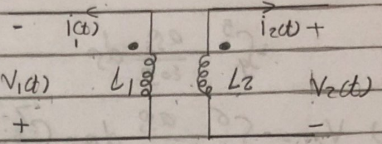
Subject: sheet 1 دوائر Date / / Part 2

1. write the equations for $V_1(t)$ and $V_2(t)$ in the circuit

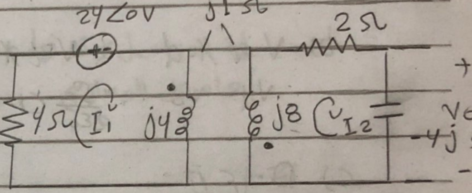


(Ans)

$$V_1(t) = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$$

$$V_2(t) = -\left[L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt}\right]$$

2. find the currents I_1 and I_2 and the output voltage V_o in the network.



(Ans)

$$24\angle 0 + j4 I_1 + j1 I_2 + 4 I_1 = 0$$
$$2 I_2 - 4j I_2 + j8 I_2 + j1 I_1 = 0$$

① $(4 + j4) I_1 + (j I_2) = -24$

② $j I_1 + (2 + 4j) I_2 = 0$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 4+j4 & j \\ j & 2+4j \end{vmatrix} = -7+24j$$

$$\Delta I_1 = \begin{vmatrix} -24 & j \\ 0 & 2+j4 \end{vmatrix} = -48-96j \qquad \therefore I_1 = \frac{\Delta I_1}{\Delta} = 4.29\angle 137^\circ$$

$$\therefore I_2 = \frac{\Delta I_2}{\Delta} = 0.96\angle -16.26^\circ$$

$$\Delta I_2 = \begin{vmatrix} 4+j4 & -24 \\ j & 0 \end{vmatrix} = 24j$$

$$V_o = -4j I_2 = -4j \times 0.96\angle -16.26^\circ = 3.84\angle -106.26^\circ$$

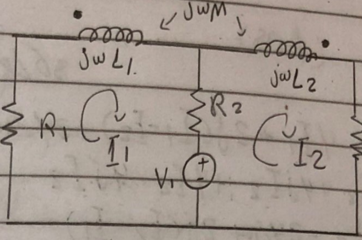
ملحوظة: لو بيقويه يبقى نفس اشارة ال Passive ولو بيضعفو يبقى عكس اشارتو

Subject

Date 1(2)1

~~3. write KVL equations in standard form for the network.~~

(Ans)



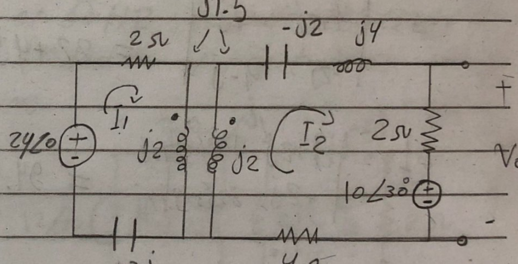
$\cancel{1) V_1 + R_1 I_1 + j\omega L_1 I_1 + R_2 (I_1 - I_2) - j\omega M I_2 = 0}$

$\cancel{2) V_1 - R_2 (I_2 - I_1) - j\omega L_2 I_2 - I_2 R_3 - (-M j\omega I_1) = 0}$

$\cancel{1 \rightarrow -V_1 = (R_1 + j\omega L_1 + R_2) I_1 - (R_2 + j\omega M) I_2}$

$\cancel{2 \rightarrow V_1 = -(R_2 + j\omega M) I_1 + (j\omega L_2 + R_3 + R_2) I_2}$

~~4. Find Vo.~~



$\cancel{1) \rightarrow -3jI_1 + 2I_1 + 2jI_1 - j1.5 I_2 = 24\angle 0}$

$\cancel{2) \rightarrow -10\angle 30 = 2jI_2 - 2jI_2 + 4jI_2 + 2I_2 - j1.5 I_1 + 4I_2}$

$\cancel{(2 - j) I_1 - 1.5j I_2 = 24}$

$\cancel{-1.5j I_1 + (6 + 4j) I_2 = -5\sqrt{3} - 5j}$

$\Delta = \begin{vmatrix} 2-j & -1.5j \\ -1.5j & 6+4j \end{vmatrix} = 18.25 + 2j$

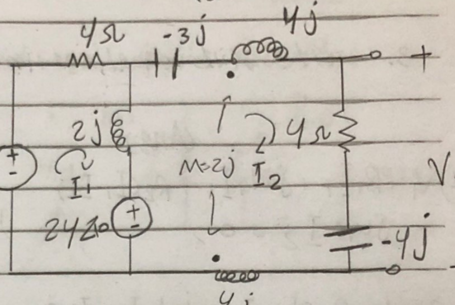
$\Delta I_2 = \begin{vmatrix} 2-j & 24 \\ -1.5j & -5\sqrt{3}-5j \end{vmatrix} = -22.32 + 34.66j$

$\cancel{\therefore I_2 = 2.245 \angle 116.5°}$

$\cancel{\therefore V_o = I_2 \times 2 + 10\angle 30} = 11.2 \angle 53.57°$

Subject   Date 1(3)1

5. Find V_o



(Ans)

$\rightarrow 36 = 4I_1 + 2j(I_1 - I_2) + 24\angle 10$

$\rightarrow -3jI_2 + 4jI_2 + 4I_2 - 4jI_2$

$+4jI_2 - 24\angle 10 + 2j(I_2 - I_1)$

$-2jI_2 - 2jI_2 = 0$

$(4+2j)I_1 - 2jI_2 = 12.36 - 4.17j$

$(-2j)I_1 + (4-j)I_2 = 23.63 + 4.17j$

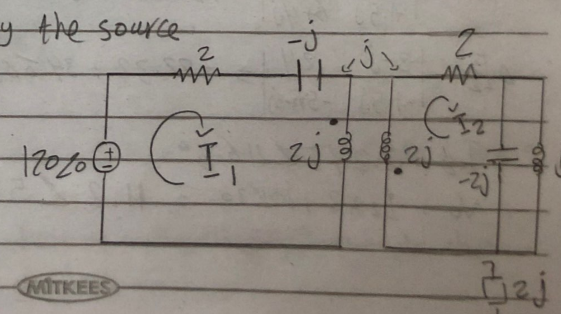
$$\Delta = \begin{vmatrix} 4+2j & -2j \\ -2j & 4-j \end{vmatrix} = 22 + 4j$$

$$\Delta I_2 = \begin{vmatrix} 4+2j & 12.36-4.17j \\ -2j & 23.63+4.17j \end{vmatrix} = 94.52 + 88.66j$$

$\therefore I_2 = 5.8\angle 32.86°$

$V_o = I_2 \times 4 - 4jI_2 = 32.78\angle -12.14°$

7. Find the impedance seen by the source



(Ans)

1) $120 = (2 - j + 2j)I_1 + jI_2$

2) $(2 + 2j + 2j)I_2 + jI_1 = 0$

Subject

Date (4)1

1) $(2+j)I_1 + jI_2 = 120$

2) $jI_1 + (2+4j)I_2 = 0$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2+j & j \\ j & 2+4j \end{vmatrix} = 1+10j$$

$$\Delta I_1 = \begin{vmatrix} 120 & j \\ 0 & 2+4j \end{vmatrix} = 240+480j$$

$\therefore I_1 = 53.399\angle -20.85°$

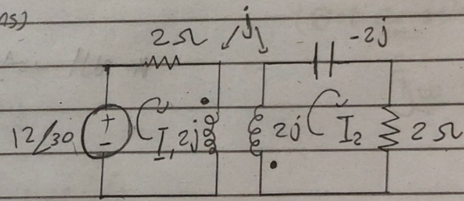
$$\therefore \frac{V_s}{I_1} = \frac{120\angle 0}{53.399\angle -20.85°} = 2.247\angle 20.85° \ \Omega$$

8. the network in fig operates at 60HZ, compute the energy stored in the mutually coupled inductors at time $t = 10ms$.

(Ans)

1) $12\angle 30° = (2+2j)I_1 + jI_2$

$0 = jI_1 + (2j - 2j + 2)I_2$



$$\Delta = \begin{vmatrix} 2+2j & j \\ j & 2 \end{vmatrix} = 5+4j$$

$$\Delta I_1 = \begin{vmatrix} 12\angle 30 & j \\ 0 & 2 \end{vmatrix} = 12\sqrt{3}+12j \qquad 12\angle 30 = 6\sqrt{3}+6j$$

$$\Delta I_2 = \begin{vmatrix} 2+2j & 12\angle 30 \\ j & 0 \end{vmatrix} = 6-6\sqrt{3}j$$

$\therefore I_1 = 3.75\angle -8.66° = 3.75\cos(2\pi 60t - 8.66°)$

$I_2 = 1.87\angle -98.6 = 1.87\cos(2\pi 60t - 98.6°)$

$j\omega L_1 = 2j \quad \therefore 2\pi 60 L_1 = 2 \quad \therefore L_1 = L_2 = 5.3\times 10^{-3}\ H$

$j\omega M = 1j \quad 2\pi 60 M = 1 \quad M = 2.65\times 10^{-3}\ H$

Subject .... Date 1(5)

$$I_1\Big|_{t=10\times10^{-3}} = 3.75\cos\left(377\times10\times10^{-3}\times\frac{180}{\pi}-8.66\right)$$

$$= 3.75\cos(207.345)$$

$$= -3.33\ A$$

$$I_2\Big|_{t=10\times10^{-3}} = 1.87\cos\left(377\times10\times10^{-3}\times\frac{180}{\pi}-98.6^\circ\right)$$

$$= 1.87\cos(-)$$

$$= -0.86\ A$$

$$W\Big|_{t=10\times10^{-3}} = \frac{1}{2}L_1 I_1^2 + \frac{1}{2}L_2 I_2^2 + M i_1 i_2$$

$$= \frac{1}{2}5.3\times10^{-3}\times3.33^2 + \frac{1}{2}5.3\times10^{-3}\times0.86^2$$

$$+ 2.65\times10^{-3}\times3.33\times0.86 = 38.93\ mJ$$

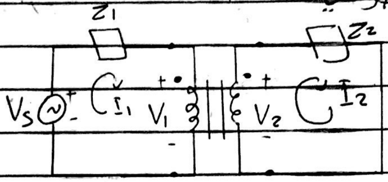
* تمت بحمد الله *

Subject (sheet 2) Circuits Date / /

(ideal transformer)

- هنا في الجزء دا بيكون عندي محول، عباره عن ملفين وبينهم mutual inductance
وفيش مدي ال ملف، ويتعطى فقط عدد اللفات N_1, N_2.
- في حل الشوانيودي بلجأ الى اني اتخلص من المحول واحط دايره مكافئه لاحد طرفيه.

- الطرف الي فيه N_1 دا بسميه ال primary
والي عند N_2 بسميه ال secondary



$N_1 : N_2$

← عندي هنا طرفين للدايره المكافئه، ممكن انقل كل العناصر من ال primary لل secondary أو العكس واشيل المحول خالص.

← إذا هنقل من ال secondary لل primary، فبشيل كل الدايره من عند طرفين V_1 واحط دايره مكافئه لجزء الدايره اليمين من عند V_2.
دايما جزء الدايره المكافأه هعتبر إنو مصدر جهد V_{th} ومقاومه Z_{th}، بشيل نقطتين V_2 وأقيس فرق الجهد عليهم دا كده V_{th} وبعد كده اعمل مصدر الجهود short إن وجد، وأفرض ان في تيار داخل من فوق و خارج من تحت واحسب Z_{th}
، يبقى حالوقت شكل الدايره اليمين  ، الدايره دي بقى حطها من عند طرفين V_1 مع مراعاه قواعد النقل:
- حيص على قاعده ال Dot واتجاهات التيارات، لو التيارين داخلين أو خارجين نقول إن:

$$I_1 = -n I_2 \text{ ،} \quad Z_{th} = \frac{Z_{th}}{n^2} \text{ بعد ،} \quad V_{th} = \frac{-V_{th}}{n} \text{ بعد النقل ،} \quad n = \frac{N_2}{N_1}$$

- لو التيارين I_1 و I_2 واحد داخل وواحد طالع:

$$I_1 = n I_2 \text{ ،} \quad Z_{th} = \frac{Z_{th}}{n^2} \text{ بعد ،} \quad V_{th} = \frac{V_{th}}{n} \text{ بعد ،} \quad n = \frac{N_2}{N_1}$$

Subject .... Date / ( ) /

- لو فت لو بنقل من الـ primary للـ secondary ، يبقى هجيب دايره مكافئة من عند طرفين V_1 بعد كده احطها عند طرفين V_2 واشيل المحول . هنا قواعد النقل :

- لو الـ DOT الاتنين داخل او خارج ،

$I_1 = -nI_2$ ، Z_{th} بعد $= n^2 Z_{th}$ ، V_{th} بعد $= -n V_{th}$ ، $n = \frac{N_2}{N_1}$

- لو الـ DOT واحد داخل وواحد خارج ،

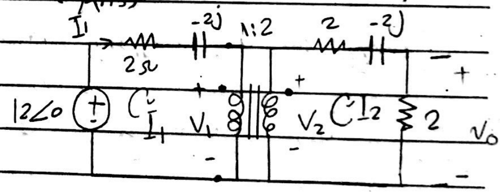
$I_1 = nI_2$ ، Z_{th} بعد $= n^2 Z_{th}$ ، V_{th} بعد $= n V_{th}$ ، $n = \frac{N_2}{N_1}$

٣) فكرة لو بالي شكل feedback ، هنا باخد العلاقات من قاعدة الـ DOT ويمكن نحل بطريقة النود مش الدايره المكافئة زي ما هنشوف في الامثلة .

(Sheet)

9,10) Compute the current I_1 in the network. also find V_o.

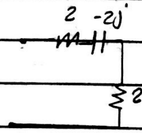
(Ans)



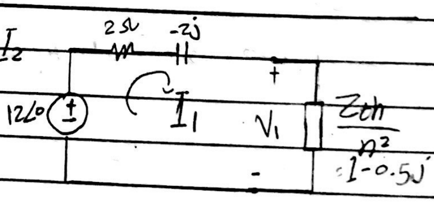
→ transfer from secondary to Primary:

$V_{th} = zero$

$Z_{th} = 4 - 2j$



$n = \frac{N_2}{N_1}$, $V_{th} = \frac{V_{th}}{n}$, $Z_{th} = Z_{th}/n^2$, $I_1 = nI_2$



$n = 2$ $Z_{th} = \frac{4-2j}{4} = 1 - 0.5j$

$\therefore I_1 = V/Z = \frac{12\angle 0}{2 - 2j + 1 - 0.5j} = 3.07\angle 39.8°$ A

$\therefore I_2 = I_1/n = 1.54\angle 39.8$ A

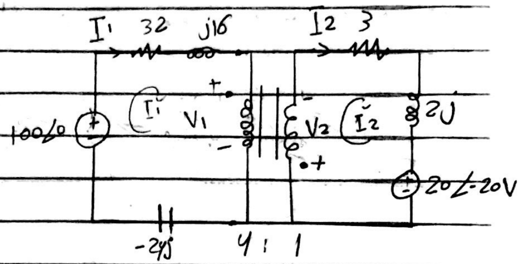
$\therefore V_o = 2 \times 1.54\angle 39.8 = 3.07\angle 39.8°$ Volt

MITKEES

Subject ____________ Date ۳) /

11.12) Determine I_1, I_2, V_1, V_2, and V_0.

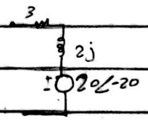
(Ans)



→ transfer from secondary to primary

$V_{th} = 20\angle -20$ V

$Z_{th} = 3 + 2j$

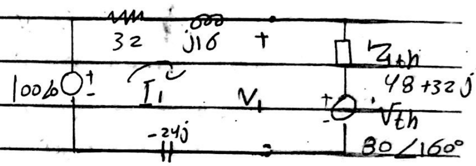


$n = 1/4$ $\quad V_{th}' = -V_{th}/n$, $\; Z_{th}' = Z_{th}/n^2$

$I_1 = -nI_2$

$Z_{th}' = 3+2j / 0.25^2 = 48 + 32j$ Ω

$V_{th}' = 20\angle -20 / 0.25 = 80\angle 160$ V



$$I_1 = \frac{100\angle 0 - 80\angle 160^\circ}{32+48+16j+32j-24j} = 2.12\angle -25.6^\circ \text{ A}$$

$V_1 = Z_{th}' I_1 + V_{th}' = (48+32j)\,2.12\angle -25.6^\circ + 80\angle 160 = 64\angle 44.1^\circ$ Volt

$I_2 = -I_1/n = -2.12\angle -25.6 / 0.25 = 8.48\angle 154.4^\circ$ A

$V_2 = -[(3+2j)\,I_2 + 20\angle -20]$

$= -[(3+2j)\,8.48\angle 154.4 + 20\angle -20] = -[16\angle -135.8^\circ]$

$= 16\angle 44.1^\circ$ A

$V_0 = 2j\,I_2 + 20\angle -20$

$= 2j(8.48\angle 154.4) + 20\angle -20 = 24.93\angle -62.6^\circ$ V

Subject ______ Date ١٤٢١

13) Determine V_o in fig 13,

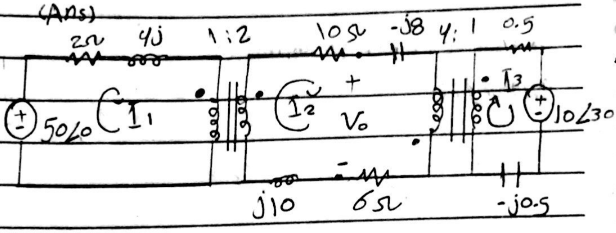
(Ans)

← ننقل الدايره اليمين للبعض

Secondary to Primary

← ننقل الشمال للبعض

Primary to secondary



(step 1)

$V_{th} = 10\angle 30 \quad Z_{th} = 0.5 - j0.5 \quad$ DOT out, out

$\therefore n = \frac{1}{4} \quad V_{th} = -V_{th}/n \quad Z_{th} = Z_{th}/n^2 \quad I_2 = -nI_3$

$V_{th} = \frac{-10\angle 30^\circ}{0.25} = 40\angle -150^\circ\ V \quad Z_{th} = \frac{0.5 - j0.5}{0.25^2} = 8 - 8j\ \Omega$

(step 2)

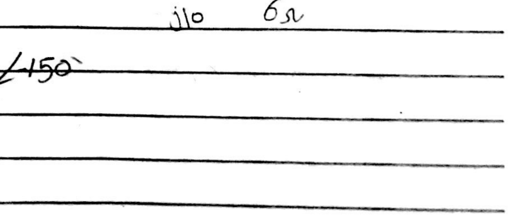
$V_{th} = 50\angle 0 \quad Z_{th} = 2 + 4j \quad$ DOT in, out

$n = 2 \quad V_{th} = nV_{th} \quad Z_{th} = n^2 Z_{th} \quad I_1 = nI_2$

$V_{th} = 2 \times 50\angle 0 = 100\angle 0^\circ\ V \quad Z_{th} = 4(2+4j) = 8 + 16j\ \Omega$

$I_2 = \frac{100\angle 0 - 40\angle -150}{10 - j8 + 8 - 8j + 6 + j10 + 8 + 16j}$

$= 4.06\angle -8.9^\circ$



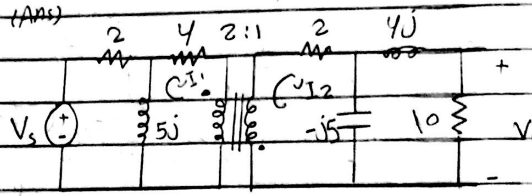
$V_o = I_2(-j8 + 8 - 8j + 6) + 40\angle -150$

$= 93.7\angle -83^\circ$ Volt

14) if $V_o = 10\angle 30 V$ find V_s

(Ans)

→ transfer from secondary to primary:



$I_o = \frac{V_o}{10} = \frac{10\angle 30^\circ}{10} = 1\angle 30^\circ$

$I_o = I_2 \frac{-5j}{-5j+4j+10}$

$1\angle 30^\circ = I_2 \; 0.498\angle -84.3^\circ$

$\therefore I_2 = 2.008\angle 114.3^\circ$

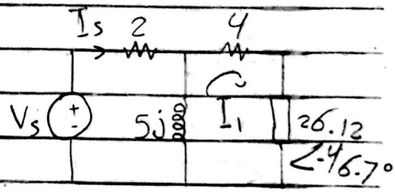
$I_1 = n I_2 \quad n = 0.5 \quad \therefore I_1 = 1.004\angle -65.7^\circ$

$Z_{th} = 6.53\angle 46.7$

$Z_{th} = Z_{th}/n^2 = \frac{6.53\angle -46.7}{0.5^2} = 26.12\angle -46.7$

$I_1 = I_s \frac{5j}{5j+4+26.12\angle -46.7^\circ}$

$I_s = \frac{I_1}{0.19\angle 122.60} = 5.22\angle 171.7^\circ$



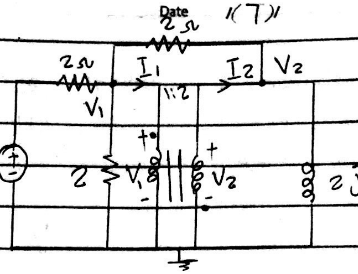
$V_s = I_s Z_s \qquad Z_s = 2 + \frac{(4+26.12\angle -46.7^\circ)(5j)}{5j+4+26.12\angle -46.7^\circ} = 6.2\angle 63^\circ$

$\therefore V_s = 5.22\angle 171.7^\circ \times 6.2\angle 63^\circ = 32.3\angle 125.3^\circ$

Subject

Date 1(7)1

15) ~~Determine I_1, I_2, V_1, and V_2~~



(Ans)

$$\frac{V_1-10\angle 0}{2}+\frac{V_1-V_2}{2}+\frac{V_1}{2}+I_1=0$$

$$\frac{V_2-V_1}{2}+\frac{V_2}{2j}+(-I_2)=0$$

(Dot 1 in Dot 2 in) $\rightarrow$ $I_1=-nI_2$ $\quad V_1=\frac{-V_2}{n}$

$I_1=-2I_2 \quad V_2=-2V_1$

1) $\frac{V_1-10\angle 0}{2}+\frac{3V_1}{2}+\frac{V_1}{2}+I_1=0$

$V_1\left[\frac{1}{2}+\frac{3}{2}+\frac{1}{2}\right]+I_1=5\angle 0$

2) $\frac{-3V_1}{2}-\frac{2V_1}{2j}-I_2=0$

$V_1\left[\frac{-3}{2}-\frac{1}{j}\right]+\frac{I_1}{2}=0 \rightarrow V_1\left[\frac{-3}{2}+j\right]+\frac{1}{2}I_1=0$

$$\Delta=\begin{vmatrix}\frac{5}{2} & 1\\ \frac{-3}{2}+j & \frac{1}{2}\end{vmatrix}=2.75-j$$

$\therefore V_1=\frac{\Delta V_1}{\Delta}=0.85\angle 20°$

$$\Delta V_1=\begin{vmatrix}5 & 1\\ 0 & \frac{1}{2}\end{vmatrix}=2.5$$

$I_1=\frac{\Delta I_1}{\Delta}=3.08\angle -13.7°$

$$\Delta I_1=\begin{vmatrix}\frac{5}{2} & 5\\ \frac{-3}{2}+j & 0\end{vmatrix}=7.5-5j$$

$V_2=-2\times 0.85\angle 20=1.7\angle 160°$

$I_2=\frac{-I_1}{2}=1.54\angle 166.3°$

* تمت بحمد الله *

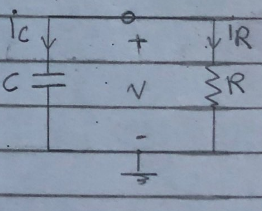
احنا هناخد تلات أنواع من العناصر الـ passive ، المقاومات والملفات والمكثفات ، دلوقتي هنبدأ ندرس الدواير اللي فيها عنصرين من دول أو أكتر ، هندرس الأول نوعين من الدواير ، RC circuit و RL circuit ، في دراستنا للدواير دي هنطبق قانون كرشوف عادي خالص ، اللي بيفرق هنا إن لو طبقنا كرشوف في دايره فيها مقاومات بس كان بيطلع معادله خطيه جبريه ، انما هنا في دواير المكثف والملف بيطلع معادله تفاضليه . في دواير الـ RC والـ RL بتكون معادله تفاضليه من الدرجة الأولى عشان كده سميناها first order circuit .

عندي طريقتين عشان اعمل بيهم اثاره للدواير دي وابدأ أحللها ، الطريقة الأولى عن طريق الـ initial conditions الموجوده في عناصر تخزين الطاقة (المكثف أو الملف) ، الدواير دي بسميها source-free circuit عشان مش بيكون فيها independent sources . والـ response في الحالة دي بسميه natural responce ، الطاقة المخزنه في الملف او المكثف بتسبب مرور تيار ، والطاقة دي بتقل وتتبدد في المقاومات مع الوقت .

1) source free RC circuit

at $t=0$ $V_C = V_0$ $V(0) = V_0$

$w(0) = \frac{1}{2} C V_0^2$ energy in capacitor at $t=0$



هبدأ اطبق كرشوف للتيارات :

$i_C + i_R = 0$

$i_C = C\, dv_C/dt$ $i_R = V/R$

$$\therefore C\frac{dv}{dt} + \frac{V}{R} = 0$$

$$\therefore \frac{dv}{dt} = \frac{-V}{RC}$$

$$\int \frac{dv}{v} = \int \frac{-1}{RC}\, dt$$

$$\ln v = \frac{-t}{RC} + \ln A$$

Subject ____________ Date / / /

$$\ln \frac{V}{A} = \frac{-t}{RC}$$

$$\therefore V = A e^{\frac{-t}{RC}} \qquad \text{at } t=0 \quad V(0) = V_0$$

$$V_0 = A$$

$$\therefore V(t) = V_0 e^{\frac{-t}{RC}}$$ ← بيفرغ مع الزمن بيقل عن قيمتو الابتدائية الي هيا $V_0 = V(0)$

← السرعة اللي بيقل بيها الجهد ممكن أعبر عنها برمز مسميه الـ time constant و رمزلو τ

τ ده الوقت اللي عنده الجهد بيقل بمعدل $1/e$ أو 36.8 من قيمتو الأصلية ،

$$V_0 e^{-\tau/RC} = V_0 e^{-1} \qquad \therefore \tau = RC$$

$$\therefore V(t) = V_0 e^{-t/\tau}$$ ← (جهد المكثف) at $t>0$

وممكن أستنتج من كده بالتعويض إن المكثف بيحتاج تقريبا 5τ عشان يفرغ كل طاقتو والدايرة توصل للـ steady state.

كل ما كانت τ صغيرة ، كل ما كان الـ decay أسرع والدايرة توصل أسرع للـ steady state.

$$i_R = \frac{V(t)}{R} = \frac{V_0}{R} e^{-t/\tau}$$

→ Power dissipated in the resistor is:

$$P(t) = V i_R = \frac{V_0^2}{R} e^{-2t/\tau}$$

→ energy absorbed by the resistors up to time t is

$$w_R(t) = \int_0^t p(t)\, dt$$

$$= \int_0^t \frac{V_0^2}{R} e^{-2t/\tau} dt = \frac{-\tau}{2} \frac{V_0^2}{R} e^{-2t/\tau} \Big|_0^t$$

$$= \frac{1}{2} C V_0^2 (1 - e^{-2t/\tau}) \qquad \tau = RC$$

في المسائل بقى :

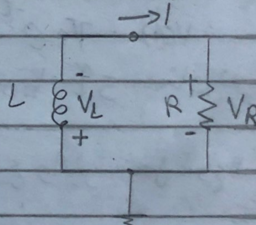
- حيبقى $V_c(0)$ معطى الي هو V_0 ، لو مش معطى حيبقى source متوصل بالدايره وهو ادا الى عمل شحنه على المكثف وبعد كده عند $t = 0$ بفصل الـ source ، عشان أجيب الـ $V_c(0)$ ، بفرض المكثف open circuit وأجيب الجهد عند طرفيه ، هو دا الـ $V_c(0) = V_0$ ، والـ $\tau = RC$.

- تاني حاجه كل مقاومات الدايره بختصرها لمقاومه واحده بنظريه ثفنن ، بشيل المكثف وأحط تيار دخل وطالع من عند طرفيه وأجيب R_{th} ، أكون دايره من مكثف ومقاومه واحده بس وابدأ أحل بالقوانين ، وقوانين اوم العاديه للجهود والتيارات ، باعتبار المكثف مصدر جهد قيمته $V(t)$ ، والـ $\tau = R_{th}C$.

هنشوف دلوقت تاني نوع من الدواير : (Source free RL circuit)

→ initial condition $I(0) = I_0$ ← تيار الملف at $t=0$

energy in inductor $w(0) = \frac{1}{2} L I_0^2$ at $t=0$



نطبق كيرشوف للجهود :

$$V_L + V_R = 0$$

$$V_R = iR \qquad V_L = L\, di/dt$$

$$\therefore L\frac{di}{dt} + Ri = 0$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{-Ri}{L} \qquad \therefore \int \frac{di}{i} = \int \frac{-R}{L}\, dt$$

$$\ln i = \frac{-R}{L} t + \ln A$$

$$\ln \frac{i}{A} = \frac{-R}{L} t$$

$$i(t) = A e^{-\frac{R}{L}t} \qquad \text{at } t=0 \quad I = I_0$$

$$\therefore i(t) = I_0 e^{-\frac{R}{L}t}$$

Subject ____________ Date ١/٤/١

هنا $\tau = \frac{L}{R}$ $t>0$ تيار الملف ← $\therefore i(t) = I_0 e^{-t/\tau}$

$V_R = i(t)R = I_0 R e^{-t/\tau}$

$P_R = V_R i(t) = I_0^2 R e^{-2t/\tau}$

$W_R(t) = \int_0^t P_R dt = \frac{1}{2} L I_0^2 (1 - e^{-2t/\tau})$ $\tau = \frac{L}{R}$

- في المسائل بقى :

* حيبقى $I_0 = I(0)$ أو دايره فيها مصدر ومحسوبنها، فلو امر بيقول إن المصدر انفصل أ بنحط الملف short واجيب تيار الفرع بتاعه ده الـ I_0، بعد كده نفتح المفتاح واشوف الدايره عند $t=0$.

* لو في أكتر من مقاومة هجيب ثفنن لهم من عند طرفين الملف واكمل بالقوانين وقانون أوم العادي، باعتبار الملف مصدر تيار $i(t)$، أو عليه جهد $V_L = L\, di/dt$، نقطة دخول التيار موجب ومروحه سالب.

(sheet)

1) the switch in the circuit shown has been closed for along time and is opend at $t=0$.

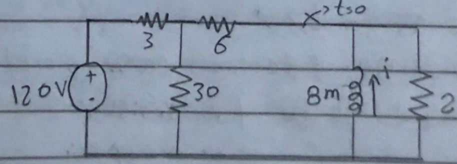
a) calculate the initial value of i.

b) calculate the initial energy stored in the inductor.

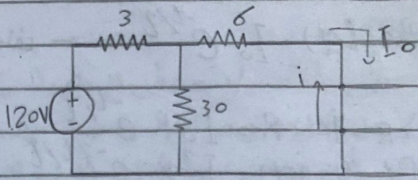
c) what is time constant of the circuit for $t>0$?

d) what is the numerical expression for $i(t)$ for $t>0$?

e) what percentage of the initial energy stored has been dissipated in the $2\,\Omega$ resistor 5 ms after the switch has been opened?



Subject ________ Date / (0) /



a) $R_{eq} = 3 + \frac{30 \times 6}{30+6} = 8\,\Omega$

$I_s = V_s / R_{eq}$

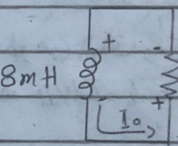
$= 120/8 = 15$ A

$I_o = 15 \frac{30}{30+6} = 12.5$

$\therefore i = -I_o = -12.5$

b) $W(0) = \frac{1}{2} L I_o^2 = \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-3} \times 12.5^2 = 0.625$ Joule

c) $\tau = \frac{L}{R} = 8 \times 10^{-3} / 2 = 4 \times 10^{-3}$ sec



d) $i(t) = I_o e^{-t/\tau}$

$= 12.5\, e^{-t/4\times10^{-3}}$ A

for negative direction $i(t) = -12.5\, e^{\frac{-t}{4\times10^{-3}}}$ A

e) $w_R(t) = w(0)(1 - e^{-2t/\tau})$

at $t = 5 \times 10^{-3}$ percentage $= 1 - e^{\frac{-2\times5\times10^{-3}}{4\times10^{-3}}} = 0.9179$

$\simeq 91.8\,\%$

3) at $t=0$ the switch in the circuit shown in fig, moves instantaneously from position a to b.

a) calculate v_o for $t \geq 0^+$

b) what percentage of the initial energy stored in the inductor is eventually dissipated in the $4\,\Omega$ resistor? $(t = \infty)$

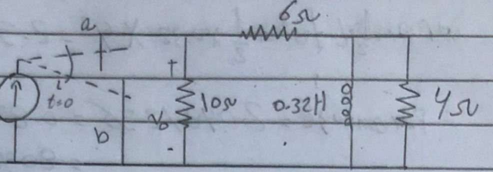
(Ans)

MITKEES

Subject   Date 1(7)1

a) $I_o = 6.4\ \frac{10}{10+6}$

$= 4\ A$

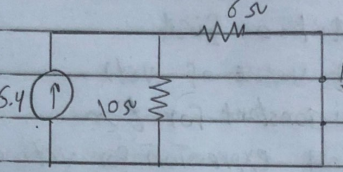


$R_{th} = \frac{16\times4}{16+4} = 3.2\ \Omega$

$\tau = \frac{L}{R_{th}} = 0.32/3.2 = 0.1\ s$

$\therefore I(t) = 4\ e^{\frac{-t}{0.1}}\ A$

at $t<0$

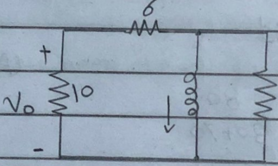


$I_o = I(t)\ \frac{4}{4+16}$

$= 0.2\times4\,e^{-t/0.1}$

$= 0.8\ e^{-t/0.1}$

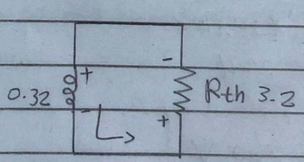
at $t>0$



$\therefore V_o = -[I_o R_o]$

$\therefore -0.8\,e^{-t/0.1} \times 10$

$= -8\ e^{\frac{-t}{0.1}}$ volt



b) $i_4 = I(t)\ \frac{16}{4+16} = 3.2\ e^{\frac{-t}{0.1}}\ A$

$P_4 = I^2 R = 3.2^2\ e^{\frac{-2t}{0.1}} \times 4 = 40.96\,e^{-20t}$ watt

at $t=\infty$

$E = \int_0^\infty P_4\,dt = \int_0^\infty 40.96e^{-20t}\,dt = 40.96\ \frac{e^{-20t}}{-20}\Big|_0^\infty$

$= 40.96/20 = 2.048$ Joule

Subject ____ Date $1(V)1$

$w(0) = \frac{1}{2} L I_0^2 = \frac{1}{2} \times 0.32 \times 4^2 = 2.56$

$\therefore$ Percentage $= 2.048 / 2.56 = 0.8$

$= 80\%$

3) the swith in the circuit shown has been closed for long time and is opened at $t=0$. find
a) the initial value of $v(t)$
b) the time constant for $t>0$
c) the numerical expression for $v(t)$ after the switch has been opened
d) the initial energy stored in the capacitor.
e) the length of time required to dissipate 75 % of the initially stored energy.

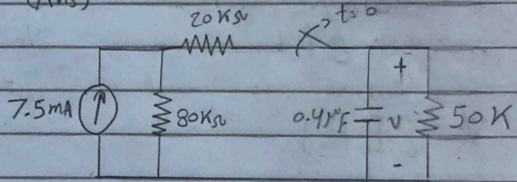
(Ans)

a) $I_{50} = 7.5 \; \frac{80}{80+70}$

$= 4 \text{ mA}$

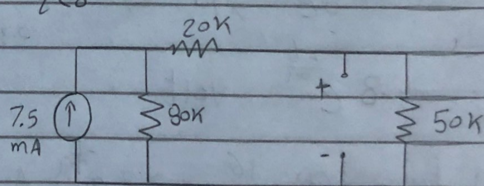
$V_{50} = 4 \times 10^{-3} \times 50 \times 10^{3}$

$= 200$ Volt



$t<0$

$V(0) = V_0 = 200$ V

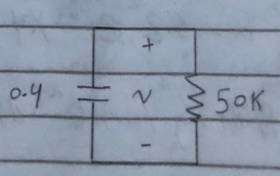


b) $\tau = RC$

$= 50 \times 10^{3} \times 0.4 \times 10^{-6}$

$= 0.02$ sec

$t>0$



c) $V(t) = V_0 e^{-t/\tau}$

$= 200 e^{-t/0.02}$ Volt

MITKEES

Subject

Date / ( ) /

d) $\omega_c(0) = \frac{1}{2} C V_o^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.4 \times 10^{-6} \times 200^2$

$= 8 \times 10^{-3}$ Joule

e) $\omega_R(t) = 8 \times 10^{-3} (1 - e^{-2t/\tau})$

$1 - e^{-2t/0.02} = 0.75$

$0.25 = e^{-2t/0.02}$

$\ln 0.25 = \frac{-2t}{0.02}$

$-0.027726 = -2t$

$\therefore t = 0.0139$ sec

4) the switch in the circuit shown in fig has been closed for long time and is opend at $t=0$.

a) find $V_o(t)$ for $t \geq 0$

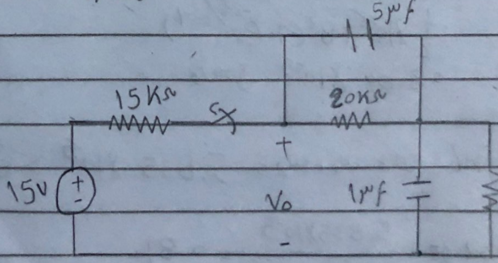
b) what percentage of the initial energy stored in the circuit has been dissipated after the switch has been opened for 60 ms?

(Ans)

at $t<0$:

$V_{C1} = V_{20} = 15 \frac{20}{20+55}$

$= 4$ volt



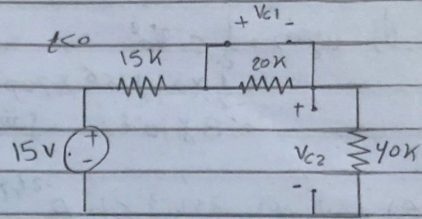
$V_{C2} = V_{40} = 15 \frac{40}{40+20+15}$

$= 8$ volt

MITKEES

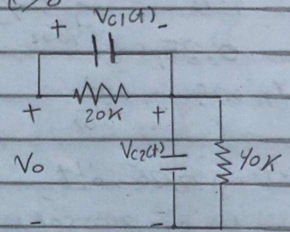
$\tau_1 = R_1C_1 = 20\times10^3 \times 5\times10^{-6}$
$= 0.1$ sec
$V_1(t) = 4\,e^{-t/0.1}$ V

t<0



$\tau_2 = R_2C_2 = 40\times10^3 \times 1\times10^{-6}$
$= 0.04$ sec
$V_2(t) = 8\,e^{-t/0.04}$ V

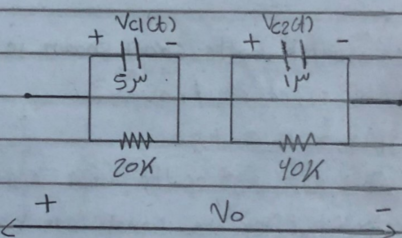
t>0



$V_o(t) = V_1(t) + V_2(t)$
$= 4e^{-t/0.1} + 8\,e^{-t/0.04}$

b) $w_1(t) = \frac{1}{2} C_1 V_0^2 (1-e^{-2t/\tau})$
$= \frac{1}{2}\times5\times10^{-6}\times4^2(1-e^{-2t/0.1})$
$= 4\times10^{-5}(1-e^{-20t})$

at t=60ms
$w_1(60) = 2.795\times10^{-5}$ Joule



$w_2(t) = \frac{1}{2} C_2 V_0^2 (1-e^{-2t/\tau})$

$= \frac{1}{2}\times10^{-6}\times8^2(1-e^{-2t/0.04})$
$= 3.04\times10^{-5}$ Joule.

$\therefore$ total $w = w_1 + w_2 = 5.835\times10^{-5}$ Joule

percentage $= \dfrac{5.835\times10^{-5}}{4\times10^{-5}+3.2\times10^{-5}} = 0.81$
$= 81\%$

* تمت بحمد الله *

Subject (circuits) Date / (1) /

(step response of an RC circuit)

في الأول عندي تلت أنواع اشارات شهيرة جداً ومفيدة في تحليل الأنظمة زي الـ unit step والـ unit impulse والـ unit ramp ، أهم حاجة نعرف دلوقت الـ unit step.

$$u(t) = \begin{cases} 0 & \text{for negative } t \\ 1 & \text{for positive } t \end{cases}$$

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

إحنا بنستخدم الـ $u(t)$ عشان اعبر عن التغير المفاجئ في قيمة جهد أو تيار زي :

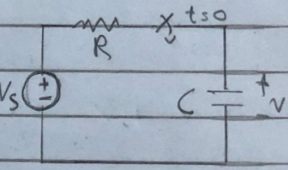
$$v(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ V_0 & t > 0 \end{cases}$$

ممكن اكتب الجهد ده على الصورة :

$$v(t) = V_0\, u(t)$$

- هنشوف دلوقت الـ (RC step response)

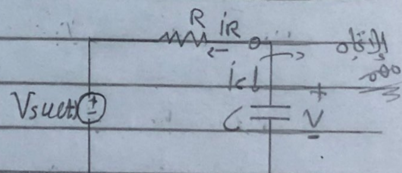
لما أدخل على RC circuit مصدر dc فجأة كده ، ممكن امثل الـ source ده كـ step function ، عشان كده سمينا الـ response في الحالة دي step response.



- المطلوب دلوقت نجيب الجهد على المكثف عند زمن t ، هنفرض إن المكثف عليه شحنة إبتدائية V_0

$$v(0^-) = v(0^+) = V_0$$

والمفتاح قفل عند t=0 ، هنطبق كيرشوف للتيار بإعتبار إن جهد المكثف أعلى :



$$i_C + i_R = 0$$

$$C\frac{dv}{dt} + \frac{v - V_s u(t)}{R} = 0$$

$$C\frac{dv}{dt} + \frac{v}{R} - \frac{V_s u(t)}{R} = 0 \qquad \text{for } t > 0$$

$$\frac{dv}{dt} + \frac{v}{RC} = \frac{V_s}{RC}$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{-(v - V_s)}{RC}$$

Scanned with CamScanner

Subject   Date 1/201

$$\therefore \frac{dv}{v - V_s} = \frac{-1}{RC}\, dt$$

$$\ln(v - V_s)\Big|_{V_0}^{v(t)} = \frac{-t}{RC}\Big|_0^t$$

$$\ln(v(t) - V_s) - \ln(V_0 - V_s) = \frac{-t}{RC}$$

$$\ln \frac{v - V_s}{V_0 - V_s} = \frac{-t}{RC}$$

$$v - V_s = (V_0 - V_s)\, e^{-t/\tau} \qquad \tau = RC$$

$$\therefore v(t) = V_s + (V_0 - V_s)\, e^{-t/\tau} \qquad t > 0$$

$$\therefore v(t) = \begin{cases} V_0 & t < 0 \\ V_s + (V_0 - V_s)\, e^{-t/\tau} & t > 0 \end{cases}$$

- دا كده مسمية الـ Complete response ، لما أدخل مصدر dc فجأة على دائرة RC بإعتبار إن المكثف كان مشحون بـ V_0.

لو المكثف مش كان مشحون ، يعني $V_0 = 0$:

$$v(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ V_s(1 - e^{-t/\tau}) & t > 0 \end{cases}$$

$$\text{OR} \quad v(t) = V_s(1 - e^{-t/\tau})\, u(t)$$

تيار المكثف بيكون من العلاقة $C\frac{dv}{dt}$

$$\therefore i(t) = \frac{C V_s}{\tau}\, e^{-t/\tau} \qquad \tau = RC$$

$$= \frac{V_s}{R}\, e^{-t/\tau}\, u(t)$$

- بدل ما أعمل الحسابات اللي فوق ، في طريقة أسرع في حساب الـ Complete response .
بيقول إن معادلة الـ $v(t)$ عبارة عن two component

$$v = v_f + v_n$$

$$v_f = V_s \qquad v_n = (V_0 - V_s)\, e^{-t/\tau}$$

MITKEES

Subject ______ Date / ٣١ /

ال V_n دا ال natural response للدايره، التزمردا هيوصل للصفر بعد 5τ ،
بسمى ال response دا transient response لإنو مؤقت ومش بيستمر مع الزمن.
ال V_f دا هسميه ال forced response ، لإنو هي نتيجة الى هوا external force
عمل ال dc ، بسميه برضو steady state response ، لإن دا الى بيستمر فتره طويله بعد
ال excitation للدايره.

ملوقت بكتب معادلة ال complete response على الشكل الآتي:

$$V(t) = V(\infty) + [V(0) - V(\infty)]\, e^{-t/\tau}$$

$V(0)$ initial value

$V(\infty)$ steady state value

ودى المعادلة الى هحل بيها.

لو المفتاح اتحرك عند $t = t_0$ بدل $t = 0$

$$V(t) = V(\infty) + [V(t_0) - V(\infty)]\, e^{-(t-t_0)/\tau}$$

خطوات الحل:

١- حساب $V(0)$

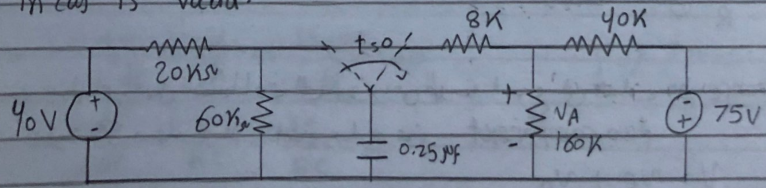
٢- حساب $V(\infty)$

٣- حساب R_{th} وحساب $\tau = R_{th}C$

٤- حساب جهد المكثف $V(t)$

٥- تيار المكثف $C\dfrac{dv}{dt}$

(Sheet) 6) a) find expression for V_A accross 160 KΩ resistor in the circuit.
b) specify the interval of time for which the expression obtained in (a) is valid.

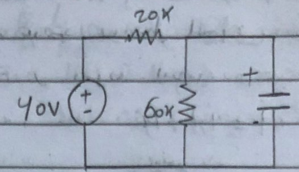


Subject Date

a) for $t < 0^-$; (Ans)

$V_0 = 40 \frac{60}{60+20} = 30$ Volt

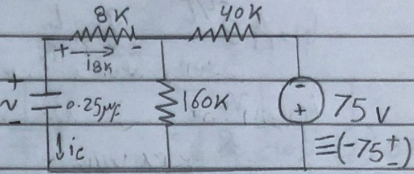
$V(0) = 30$ V



for $t \geq 0^+$;

$V(\infty) = -75 \frac{160}{40+160}$

$= -60$ V



$R_{th} = 8 + \frac{40 \times 160}{40+160} = 40K$

$\tau = CR_{th} = 0.25 \times 10^{-6} \times 40 \times 10^{3} = 0.01$ sec

$\therefore V(t) = V(\infty) + [V(0) - V(\infty)] e^{-t/\tau}$

$= -60 + [30 + 60] e^{-t/0.01}$

$= -60 + 90 e^{-t/0.01}$

$i(t) = C \frac{dv}{dt} = 0.25 \times 10^{-6} [\frac{-90}{0.01} e^{-t/0.01}]$

$= -2.25 \times 10^{-3} e^{-t/0.01}$ A

$V_{8K} = I(t) R = 18 e^{-t/0.01}$ Volt

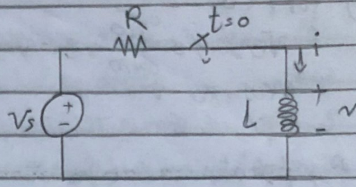
$\therefore V_A = V - V_{8K} = -60 + 90 e^{-t/0.01} - 18 e^{-t/0.01}$

$= -60 + 72 e^{-t/0.01}$

b) valid for $t \geq 0^+$

Subject   Date 1(0)1

(step response of RL circuit)



هنا الـ response هو تيار الملف، بدل ما نطبق
كـ سوف، نستخدم الطريقة السريعة

$$i = i_n + i_f$$

$$i_n = A e^{-t/\tau} \qquad \tau = \frac{L}{R}$$

$$i_f = \frac{V_s}{R}$$

$$\therefore i = A e^{-t/\tau} + \frac{V_s}{R}$$

الـ initial condition نفترض إن تيار الملف كان I_0

$$\therefore i(0^+) = i(0^-) = I_0 \quad (t=0)$$

at $t=0$:

$$I_0 = A + \frac{V_s}{R} \qquad \therefore A = I_0 - \frac{V_s}{R}$$

$$\therefore i(t) = \frac{V_s}{R} + \left(I_0 - \frac{V_s}{R}\right) e^{-t/\tau}$$

OR:

$$i(t) = i(\infty) + [i(0) - i(\infty)] e^{-t/\tau}$$

$$v(t) = L \frac{di}{dt}$$

if $I_0 = 0$ then $i(t) = \frac{V_s}{R}\left[1 - e^{-t/\tau}\right]$

$$v(t) = V_s \frac{L}{\tau R} e^{-t/\tau}$$

$$= V_s e^{-t/\tau} \, u(t)$$

(خطوات الحل)

1- احسب $i(0)$

2- احسب $i(\infty)$

Subject

Date

٣- احسب R_{th} واحسب $\tau = \frac{L}{R_{th}}$

٤- احسب $i(t)$ للملف

٥- احسب $v(t)$ للملف

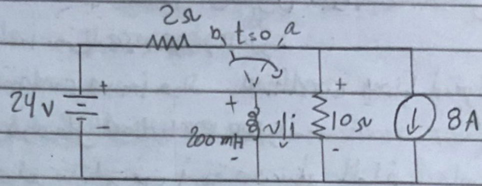
(sheet 5)

swithin circuit has been in position b for Long time and at $t=0$ moves to a.

(find:) a) $i(0^+)$ b) $v(0^+)$

c) τ $t>0$ d) $i(t)$ $t\geq 0$

e) $v(t)$ $t\geq 0^+$

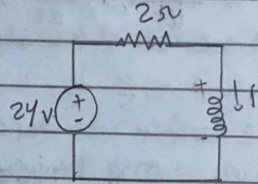


(Ans)

a) $t<0^-$

$I_0 = \frac{24}{2} = 12$ A

$i(0^-) = i(0^+) = 12$ A

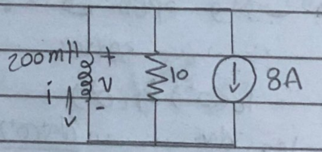


b) $t=0^+$

v at $10\Omega = IR$

$= (8+12)\times 10$

$= -200$ Volt



c) τ $t>0$

$i(\infty) = -8$ A

$\tau = \frac{L}{R} = \frac{200\times10^{-3}}{10} = 20\times10^{-3}$ sec

d) $i(t) = i(\infty) + [i(0) - i(\infty)]e^{-t/\tau}$

$= -8 + [12+8]\, e^{-t/20\times10^{-3}}$

$= -8 + 20e^{-t/20\times10^{-3}} = -8 + 20e^{-50t}$ A

e) $v(t) = L\frac{di}{dt} = 200\times10^{-3}[20\, e^{-50t}\times -50] = -200e^{-50t}$ A

Scanned with CamScanner

(Second order circuits)

الدوائر اللي شفناها قبل كده سميناها first order وكان فيها عنصر واحد فقط مكافئ من عناصر تخزين الطاقة، هنا في دوائر ال second order بيكون عندي عنصرين محصلة من عناصر التخزين، ممكن يكونوا من نفس النوع او نوعين مختلفين، ومثال على الدوائر دي دوائر ال RLC ال series أو ال parallel.

هنا برضو في نوعين من ال excitation، بال initial condition اللي بتكون source free يعني natural response، أو بال independent sources يعني step response.

← أول حاجة لازم نتعلم إزاي نجيب ال initial condition وال final condition لمتغيرات الدايره، مره بال initial condition excition ومره بال step excitation.

لما نتكلم عن v نقصد جهد المكثف، ولما نتكلم عن i نقصد تيار الملف، عاوزين نتعلم الأول نجيب:

$$i(0^+),\ v(0^+),\ \frac{dv(0^+)}{dt},\ \frac{di(0^+)}{dt},\ i(\infty),\ v(\infty)$$

أول حاجة أخلي بالي من الأقطاب لجهد المكثف و تيار الملف

تاني حاجة:

$$v(0^+) = v(0^-)$$
$$i(0^+) = i(0^-)$$

عند $t=0^-$ ، الملف short واجيب تياره، المكثف open واجيب الجهد

عند $t=0^+$ ، بربط الملف والمكثف، لو الدايره series

$$i_c(0^+) = i(0^+)$$

$$i_c = C\frac{dv}{dt} \quad \therefore \frac{dv(0^+)}{dt} = \frac{i_c(0^+)}{C}$$

$$v_L = L\frac{di}{dt} \quad \therefore \frac{di(0^+)}{dt} = \frac{v_L(0^+)}{L}$$

(ملف) $v_L = L\frac{di}{dt}$

$$\therefore i = \frac{1}{L}\int_{-\infty}^{t} v_L\,dt = \frac{1}{L}\int_{0}^{t} v_L(t)\,dt + I_0$$

ونجيب v_L من KVL.

عشان اجيب $v(\infty)$ و $i(\infty)$ اعمل المكثف open والتيار short.

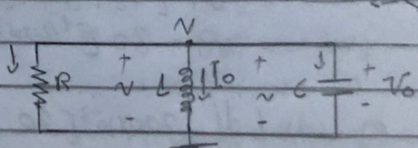
لو الدايره مش بنفس المبدأ أو الطريقه بس ممكن تختلف ونشوف مثال عليها

(Source free parallel RLC circuit)

ال initial con هيا الجهد المكثف والتيار الملف

$$i(0) = I_0 = \frac{1}{L}\int_{-\infty}^{0} v(t)\,dt$$

$$v(0) = V_0$$



Subject Date ١٨١

نطبق KCL للنود v:

$$\frac{v}{R}+\frac{1}{L}\int_{-\infty}^{t} v\,dt + C\frac{dv}{dt}=0$$

نفاضل المعادلة واقسم على C

$$\frac{d^2v}{dt^2}+\frac{1}{RC}\frac{dv}{dt}+\frac{1}{LC}v=0$$

ــ ممكن نجيب $\frac{dV(0)}{dt}$ عن طريق

at $t=0$ $\quad I(0)=I_0=\frac{1}{L}\int_{-\infty}^{0} v\,dt \qquad V(0)=V_0$

$$\therefore \frac{V_0}{R}+I_0+C\frac{dV(0)}{dt}=0$$

(دي الـ inirial conditions الى هيفيدونا في الثوابت قدام)

$$\left[\therefore \frac{dV(0)}{dt}=-\frac{1}{C}\left(\frac{V_0}{R}+I_0\right)=\frac{-(V_0+RI_0)}{RC} \qquad V(0)=V_0\right]$$

* المعادلة الى فوق دي معادلة تفاضلية من الدرجة التانية، الحل المقترح لل v أنه:

$$V=Ae^{st}$$

حيث A و s دي ثوابت هنجيبها، والشكل دا فارضينه إن الحل هيكون بشكل exponential زي ماشوفنا في ال (natural RC)

$$\therefore As^2e^{st}+\frac{1}{RC}Ase^{st}+\frac{1}{LC}Ae^{st}=0$$

$$Ae^{st}\left(S^2+\frac{1}{RC}S+\frac{1}{LC}\right)=0 \qquad Ae^{st}\neq 0$$

$$\therefore S^2+\frac{1}{RC}S+\frac{1}{LC}=0 \qquad aS^2+bS+C=0$$

$$\therefore S=\frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a} \qquad a=1 \quad b=\frac{1}{RC} \quad C=\frac{1}{LC}$$

$$\therefore S_1=\frac{-1}{2RC}+\sqrt{\left(\frac{1}{2RC}\right)^2-\frac{1}{LC}}$$

$$S_2=\frac{-1}{2RC}-\sqrt{\left(\frac{1}{2RC}\right)^2-\frac{1}{LC}}$$

نفرض $\alpha=\frac{1}{2RC}$ neper frequency or damping factor

$\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}$ resonance freq or undamped natural freq

$$\therefore S_1=-\alpha+\sqrt{\alpha^2-\omega_0^2}$$

$$S_2=-\alpha-\sqrt{\alpha^2-\omega_0^2}$$

Subject   Date 1(9)1

∴ the equation of s is

$$s^2 + 2\alpha s + \omega_0^2 = 0$$

$$\therefore V(t) = A_1 e^{s_1 t} + A_2 e^{s_2 t}$$

← هنشوف دلوقت إزاي نجيب ثوابت المعادله الـ A والـ S

← دلوقت عندي تلت احتمالات لحساب الـ S_1 و S_2 حسب قيم α و ω_0

والـ A_1 و A_2 هجيبهم من الـ initial conditions معادلتين الـ $V(0)$ والـ $\frac{dV(0)}{dt}$.

نشوف S_1 و S_2 :

1) overdamped case $\alpha > \omega_0$

في الحاله دي S_1 و S_2 هيكونوا ارقام real

$$\therefore V(t) = A_1 e^{s_1 t} + A_2 e^{s_2 t}$$

2) critically damped case $\alpha = \omega_0$

في الحاله دي هيكون عندي جذر واحد للمعادله بيساوي $-\alpha$

$$\therefore V(t) = A_1 e^{-\alpha t} + A_2 e^{-\alpha t} = A_3 e^{-\alpha t} \qquad A_3 = A_1 + A_2$$

بس الحل ما لا ينفع لإن ثابت واحد A_3 مش هيحقق الشروط الإبتدائيه، بالتالي هحول أصحح المعادله للآتي :

$$V(t) = (A_1 + A_2 t)\, e^{-\alpha t} \qquad (A_1 = V_0)$$

3) underdamped case $\alpha < \omega_0$

في الحالة دي S_1 و S_2 هتكون ارقام تخيليه، فيها $J = \sqrt{-1}$

$$S_{1,2} = -\alpha \pm j\omega_d$$

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

$$V(t) = A_1 e^{-\alpha t}\left(A_1 e^{j\omega_d t} + A_2 e^{-j\omega_d t}\right) \qquad (A_1 = V_0)$$

$$e^{j\theta} = \cos\theta + j\sin\theta$$

$$\therefore V(t) = e^{-\alpha t}\left(A_1 \cos\omega_d t + A_2 \sin\omega_d t\right)$$

Subject Date 1/10/1

(sheet 7) the resistance and inductance of the circuit shown are 100 Ω and 20 mH, respectively

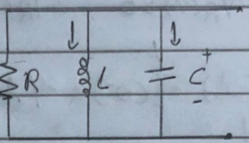
a) find the value of C that makes the voltage response critically damped.

b) if C is adjusted to give a neper frequency of 5 krad/sec, find the value of C and the roots of the characteristic equation.

c) if C is adjusted to give resonant frequency of 20 krad/sec find the value of C and the roots.

(Ans)

a) critical damping



$$\alpha = \omega_o$$

$$\frac{1}{2RC} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow \frac{1}{4R^2C^2} = \frac{1}{LC}$$

$$\therefore C = \frac{L}{4R^2} = \frac{20\times10^{-3}}{4\times100^2} = 5\times10^{-7}\ f$$

b) $\alpha = \frac{1}{2RC} = 5\times10^3$

$$\therefore C = 1/5\times10^3\times2\times100 = 1\times10^{-6}\ f$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{10^{-6}\times20\times10^{-3}}} = 7071.1$$

$$\omega > \alpha$$

$$\therefore S_{1,2} = -\alpha \pm j\omega_d \qquad \omega_d = \sqrt{\omega_0^2-\alpha^2} = 5000$$

$\therefore S_1 = -5000 + j5000$ rad/sec

$S_2 = -5000 - j5000$ rad/sec

c) $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 20\times10^3 \quad \therefore C = \frac{1}{20\times10^{-3}\times(20\times10^3)^2} = 1.25\times10^{-7}\ f$

$$\alpha = \frac{1}{2RC} = \frac{1}{2\times100\times1.25\times10^{-7}} = 4\times10^4 \text{ rad/s} \qquad \alpha > \omega$$

$\therefore S_{1,2} = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2-\omega_0^2}$ $\therefore S_1 = -5359$ rad/s $S_2 = -74641$ rad/s

Subject ________ Date / (11) /

8)

the element values in the circuit are $R = 2K\Omega$, $L = 250\ mH$ and $C = 10\ nf$. the initial current I_0 in the inductor is -4 A and the initial Voltage on the capacitor is 0 V. the output signal is v. find a) $i_R(0^+)$ b) $i_C(0^+)$ c) $\frac{dv(0^+)}{dt}$ d) A_1 e) A_2 f) $v(t)$ $t \geq 0$

(Ans)

a) $V(0^+) = V(0^-) = 0$ — نفس الشكل RLC paramel

$\therefore V_R(0^+) = 0 \quad \therefore i_R(0^+) = 0$

b) $I(0^+) = I(0^-) = -4\ A \qquad V_L(0^+) = V_C(0^+) = 0$

KCL

$i_C(0^+) + i_L(0^+) + i_R(0^+) = 0$

$\therefore i_C(0^+) = -i_L(0^+) = 4\ A$

c) $C\frac{dv(0^+)}{dt} = i_C(0^+)$

$\therefore \frac{dv(0^+)}{dt} = \frac{i_C}{C} = \frac{4}{10\times10^{-9}} = 4\times10^{8}\ V/s$

d) $\alpha = \frac{1}{2RC} \qquad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$= 25000\ rad/s \qquad = 20000\ rad/s \qquad \alpha > \omega_0$

$\therefore v(t) = A_1 e^{s_1 t} + A_2 e^{s_2 t}$

$S_{1,2} = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2} \qquad \therefore S_1 = -10000$

$S_2 = -40000$

$\therefore v(t) = A_1 e^{-10000t} + A_2 e^{-40000t}$

MITKEES

Subject (initial values) Date 1/12/

$V(0) = V_0 = 0$

$$\frac{dv(0)}{dt} = \frac{-(V_0 + R I_0)}{RC} = \frac{8000}{2\times10^{-5}} = 4\times10^{8}$$

(1) $0 = A_1 + A_2$ $\therefore A_1 = -A_2$

(2) $4\times10^{8} = -10000 A_1 - 40000 A_2$

$\therefore 4\times10^{8} = -10000 A_1 + 40000 A_1$

$= 30000 A_1$

$\therefore A_1 = 13333.3$

$\therefore A_2 = -13333.3$

$$\therefore V(t) = 13333.3 e^{-10000t} - 13333.3 e^{-40000t}$$

---

10) the resistor in the circuit is adjusted for critical damping. the inductance and capacitance values are 0.4 H and 10 μF respectively. the initial energy stored in the circuit is 25 mJ and is distributed equally between the inductor and capacitor. find a) R b) V_0 c) I_0 d) D_1 and D_2 in the solution for v e) i_R $t \geq 0^+$.

(Ans)

a) $\alpha = \omega_0$ parallel RLC نفس الشكل

$$\frac{1}{2RC} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad \therefore \frac{1}{4R^2C^2} = \frac{1}{LC}$$

$$\therefore R = \sqrt{\frac{LC}{4C^2}} = \sqrt{\frac{0.4}{4\times10\times10^{-6}}} = 100\ \Omega$$

b) $W_c = \frac{1}{2} C V_0^2$ $\therefore V_0^2 = \frac{2W_c}{C} = \frac{2\times12.5\times10^{-3}}{10\times10^{-6}} = 2500$

$\therefore V_0 = 50$ Volt

$W_L = \frac{1}{2} L I_0^2$

$I_0^2 = \frac{2W_L}{L} = \frac{2\times12.5\times10^{-3}}{0.4} = \frac{1}{16}$ $\therefore I_0 = 0.25$ A

Subject — Date (13)

d) $\alpha = \omega_0 = \frac{1}{2RC} = \frac{1}{2 \times 100 \times 10 \times 10^{-6}} = 500 \text{ rad/s}$

$v(t) = (A_1 + A_2 t) e^{-\alpha t}$

$= (A_1 + A_2 t) e^{-500t}$

(initial conditions)

$v(0) = V_0 = 50$

$\frac{dv(0)}{dt} = -\frac{(V_0 + R I_0)}{RC} = \frac{-(50 + 100 \times 0.25)}{100 \times 10 \times 10^{-6}} = -75000$

① $50 = A_1$

② $\frac{dv(t)}{dt} = -500 A_1 e^{-500t} + A_2 t(-500) e^{-500t} + A_2 e^{-500t}$

$-75000 = -500 \times 50 + A_2$

$\therefore A_2 = -50000$

$\therefore v(t) = (50 - 50000t) e^{-500t}$

e) $i_R(t) = \frac{v(t)}{R} = (0.5 - 500t) e^{-500t}$ A

g) A 10 mH inductor, a 1 μF capacitor, and a variable resistor are connected in parallel in the circuit shown, the resistor is adjusted so that the roots of the characteristics equation are $-8000 \pm j6000$ rad/s. the initial current in the inductor is 80 mA. find a) R b) $\frac{dv(0^+)}{dt}$ c) B_1 and B_2 in the solution for v and d) $i_L(t)$ hint initial voltage $V_0 = 10$ volt

(Ans)

under damped — parallel RLC — نفس المسألة

$\therefore -\alpha = -8000 \quad \alpha = \frac{1}{2RC}$

$\therefore R = 1/2C\alpha = 1/(2 \times 8000 \times 1 \times 10^{-6}) = 62.5\ \Omega$

Subject Date (14)

b) $\frac{dV(0)}{dt} = \frac{-(V_0+I_0R)}{RC}$

$= \frac{-(10+80\times10^{-3}\times62.5)}{62.5\times10^{-6}} = -240000 \;\; V/s$

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

$A_1 = 10 \qquad (A_1 = V_0)$

$\frac{dv(t)}{dt} = A_1 e^{-\alpha t}(-\sin\omega_d t)\omega_d + A_1\cos\omega_d t \times -\alpha e^{-\alpha t}$
$+ A_2 e^{-\alpha t}\cos\omega_d t\,\omega_d + A_2 \sin\omega_d t \times -\alpha e^{-\alpha t}$

at $t=0$

$-240000 = -A_1\alpha + A_2\omega_d$
$= -10\times8000 + 6000A_2$
$-160000 = 6000A_2$
$\therefore A_2 = -80/3$

$V(t) = e^{-8000t}(10\cos6000t - \frac{80}{3}\sin6000t)$

d) $i_R(t) = \frac{V(t)}{R} = \frac{1}{62.5}V(t)$

$i_c(t) = C\frac{dv(t)}{dt} = 10^{-6}[-A_1\omega_d e^{-\alpha t}\sin\omega_d t - A_2\alpha e^{-\alpha t}\sin\omega_d t$
$-\alpha A_1\cos\omega_d t + A_2\omega_d e^{-\alpha t}\cos\omega_d t]$
$= 10^{-6}(-A_1\omega_d - A_2\alpha)e^{-\alpha t}\sin\omega_d t + 10^{-6}(-\alpha A_1 + A_2\omega_d)e^{-\alpha t}\cos\omega_d t$
$= \frac{23}{150}e^{-8000t}\sin6000t - \frac{6}{25}e^{-8000t}\cos6000t$

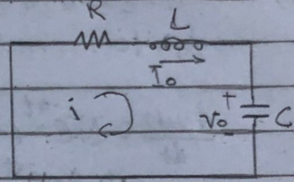
$i_L + i_c + i_R = 0 \qquad \therefore i_L = -(i_c+i_R)$
$\therefore i_L = -(-0.273e^{-8000t}\sin6000t - 0.08\cos6000t) \quad A$
$= 80e^{-8000t}\cos6000t + 273e^{-8000t}\sin6000t \quad mA$

تمت بحمد الله

MITKEES

هنشرح إن شاء الله وقت آخر جزء في الشابتر ، هنشرح الأول Source free RLC series
وده جزء مش عليه مسائل شيت و شبهه بالظبط جزء الـ parallel فهنشوف كده القوانين
بتاعته وبعد كده هنشوف الـ step RLC .

* Source free series RLC



$$i_c = C\frac{dv}{dt}$$

$$dv = \frac{1}{C}\, i\, dt$$

$$\therefore v = \frac{1}{C}\int_{-\infty}^{t} i\, dt$$

$$v(0) = \frac{1}{C}\int_{-\infty}^{0} i\, dt = V_0 \qquad \& \quad i(0) = I_0$$

apply KVL: (شروط ابتدائية)

$$Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int_{-\infty}^{t} i\, dt = 0 \longrightarrow \frac{di(0)}{dt} = \frac{-1}{L}(RI_0 + V_0)$$

$$\therefore \frac{di^2}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{di}{dt} + \frac{i}{LC} = 0$$

$$i = Ae^{st}$$

$$\therefore Ae^{st}\left(S^2 + \frac{R}{L}S + \frac{1}{LC}\right) = 0$$

$$\therefore S^2 + \frac{R}{L}S + \frac{1}{LC} = 0$$

$$S_1 = \frac{-R}{2L} + \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}} \qquad S_2 = \frac{-R}{2L} - \sqrt{\left(\frac{R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}}$$

$$S_1 = -\alpha + \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2} \qquad S_2 = -\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$$

$$\alpha = \frac{R}{2L} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \qquad i_1 = A_1 e^{s_1 t} \quad i_2 = A_2 e^{s_2 t}$$

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

Subject ______ Date 1/2/21

Case 1 $\alpha > \omega_o$ overdamping

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

Case 2 $\alpha = \omega_o$ critical damping

$$i(t) = (A_1 + A_2 t) e^{-\alpha t}$$

Case 3 $\alpha < \omega_o$ underdamping

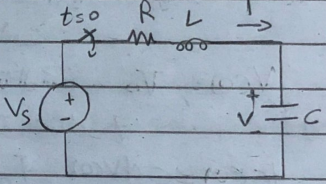
$S_1 = -\alpha + j\omega_d$ $\qquad \omega_d = \sqrt{\omega_o^2 - \alpha^2}$

$S_2 = -\alpha - j\omega_d$

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

---

* Step response of Series RLC Circuits



هنا هنطبق dc source فجأة على دايره RLC

نبدأ أطبق كيرشوف للجهود عند $t > 0$.

$$L\frac{di}{dt} + Ri + v = V_s$$

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

$$\therefore LC\frac{d^2v}{dt^2} + RC\frac{dv}{dt} + v = V_s \qquad (\text{الى هنحسبها هنا هيا الجهد على المكثف } v)$$

$$\therefore \frac{d^2v}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{dv}{dt} + \frac{v}{LC} = \frac{V_s}{LC}$$

هنفرض برضو إن حل المعادله عباره عن مركبتين مركبه force ومركبه natural

$$\therefore v(t) = v_n(t) + v_f(t)$$

ال natural response دا بنفسه لو يبقى V_s بصفر، وبالتالي هو نفس الصوره اللي كنت بحسب i في حالة ال Series بنفس ال α و ال ω_o والحالات التلاتة.

Subject ________ Date ١/٣/١

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

$V_n(t) = (A_1 + A_2 t) e^{-\alpha t}$ critical

$V_n(t) = e^{-\alpha t} (A_1 \cos \omega_d t + A_2 \sin \omega_d t)$ under

- ينجي نقى الـ forced ، عند ∞ فيها الـ V(t) لتكون نفس جهد المصدر والمكثف لتكون open

$\therefore V_f(t) = V(\infty) = V_s$

$\therefore V(t) = V_s + A_1 e^{s_1 t} + A_2 e^{s_2 t}$ over damped $\alpha = \frac{R}{2L}$

$V(t) = V_s + (A_1 + A_2 t) e^{\alpha t}$ critical damped $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

$V(t) = V_s + (A_1 \cos \omega_d t + A_2 \sin \omega_d t) e^{\alpha t}$ under damped

لمجرد حسابنا لجهد المكثف ممكن نحسب منو تيار الدايره $C\frac{dV_c}{dt}$ وبعد كده هو تيار الملف و هو هو تيار المقاومة وممكن احسب اي فيها عاوزها.

- بالنسبة للشروط الابتدائية الى هحسب منها الثوابت

$V(0) = V_0$ شحنة المكثف

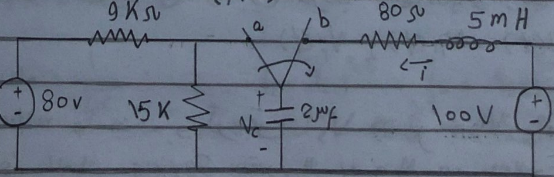
الدايره توالي يعني تيار الملف هو تيار المكثف عند $t = 0^+$

$\therefore i_C(0) = C\frac{dV(0)}{dt} = I_0$

$\therefore \frac{dV(0)}{dt} = \frac{I_0}{C}$

(sheet) the switch in circuit shown has been in position a for long time. At $t=0$ it moves to position b. find 1) $i_C(0^+)$ 2) $V_C(0^+)$ 3) $\frac{di_C(0^+)}{dt}$ 4) S_1, S_2 5) $i(t)$ for $t \geq 0$. 6) $V_C(t)$

(Ans)



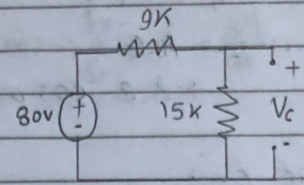
MITKEES

Scanned with CamScanner

Subject ______ Date ،(٤)،

at $t<0$

$V_c = 80 \frac{15}{15+9} = 50\,V$



$V_c(0^+) = V_c(0^-) = 50V$

$i(0^+) = i(0^-) = \text{Zero}$

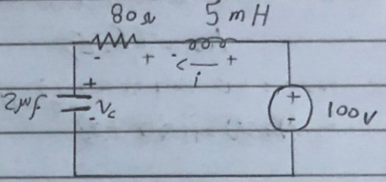
at $t=0^+$

$i_R = i_L = i_c = 0$

$V_L + V_R + V_c + V_s = 0$

$\therefore V_L = -(V_R + V_c + V_s)$

$= -(0 + 50 - 100) = 50$ volt



$V_L = L\frac{di(0^+)}{dt} \quad \therefore \frac{di(0^+)}{dt} = \frac{V_L}{L} = \frac{50}{5\times10^{-3}} = 10000\ A/s$

$\alpha = \frac{R}{2L} = 80/2\times5\times10^{-3} = 8000$

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{5\times10^{-3}\times2\times10^{-6}}} = 10000 \qquad \omega_0 > \alpha$ underdamped

$S_{1,2} = -\alpha \pm j\omega_d \qquad \omega_d = \sqrt{10000^2 - 8000^2} = 6000$

$S_1 = -8000 + j6000 \qquad S_2 = -8000 - j6000$ rad/s

$V_c(t) = V_s + (A_1 \cos\omega_d t + A_2 \sin\omega_d t)e^{-\alpha t}$

$= 100 + (A_1 \cos 6000t + A_2 \sin 6000t)e^{-8000t}$

$V(0) = 50 = 100 + A_1 \qquad \therefore A_1 = -50$

$\frac{dV(0^+)}{dt} = \frac{i_c(0^+)}{C} = 0$

MITKEES

Scanned with CamScanner

Subject ______ Date / (0) /

$$\frac{dv_c}{dt} = A_1 e^{-\alpha t}(-\sin \omega_d t)\,\omega_d + A_1 \cos \omega_d t\,(-\alpha e^{-\alpha t})$$
$$+ A_2 e^{-\alpha t} \cos \omega_d t\,\omega_d + A_2 \sin \omega_d t\,(-\alpha e^{-\alpha t})$$

at $t=0$

$$0 = A_1(-\alpha) + A_2 \omega_d$$
$$0 = 50 \times 8000 + A_2 \times 6000$$
$$\therefore A_2 = -66.67$$

$$\therefore V_c(t) = 100 + e^{-8000t}(-50 \cos 6000t - 66.67 \sin 6000t)$$

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

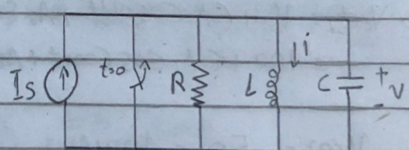
$$\therefore i(t) = 2\times10^{-6}\big(-50\, e^{-8000t}(-\sin 6000t)\times 6000 + (-50)\cos 6000t \times -8000 e^{-8000t}$$
$$+ -66.67 e^{-8000t} \cos 6000t \times 6000 + (-66.67)\sin 6000t\,(-8000) e^{-8000t}\big)$$

$$= e^{-8000t} \times 2\times10^{-6}(3\times10^5 \sin 6000t + 4\times10^5 \cos 6000t - 400020 \cos 6000t$$
$$+ 533333 \sin 6000t)$$

$$= 1.667\, e^{-8000t} \sin 6000t$$

* step response of a parallel RLC circuit

- هنا بندرس ال response لما ندخل dc current source فجأة على دايره RLC توازي.



- هنطبق كرشوف للتيارات عند $t>0$ ، مجموع تيارات الأفرع هيساوي ال I_S

$$\frac{V}{R} + i + C\frac{dv}{dt} = I_s$$

$$V_C = V_L = V_R = L\frac{di}{dt}$$

$$\therefore LC\frac{d^2i}{dt^2} + \frac{L}{R}\frac{di}{dt} + i = I_s$$ (ال $\underline{i}$ دا تيار الملف)

$$\frac{d^2i}{dt^2} + \frac{1}{RC}\frac{di}{dt} + \frac{i}{LC} = \frac{I_s}{LC}$$

هنمشي بنفس الطريقه ، ال i هتكون عباره force و nature

$i(t) = i_n(t) + i_f(t)$

ال $i_n(t)$ هيبقى ليها تلات حالات وصورتو زي ال V أمر كت دي source-free

وال $i_f(t)$ عند ∞ ال i_f هتكون بال I_s

$$\therefore i(t) = I_s + A_1e^{s_1t} + A_2e^{s_2t} \quad \text{overdamped} \qquad \alpha = \frac{1}{2RC}$$

$$i(t) = I_s + (A_1 + A_2t)e^{-\alpha t} \quad \text{critical} \qquad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$i(t) = I_s + (A_1\cos\omega_d t + A_2\sin\omega_d t)e^{-\alpha t} \quad \text{underdamped}$$

بعد ما اجيب تيار الملف اقدر اجيب جهد الملف عن طريق $L\frac{di}{dt}$ وهو هو هيكون جهد المكثف V_c واقدر اجيب تيار المكثف $i_c = C\frac{dv_c}{dt}$ وال $i_R = V/R$.

الشروط الابتدائيه.

$$I(0^+) = I_0$$

$$V_C = V_L = V_0$$

$$L\frac{di(0^+)}{dt} = V_0 \qquad \therefore \frac{di(0^+)}{dt} = \frac{V_0}{L}$$

ولو عاوز $\frac{dv(0^+)}{dt}$ ، ال $i_c = C\frac{dv}{dt}$ ، وال i_c هجيبو من كرشوف للتيارات

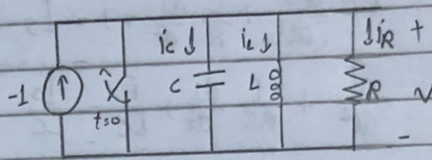
$$i_c + i_R + i_L = I_s$$

وال i_R يساوي V_0/R.

Subject ____ Date / (V) /

11) in the circuit shown $R = 500\,\Omega$, $L = 0.64\,H$, $C = 1\,\mu F$ and $I = -1\,A$, the initial voltage drop accross the capacitor is 40 V and initial inductor current is 0.5 A. find a) $i_R(0^+)$ b) $i_c(0^+)$ c) $di_L(0^+)/dt$ d) S_1, S_2 e) $i_L(t)$ for $t \geq 0$ f) $V(t)$ for $t \geq 0$.

(Ans)



a) $i_c(0^+) + i_R(0^+) + i_L(0^+) = I_s$

$i_R(0^+) = V_0/R = 40/500 = 0.08\,A$

$\therefore i_c(0^+) + 0.08 + 0.5 = -1$

$\therefore i_c(0^+) = -1.58\,A$

c) $L \dfrac{di(0^+)}{dt} = V_0 \quad \therefore \dfrac{di(0^+)}{dt} = \dfrac{40}{0.64} = 62.5\ A/s$

d) $\alpha = \dfrac{1}{2RC} = 1/2 \times 500 \times 1 \times 10^{-6} = 1000$

$\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}} = 1/\sqrt{0.64 \times 10^{-6}} = 1250 \qquad \omega_0 > \alpha$ underdamped

$S_{1,2} = -\alpha \pm j\omega_d \qquad \omega_d = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2} = 750$

$S_1 = -1000 + j750$ rad/s
$S_2 = -1000 - j750$ rad/s

e) $i(t) = I_s + e^{-\alpha t}(A_1 \cos\omega_d t + A_2 \sin\omega_d t)$
$= -1 + e^{-1000t}(A_1 \cos 750t + A_2 \sin 750t)$

$i(0) = I_0 = -1 + A_1 = 0.5 \qquad \therefore A_1 = 1.5$

$\dfrac{di(0)}{dt} = 62.5 = A_1 e^{-\alpha t}(-\sin\omega_d t)\omega_d + A_1 \cos\omega_d t\,(-\alpha)e^{-\alpha t}$
$+ A_2 e^{-\alpha t} \cos\omega_d t\,\omega_d + A_2 \sin\omega_d t\,(-\alpha)e^{-\alpha t}$

MITKEES

Scanned with CamScanner

Subject
Date ١(٨٢)

at $t=0$

$$62.5 = -\alpha A_1 + \omega_d A_2$$
$$= -1000 \times 1.5 + 750 A_2$$
$$\therefore A_2 = 2.0833$$

$$\therefore i(t) = -1 + e^{-1000t}(1.5\cos 750t + 2.0833\sin 750t)$$

F) $L\frac{di}{dt} = V_L = V_C$

$$\therefore V_C(t) = L\,(1.5e^{-1000t}(-\sin 750t)\times 750 + 1.5\cos 750t\,(-1000)e^{-1000t}$$
$$+ 2.0833e^{-1000t}\cos 750t \times 750 + 2.0833\sin 750t\,(-1000)e^{-1000t})$$

$$= e^{-1000t}(40\cos 750t - 2053.3\sin 750t)$$

* تمت بحمد الله *