\quad 1\times i + v_C + 1\times(i - i_L) = 0$

$$2i = i_L - v_C$$

$$\longrightarrow i(0^-) = \tfrac{1}{2}\left(i_L(0^-) - v_C(0^-)\right)$$

$$i_C(0^-) = -i(0^-) - v_C(0^-)$$

$v_C' \qquad i - i_L$

KVL: $v_L = v_C + i_C - i_L \longrightarrow v_L = v_C + v_C' - i_L = v_C + i - 2i_L$

$$v_L = v_C + i - 2i_L = (i - i_C)' = 2i' + v_C' = 2i' + i - i_L$$

$$i_C = i - i_L$$

$$\longrightarrow v_C - i_L = 2i' \longrightarrow i'(0^-) = \tfrac{1}{2}\left(v_C(0^-) - i_L(0^-)\right)$$

ب) $\quad 4i'' + 8i' + 6i = 2v_S'' + 2v_S' + 3v_S$

پاسخ ضربه: $\quad v_S'' = \delta'(t)$ ، $v_S' = \delta(t)$ ، $v_S = u(t)$

با توجه به اصل جمع آثار و خواص مدار LTI مشابه روش های گفته شده در کتاب به راحتی حل می کنیم تا پاسخ ضربه بدست آید

ج) پاسخ ورودی صفر:

$$4i'' + 8i' + 6i = 0$$

$$2i'' + 4i' + 3i = 0 \longrightarrow s_1, s_2 = -1 \pm j\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$i(t) = e^{-t}\left(K_1\cos\frac{\sqrt{2}}{2}t + K_2\sin\frac{\sqrt{2}}{2}t\right)$$

$i(0^-) = K_1 = \frac{1}{2}\left(i_L(0^-) - v_C(0^-)\right)$

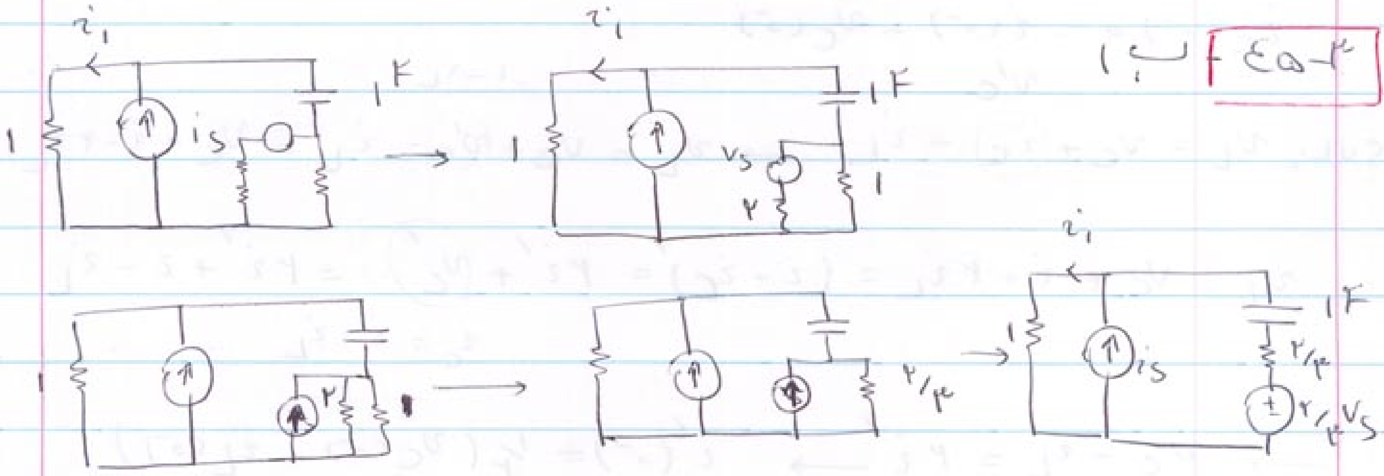
$i'(0^-) = -K_1 + \frac{\sqrt{3}}{2}K_2 = \frac{1}{2}\left(v_C(0^-) - i_L(0^-)\right)$

$\begin{cases} i_L(0^-) - v_C(0^-) = 2A \end{cases}$ $\leftarrow K_2 = 0 , K_1 = A$ می‌خواهیم

$\leftarrow$ (تا $i_L(0^-)$ و $v_C(0^-)$ را بدست آید

ج) دامنه : $t = t + Q\overset{T}{\frac{2\pi}{\omega_d}} \longrightarrow Ae^{-\alpha\left(Q\frac{2\pi}{\omega_d}\right)}$

$\boxed{۴-۵-۴}$ ب) ۱



$v_{1\Omega} = v_{1F} + v_{2/3\,\Omega} + v_{2/3\,v_S}$

$i_1 = (i_S - i_1)' + \frac{2}{3}i_1 + \frac{2}{3}v_S$

$+\frac{1}{3}i_1 + i_1' = i_S' + \frac{2}{3}v_S$: معادله دیفرانسیل

با حل معادله i_1 بدست می‌آید

$v_C = (i_S - i_1)' = i_S' - i_1'$

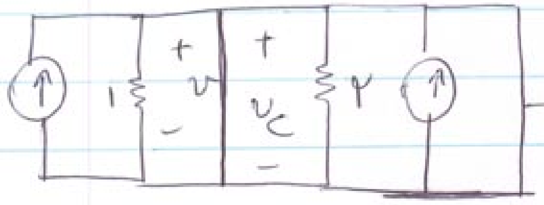
$\underbrace{v_C(0)}_{0} = \underbrace{i_S'(0)}_{} - i_1'(0) \longrightarrow i_1'(0)$: معلوم : شرط اولیه

با توجه به معلوم بودن i_S معلوم است

(۹)

V/

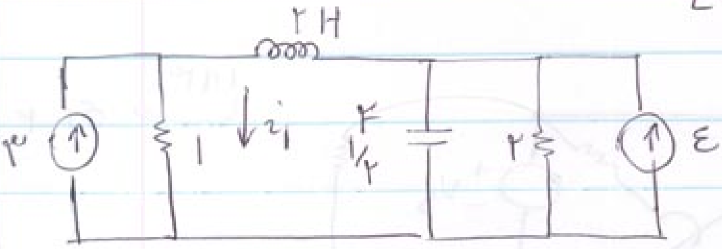
۳۹-۴ ص ۳۳۲ در برابر تحریک dc پس از مدت زمان طولانی سلف‌ها مشابه اتصال کوتاه و خازن‌ها مشابه اتصال باز عمل می‌کنند.



$t<0$

این اتصال کوتاه تمام المانها را اتصال کوتاه کرده است $\rightarrow v(0^-) = v_C(0^-) = 0$

$i_L(0^-) = 0$



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

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

$i_1(0^+) = 3 - i_L(0^+) = 3$

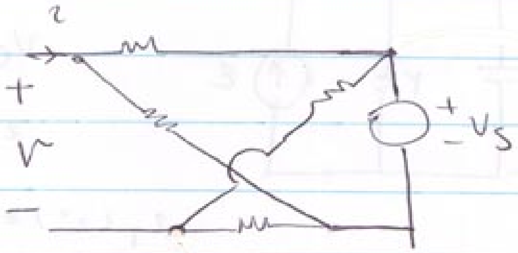
$v(0^+) = 3 \times i_1(0^+) = 3\ V$

مسئله ۴-۳۸ و ۴-۴۰ هم بطور مشابه حل می‌شوند.

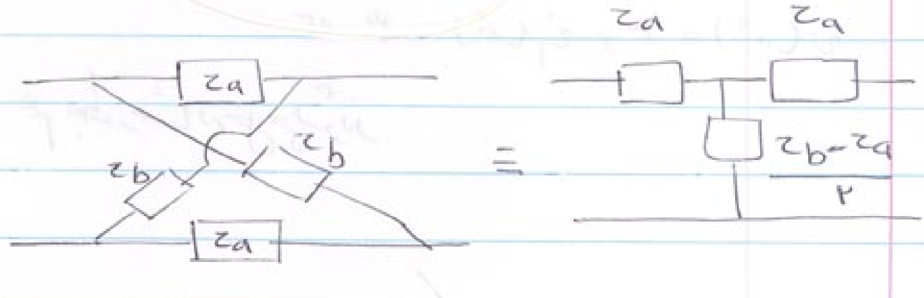
مطالعه مثال‌های کتاب و مثال‌های پیوست را فراموش نکنید

تمرین‌هایی که سر کلاس بررسی نشده هم بررسی کنید.

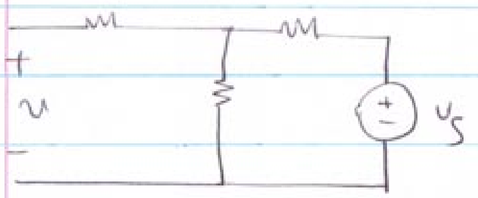
شکل ۲-۴۱ ←



۴۱-۲ ص ۱۹۴



باید با روش قطعه به قطعه خطی z_a را برای هر مقاومت در هر بازه بدست آوریم سپس معادل گذاری کنیم اگر از روش قطعه به قطعه خطی استفاده نکنیم این معادل کاربردی ندارد چون در حالت خطی صادق است.



برای حل مدارهای دیودی وقتی دیودها ایده‌آل هستند برای هر دیود باید فرض روشن یا خاموش بودن را در نظر بگیریم (شرط روشن بودن $v_D = 0$ و $i_D > 0$ و شرط خاموش بودن $v_D < 0$) و با این فرض مسئله را حل کنیم سپس چک کنیم آیا این فرض اعتبار دارد (شروط on و off بودن را تأمین می‌کند یا نه

(۱۰)

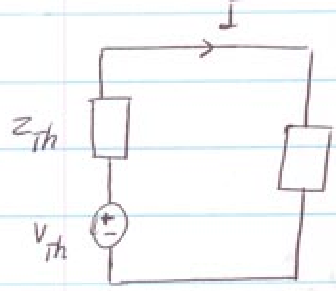
۱/

متن ج ۴-۲۳ و ۴-۲۰

- تمرینات فصل ۴ مدارهای الکتریکی ۱

ص ۲۸۳

۴-۱۳ - الف) خازنی - به جای N معادل تونن آن را قرار می‌دهیم



KVL: $(Z_{Th}+Z)\,I = V_{Th}$

$(10+j20+Z)(5\angle 30^\circ) = 100\angle 0^\circ$

$Z+10+j20 = 20\angle -30^\circ$

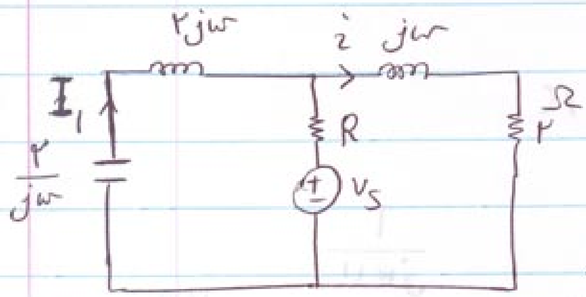
$\underbrace{20\angle -30^\circ}_{\text{تبدیل به دکارتی}} = 17.321 + j(-10)$

$Z = 17.321 + j(-10) - 10 - j20 = 7.321 + j(-30)$

$Z = \underbrace{7.321}_{\text{امپدانس یک مقاومت}} + \underbrace{\frac{30}{j}}_{\text{امپدانس یک خازن}}$: $\frac{1}{Cj\omega}$ $\xrightarrow{\omega=10^5} C = 1/3\times10^{-6}$

بدون دانستن ω، C قابل محاسبه نیست

۴-۱۵ - ص ۲۸۴

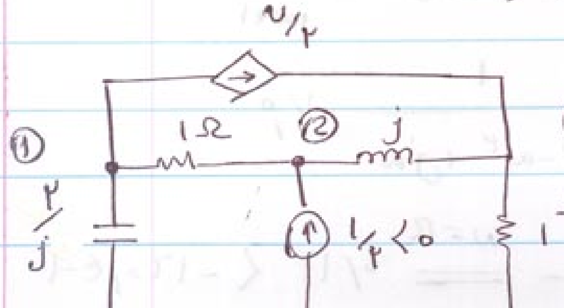


KVL: $\frac{2}{j\omega}I_1 + 2j\omega I_1 + j\omega i + 2i = 0$

اگر $i = 0 \longrightarrow \left(\frac{2}{j\omega} + 2j\omega\right) I_1 = 0$

$\longrightarrow \omega = 1\ \text{rad/s}$, $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\ Hz$

۴-۲ - ص ۲۵۳



$\omega = 3$

$v_2 = ?$

معادلات گره را نوشته v_2 را بدست می‌آوریم

$$\frac{v_1}{2/j} + \frac{v_1 - v}{1} + 1/2\, v = 0$$ ۲/

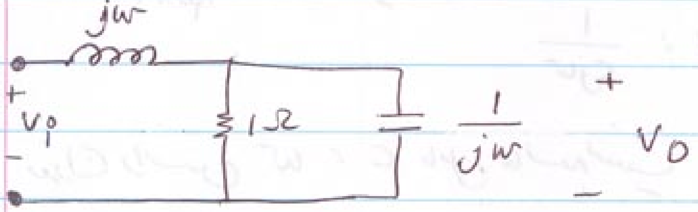
$$\frac{v - v_1}{1} + \frac{v - v_2}{j} = 1/2 \angle 0^\circ$$

$$\frac{v_2 - v}{j} + \frac{v_2}{1} - 1/2\, v = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} (j/2 + 1)\, v_1 - 1/2\, v = 0 \\ -v_1 + (1 + 1/j)\, v - 1/j\, v_2 = 1/2 \angle 0^\circ \\ -(1/j + 1/2)\, v + (1 + 1/j)\, v_2 = 0 \end{cases}$$

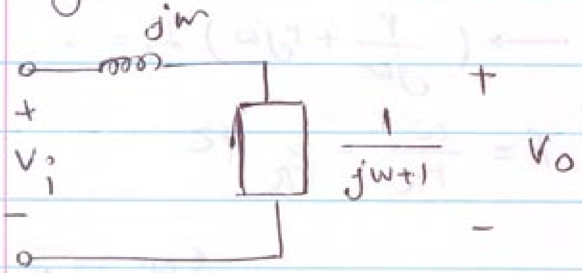
$$\Rightarrow v = \frac{1 - j/2}{5/4 - j/2} = \frac{1/118 \angle -26/57}{1/346 \angle -21/8} = 0/831 \angle -4/77^\circ$$

$$v(t) = 0/831 \sin(2t - 4/77^\circ)$$



۴-۱۱ ص ۴۵۹

با توجه به شکل V_i دوره تناوب $T = 2 \longrightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \pi$



$$V_o = \frac{\frac{1}{jw+1}}{jw + \frac{1}{jw+1}} V_i$$

$$V_o = \frac{1}{1 - \omega^2 + jw} V_i$$

الف) $$\frac{V_o}{V_i}(jw) = \frac{1}{1 - w^2 + jw} \overset{\omega = \pi}{=\!=} 0/11 \angle -160/49$$

11

ب)

صورت کلی سری فوریه مثلثاتی :

$$x(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty}\left(a_n \cos\frac{2n\pi}{T}t + b_n \sin\frac{2n\pi}{T}t\right)$$

$x(t)$ متناوب با دوره تناوب T است و $\omega = \frac{2\pi}{T}$

مقدار متوسط یا dc $\quad a_0 = \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} x(t)\,dt \qquad a_n = \frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} x(t)\cos\frac{2n\pi}{T}t\,dt$

$$b_n = \frac{2}{T}\int_{-T/2}^{T/2} x(t)\sin\frac{2n\pi}{T}t\,dt$$

برای v_i : $T = 2 \longrightarrow \omega_0 = \pi$

$$a_0 = \frac{1}{2}\int_{-1}^{1} x(t)\,dt = \frac{1}{2}\int_{-1}^{0} 0\,dt + \frac{1}{2}\int_{0}^{1} 1\,dt = \frac{1}{2}$$

$$a_n = \frac{2}{2}\int_{-1}^{1} x(t)\cos n\pi t\,dt = \int_{-1}^{0} 0 \times \cos n\pi t\,dt + \int_{0}^{1}\cos n\pi t\,dt$$

$$a_n = \frac{1}{n\pi}\sin(n\pi t)\Big|_0^1 = 0$$

$$b_n = \frac{2}{2}\int_{-1}^{1} x(t)\sin n\pi t\,dt = \int_{0}^{1}\sin n\pi t\,dt = \frac{-1}{n\pi}\cos n\pi t\Big|_0^1$$

$$b_n = \frac{-1}{n\pi}\left[\cos n\pi - 1\right] = \frac{1-\cos n\pi}{n\pi}$$

می‌دانیم $\quad \sin(n\pi t) = \cos(\pi/2 - n\pi t) = \cos(n\pi t - \pi/2)$

$$\Longrightarrow v_i = \frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{1-\cos n\pi}{n\pi}\right)\cos(n\pi t - \pi/2)$$

ج) با توجه به قسمت الف

$$V_o = V_i\,(0.112 \angle -165.49)$$

$$V_o = V_i\,(-0.104 + j(-0.0267))$$

سری فوریه v_i را از قسمت قبل بدست آوردیم. بعین سری فوریه v_o را نیز با ضرب سری فوریه v_i در $(-0.104 + j(-0.0247))$ بدست می‌آید.

$$V_o = -0.104\left(\frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{1-\cos n\pi}{n\pi}\right)\cos(n\pi t - \pi/2)\right) - j(0.0247)\left(\frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty}\left(\frac{1-\cos n\pi}{n\pi}\right)\cos(n\pi t - \pi/2)\right)$$

منظور از اصل جمع آثار این است که هر بار v_i را برابر یکی از جملات بسط فوریه آن در نظر بگیرید سپس پاسخ‌های حاصل شده را با هم جمع کنید.

* مثال ۴-۲۰ ص ۴۶۹ سؤال پایان ترم بوده است.

* بخش خواص تبدیل فوریه ص ۴۲۶ مثال‌های ۴-۱ ص ۴۳۶ و ۴-۲ و ۴-۳ و ۴-۴ و ۴-۵ و ۴-۶ و ۴-۷ و ۴-۸ و ۴-۹ و ۴-۱۰ و ۴-۱۱ و ۴-۱۲ و ۴-۱۳ و ۴-۱۴ حتماً مطالعه شود.

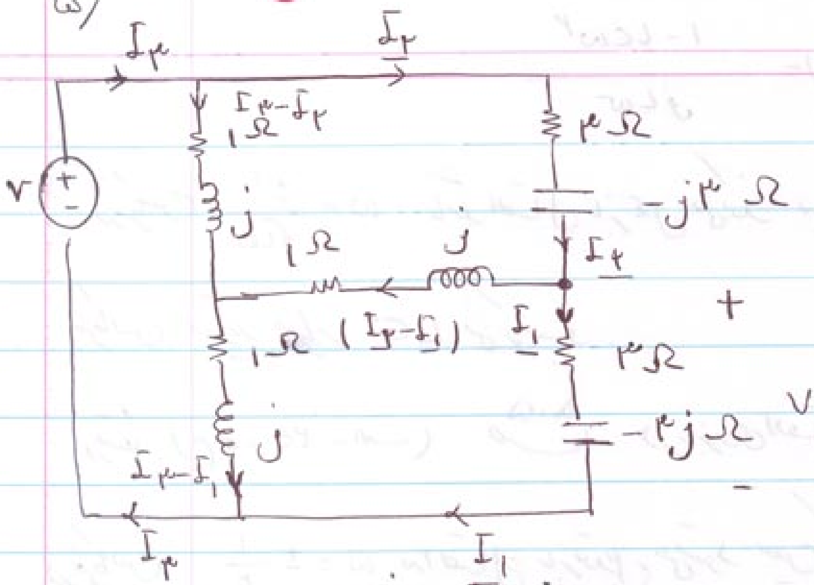
به طور کلی هم مثال‌های کتاب را مطالعه کنید حتی اگر تمرین‌ها را مطالعه نکردید. (البته بعضی از تمرین‌ها هم خیلی مهم‌اند)

$\boxed{۴-۱۹}$ ص ۴۸۵

می‌توانیم به جای V یک منبع ولتاژ قرار دهیم چون V ولتاژ ورودی است (ولتاژی که به مدار اعمال می‌شود) برای حل مسئله معادلات مش را در حالت دائمی سینوسی می‌نویسیم به جریان‌های I_1 و I_2 و I_3 در شکل دقت کنید.

(۱۲)

۵/



معادلات مش

$$\begin{cases} (5-j)\,I_1 - (1+j)\,I_2 - (1+j)\,I_3 = 0 \\ -(1+j)\,I_1 + (5-j)\,I_2 - (1+j)\,I_3 = 0 \\ -(1+j)\,I_1 - (1+j)\,I_2 + 2(1+j)\,I_3 = V \end{cases}$$

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 0 & -(1+j) & -(1+j) \\ 0 & 5-j & -(1+j) \\ V & -(1+j) & 2(j+1) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 5-j & -(1+j) & -(1+j) \\ -(1+j) & 5-j & -(1+j) \\ -(1+j) & -(1+j) & 2(1+j) \end{vmatrix}} = \frac{6(j+1)\,V}{72} = \frac{(j+1)\,V}{12}$$

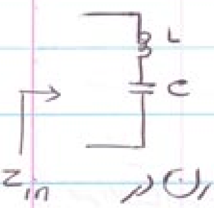
$$V_1 = 3\,I_1 - 3j\,I_1 = 3(1-j)\,\frac{(j+1)\,V}{12} = \frac{V}{2}$$

ص ۵۰۵

۴-۲۳ آنچه در تبدیل فازوری مطرح است اندازه و زاویه است و فازور بیانگر اندازه و زاویه است در حالیکه در اینجا فقط یک مقدار حقیقی به عنوان فازور ارائه شده و زاویه آن قید نشده است. توجه کنید که با تبدیل لاپلاس و شکل خاص آن (تبدیل فوریه) که در حوزه فرکانس به کار می‌روند آشنا شوید می‌بینید که $\cos\omega t$ تبدیل لاپلاس ندارد (چون ناحیه همگرایی ندارد) سپس: $x(t) = X \angle \phi^\circ$

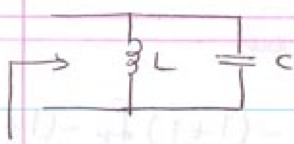
ص ۵۰۵ **۴-۲۴**

(الف)



$$z_{in}(j\omega) = \frac{1 - LC\omega^2}{jC\omega}$$

اگر $\omega = \frac{\pm 1}{\sqrt{LC}}$ $\longrightarrow$ $z_{in} = 0$ $\longrightarrow$ اتصال سری سلف و خازن در فرکانس $\omega = \pm \frac{1}{\sqrt{LC}}$ مانند اتصال کوتاه است.



$$Y_{in}(j\omega) = \frac{1 - LC\omega^2}{jL\omega}$$

در فرکانس $\omega = \frac{\pm 1}{\sqrt{LC}}$ مانند اتصال باز عمل می‌کند به فرکانس $\omega = \pm \frac{1}{\sqrt{LC}}$

فرکانس تشدید مدار LC می‌گویند ...

در شکل (م ۴ - ۲۴ - الف) ص ۵۰۵ در بازوی افقی اتصال موازی سلف و خازن را داریم که

در فرکانس $\omega = \pm \frac{1}{2}$ به اتصال باز تبدیل می‌شود پس اگر ورودی شامل این فرکانس باشد در

خروجی (v_o) چیزی مشاهده نمی‌کنیم پس جمله $2\cos(t/2 + 45^\circ)$ در خروجی ظاهر نمی‌شود (در بازوی عمودی

هم اتصال سری سلف و خازن را می‌بینیم که در فرکانس $\omega = \pm 1$ به اتصال کوتاه تبدیل می‌شود در نتیجه

در این فرکانس تمام جریان عبوری از همین شاخه که به اتصال کوتاه تبدیل شده می‌گذرد و هیچ جریانی وارد مقاومت

موازی آن نمی‌شود پس در خروجی چیزی مشاهده نمی‌کنیم یعنی جمله $\sin t$ نیز در خروجی ظاهر نمی‌شود

بنابراین v_o را یکبار به ازای $v = 1$ و یکبار به ازای $v = \cos 2t$ محاسبه کرده و طبق اصل جمع آثار

پاسخ‌ها را جمع می‌کنیم تا v_o کل حاصل شود. (مقاومتی که v_o دو سر آن است را ۲ اهم بگیرید)

$$v_o = 1/2 + 0.872\cos(2t + 14.1802)$$

ب) $Z_L(j\omega) = jL\omega$ و $Z_C(j\omega) = \frac{1}{jC\omega}$

$\omega \to 0$: $Z_L = 0$ و $Z_C = \infty$ سلف اتصال کوتاه - خازن اتصال باز

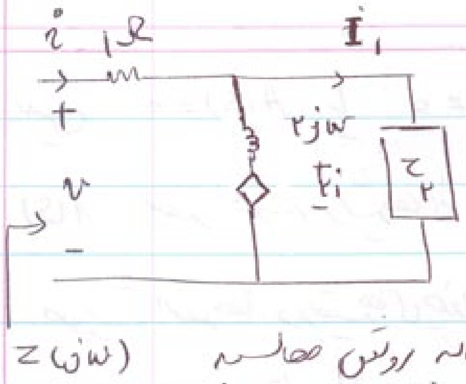
$\omega \to \infty$: $Z_L = \infty$ و $Z_C = 0$ سلف اتصال باز - خازن اتصال کوتاه

← در ω پایین امکان عبور جریان وجود دارد چون خازن‌ها در بازوهای عمودی قرار دارند

به اتصال باز تبدیل شوند در انتقال جریان و انرژی مشکلی ایجاد نمی‌شود و برای این انتقال باید

سلف‌ها اتصال باز نباشند. ← فیلتر پایین گذر

۷/ (۱۳)



۲۵-۴ | ص ۵۰۶ الف)

$$Z_2(j\omega) = \frac{j\omega + 2}{j\omega}$$

با نوشتن معادلات مش یا گره در حالت دائمی سینوسی مشابه روش محاسبه R_{th} ، $Z(j\omega)$ را بدست می‌آوریم.

اگر فرض کنیم منبع ولتاژ v داریم و جریان i از آن خارج می‌شود:

معادلات مش
$$\begin{cases} (3+2j\omega)\, i - 2j\omega\, I_1 = v \\ (-2j\omega-2)\, i + \left(2j\omega + \dfrac{j\omega+2}{j\omega}\right) I_1 = 0 \end{cases}$$

$$i = \frac{\begin{vmatrix} v & -2j\omega \\ 0 & \left(2j\omega+1+\frac{2}{j\omega}\right) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 3+2j\omega & -2j\omega \\ -2j\omega-2 & 2j\omega+1+\frac{2}{j\omega} \end{vmatrix}} = \frac{v\left(2j\omega+1+\frac{2}{j\omega}\right)}{12j\omega - 8\omega^2 + 7 + \frac{4}{j\omega}}$$

$$i = \frac{(2-2\omega^2+j\omega)\, v}{-12\omega^2+4+j(7\omega-8\omega^3)} \longrightarrow Z(j\omega) = \frac{-12\omega^2+6+j(7\omega-8\omega^3)}{2-2\omega^2+j\omega}$$

ضمناً اگر فرض کنیم منبع جریان داریم هم $Z(j\omega)$ باید عیناً بدست آید.

در واقع $Z(j\omega)$ از $Z(s)$ بدست می‌آید که در این حالت $s = \sigma + j\omega$

و وقتی $\sigma = 0$ ← $Z(s) = Z(j\omega)$ و تحلیل فازوری خود بخود (اتفاق) است) اگر $Z(s)$ به صورت $\frac{A(s)}{B(s)}$ باشد که $A(s)$ و $B(s)$ چند جمله‌ای هایی برحسب s با ضرایب حقیقی اند

پس $A(S)=0$ یا $B(S)=0$ یا ریشه حقیقی دارند یا ریشه مختلط مزدوج که به ریشه های $A(S)$ صفر و به ریشه های $B(S)$ قطب های $Z(S)$ می گویند (ریشه های چندجمله ای صورت صفرها و ریشه های چندجمله ای مخرج قطب ها نامیده می شوند) مقدار $Z(S)$ در صفرها برابر صفر و در قطب ها برابر ∞ است. در حالت کلی اگر قطب های $Z(S)$ در صفحه مختلط در سمت چپ محور موهومی قرار گیرند یعنی بخش حقیقی آنها منفی باشد $Z(S)$ پایدار خواهد بود در مخرج $Z(j\omega)$ داریم:

$$2-2\omega^2+j\omega=0$$

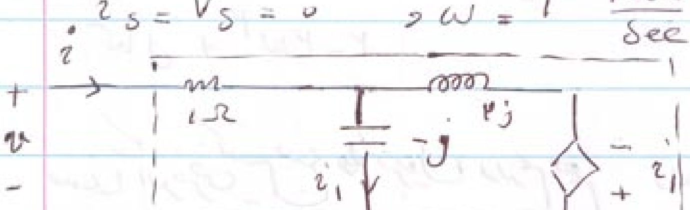
$$2+2(j\omega)^2+j\omega=0 \longrightarrow 2S^2+S+2=0$$

$$\Delta = 1-4(2)(2)=-15 \longrightarrow S_{1,2}=\frac{-1\pm j\sqrt{15}}{4}$$

بخش حقیقی ریشه های مخرج منفی است پس $Z(S)$ یا در حالت خاص $Z(j\omega)$ پایدار است

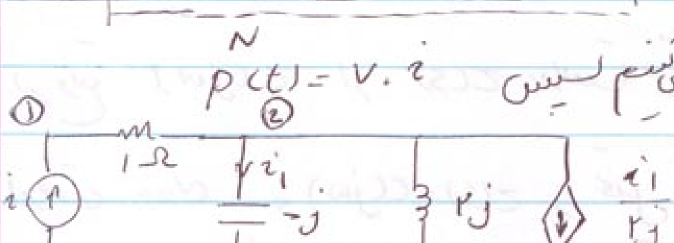
(چون وقتی از $Z(S)$ تبدیل لاپلاس معکوس بگیریم مثل حالت یا فرکانس منفی ظاهر می شوند که با گذشت زمان $(t\to\infty)$ به صفر میل می کند ($e^{\alpha t}$ فرکانس

۲۳-۴ ص ۵۲۶ الف) $i_s = v_s = 0$ و $\omega = 1\ \frac{rad}{sec}$



فرض کنیم جریان i توسط منبع جریان $i = I_m \cos t$ $\quad \omega=1$

تامین می شود v را برحسب i محاسبه می کنیم پس $p(t) = v \cdot i$



معادلات گره:

$$\begin{cases} v_1 - v_2 = i \\ -v_1 + \left(\frac{2+j}{2}\right)v_2 = 0 \end{cases}$$

$$v_1 = \left(\frac{j+3}{j+1}\right) i = \frac{3.16\angle 71.56^\circ}{1.41\angle 45^\circ} \times I_m \angle 0^\circ = 2.24 I_m \angle 26.56^\circ$$

$$v_1 = 2.24 I_m \cos(t + 26.56^\circ)$$

$$p = v_1 \cdot i = 2.24 I_m^2 \cos t \cos(t + 26.56^\circ)$$

$$\max(\cos t \cos(t + 26.56^\circ)) = \tfrac{1}{2}\left(\cos(t + 13.28) + \cos(13.28)\right)$$

$$\max(\quad " \quad) = \tfrac{1}{2}(1 + 0.97) = 0.985$$

$$\Longrightarrow \max p = 2.24 I_m^2 (0.985) = 10 \longrightarrow I_m = 2.129$$

$$i = 2.129 \cos t$$

توان لحظه‌ای برابر است با

$$p(t) = 2.24 I_m^2 \cos t \cos(t + 26.56^\circ)$$

$$p(t) = 1.12 I_m^2 \left(\cos(t + 13.28) + \cos 13.28\right)$$

$$\bar{p} = \frac{1}{2\pi}\int^{2\pi} p(t)\,dt = 1.12 I_m^2 \cos 13.28 = 1.09 I_m^2$$

$$1.09 I_m^2 = 10 \longrightarrow I_m = 3.028 \Longrightarrow i = 3.028 \cos t$$

ب)

$$i = I_m \cos \omega t \qquad \text{معادلات گره} \begin{cases} v_1 - v_2 = i \\ -v_1 + \left(\frac{3}{2} + j\omega - \frac{j}{2\omega}\right) v_2 = 0 \end{cases}$$

$$v_1 = \frac{\frac{3}{2} + j\left(\omega - \frac{1}{2\omega}\right)}{\frac{1}{2} + j\left(\omega - \frac{1}{2\omega}\right)} i \Longrightarrow$$

به صفحه ۵۰۹ کتاب مراجعه کنید

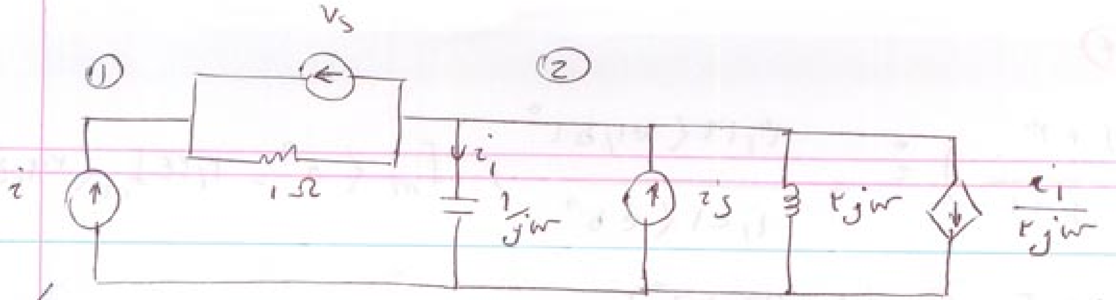
قسمت سوم از ۴ نکته مربوط به توان لحظه‌ای $p(t)$ وقتی θ (اختلاف فاز ولتاژ و جریان) صفر باشد $p(t) \geq 0$

$$\phi_v = \text{زاویه صورت} - \text{زاویه مخرج} = \tan^{-1}\left(\frac{2\omega - \frac{1}{\omega}}{3}\right) - \tan^{-1}\left(2\omega - \frac{1}{\omega}\right) = 0$$

$$i = I_m \cos \omega t \ (\text{زاویه صفر است}) \Longrightarrow \frac{2\omega - \frac{1}{\omega}}{3} = 2\omega - \frac{1}{\omega} \longrightarrow \omega = \pm \sqrt{5}/2$$

۱۰/

ج)

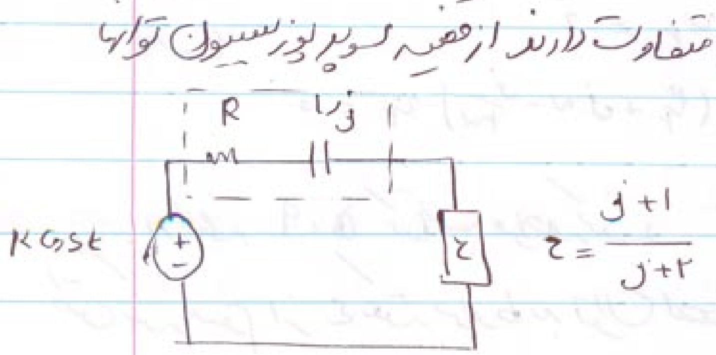


معادلات گره
$$\begin{cases} v_1 - v_2 = i + v_s \\ -v_1 + \left(\tfrac{3}{2} + \tfrac{1}{j\omega} + 2j\omega\right) v_2 = -v_s + i_s \end{cases}$$

$$v_1 = \frac{\left(\tfrac{3}{2} + \tfrac{1}{j\omega} + 2j\omega\right)(i+v_s) + (i_s - v_s)}{\tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{j\omega} + 2j\omega}$$

$\boxed{۳۸-۴}$ ص ۵۴۲ قضیه انتقال توان max در حالت دائمی سینوسی ص ۵۲۰ و قضیه جمع توان‌ها ص ۵۲۷ - چون ۲ منبع فرکانس‌های متفاوت دارند از قضیه سوپرپوزیسیون توان‌ها استفاده می‌کنیم.

فرض می‌کنیم فقط منبع v_s وجود دارد



$z = \frac{j+1}{j+2}$

طبق بند قضیه انتقال توان max :
$$R = \left| \tfrac{1}{j} + \frac{j+1}{j+2} \right|$$

$$\Longrightarrow R = 1.34\ \Omega$$

$$\longrightarrow Z_{\text{مدار}} = 1.937 - j1.99$$

۱۵

$$v_{\text{دو سر R}} = \frac{1.34 - j}{1.937 - j1.99}(K\angle 0) = \left(\frac{1.677\angle -36.73}{2.77\angle -45.77}\right)(K\angle 0)$$

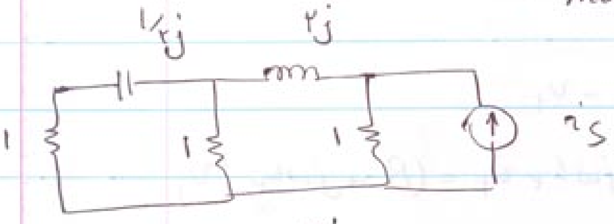
$$v = 0.6K\angle 9.04^\circ \longrightarrow v(t) = 0.6K\cos(t + 9.04)$$

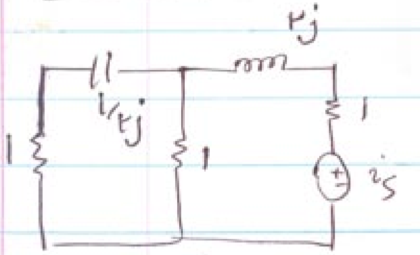
$$i_{\text{گذرنده از R}} = \frac{K\angle 0}{1.937 - j1.99} = \frac{K\angle 0}{2.77\angle -45.77} = 0.36K\angle 45.77$$

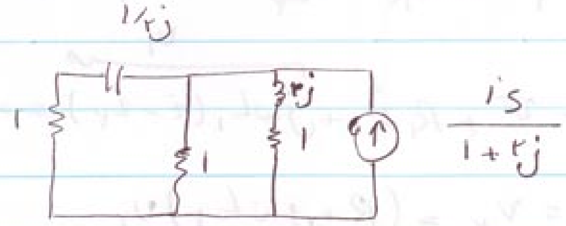
$$i(t) = 0.36K\cos(t + 45.77)$$

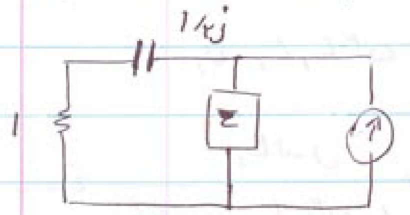
$$p(t) = 0.216K^2\cos(t + 45.77)\cos(t + 9.04) = 0.108K^2\left(\cos(2t + 54.81) + \cos(36.73)\right) \Longrightarrow p(t)_{max} = 0.108K^2(1.8)$$

فرض کنید فقط منبع i_s وجود دارد

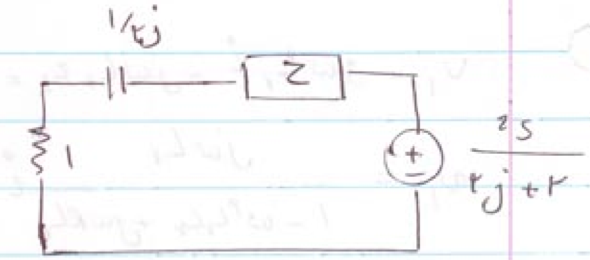








$$Z = \frac{1+2j}{2(j+1)} \longrightarrow$$



$$p(t) = \Bigg(\underbrace{\frac{\frac{i_s}{2j+2}}{1+\frac{1}{2j}+\frac{1+2j}{2(j+1)}}}_{\text{جریان مدار}}\Bigg)^2\left(1+\frac{1}{2j}\right) = \frac{(1/2\angle 0)(1/2\angle 0)}{(2j+1)(2j)(1.73-0.26j)^2}$$

$$p(t) = 0.0185\angle -99.5^\circ \longrightarrow p(t) = 0.0185\sin(2t - 99.5^\circ)$$

$$p(t) = 0.0185\cos(2t - 99.5^\circ - 90^\circ)$$

$P_{max} = ۰/۰۱۸۵$

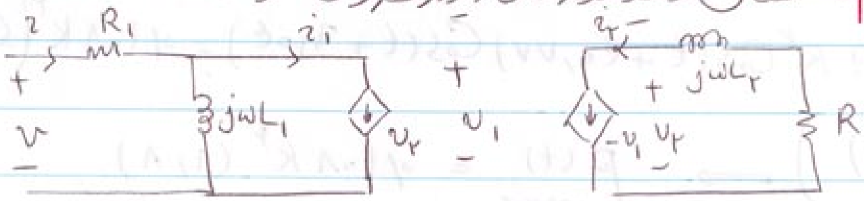
می خواهیم : $\quad ۰/۰۱۸۵ \times ۱۰ = ۰/۱۰۸\, K^{۲}(۱,۸)$

$\longrightarrow K = ۱۹۷۵$

کل توان رسیده به R نیز از قضیه جمع آثار حاصل می شود.

$\boxed{۴-۵۱ \quad \text{ص } ۵۵۹}$ - نشان دهید مدارهای زیر از نظر توان متوسط معادلند :

الف)



$KVL: \quad v_2 + v_R + v_{L_2} = 0 \qquad i_2 = -v_1$

$v_2 = -v_R - v_{L_2} = -R i_2 - j\omega L_2 i_2 = (R + j\omega L_2) v_1$

$KVL: \quad -v + R_1 i + \overbrace{j\omega L_1 (i - i_1)}^{v_1} = 0$

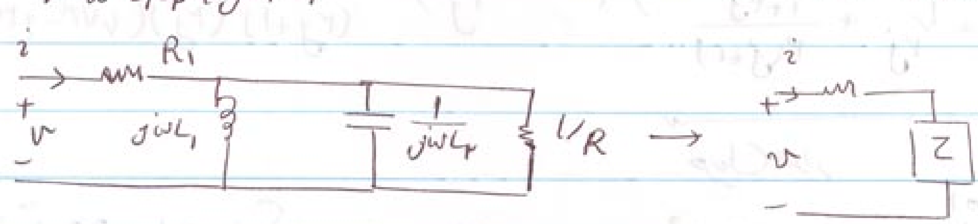
$i_1 = v_2 = (R + j\omega L_2) v_1$

$v_1 = j\omega L_1 i - j\omega L_1 i_1 = j\omega L_1 i - j\omega L_1 R v_1 + \omega^2 L_1 L_2 v_1$

$v_1 = \dfrac{j\omega L_1}{1 - \omega^2 L_1 L_2 + j\omega R L_1} i \longrightarrow -v + R_1 i + \dfrac{j\omega L_1}{1 - \omega^2 L_1 L_2 + j\omega R L_1} i = 0$

$v = \left(\dfrac{j\omega L_1}{1 - \omega^2 L_1 L_2 + j\omega R L_1} + R_1 \right) i \Longrightarrow p(t) = vi = \left(R_1 + \dfrac{j\omega L_1}{1 - \omega^2 L_1 L_2 + j\omega R L_1} \right) i^2$

ب)



$Z = \dfrac{1}{R + j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega L_1}}$

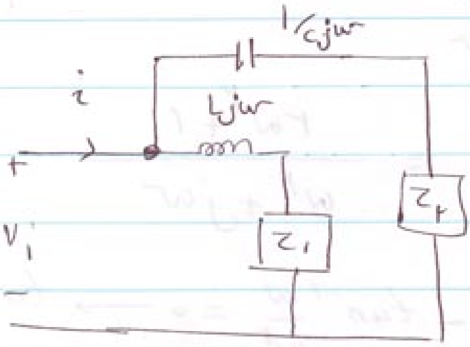
$\Longrightarrow$ کل $Z = \left(R_1 + \dfrac{j\omega L_1}{1 - \omega^2 L_1 L_2 + jR\omega L_1} \right)$

۱۳/ ۱۶

$$P = \left(R_1 + \frac{j\omega L_1}{1-\omega^2 L_1 L_2 + j\omega R L_1}\right) i^2$$

توان لحظه‌ای ۲ مدار برابر است ولتاژ v' که به دو مدار ورودی هر دو اعمال می‌شود هم یکسان است امپدانس ۲ مدار هم برابر است پس ۲ مدار از نظر توان متوسط معادلند وقتی v یکسان است i هم به علت امپدانس یکسان، i' یکسان خواهد بود پس وقتی توان‌های لحظه‌ای یکسان اند قطعاً نمره تفاوت یکسان دارند و توان متوسط: $\left(\bar{P} = \frac{1}{T}\int_T p(t)\,dt\right)$

(شکل ۴-۵۹) $\boxed{۴\text{-}۵۹}$ ص ۵۸۱



$$Z_1 = \frac{R}{1+jRC\omega}$$

$$Z_2 = \frac{LRj\omega}{j\omega L + R}$$

$$Z'_{\text{کل}} = \frac{-\omega^2 LCR + j\omega L + R}{-\omega^2 LC + 2j\omega RC + 1} \qquad v_1 = Z_{\text{کل}} \cdot i$$

طبق تعریف ص ۵۶۰ (تشدید در حالت دائمی سینوسی) وقتی تشدید رخ می‌دهد که ولتاژ v_1 و جریان i هم فاز شوند یعنی زاویه $Z'_{\text{کل}}$ صفر باشد:

$$\angle Z'_{\text{کل}} = \tan^{-1}\frac{\omega L}{R(1-LC\omega^2)} - \tan^{-1}\frac{2RC\omega}{1-\omega^2 LC} = 0$$

$$\longrightarrow \frac{\omega L}{R(1-LC\omega^2)} = \frac{2RC\omega}{(1-LC\omega^2)} \Longrightarrow (1-LC\omega^2)\,\omega\,\underbrace{(2R^2C - L)} = 0$$

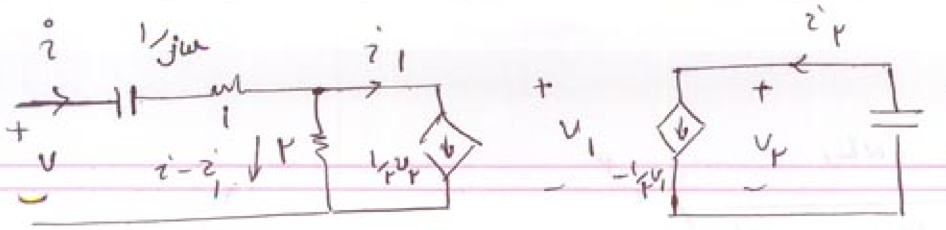
$$\longrightarrow \frac{L}{C} = 2R^2$$

در حالت تشدید

$$Z'_{\text{کل}} = \frac{-\omega^2 CR(2R^2C) + R + j\omega 2R^2C}{-\omega^2 C(2R^2C) + 2j\omega RC + 1} = \frac{R(-2R^2C^2\omega^2 + 1 + 2j\omega RC)}{(-2R^2C^2\omega^2 + 1 + 2j\omega RC)} = R$$

۱۴/

۴-۲۰ ص ۵۸۱ (حذف)



$$v_2 = \frac{2}{j\omega} i_2 = \frac{-v_1}{j\omega} \quad , \quad i_2 = -\frac{1}{2} v_1$$

$$i_1 = \frac{1}{2} v_2 = -\frac{v_1}{2j\omega} \quad , \quad v = \frac{i}{j\omega} + i + \underbrace{2(i-i_1)}_{v_1}$$

با جایگذاری i_1 $\quad v_1 = \frac{2}{1-\frac{1}{j\omega}}$

$$v = \frac{i}{j\omega} + i + \frac{2i}{1-\frac{1}{j\omega}}$$

$$Z_i = \frac{1}{j\omega} + 1 + \frac{1}{1-\frac{1}{j\omega}} = \frac{2\omega^2+1}{\omega^2+j\omega}$$

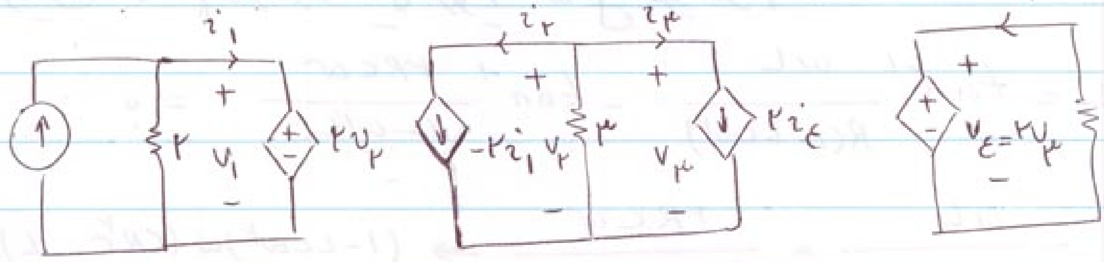
برای تشدید باید زاویه Z_i صفر شود $\longrightarrow \angle Z_i = 0 - \tan^{-1}\frac{\omega}{\omega^2} = 0 \longrightarrow \tan^{-1}\frac{1}{\omega} = 0 \longrightarrow \omega = \infty$

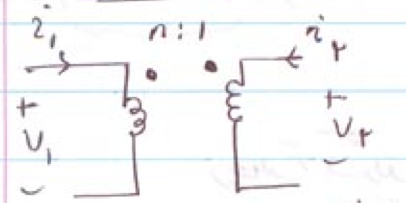
~~تحویل تشدید~~ مبنای باید طبق تعاریف مربوط در صفحه ۵۶۹ بدست می‌آید

۴-۲۸ ص ۶۱۴ اگر شکل موج سینوسی باشد : مقدار rms (موثر) $= \frac{\text{مقدار max}}{\sqrt{2}}$

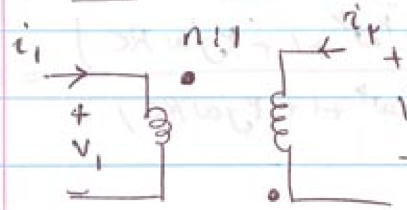
اگر سینوسی نبود باید از روابط و انتگرال های مربوط محاسبه شود.

ص ۵۷۲





$\frac{v_1}{v_2} = n \quad \frac{i_2}{i_1} = -n$ روابط ترانس ایده آل



$\frac{v_1}{v_2} = n \quad , \quad \frac{i_2}{i_1} = n$

15/ (17)

$i_2 = -2 i_1 \quad , \quad i_3 = \frac{-4 v_3}{R} \quad , \quad i_4 = \frac{-2 v_3}{R} \quad , \quad v_3 = v_2$

$v_2 = 3(i_2 + i_3) = 3\left(-2 i_1 - \frac{4 v_2}{R}\right)$

$v_2 = -6 i_1 - \frac{12 v_2}{R} \longrightarrow v_2\left(12/R + 1\right) = -6 i_1 \quad (*)$

2Ω

توان $(1) = 2(i_1 + 5\sqrt{2}\angle 0)^2 = 18 \longrightarrow i_1 + 5\sqrt{2}\angle 0 = \pm 3$

$$\longrightarrow \begin{cases} i_1 + 5\sqrt{2}\angle 0 = 3\angle 0 \longrightarrow i_1 = 3 - 5\sqrt{2}\angle 0 = 5\sqrt{2} - 3\angle 180 \\ i_1 + 5\sqrt{2}\angle 0 = 3\angle 180 \longrightarrow i_1 = +3 + 5\sqrt{2}\angle 180 = -(3+5\sqrt{2})\angle 0 \end{cases}$$

$v_1 = 2 v_2 \quad , \quad i_1 = -i_2/2 \quad , \quad v_4 = 2 v_3 \quad , \quad i_4 = \frac{i_3}{2} \quad v_2 = v_3$

اگر $i_1 = 3 - 5\sqrt{2}$

$v_1 = 2(i_1 + 5\sqrt{2}\angle 0) = 6\angle 0 \qquad v_2 = 1/2\, v_1 = 3\angle 0 = v_3$

$v_4 = 2 v_3 = 6\angle 0 \qquad i_2 = -2 i_1 = 10\sqrt{2} - 6\angle 0$

$v_2 = 3(i_2 + i_3) \longrightarrow i_2 + i_3 = 1\angle 0 \longrightarrow i_3 = 7 - 10\sqrt{2}\angle 0$

$i_4 = \frac{i_3}{2} = \frac{7 - 10\sqrt{2}}{2}\angle 0 = \frac{10\sqrt{2} - 7}{2}\angle 180 \longrightarrow \boxed{P_R = v_4 i_4 = 3(10\sqrt{2} - 7)\angle 180}$

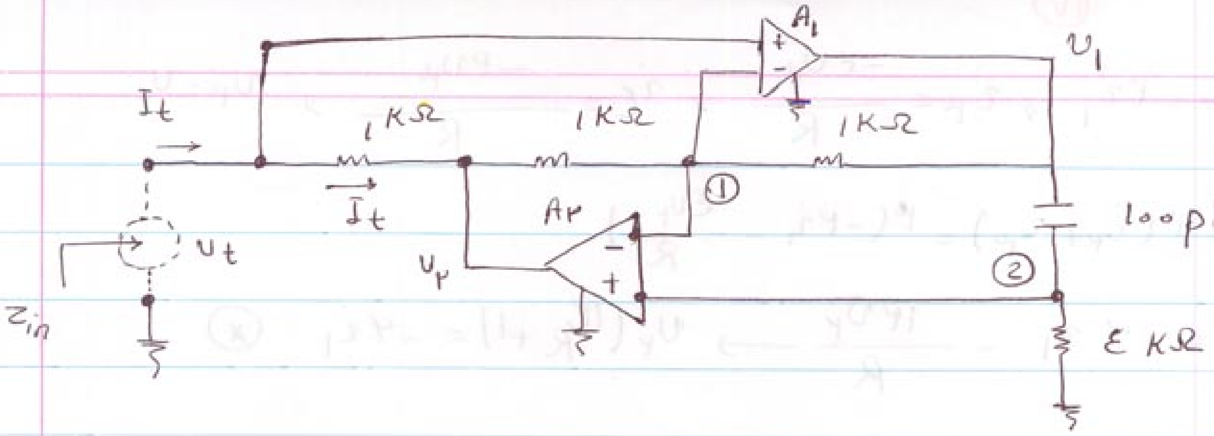
اگر $i_1 = 3 + 5\sqrt{2}\angle 180 \qquad v_1 = 2(i_1 + 5\sqrt{2}\angle 0) = +6\angle 180 \qquad v_2 = 3\angle 180 = v_3$

$v_4 = 6\angle 180 \qquad i_2 = -2 i_1 = 6 + 10\sqrt{2}\angle 0$

$v_2 = 3(i_2 + i_3) \longrightarrow i_3 = 1\angle 180 - (6 + 10\sqrt{2}\angle 0) = 10\sqrt{2} + 7\angle 180^\circ$

$i_4 = \frac{i_3}{2} = 5\sqrt{2} + 7/2\angle 180^\circ \longrightarrow P_R = 30\sqrt{2} + 21\angle 0$

مثال:



اگر $Z_{in}(j\omega) = j\omega L_{in}$ ، L_{in} چقدر است؟

از v_t و I_t استفاده می‌کنیم

ولتاژ پایه + A_1 (آپ-امپ بالایی) برابر v_t است ← ولتاژ پایه‌های هر دو op-amp v_t است.

ولتاژ خروجی A_1 را V_1 و ولتاژ خروجی A_2 را V_2 می‌نامیم.

در گره‌های ① و ② KCL می‌نویسیم برای جلوگیری از اشتباهات محاسباتی به جای مقاومت‌های 1KΩ R و به جای مقاومت 4KΩ، 4R و به جای خازن 100 pF، C می‌گذاریم معادلات را در حالت دائمی سینوسی می‌نویسیم.

$$KCL ①: \frac{v_t - V_1}{R} + \frac{v_t - V_2}{R} = 0$$

$$I_t = \frac{v_t - V_2}{R}$$

$$KCL ②: \frac{v_t}{4R} + \frac{v_t - V_1}{\frac{1}{Cj\omega}} = 0$$

$$\Longrightarrow I_t = V_t\left(\frac{2}{3}\right)\left(1 - \frac{4Cj\omega - 1}{4jC\omega}\right) \longrightarrow Z_{in} = 4Cj\omega$$

$$\longrightarrow L_{in} = 4C = 4\times10^{-8}\ H$$