Première partie

Circuits electriques en régime transitoire

1 Introduction générale

Lorsque une tension et un courant est appliqué un à un circuit ils traversent un état d'excitation. Les tensions et le courants induits constituent la réponse du circuit.

Sans excitation le circuit est au repos.

Il existe 2 types d'excitations : en régime continu ou en régime variable.

La réponse d'un circuit électrique comprend deux phases : le régime transitoire limité puis permanent.

Une tension ou une intensité ne peut jamais présenter de discontinuïté. La tension en échelon n'est qu'une approximation.

2 Régime transitoire dans des circuits du 1er ordre

2.1 Résistance

On se rappelle de l'utilisation des résistances au premier semestre.

2.2 Condensateurs et dipôle (RC)

$$q(t) = C.u_{AB}(t)$$

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

Equivalence des condensateurs

Série : $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

Dérivation : $C_{eq} = C_1 + C_2$

Energie stockée par le condensateur $\frac{1}{2}CU^2$

Energie perdue par effet Joule dans la résistance : $\frac{1}{2}CU^2$

Décharge du condensateur

$u(t) = Ri(t)$ et $i(t) = -\frac{dq}{dt}$

2.3 Bobines RL

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

Aspect énergétique

L'énergie stockée par la bobine vaut $\frac{1}{2}LI^2$

2.4 Conclusion

Evolution temporelle

	$t = 0^+$	$t \to +\infty$
Condensateur	Comportement similaire à un fil	Comportement à un fil ouvert
Bobine	Comportement à un fil ouvert	Comportement similaire à un fil

3 Régime transitoire dans des circuits du 2ème ordre. Le dipôle RLC

Analyse d'un circuit : $E - u_c - u_R - u_L = 0$

$\Rightarrow u_c + LC\frac{d^2u_c}{dt^2} + RC\frac{du_c}{dt} + u_c = 0$ On pose $LC\omega_0^2 = 1$ on résout et on a :

$\Delta > 0$: Régime apériodique.

$\Delta = 0$: Régime critique

$\Delta < 0$: Régime pseudo périodique : oscillations amorties.

Deuxième partie

Amplificateur opérationnel idéal

4 L'AO en régime linéaire

Introduction

Un amplificateur opérationnel permet d'amplifier une différence de tension.

Réel et idéal

$$V_s = A_D(V^+ - V^-) = A_D u_D$$

Linéaire : si $-\epsilon \leq U_d \leq +\epsilon \Rightarrow U_S = A_d U_d$

Saturé : si $U_d < \epsilon \Rightarrow U_S = cte = -U_{alim}$ ou si $U_d > \epsilon \to U_s = cte = +U_{alim}$

Résistance Re	$0,1M\Omega$ à $1000G\Omega$	$+\infty$
Intensité	$< 1nA$	$i^+ = i^- = 0$
Résistance Rs	10 à 500 Ω	0
U_d	.	$U^+ = U^-$
Coefficient d'amplification A_d	10^5 à 10^7	∞
Gain-bande passante	$> 100MHz$	.

Les deux régime de l'A.O idéal

1. L'AOI est dit en **boucle ouverte** si la sortie S n'a pas de liaison avec les deux entrée U^+ et U^-. Le régime fonctionne en **saturation**.
2. L'AOI est dit en **boucle fermée avec réaction positive** si la sortie S est en liaison avec l'entrée U^+. Le régime fonctionne en **saturation**.
3. L'AOI est en **boucle fermée avec réaction négative** si la sortie S est en liaison avec l'entrée inverseuse U^-. Le montage peut fonctionner **en régime linéaire** tant que :

$$-U_{sat} \leq U_S \leq U_{sat} \text{avec} U_S = A_D U_E$$

Pour un AO idéal : $i^- = i^+ = 0$ et $U^+ = U^-$.

$$\text{Coefficient d'amplification} A = \frac{U_{\text{sortie}}}{U_{\text{entrée}}}$$

Troisième partie

Circuits électriques en régime sinusoïdal

5 Définitions, généralités

Force de Lorentz

$$\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

5.1 Grandeurs périodiques $s(t)$

Une grandeur est périodique si $s(t+T) = s(t)$, T est la période.

La fréquence vaut : $f = \frac{1}{T}$

Si s(t) est de signe constant la grandeur est monodirectionnelle.

Si s(t) change de signe la grandeur est bidirectionnelle.

La valeur moyenne vaut :$< s >= \frac{1}{T} \int_0^T s(t)dt$

La valeur efficace vaut : $s_{eff}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T s^2(t)dt$

5.2 Grandeurs sinusoïdales

Soit la grandeur sinusoïdale $s(t) = S_m cos(\omega t + \phi)$

- Sa valeur instantanée est s(t)
- Sa valeur maximum ou valeur crête est S_m
- Sa pulsation est ω, la période est $T = \frac{2\pi}{\omega}$. La fréquence est $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$.
- Sa phase (à l'origine) est ϕ
- La valeur moyenne pour une grandeur sinusoïdale $< s >= 0$
- La valeur efficace est $S_{eff} = \frac{S_m}{\sqrt{2}} \Rightarrow s(t) = S_{eff}\sqrt{2}cos(\omega t + \phi)$

Représentation pratiques de grandeurs sinusoïdales

On utilise le vecteur de Fresnel tournant par le vecteur $\vec{OM}$ de module constant égal à S_m.

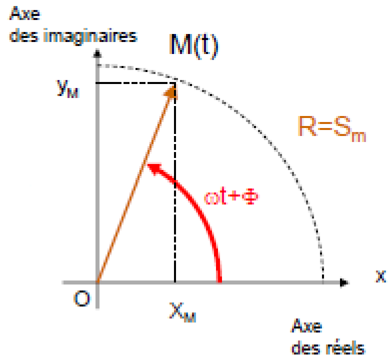
Ainsi : $x_{s(t)} = x_M$ et $y_{s(t)} = y_M = S_m cos(\omega t + \phi)$

Déphasages de 2 grandeurs sinusoïdales de même périodes

$$\phi = 2\pi \frac{x'}{x} (rad)$$

Représentation complexe d'une grandeur sinusoïdale

La grandeur physique est la partie réelle de la grandeur complexe associée.



Conventions d'écritures adoptées pour la suite.

écriture temporelle (ou valeur instantanée)	$s(t) = S_m cos(\omega t + \phi) = S\sqrt{2}cos(\omega t + \phi)$
valeur maximale	S_m
valeur efficace	S
vecteur de Fresnel associé	$\vec{OM} = S$
amplitude efficace complexe associée	$\underline{S} = Se^{j\phi}$
notation phaseur	$S\angle\phi$
amplitude efficace complexe conjugée	$\underline{S} = Se^{-j\phi}$

5.3 Circuits en régime permanent (ou forcé) sinusoïdal

Conditions de validité d'études

$$e(t) = E_m cos(\omega t + \phi)$$

6 Dipôles en régime permanent sinusoïdal

6.1 Loi d'Ohm- impédance - admittance

Impédance complexe

$$\underline{Z} = \frac{\underline{U}}{\underline{I}} = Ze^{j\phi}$$

$|\underline{Z}| = \frac{U}{I}$ et $arg(Z) = \phi$ $\underline{Z} = R + j$Réactance

Admitance complexe

$$\underline{Y} = \frac{1}{\underline{Z}}$$

6.2 Impédance élémentaire

Dipôle	Z	U	ϕ
Résistance	R	R . I	0
Bobine	$L\omega$	$L\frac{dI}{dt}$	$\frac{\pi}{2}$
Condensateur	$\frac{1}{C\omega}$	$I = C\frac{dU}{dt}$	$-\frac{\pi}{2}$

6.3 Générateurs sinusoïdaux

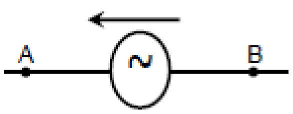


FIGURE 1 – Générateur de tension idéal

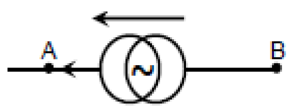


FIGURE 2 – Générateur de courant idéal

$$\text{g.t} \rightarrow \text{g.c} \begin{cases} \underline{I_0} = \frac{\underline{E_t}}{\underline{Z_t}} \\ \underline{Z_0} = \underline{Z_t} \end{cases}$$

$$\text{g.c} \rightarrow \text{g.t} \begin{cases} \underline{E_t} = \underline{Z_0}.\underline{I_0} \\ \underline{Z_t} = \underline{Z_0} \end{cases}$$

6.4 Association dipôle actif et dipôle passif

Puissance Instantanée

$$P(t) = \frac{dW}{dt} = u(t).i(t)$$

Puissance moyenne

$$P = U.I.cos(\phi)$$

Puissance complexe

$\underline{P} = \underline{U}.\overline{\underline{I}} = U.I.e^{j\phi} = U.I.cos(\phi) + j.U.I.sin(\phi) = P + jQ$

$S = U.I$ puissance apparente.

$P = U.I.cos(\phi)$ puissance active.

$Q = U.I.sin(\phi)$ puissance réactive.