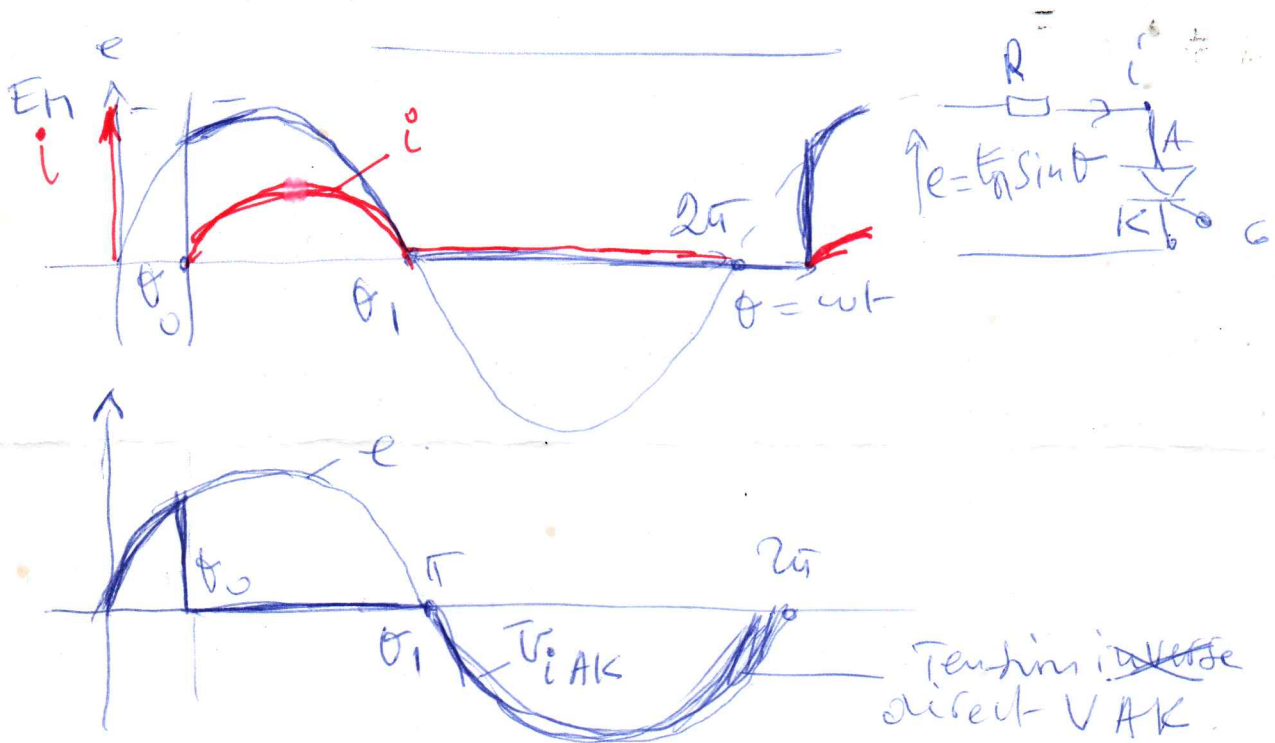


Ex 11 Une alimentation comporte une f.e.m. sinusoïdale $e = E_m \sin \omega t$, un thyristor et une résistance de charge R . La chute de tension E_0 dans le thyristor étant négligeable. Calculer en fonction de l'angle d'amorçage θ_0 .

- l'intensité efficace du courant dans le thyristor.
- la tension efficace aux bornes du Thyristor.
- la puissance de sortie totale.



- a) à $\theta = \theta_0$ pour appliquer une impulsion à la gâchette G de Thyristor. Conduit est l'équation est : $e = Ri$ ou $E_m \sin \theta = Ri$
 à $\theta_1 = \pi$ l'interrupteur s'ouvre.

Remarque la Courbe $Ri = E_m \sin \theta$ à une échelle convenable représente le graphique du courant anode

Par définition l'intensité efficace

$$I_{\text{eff}}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i^2 d\theta = \frac{E_m^2}{2\pi R^2} \int_{\theta_0}^{\pi} \sin^2 \theta d\theta$$

$$I_{eff}^2 = \frac{E_m^2}{2\pi R^2} \int_{\theta_0}^{\pi} \frac{(1 - \cos 2\theta)}{2} d\theta =$$

$$\frac{E_m^2}{4\pi R^2} \left[\theta - \frac{1}{2} \sin 2\theta \right]_{\theta_0}^{\pi} \Rightarrow$$

$$I_{eff} = \frac{E_m}{2R} \left(\frac{\pi - \theta_0}{\pi} + \frac{\sin 2\theta_0}{2\pi} \right)$$

(b) Par définition

$$V_{AK eff}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_{AK}^2 d\theta = \frac{1}{2\pi} \left[\int_{\theta_0}^{\pi} E_n^2 \sin^2 \theta d\theta + \int_{\pi}^{2\pi} E_n^2 \sin^2 \theta d\theta \right]$$

$$= \frac{E_n^2}{4\pi} \left[\int_{\theta_0}^{\pi} (1 - \cos 2\theta) d\theta + \int_{\pi}^{2\pi} (1 - \cos 2\theta) d\theta \right]$$

$$\frac{E_n^2}{4\pi} \left[\left(\theta - \frac{1}{2} \sin 2\theta \right)_{\theta_0}^{\pi} + \left(\theta - \frac{1}{2} \sin 2\theta \right)_{\pi}^{2\pi} \right]$$

$$V_{AK eff} = \frac{E_n}{2} \left(\frac{\pi - \theta_0}{\pi} - \frac{\sin 2\theta_0}{2\pi} \right)$$

(c) Comme la charge est une résistance R la puissance dissipée dans la charge est

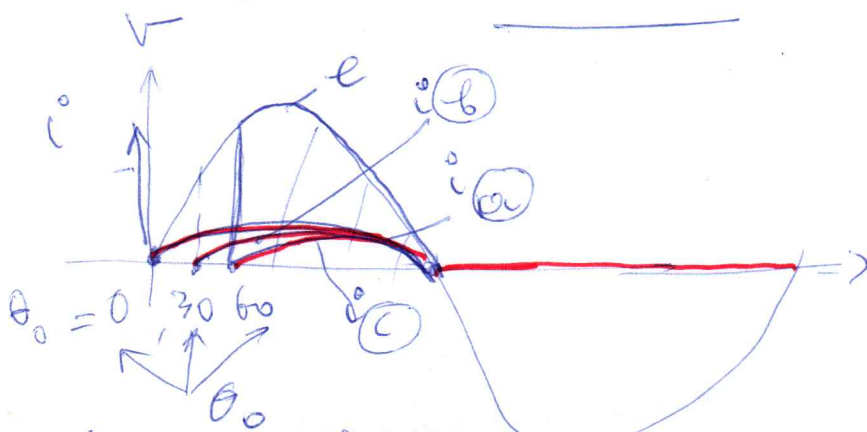
$$P_{charge} = R \cdot I_{eff}^2 = \frac{E_n^2}{4R} \left(\frac{\pi - \theta_0}{\pi} + \frac{\sin 2\theta_0}{2\pi} \right)$$

Ex n°2:

Un thyristor est alimenté par une tension sinusoïdale $e = E_m \sin \theta$ de valeur efficace 440 V avec une charge $R = 100 \Omega$

Déterminer les valeurs moyennes du courant anodique pour les valeurs suivantes de l'angle d'amorçage

a) $\theta_0 = 0$, b) $\theta_0 = 30^\circ$, c) $\theta_0 = 60^\circ$



Rappel: $\int \cos \theta = \sin \theta$
 $\int \sin \theta = -\cos \theta$

$\theta = \omega t$
 $t = \frac{\theta}{\omega} = \frac{\theta}{2\pi R}$

La formule générale pour la moyenne est:

$$I_{moy} = \frac{1}{2\pi} \int_{\theta_0}^{\pi} \frac{E_m}{R} \sin \theta d\theta = \left[\frac{E_m}{2\pi R} (1 + \cos \theta_0) \right] = I_{moy}$$

a) $\theta_0 = 0 \Rightarrow I_{moy} = \frac{440\sqrt{2}}{2\pi \cdot 100} (1+1) = 1,48 A$

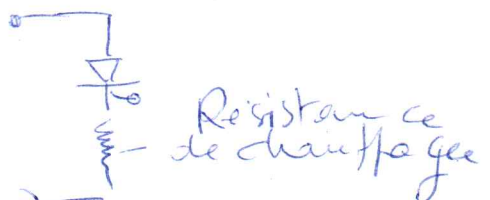
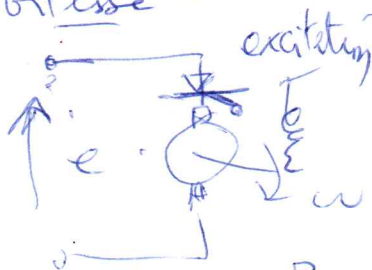
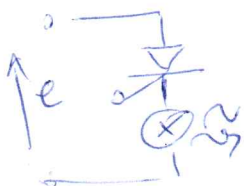
b) $\theta_0 = 30^\circ \Rightarrow I_{moy} = \frac{440\sqrt{2}}{2\pi \cdot 100} \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 1,85 A$

c) $\theta_0 = 60^\circ \Rightarrow I_{moy} = \frac{440\sqrt{2}}{2\pi \cdot 100} (1 + 0,5) = 1,48 A$

Application: "Lampe" réglage de l'éclairage

* Moteur: réglage du couple $\propto I$ ou vitesse

* CHAUFFAGE



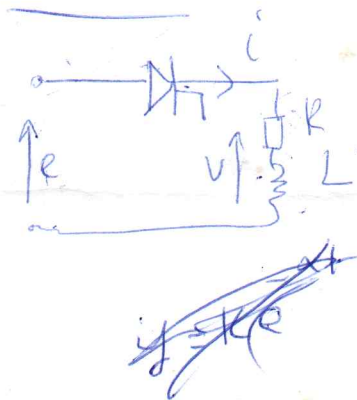
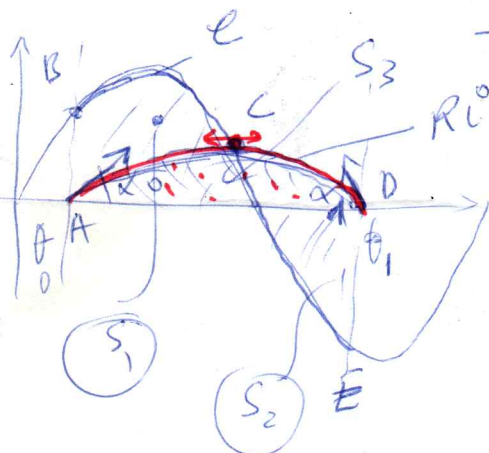
Exercice 3. Alimentation d'un circuit R-L

Une alimentation simple alternance comporte une f.e.m. sinusoïdale $e(v) = 220\sqrt{2} \sin 100\pi t$. Un thyristor et un récepteur R-L dont les valeurs sont les suivantes

$$R = 2\Omega, L\omega = 8\Omega, \omega = 100\pi \text{ rad/s}.$$

Sachant que l'angle d'amorçage est $\sigma_0 = 30^\circ$, déterminer :

- le graphe du courant dans le récepteur
- l'angle d'extinction θ_1
- les tangentes en des points particuliers du graphe
- la tension moyenne aux bornes du récepteur



Ri est la chute de tension sur R

Ri/R donne l'image du courant I

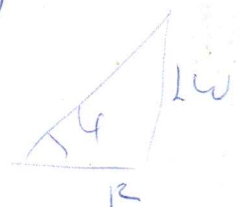
(a) Équation : $\theta = \omega t \Rightarrow dt = \frac{d\theta}{\omega}$

$$e = E_n \sin \theta = Ri + L \frac{di}{dt} = Ri + L\omega \frac{di}{d\theta}$$

Solution $\rightarrow$ Constante d'intégration

$$i = \frac{E_n}{Z} \sin(\theta - \varphi) + A \exp\left(-\frac{R}{L\omega} \theta\right)$$

$$\varphi = \arctan \frac{L\omega}{R} \text{ et } Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$$



a) Comme pour une alimentation à diode le système est régi par l'équation :

$$e = E_m \sin \omega t = Ri + L \frac{di}{dt} \quad \omega = \frac{d\theta}{dt} \Rightarrow \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{\omega} \frac{d\theta}{d\theta}$$

$$E_m \sin \theta = Ri + L \omega \frac{di}{d\theta}$$

$$\tau_L = \frac{L\omega}{R}$$

La solution est

$$i = \frac{E_m}{Z} \sin(\theta - \varphi) + A \exp\left(-\frac{R}{L\omega} \theta\right)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + L^2 \omega^2}$$

$$\varphi = \arctan \frac{L\omega}{R}$$

solution forcée

solution libre

condition initiale $i = 0$ pour $\theta = \theta_0$

$$0 = \frac{E_m}{Z} \sin(\theta_0 - \varphi) + A \exp\left(-\frac{R}{L\omega} \theta_0\right) \Rightarrow$$

$$A = -\frac{\tau_L}{Z} \sin(\theta_0 - \varphi) \exp\left(-\frac{R}{L\omega} \theta_0\right)$$

$$i = \frac{E_m}{Z} \left[\sin(\theta - \varphi) - \sin(\theta_0 - \varphi) \exp\left[-(\theta - \theta_0)/\tau_L\right] \right]$$

A l'extinction nous avons $i = 0$ et $\theta = \theta_1$

$$\sin(\theta_1 - \varphi) = \sin(\theta_0 - \varphi) \exp\left[-(\theta_1 - \theta_0)/\tau_L\right]$$

Ainsi connaissant θ_0 et φ il est possible de déterminer θ_1 l'angle d'extinction

- Remarque l'équation est non linéaire
un algorithme peut être utilisé tel que
"Newton Raphson" ou la méthode de approxi-
mation successive, ou la méthode dichotomique

$$\Rightarrow \theta_1 = 270^\circ$$

✓

1 Tangents en 2 points particuliers

$$e = E \sin \theta = Ri + L \frac{di}{dt} \quad \left\{ \begin{array}{l} \theta = \omega t \\ dt = \frac{1}{\omega} d\theta \end{array} \right.$$

$$e = E \sin \theta = Ri + L\omega \frac{di}{d\theta}$$

on s'intéresse à

$\mu_R = Ri$ μ_R est l'image de i

* lorsque $\theta = \theta_0$ à l'amorçage $\rightarrow \underline{i=0}$ et $Ri=0$

$$E \sin \theta_0 = AB = 0 + L\omega \frac{di}{d\theta} \rightarrow$$

$$\boxed{\tan \alpha_0 = \frac{AB}{L\omega}}$$

à l'extinction

$$E \sin \theta_1 = DE = 0 + L\omega \frac{di}{d\theta} \rightarrow$$

$$\boxed{\tan \alpha_1 = \frac{di}{d\theta} = \frac{DE}{L\omega}}$$

par ailleurs au point $\underline{C}$

$$E \sin \theta d\theta = Ri d\theta + L\omega di$$

on intègre de θ_0 à θ_1 et $I = I_0; I_1$.

$$\int_{I_0}^{I_1} L\omega di = L\omega(I_1 - I_0) = 0$$

$$\int_{\theta_0}^{\theta_1} E \sin \theta d\theta = \int_{\theta_0}^{\theta_1} Ri d\theta$$

$$\boxed{S_1 - S_2 = S_3}$$

Surface:

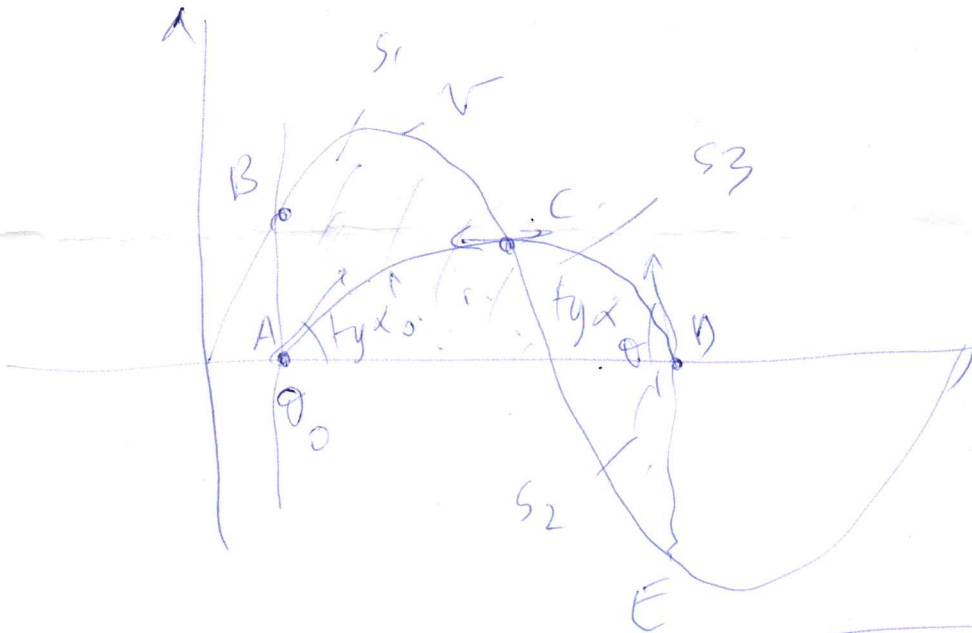
6

on a 2 courbes
 e et Ri se rencontrent
 $L \frac{di}{dt} = L\omega \frac{di}{d\theta} = 0$

d) donc l'aire sous-tendue par la courbe de la chute de tension ohmique dans la charge est = à la différence de deux aires hachurées. Cette différence, divisée par 2π donne le courant moyen.

$$I_c = I_{\text{moy}} = \frac{1}{2\pi} \int_{\theta_0}^{\theta_1} i d\theta = \frac{1}{2\pi R} \int_{\theta_0}^{\theta_1} E \pi \sin \theta d\theta$$

$$I_c = \frac{E \pi}{2\pi R} (\cos \theta_0 - \cos \theta_1)$$



$$V_c = V_{\text{moy}} = R I_c = \frac{E \pi}{2\pi} (\cos \theta_0 - \cos \theta_1)$$

Connaissant θ_0, θ_1

$$V_c = V = \frac{1}{2\pi} \int_{\theta_0}^{\theta_1} E \pi \sin \theta d\theta = -E [\cos \theta]_{\theta_0}^{\theta_1} =$$

$$V_c = \frac{E \pi}{2\pi} (\cos \theta_0 - \cos \theta_1) = \frac{220\sqrt{2}}{2\pi} (\cos 30^\circ - \cos 270^\circ) =$$

$$V_c = 42,9 \text{ V} \rightarrow I_c = i = \frac{V_c}{R} = \frac{42,9}{2} \rightarrow I_c = 21,4 \text{ A}$$

(7)