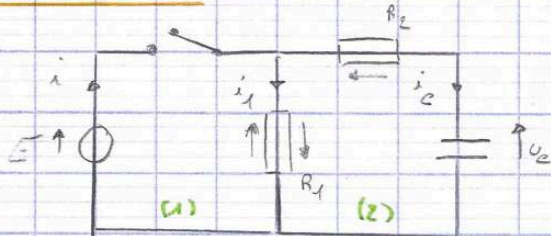


Electronique

I - Circuit en régime transitoire

Exercice 1



à $t = 0$ le condensateur est déchargé.

on sait que $q(t) = C \cdot u(t)$
 $q(0) = 0 \Rightarrow u(0) = 0$

1) Déterminer l'expression de $u_c(t)$, $i_1(t)$, $i_c(t)$ et $i(t)$

maille I: $E - R_1 i_1 = 0$ (1)

maille II: $R_2 i_1 - R_2 i_c - u_c = 0$ (2)

$$\begin{cases} E = R_1 i_1 \\ E - R_2 i_c - u_c = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E = R_1 i_1 \\ E - R_2 C \frac{du_c}{dt} - u_c = 0 \end{cases}$$

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{R_2 C} u_c = \frac{E}{R_2 C}$$

ainsi: $u_c = E \left(1 - e^{-\frac{t}{R_2 C}} \right)$

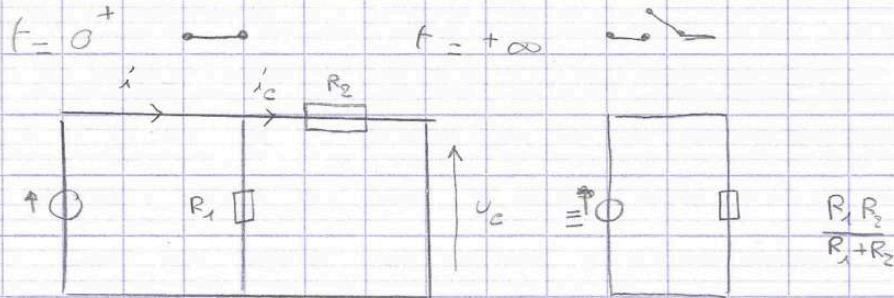
et $i_c = C \frac{du_c}{dt} = \frac{E}{R_2} e^{-\frac{t}{R_2 C}}$

$$i_1 = \frac{E}{R_1} = I_1$$

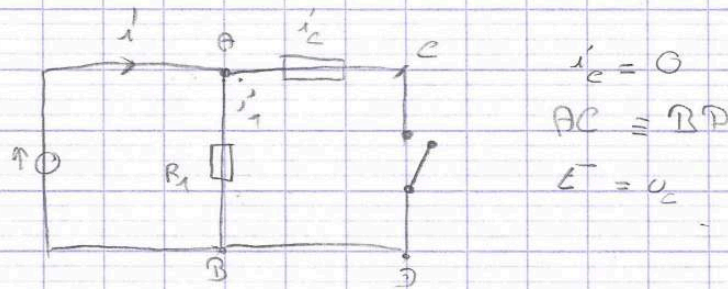
$$i(t) = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} e^{-\frac{t}{R_2 C}}$$

Exercice 1

Vérification de nos résultats en passant par le schéma équivalent.



$$E' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow i = E' \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} \right)$$



$$\begin{aligned} i_C &= 0 \\ AC &= BD \\ E &= u_C \end{aligned}$$

Exercice 2

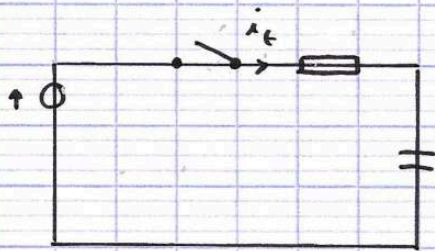
1) à $t=0$ il y a court circuit sur le générateur

Pour prévenir ce danger, on place une résistance R en série avec le générateur.

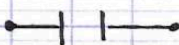
	0^-	0^+	$+\infty$
u_1	0	0	$\frac{R_1 E}{R_1 + R_2 + R}$
u_2	0	0	$\frac{R_2 E}{R_1 + R_2 + R}$
i	0	E/R	$E/(R_1 + R_2 + R)$

Exercice 3

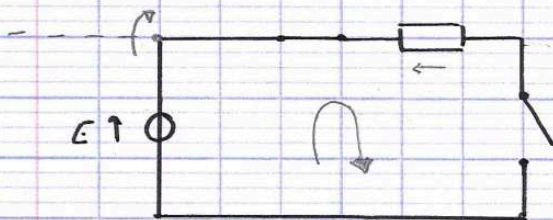
2



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

1)  $\equiv$  (interrupteur ouvert)

En régime permanent $u(t) = \mathcal{E}$ donc $\frac{du(t)}{dt} = 0$
 donc $i(t) = 0$. On peut donc l'assimiler
 à un circuit ouvert.



$$\mathcal{E} - RI - u_{\infty} = 0$$

$$\text{or } I = 0$$

$$\mathcal{E} = u_{\infty}$$

$$u = RI$$

$$u_{\infty} = R I_{\infty}$$

$$i_{\infty} = 0 \text{ A}$$

2) $u(0^-) = 0$
 $i(0^-) = 0$

$$u(0^+) = 0 \quad (\text{par continuité})$$

$$\mathcal{E} - RI = 0 \quad (\text{loi des mailles})$$

$$i(0^+) = \mathcal{E}/R$$

4) $\mathcal{E} - Ri - u(t) = 0$

$$Ri + u(t) = \mathcal{E}$$

$$RC \frac{du}{dt} + u = \mathcal{E}$$

$$u = \mathcal{E} (1 - e^{-t/RC})$$

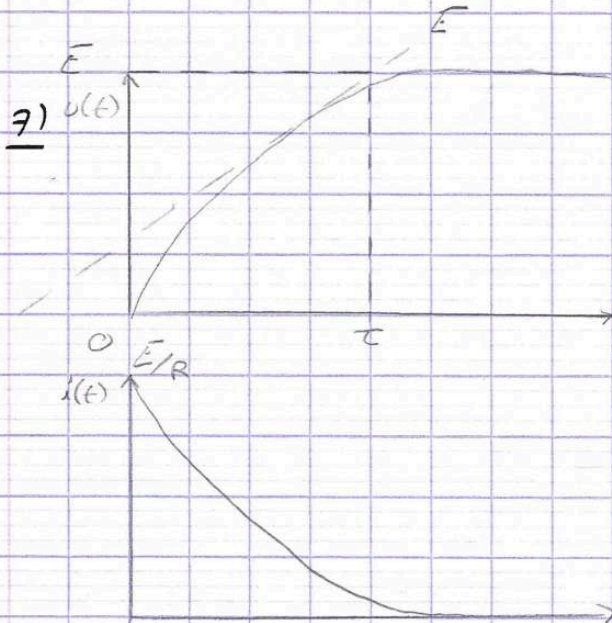
$$i = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-t/RC}$$

5) L'équa diff doit être homogène donc $\tau = 2$
 $\Omega \cdot S^{-1} \cdot m^2 \cdot R_g \cdot s^{-3} \cdot A^{-2} = m^{-2} \cdot R_g^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2 = s$

6) $u = \mathcal{L}^{-1}(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$ donc on a bien $u(0) = 0$
 $i = \frac{\mathcal{L}}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$ $u(\infty) = \mathcal{L}$

et $i(0) = \mathcal{L}/R$

$u(0) = 0$



tangente au point $t=0$
 Équation de la tangente:

$$y_1 = u'(0)(t-0) + u(0) \\ = \frac{\mathcal{L}}{RC} t$$

$y_2 = \mathcal{L}$

$\mathcal{L} = \frac{\mathcal{L}}{RC} t$

$1 = \frac{t}{RC} \Rightarrow t = \tau$

8) $W = \int_0^{+\infty} u(t) i(t) dt$
 $= \int_0^{+\infty} \mathcal{L}(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \frac{\mathcal{L}}{R} e^{-\frac{t}{RC}} dt$
 $= \frac{\mathcal{L}^2}{R} \int_0^{+\infty} e^{-\frac{t}{RC}} - e^{-\frac{2t}{RC}} dt$
 $= \frac{\mathcal{L}^2}{R} \cdot \frac{1}{2} \cdot \tau$
 $= \frac{1}{2} C \mathcal{L}^2$

Exercice 4

à $t=0$ on ferme K
 • Déterminer la loi de variation de $i(t)$.

Loi des mailles $\mathcal{E} - u_L(t) - u_R + u_L'(t) = 0$
 $\mathcal{E} - L \frac{di}{dt} - \frac{R}{3} i + L \frac{di}{dt} = 0$

$$\mathcal{E} = \frac{3}{2} L \frac{di}{dt} - \frac{R}{3} i$$

$$\Rightarrow \frac{di}{dt} + \frac{2R}{3L} i = \frac{2\mathcal{E}}{3L}$$

$$i_H = e^{-\frac{2R}{3L}t} \cdot cte$$

$$i_0 = e^{-\frac{2R}{3L}t}$$

$$cte'(x) = \frac{2\mathcal{E}}{3L} e^{+\frac{2R}{3L}t}$$

$$cte(x) = + \frac{3\mathcal{E}}{R} e^{+\frac{2R}{3L}t}$$

$$i_p(x) = + \frac{3\mathcal{E}}{R} e^{+\frac{2R}{3L}t}$$

$$i = - \frac{3\mathcal{E}}{R} e^{-\frac{2R}{3L}t} \cdot cte$$

$$i = \frac{3\mathcal{E}}{R} \left(1 - e^{-\frac{2R}{3L}t} \right)$$

$$u = \mathcal{E} - \frac{3\mathcal{E}}{R} \cdot \frac{2R}{3L} e^{-\frac{2R}{3L}t}$$

$$= \frac{2\mathcal{E}}{3} e^{-\frac{2R}{3L}t}$$

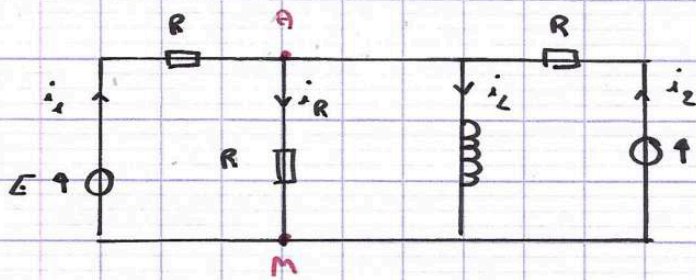
$$\frac{2R}{3L}$$

$$\frac{9L}{2R} \quad \frac{2\mathcal{E}}{3L}$$

$$t=0^+$$

$$t=+\infty$$

Exercice 5



Au nœud A :

$$U_{MA} = U_R = -U_L$$

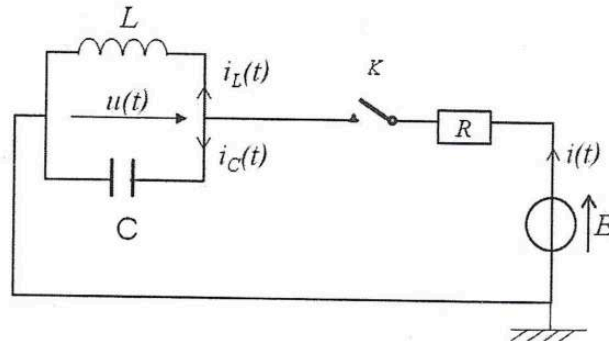
$$\frac{E + U_{MA}}{R} + \frac{U_{MA}}{R} + i_L + \frac{E - U_{MA}}{R} = 0$$

$$\frac{2E}{R} + \frac{3U_{MA}}{R} - i_L = 0$$

$$\frac{2E}{R} - \frac{3U_L}{R} - i_L = 0$$

Exercice 6

On considère le montage ci-contre où $\tau = RC = \frac{L}{R}$.



A $t = 0$ on ferme l'interrupteur K , le condensateur C étant initialement déchargé.

1. Etablir l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ du condensateur (les deux coefficients de cette équation seront exprimés en fonction de la constante de temps τ).

Rép : Après fermeture de l'interrupteur K , on applique la loi des mailles et on la parcourt dans le sens trigonométrique : cela donne : $E - R i(t) - u(t) = 0$

La charge $q(t)$ du condensateur est reliée au courant $i_C(t)$ par la relation $i_C(t) = \frac{dq(t)}{dt}$

De même $q(t) = C u(t)$ et $u(t) = L \frac{di_L(t)}{dt}$ et enfin $i(t) = i_C(t) + i_L(t)$

Dans l'équation de la maille : $E - R (i_C(t) + i_L(t)) - \frac{q(t)}{C} = 0$

$$E - R \frac{dq(t)}{dt} - R i_L(t) - \frac{q(t)}{C} = 0 \quad \text{or} \quad u(t) = \frac{q(t)}{C} = L \frac{di_L(t)}{dt} \Rightarrow \frac{di_L(t)}{dt} = \frac{q(t)}{LC}$$

Je dérive par rapport au temps l'équation de la maille :

$$\frac{d}{dt} \left(E - R \frac{dq(t)}{dt} - R i_L(t) - \frac{q(t)}{C} \right) = 0 \Rightarrow -R \frac{d^2 q(t)}{dt^2} - R \frac{d}{dt} i_L(t) - \frac{d}{dt} \frac{q(t)}{C} = 0$$

$$-R \frac{d^2 q(t)}{dt^2} - R \frac{q(t)}{LC} - \frac{d}{dt} \frac{q(t)}{C} = 0 \Rightarrow \frac{d^2 q(t)}{dt^2} + \frac{1}{RC} \frac{dq(t)}{dt} + \frac{q(t)}{LC} = 0$$

$$\text{Or } \tau = RC = \frac{L}{R} \Rightarrow L = R^2 C \Rightarrow LC = (RC)^2 = \tau^2$$

$$\text{D'où} \quad \frac{d^2 q(t)}{dt^2} + \frac{1}{\tau} \frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{\tau^2} q(t) = 0$$

2. Exprimer les conditions initiales pour $q(t)$ et $\frac{dq(t)}{dt}$, puis résoudre l'équation différentielle en $q(t)$. Quel est le régime de fonctionnement du circuit ?

Rép : $q(t = 0^+) = q(t = 0) = 0$

A la fermeture de K, le condensateur se comporte comme un fil, l'inductance étant en dérivation, elle sera donc en court-circuit. Donc $i_L(t) = 0$ et $i(t) = i_c(t)$. La maille se réduit alors à la résistance R en série avec le générateur E.

d'où $i_c(t = 0) = \frac{dq(t)}{dt} \Big|_{t=0} = i(t = 0) = \frac{E}{R}$

Equation caractéristique : $q(t) = e^{rt} \Rightarrow r^2 + \frac{1}{\tau}r + \frac{1}{\tau^2} = 0$

$\Delta = \frac{1}{\tau^2} - 4 \frac{1}{\tau^2} = -3 \frac{1}{\tau^2} < 0 \Rightarrow \Delta = 3 \frac{i^2}{\tau^2}$ d'où $r_1 = \frac{1}{2\tau}(i\sqrt{3} - 1)$ et $r_2 = -\frac{1}{2\tau}(1 + i\sqrt{3})$

Solution : $q(t) = A e^{r_1 t} + B e^{r_2 t} = e^{-\frac{t}{2\tau}} \left[A e^{i\frac{\sqrt{3}}{2\tau}t} + B e^{-i\frac{\sqrt{3}}{2\tau}t} \right] = e^{-\frac{t}{2\tau}} D \cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2\tau}t + \varphi\right)$

Précisons D et φ avec les conditions initiales :

$q(t = 0) = 0 \Rightarrow D \cos(\varphi) = 0$ comme D est nécessairement non nul: $\varphi = +\frac{\pi}{2}$

$\frac{dq(t)}{dt} \Big|_{t=0} = \frac{E}{R} \Rightarrow -\frac{D}{2\tau} \left(\cos \frac{\pi}{2} + \sqrt{3} \sin \frac{\pi}{2} \right) = -\frac{D}{2\tau} \sqrt{3} = \frac{E}{R} \Rightarrow D = -\frac{E}{R} \frac{2\tau}{\sqrt{3}}$

$q(t) = e^{-\frac{t}{2\tau}} \left(-\frac{E}{R} \frac{2\tau}{\sqrt{3}} \right) \cos\left(\frac{\sqrt{3}}{2\tau}t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{2EC}{\sqrt{3}} e^{-\frac{t}{2\tau}} \sin \frac{\sqrt{3}}{2\tau}t$

3. En déduire les expressions des courants transitoires $i_c(t)$, $i_L(t)$ et $i(t)$ ainsi que celle de la tension $u(t)$.

$u(t) = \frac{q(t)}{C} = \frac{2E}{\sqrt{3}} e^{-\frac{t}{2\tau}} \sin \frac{\sqrt{3}}{2\tau}t$

$i_c(t) = C \frac{du(t)}{dt} = \frac{E}{R\sqrt{3}} e^{-\frac{t}{2\tau}} \left(-\sin \frac{\sqrt{3}}{2\tau}t + \sqrt{3} \cos \frac{\sqrt{3}}{2\tau}t \right)$

on a : $E - R i(t) - u(t) = 0 \Rightarrow i(t) = \frac{1}{R} [E - u(t)] = \frac{1}{R} \left[E - \frac{2E}{\sqrt{3}} e^{-\frac{t}{2\tau}} \sin \frac{\sqrt{3}}{2\tau}t \right]$

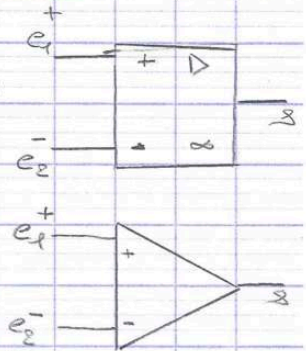
$i_L(t) = i(t) - i_c(t) = \frac{1}{R} \left[E - \frac{2E}{\sqrt{3}} e^{-\frac{t}{2\tau}} \sin \frac{\sqrt{3}}{2\tau}t \right] - \frac{E}{R\sqrt{3}} e^{-\frac{t}{2\tau}} \left(-\sin \frac{\sqrt{3}}{2\tau}t + \sqrt{3} \cos \frac{\sqrt{3}}{2\tau}t \right)$

$i_L(t) = e^{-\frac{t}{2\tau}} \left[\left(\frac{E}{R} - \frac{2E}{R\sqrt{3}} \sin \frac{\sqrt{3}}{2\tau}t \right) - \frac{E}{R\sqrt{3}} \left(-\sin \frac{\sqrt{3}}{2\tau}t + \sqrt{3} \cos \frac{\sqrt{3}}{2\tau}t \right) \right]$

II - Circuits avec Amplificateurs opérationnels

Exercice 7

Rappel: AO



1) Un AO est linéaire si: Si idéal: $e^+ = e^-$

- $-V_{cc} \leq U_s \leq +V_{cc}$ $e^- - e^+ = e = 0$
- contre réaction négative $i^+ = i^- = 0$

$$U_s = g(U_e) \quad \sum I_R = 0 \Leftrightarrow I_R = \frac{I_C R + (V_R - V_N)}{R_R}$$

$$\Leftrightarrow (U_e + (V_m - V_N)) / R_1 = \frac{U_e - V_m}{R_1} = \frac{V_e - V_m}{R_1}$$

$$\Leftrightarrow \frac{V_e - V_m}{R_1} + \frac{V_s - V_m}{R_2} + i^- = 0 \quad \text{AO idéal donc } i^- = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{V_e}{R_1} + \frac{V_s}{R_2} = V_m \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\Leftrightarrow \text{On sait que } V_N - V_m = 0 \Rightarrow V_N = V_m = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{V_e}{R_1} + \frac{V_s}{R_2} = 0$$

$$\Leftrightarrow V_e = -\frac{R_1}{R_2} V_s \quad \Leftrightarrow U_e = -\frac{R_1}{R_2} U_s$$

2) $-10 \leq U_s \leq +15$

$$10 \frac{R_1}{R_2} \geq -\frac{R_1}{R_2} U_s \geq -15 \frac{R_1}{R_2}$$

$$10 \frac{R_1}{R_2} \geq U_e \geq -15 \frac{R_1}{R_2}$$

$$\frac{4}{5} \geq U_e \geq -\frac{6}{5}$$

$$V_e - V_m = R_1 i$$

$$U_e = R_1 i \Leftrightarrow i = \frac{U_e}{R_1}$$

donc indépendant de R_2

3) Application

Exercice 8

1) Utiliser le théorème de superposition

$$U_S = U_S^{(1)} + U_S^{(2)}$$

Au nœud B :

$$\frac{E_1 + (V_m - V_B)}{R_1} + \frac{V_S - V_B}{R_2} + i^+ = 0$$

$$\Rightarrow \frac{E_1}{R_1} + \frac{V_S}{R_2} = V_B \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad \text{nœud B: } \frac{E_1 - V_B}{R_1} + \frac{U_S - V_B}{R_2} + i^- = 0$$

Pas de générateur donc $V_B = 0$ idéal $i^+ = i^- = 0$

$$U_S = -\frac{R_2}{R_1} E_1$$

$$V_A = V_B$$

$$\frac{E_1}{R_1} + \frac{U_S}{R_2} = V_B \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Au nœud B :

$$\frac{V_m - V_B}{R_1} + \frac{V_S - V_B}{R_2} + i^+ = 0$$

$$\Rightarrow \frac{V_S}{R_2} = V_B \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$V_B = 0 \quad V_A = \frac{R_4}{R_3 + R_4} E_2$$

$$U_S = \frac{R_2 R_4}{R_3 + R_4} E_2 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\text{IR} \quad V_A = 0$$

donc $V_B = 0$

$$U_S^{(1)} = -\frac{R_2}{R_1} E_1$$

$$\text{nœud B: } \frac{-V_B}{R_1} + \frac{U_S - V_B}{R_2} + i^+ = 0$$

$$V_B = 0 \quad U_S^{(2)} = 0$$

$$(2) \quad U_S = U_S^{(1)} + U_S^{(2)} = \left(\frac{R_4}{R_3 + R_4} \right) \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) \varepsilon_2 - \frac{R_2}{R_1} \varepsilon_1$$

$$\text{On a } R_1 R_4 = R_3 R_2 \Leftrightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3}$$

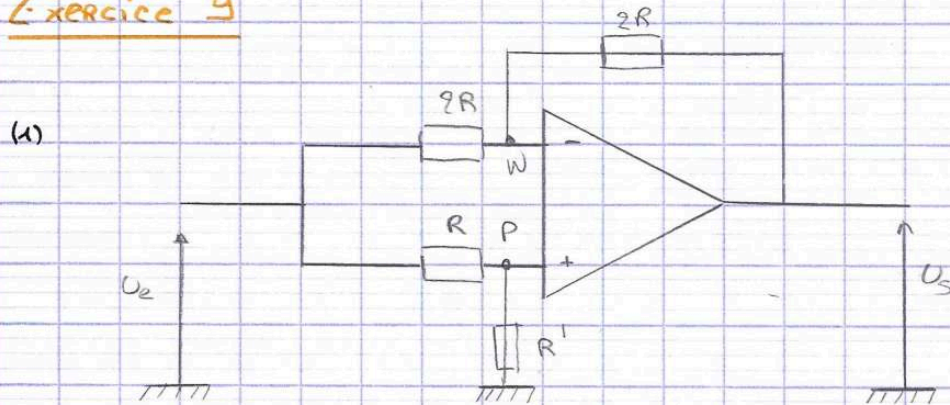
$$U_S = - \frac{R_2}{R_1} \varepsilon_1 + \frac{R_4}{R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1}} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \varepsilon_2$$

$$= - \frac{R_2}{R_1} \varepsilon_1 + \frac{R_4}{R_3} \varepsilon_2$$

$$= \frac{R_2}{R_1} (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)$$

L'ampli est donc soit un amplificateur ou atténuateur.

Exercice 9



$$\text{Au nœud N: } \frac{V_e - V_N}{2R} + \frac{V_3 - V_N}{2R} + i^- = 0$$

$$\text{AOI: } i^- = 0 \quad V_e + V_3 = 2V_N$$

$$\text{Au nœud P: } \frac{V_e - V_P}{R} - \frac{V_P}{R'} + i^+ = 0$$

$$\text{AOI: } i^+ = 0, V^+ = V^-$$

$$\Rightarrow \frac{V_e - V_P}{R} = \frac{V_P}{R'} \Leftrightarrow \frac{V_e}{R} = \frac{V_P}{R'} + \frac{V_P}{R}$$

$$\frac{V_e}{R} = \frac{V_e + V_3}{2R'} + \frac{V_e + V_3}{2R} \Leftrightarrow V_e = \frac{V_e (R + R')}{2R'} + \frac{V_3 (R + R')}{2R'}$$

$$\frac{V_e}{V_3} = \frac{R + R'}{R - R'}$$

$$\begin{aligned}
 (2) \quad A &= \frac{R \left(\frac{R'}{R} - 1 \right)}{R \left(\frac{R'}{R} + 1 \right)} \sim \frac{-1}{1} \sim -1 & \vec{U}_c \sim -\vec{U}_s \\
 & & \text{inverser} \\
 &= \frac{R' \left(1 - \frac{R}{R'} \right)}{R' \left(1 + \frac{R}{R'} \right)} \sim 1 \Rightarrow \vec{U}_c \sim \vec{U}_s \text{ suivre.}
 \end{aligned}$$

II - Circuit en régime variable sinusoïdale

Exercice 10

	U_{eff}	U_{m}	φ	fréquence
$11,2 \sqrt{2} \cos(st + \pi/2)$	11,2	$11,2 \sqrt{2}$	$+\frac{\pi}{2}$	$\frac{5}{2\pi} \text{ Hz}$
$15 \cos(st - 3\pi/2)$	$15/\sqrt{2}$	15	$-\frac{3\pi}{2}$	"
$1,2 \sin(st - \pi/3)$	$1,2/\sqrt{2}$	1,2	$-\frac{5\pi}{6}$	"

$$\varphi_{u_3}: u_3(t) = 1,2 \cos \left(st - \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{2} \right)$$

$11,2 \sqrt{2} e^{j(st + \pi/2)}$	$11,2 e^{j\pi/2}$
$15 e^{j(st - 3\pi/2)}$	$\frac{15}{\sqrt{2}} e^{-j3\pi/2}$
$1,2 e^{j(st - \pi/6)}$	$\frac{1,2}{\sqrt{2}} e^{-j\pi/6}$

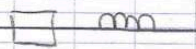
Exercice 10

$$\begin{aligned}
 \underline{U} &= 2,23 \text{ V} \angle 15^\circ \\
 &= 2,23 \text{ V} e^{j \frac{15\pi}{180}} = 2,23 e^{j \pi/12} \\
 &= U \sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi) \quad \text{expression temporelle de} \\
 &= 2,23 \sqrt{2} \cos(\omega t + \frac{15\pi}{180}) \quad \text{la tension } u(t)
 \end{aligned}$$

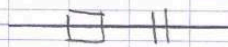
Exercice 11

$$\begin{aligned}
 Z_R &= R \\
 Z_L &= j\omega L e^{j\pi/2} = j\omega L \angle \pi/2 \\
 Z_C &= \frac{1}{j\omega C} e^{-j\pi/2} = \frac{1}{j\omega C} \angle -\pi/2
 \end{aligned}$$

(R, L)



(R, C)



(R, L, C)



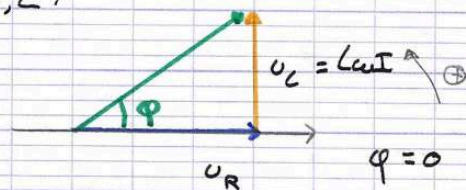
$$Z_e = R + j\omega L$$

$$Z_e = R - \frac{j}{\omega C}$$

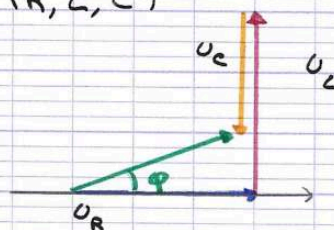
$$Z_e = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

Représentation de Fresnel

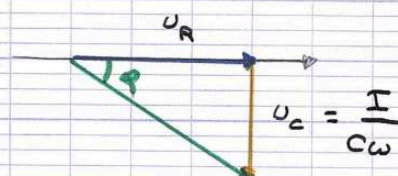
(R, L)



(R, L, C)



(R, C)



$$u_{AB}(t) = 50\sqrt{2} \cos(100\pi t - \pi/3)$$

$$u_{BD}(t) = 723\sqrt{2} \cos(100\pi t + \pi/6)$$

$$u_{DE}(t) = 636\sqrt{2} \cos(100\pi t - 5\pi/6)$$

$$(3) \quad P = UI \cos \varphi$$

$$\underline{P}_{AE} = \underline{U}_{AE} \overline{\underline{I}} = 100 e^{j0} 2 e^{j\pi/3} = 200 e^{j\pi/3}$$

$$P = \operatorname{Re}(\underline{P})$$

$$\underline{P}_{AE} = 100 \text{ W}$$

$$\underline{Z}_C = \frac{1}{C\omega j} = \frac{-j}{C\omega}$$

$$\underline{P}_{AB} = \underline{U}_{AB} \overline{\underline{I}} = 100 \text{ W}$$

$$\underline{Z}_L = L\omega j$$

$$\underline{Z}_R = R$$

$$\underline{P}_{BD} = 723 \cdot 2 e^{j\pi/2} = 1446 e^{j\pi/2} = 0 \text{ W}$$

$$\underline{P}_{DE} = 0 \text{ W}$$

Exercice 14

$$\begin{aligned} 1) \quad \underline{Z}_L &= j\omega L = 0,2 e^{j\pi/2} \Rightarrow \underline{Z}_L = 0,2 \Omega \\ \underline{Z}_C &= \frac{-j}{C\omega} = 2 e^{j\pi/2} \Rightarrow \underline{Z}_C = 2 \Omega \\ &= -2j \end{aligned}$$

2) Calcul de $\underline{Y}_2$:

$$C\omega j + \frac{1}{R} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}j$$

$$\begin{aligned} \underline{Y}_2 &= f(\underline{Z}_C, \underline{Z}_R) = \cancel{C\omega j + \frac{1}{R}} \frac{1}{\cancel{\frac{1}{C\omega j} + R}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4}j \\ &= \frac{1}{\underline{Z}_C} + \frac{1}{\underline{Z}_R} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}j \end{aligned}$$

3) Calcul de $\underline{Z}_1$: $\underline{Z}_1 = \underline{Z}_R + \underline{Z}_C = 2 - 2j$

4) $\underline{Y}_e = fct(\underline{Z}_1, \underline{Z}_2, \underline{Y}_2)$

Exercice 10

$$\begin{aligned}
 \underline{U} &= 2,23 \text{ V} \angle 15^\circ \\
 &= 2,23 \text{ V} e^{j \frac{15\pi}{180}} = 2,23 e^{j\pi/12} \\
 &= U\sqrt{2} \cos(\omega t + \varphi) \quad \text{expression temporelle de} \\
 &= 2,23 \sqrt{2} \cos(\omega t + \frac{15\pi}{180}) \quad \text{la tension } u(t)
 \end{aligned}$$

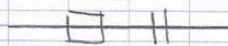
Exercice 11

$$\begin{aligned}
 Z_R &= R \\
 Z_L &= L\omega e^{j\pi/2} = L\omega \angle \pi/2 \\
 Z_C &= \frac{1}{C\omega} e^{-j\pi/2} = \frac{1}{C\omega} \angle -\pi/2
 \end{aligned}$$

(R, L)



(R, C)



(R, C, L)



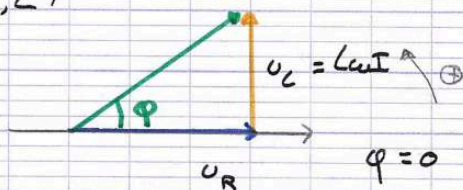
$$Z_e = R + j\omega L$$

$$Z_e = R - \frac{j}{C\omega}$$

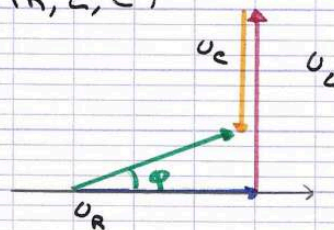
$$Z_e = R + j\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)$$

Représentation de Fresnel

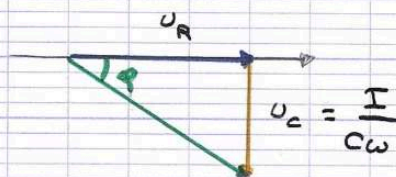
(R, L)



(R, L, C)

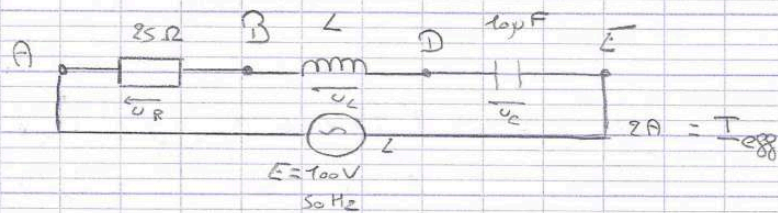


(R, C)



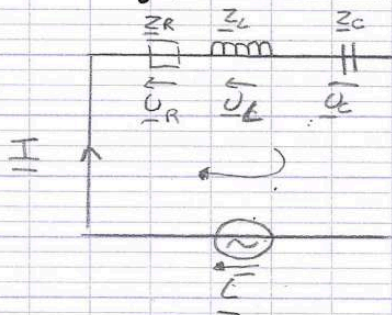
Exercice 12

(1)



On cherche L .

Transformation du schéma en représentation complexe



méthode des mailles

$$\underline{E} - \underline{U}_R - \underline{U}_L - \underline{U}_C = 0$$

$$\underline{E} = \underline{U}_R + \underline{U}_L + \underline{U}_C$$

$$= \underline{Z}_R \underline{I} + \underline{Z}_L \underline{I} + \underline{Z}_C \underline{I}$$

$$= \underline{I} (\underline{Z}_R + \underline{Z}_L + \underline{Z}_C)$$

$$\underline{E} = \underline{I} (R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C}))$$

$$|\underline{E}| = \underline{I} \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$\frac{E}{I} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$\frac{E^2}{I^2} = R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2$$

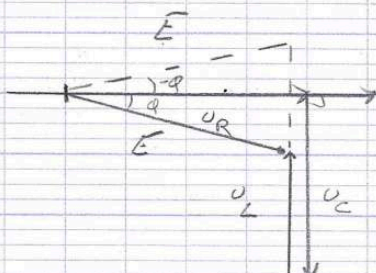
$$\pm \sqrt{\frac{E^2}{I^2} - R^2} = \frac{1}{\omega C} = \omega L$$

$$E = |\underline{E}|$$

$$I = |\underline{I}|$$

$$L_1 = 1,15 \text{ H}$$

$$L_2 = 0,88 \text{ H}$$

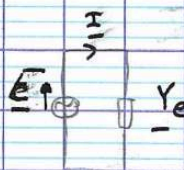


$$\Rightarrow \underline{Z}_2 + \frac{1}{\underline{Y}_2} =$$

$$\underline{Y}_e = \frac{1}{\underline{Z}_1} + \frac{1}{\underline{Z}_2 + \frac{1}{\underline{Y}_2}} = \frac{1}{2(-1-j)} + \frac{1}{0,2j + \frac{1}{\frac{1}{2}(1+j)}}$$

$$= \frac{1+j}{4} + \frac{2}{2-1,6j}$$

$$= \frac{141 + 121j}{164}$$



5) $\underline{I} = \underline{Y}_e \underline{U}$ on a $\underline{U} = \underline{Z}_e \underline{I}$

$$= \frac{141 + 121j}{164}$$

$$1,1 e^{j} \quad 1,1 \angle 41^\circ$$

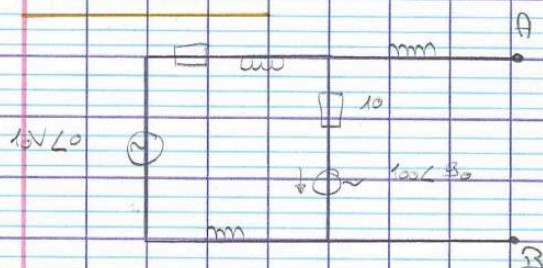
$$= I e^{j\varphi}$$

$$I = |\underline{I}| = 1,18 \text{ A}$$

$$\varphi = \text{Arctan} \frac{121}{141} = 40,6^\circ$$

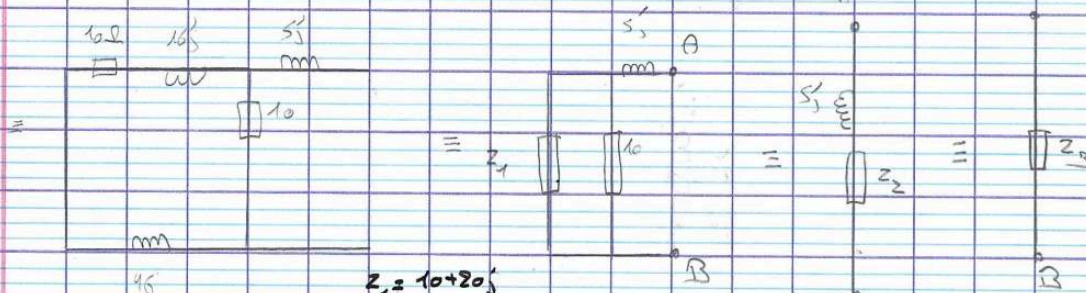
$$i(t) = 1,18 \sqrt{2} \cos(4t + 40,6 \frac{\pi}{180})$$

Exercice 17



$$\bullet \underline{Z}_{Th} = \underline{Z}_{AB} \text{ (passif)}$$

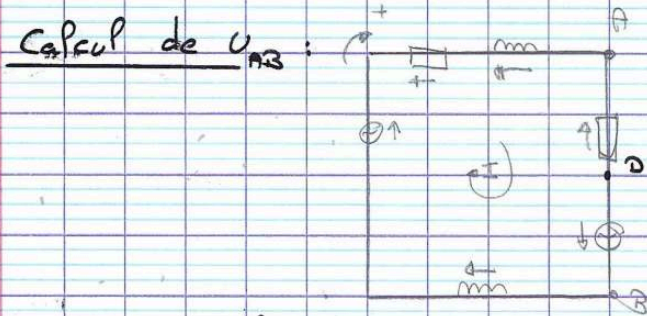
$$\bullet \underline{U}_{Th} = \underline{U}_{AB}$$



$$\underline{Z}_1 = 10 + 20j$$

$$\underline{Z}_2 = \frac{15}{2} + \frac{5}{2}j$$

$$\underline{Z}_3 = \frac{15}{2} + \frac{15}{2}j$$



$$10 - 10I - j16I - 10I + 10j - 4jI = 0$$

$$I(-20 - 20j) = -10 - 10j$$

$$I = 0,5A$$

$$\begin{aligned} U_{AB} &= U_{AD} + U_{DB} \\ &= 10I - 10j \\ &= 5 - 10j \end{aligned}$$

$$I_{th} = 5(1 - 2j)$$

3 – Circuit en régime variable sinusoïdale

Exercice 15

Rép : $R = QP/R_0$ $L = QPC_0$ A.N : $R = 1,19 \text{ k}\Omega$ $L = 5,6 \text{ H}$

Exercice 16

Rép : $U_{AB} = 75,22 \text{ V} \angle 55,19^\circ$

Exercice 17

Rép : Thévenin ($E_{Th} = 5 (1-2j)$, $Z_{Th} = 15/2 (1+j)$)

Norton ($I_N = -1/3 (1+3j)$, $Z_N = 15/2 (1+j)$)

La transformation g.t; <-> g.c est correcte : $E_{Th} = I_N Z_N$

Courant traversant le condensateur : $I = -5/173 (7+41j)$ ou bien $I = 1,202 \sqrt{2} \cos(\omega t - \frac{99,7\pi}{180})$

Exercice 18

Rép :

1) $Z_{PB} = 5(1-j)$

2) $U_{AB} = 10 \left(\frac{R+10j}{R+10+10j} - \frac{2}{3-j} \right)$

3) $R = 10\Omega$

4) $U_{AB} = 10 \left(\frac{-1+j}{4+2j} \right)$; $U_{AB} = \sqrt{10} = 3,16 \text{ V}$; $\varphi_{U_{AB}} = 1,89 \text{ radian}$; $u_{AB} = 3,16\sqrt{2} \cos(\omega t + 1,89)$

5) Comme pour un générateur de thévenin : $E_{Th} = U_{AB}$ $Z_{AB} = 3(3+j)$; Z_{AB} est dutype (R,L)