

$$\underline{V} = \hat{V} e^{j(\omega t + \varphi)}$$

↑ module de \underline{V}
↑ nombre complexe

4 façons de décrire ces fonctions:

- expression analytique
- représentation graphique
- vecteur de Fresnel associé
- complexe associé

$$\cos a \cos b = \frac{\cos(a-b) + \cos(a+b)}{2}$$

Dipôles électriques passif

dipôle actif \rightarrow générateur

dipôle passif \rightarrow récepteur \rightarrow linéaire si on a même élémt

$$\underline{V} = \hat{V} e^{j(\omega t + \varphi)}$$

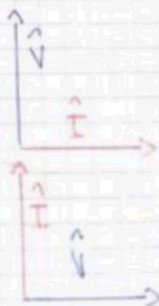
$$\underline{I} = \hat{I} e^{j\omega t}$$

$$\frac{\underline{V}}{\underline{I}} = \frac{\hat{V}}{\hat{I}} e^{j\varphi} = \underline{Z} \leftarrow \text{ohms}$$

inductance \rightarrow \underline{I} retard $\frac{\pi}{2} \circ$ $\% \underline{V}$

condensateur \rightarrow \underline{I} avance $\frac{\pi}{2} \circ$ $\% \underline{V}$

$$(\vec{I}, \vec{V})$$



$$R = \frac{U \cdot L}{S} \quad \begin{array}{l} U \text{ en V} \\ L \text{ en m} \\ S \text{ en m}^2 \end{array}$$

Voltmètre / ampèremètre

essai à vide \rightarrow voltmètre, $I = 0$

essai en charge \rightarrow ampèremètre $R_{\text{ampère}} = 0$

chute de tension \rightarrow résistance interne

composant à l'équilibre \rightarrow tension à ses bornes nul

Signaux alternatifs sinusoïdaux

$$\cos(a+b) = \cos(a)\cos(b) - \sin(a)\sin(b)$$

$$\cos(a-b) = \cos(a)\cos(b) + \sin(a)\sin(b)$$

$$\sin(a+b) = \sin(a)\cos(b) + \cos(a)\sin(b)$$

$$\sin(a-b) = \sin(a)\cos(b) - \cos(a)\sin(b)$$

angle en fonction du temps:

$$\theta = \omega \cdot t + \varphi \rightarrow \text{phase à l'origine}$$

\hookrightarrow pulsation

ω en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$ φ en rad

$$\underline{Y} = G + j \cdot (B - \text{susceptance}) \quad |\underline{Y}| \rightarrow \text{admittance}$$

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

$$\underline{Z}_R = R \quad \underline{Z}_L = j\omega L \quad \underline{Z}_C = \frac{1}{j\omega C} \quad \left(\begin{array}{l} \text{démonstration} \\ \text{possible} \end{array} \right)$$

- glacer T fonction math
- exprimer T en fonction de T
- intégrer $\frac{1}{\text{la période du signal}}$

Valeur moyenne

Le dispositif lent est sensible à la valeur moyenne des signaux qu'il applique un dispositif rapide.

① la valeur moyenne d'une grandeur périodique est la moyenne des valeurs de cette grandeur

② $V_{\text{may}} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} f(t) dt$ par rapport à t_0 quelconque

③ $V_{\text{may}} = \frac{\text{aire sous la courbe sur période}}{\text{période}}$

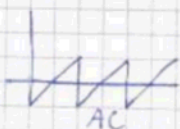
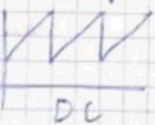
composante continue et alternative

memre: 3 choix

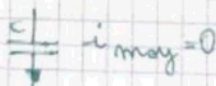
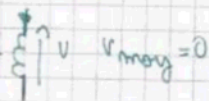
DC \rightarrow entrée directe

AC \rightarrow composante alternative

GNP \rightarrow grand \rightarrow moy



$$DC = AC \pm V_{\text{may}}$$



$$V_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2 dt}$$

Triphasée

triphasée \rightarrow 3 conducteurs \rightarrow phases (+ neutre)

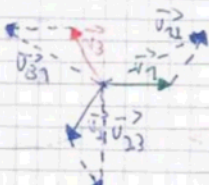
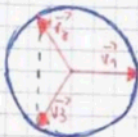
tensions $V_1, V_2, V_3 \rightarrow$ simple V

tensions $U_{12}, U_{23}, U_{31} \rightarrow$ composées U (comme vecteur)

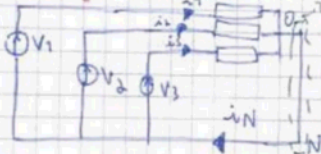
$$U_{12} = V_1 - V_2$$

3 phase déphasés de $\frac{2\pi}{3} \rightarrow$ triphase équilibré

sens direct sens inverse



montage étoile



si $i_N = 0$ enlever cette branche \rightarrow N-Neon

montage équilibré

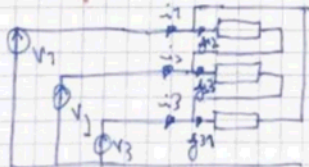
$\Rightarrow V_1, V_2, V_3$ alternatives sinusoïdales

triphasées équilibrées

potentiel au centre de

l'étoile = celui du neutre

montage triangle

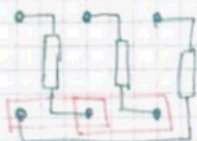


neutre de Ennel

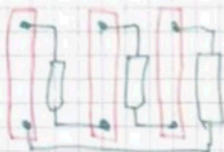
\rightarrow courant composé sur les tensions composées

\rightarrow courant simple sur les tensions simples

choix triphasé étoile ou triangle



étoile



triangle

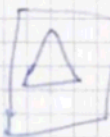
motor écrit 2 tensions → la grande en Δ en phase
→ la petite
→ les max au bornes
d'un enroulement

pas de
surdimensionnement
possible

non y a t'il des tensions

=
la tension admissible par
un enroulement?

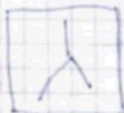
↓ oui



non

s'agit-il de
la tension
simple du réseau?

↓ oui



pour le couplage
d'un condo:

Y étoile: $V = \frac{V}{\sqrt{3}}$ → tension

Δ triangle: U → tension

Théorème de superposition

Dans un réseau linéaire le courant (ou la tension) dans une branche quelconque est = la Σ algébrique des courants obtenus dans cette branche sous l'effet de chacune des sources indépendantes prise isolément, toutes les autres étant remplacées par leur impédance interne.

Energie et puissance

puissance absorbée \oplus

\rightarrow donnée \ominus

active \rightarrow signaux sinusoïdaux
moyenne \rightarrow signaux continus

énergie: $W_e = UI \Delta t$ (en J)

puissance: $P = \frac{W_e}{\Delta t} = UI$

lettre min \rightarrow variable
may \rightarrow constant

$$W = \int_{t_0}^{t_1} p(t) dt$$

$$\textcircled{1} P = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} p(t) dt$$

$$\textcircled{2} P = \frac{\text{valeur sans la courbe sur un intervalle d'une période}}{T}$$

$\textcircled{3}$ on ne s'attache à partir du graphique de $p(t)$

$$P_{\text{eff}} = R \langle i^2(t) \rangle = \frac{\langle u^2(t) \rangle}{R}$$

$$V_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt} = \frac{U}{\sqrt{2}}$$

$$I_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$$

$$V_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt}$$

effet Joule $P_R = V_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$

la valeur efficace d'un courant est égale à la valeur du courant continu qui dissiperait la même puissance active dans la résistance.

$$|I_{\text{max}}| \leq I_{\text{eff}} \leq |\hat{I}|$$

la tension aussi

puissance active dans un circuit et une inductance ou

Puissance active d'un générateur \rightarrow nul

$$I_{eff} V_L = I_{max}$$

Puissance active / puissance moyenne $\rightarrow P = \langle u(t) \cdot i(t) \rangle$
 $= U_{eff} I_{eff} \cos \varphi$

Puissance apparente $S = U_{eff} I_{eff}$

facteur de puissance: $\alpha = \frac{P}{S} = \cos \varphi \leq 1$

$$P = (I, \vec{0})$$

$Q = U_{eff} I_{eff} \sin \varphi$ (VAR) \rightarrow puissance réactive

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad \varphi = \arctan \frac{Q}{P}$$

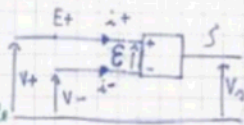
$$Q_L = L \omega I_{eff}^2 = U_{eff} I_{eff} \rightarrow 0 < \varphi < \frac{\pi}{2}$$

$$Q_C = -L \omega U_{eff}^2 = -U_{eff} I_{eff} \rightarrow -\frac{\pi}{2} < \varphi < 0$$

Amplificateur linéaire intégré (ALI)

$$V_s = \mu \varphi \quad \mu \rightarrow \infty \quad \varphi \rightarrow 0$$

ALI idéal \rightarrow impédance entrée ∞
 \rightarrow sortie nulle
 $\rightarrow P = \infty \Rightarrow V = 0$



réalisation:

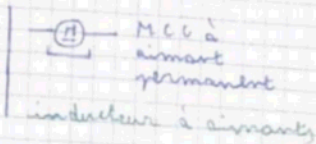
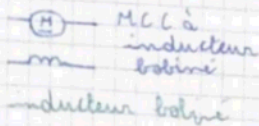
- ① on considère \Rightarrow les impédances d'entrée $\Rightarrow i^+ = i^- = 0$
l'ALI idéal sont infinies

- ② s'observe une contre réaction \Rightarrow le régime de fonctionnement est $\Rightarrow \varphi = 0 \Rightarrow V^+ = V^-$
négative le régime linéaire

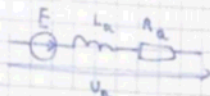
$$\int x(t) dt \rightarrow \frac{x}{f_w}$$

$$\frac{dx}{dt} \rightarrow g_w x$$

Machine à courant continu



T (kg.m²)
inertie



T_{em} (Nm)
couple électromagnétique du rotor

$$V_a = E + R_a I_a + L_a \frac{dI_a}{dt}$$

T_p (Nm)
couple des paires

$$T \frac{d\theta}{dt} = T_{em} - T_p - T_{fr}$$

T_u (Nm)
couple utile

$$E = k \Phi \omega$$

$$T_{em} = k I_a \Phi$$

Φ flux inducteur

$$P_a = P_u + p_r$$

\uparrow puissance utile \uparrow pertes
 absorbée

$$p = \frac{P_u}{P_a}$$

puissance électromagnétique

$$P_{em} = E I_a = T_{em} \omega \quad (W)$$

Partie 2 ALI en régime non linéaire

on considère l'ALI idéal
on observe pas de CR négative

\Rightarrow RF et le RNL

$$* \text{ si } V^+ > V^- \Rightarrow E > 0 \quad | \quad * \text{ si } V^+ < V^- \Rightarrow E < 0$$

$$\Rightarrow V_s = +V_{sat} + T_{em} \quad \Rightarrow V_s = -V_{sat}$$

on compare V^+ et V^-

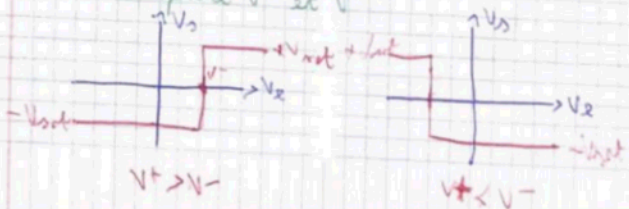


Diagramme de Bode et fonction de transfert

$$I(j\omega) = \frac{F(j\omega)}{E(j\omega)}$$

$$G = |I(j\omega)|$$

$$\varphi = \arg(I)$$

$$\arg T_1 T_2 = \arg T_1 + \arg T_2$$

$\times 10 \text{ W} \rightarrow 1 \text{ décade}$ $/10 \rightarrow -1 \text{ décade}$

$\times 2 \text{ W} \rightarrow 1 \text{ octave}$ $/2 \rightarrow -1 \text{ octave}$

couple de phase | couple de gain
 $(\varphi \text{ (rad)})$ | (dB)
 $\rightarrow (\omega \text{ (rad/s)})$ | $\rightarrow (\omega)$

1^{er} ordre

	passif bas	dérivateur	intégrateur	avance de phase
$\underline{T} =$	$\frac{K}{1+j\frac{\omega}{\omega_c}}$	$jK\frac{\omega}{\omega_c}$	$\frac{K}{j\frac{\omega}{\omega_c}}$	$K(1+j\frac{\omega}{\omega_c})$
ω_c pulsation de	courbe -3 dB	courbe 0 dB	courbe 0 dB	courbe +3 dB

K coefficient en gain statique du système

2^{ème} ordre

passif bas	$\underline{H} = K$	$\frac{1}{1+j2\zeta n \frac{\omega}{\omega_0} + (j\frac{\omega}{\omega_0})^2}$
passif haut	$\underline{H} = K$	$\frac{(j\frac{\omega}{\omega_0})^2}{1+j2\zeta n \frac{\omega}{\omega_0} + (j\frac{\omega}{\omega_0})^2}$
passif bande	$\underline{H} = K$	$\frac{j2\zeta n \frac{\omega}{\omega_0}}{1+j2\zeta n \frac{\omega}{\omega_0} + (j\frac{\omega}{\omega_0})^2}$
coupe bande / rejeteur	$\underline{H} = K$	$\frac{1 + (j\frac{\omega}{\omega_0})^2}{1+j2\zeta n \frac{\omega}{\omega_0} + (j\frac{\omega}{\omega_0})^2}$

biellette = 2 rotules

$$6(p-1) - \sum \text{lig} = \text{matmi} - h$$

$h > 0$ hyperstatique

$h = 0$ isostatique

$$F = p \cdot S$$

N Pa mm²

Torseur

glisseur (une force)

couple (un moment)

Meca

3 forces

3 forces non parallèles

se lèvent en un point S

système

soumis à 2 forces

de support commun

même norme et de sens opposé

problème plan

symétrie du système

symétrie du chargement

hyperstatique

—

+

+

montage

prise

rigide

isostatique

+

—

—

hyperstatique

—

→ augmenter degré mobilité

Engrenage

$$p = \pi \cdot m \rightarrow \text{module}$$

$$D = m \cdot z$$

$z \in \mathbb{Z}$

z dent

Symbole

une case

contexte

normes
→ système
→ échange

