

Rappel: Circuit du 1^{er} ordre

$$a \frac{dx}{dt} + b x = f(t)$$

$$x = (x_0 + x_{f0}) e^{-\frac{b}{a}t} + x_f$$

$\tau = a/b$ est la constante de temps

x_0 : libre, x_H
 x_f : forcée, x_p

Exemple:

① Circuit R, L

$$L \frac{di}{dt} + Ri = f(t)$$

$$i = (i_0 - i_{f0}) e^{-R/Lt} + i_f$$

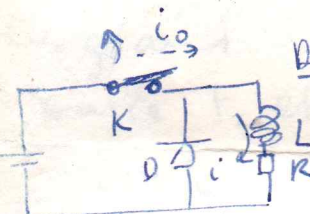
② Circuit RC

$$Ri + u = f(t) \quad ; \quad i = C \frac{du}{dt}$$

$$RC \frac{du}{dt} + u = f(t)$$

$$u = (u_0 + u_{f0}) e^{-t/RC} + u_f$$

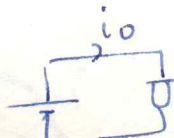
Ex n°1



Décharge d'un circuit résistant et inductif par une diode

Equation

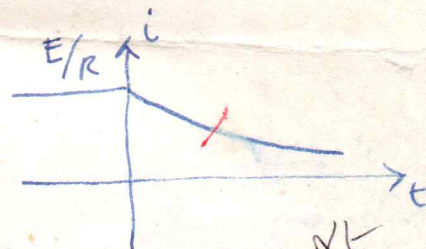
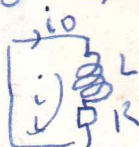
pour $t < 0$



$$E = Ri_0 \rightarrow i_0 = E/R$$

pour $t > 0$

$$* Ri + L \frac{di}{dt} = 0 \rightarrow i = i_0 e^{-R/Lt}$$



$$i = i_0 e^{-\alpha t}$$

$$i' = -\alpha i_0 e^{-\alpha t}$$

$$i = \alpha i_0 e^{-\alpha t}$$

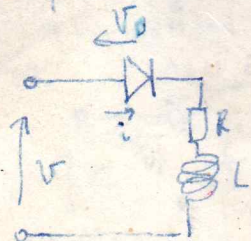
$$* \rightarrow \alpha t$$

$$R i_0 e^{-\alpha t} + L \alpha i_0 e^{-\alpha t} = 0$$

$$R + L \alpha = 0 \rightarrow \alpha = -\frac{R}{L}$$

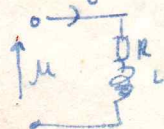
Ex n°2

A l'alimentation par une tension sinusoïdale d'un récepteur inductif à travers une diode



$$v = V_m \sin \omega t$$

* pour $t > 0$ la diode est passante et $v > 0$



$$L \frac{di}{dt} + Ri = V_m \sin \omega t$$

l'électronique de puissance
 les fonctions de base et
 leurs principales applications
 DUMOND

Théorie et Applications
 des circuits électriques
 350 exercices résolus
 SÉRIE Schaum
 JOSEPH A

Problèmes d'électronique
 Thyristors - Commande de Moteurs
 TOME 5 (FRANÇOIS NILSANT)

Thème

$$i = i_f + i_d = \frac{V_m}{Z} \sin(\omega t - \varphi) + i_0 e^{R/L t}$$

pour $t = 0, i = 0, i_0 = ?$

$$\frac{V_m \sin(\omega t - \varphi)}{Z} \bigg|_{t=0} = 0 = -\frac{V_m \sin \varphi}{Z} + i_0 \Rightarrow i_0 = \sin \varphi \cdot \frac{V_m}{Z}$$

$$i = \frac{V_m}{Z} \left[\sin(\omega t - \varphi) + \sin \varphi e^{R/L t} \right]$$

$$Z = \sqrt{R^2 + L\omega^2}, \quad \varphi = \arctan \frac{L\omega}{R}$$

La conduction cesse à l'instant $[t = t_1]$ où le courant s'annule $[i = 0]$

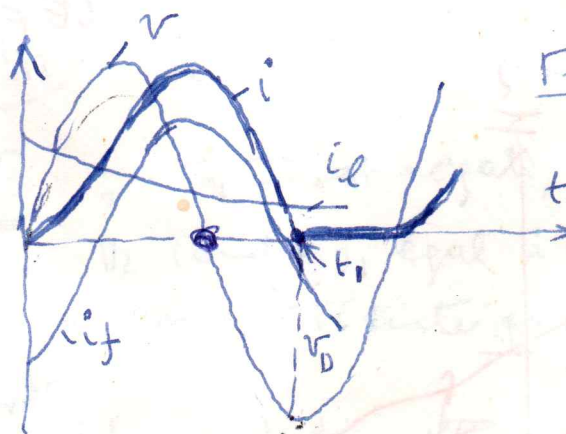
$$\sin(\omega t_1 - \varphi) = -\sin \varphi e^{R/L t_1}$$

t_1 est $> T/2$ et d'autant plus voisine de T que L/R est plus grand

Entre t_1 et $t = T$ la diode est bloquée

$$i = 0, \quad v_D = v$$

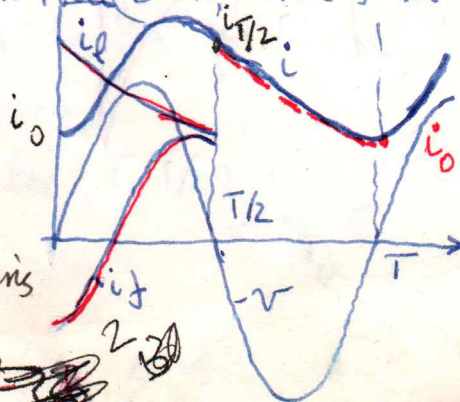
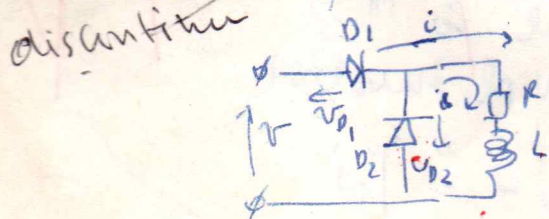
Ex 2



Remarque:

la conduction est discontinue

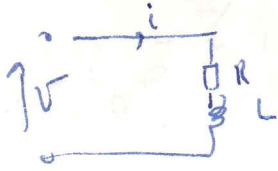
Ex n°3: Circuit "roue libre" pour réduire l'ondulation et supprimer les intervalles à courant nul (conduction continue) on utilise une roue libre (diode roue libre)



- Déterminer les expressions de i et déterminer.

Tracer le graphique correspondant.

* Pour $0 < t < T/2$, $v = V_m \sin \omega t$ est $\oplus$, v_1 conduit
 la conduction de v_1 entraîne le blocage de v_2 car $v_{D2} \rightarrow \ominus$
 et est égal à $-v$



$$L \frac{di}{dt} + Ri = V_m \sin \omega t \quad \left| \begin{array}{l} i_l, i_H, \\ i_f, i_p. \\ \text{transitoire} \end{array} \right.$$

$$i_f = \frac{V_m}{Z} \sin(\omega t - \varphi)$$

Si i_0 est la valeur de i pour $t = 0$

$$i_l = i_0 - i_{f0} = i_0 - \frac{V_m}{Z} \sin(\omega t^0 - \varphi) = i_0 - \frac{V_m}{Z} \sin(-\varphi)$$

$$i_0 - \frac{V_m}{Z} \sin(-\varphi) = i_0 + \frac{V_m}{Z} \sin \varphi = i_l$$

donc :

$$i = \frac{V_m}{Z} \sin(\omega t - \varphi) + \left(i_0 + \frac{V_m}{Z} \sin \varphi \right) e^{-R/L t}$$

~~l'instant $t = T/2$~~

$$\sin(\pi - \varphi) = \sin(\varphi)$$

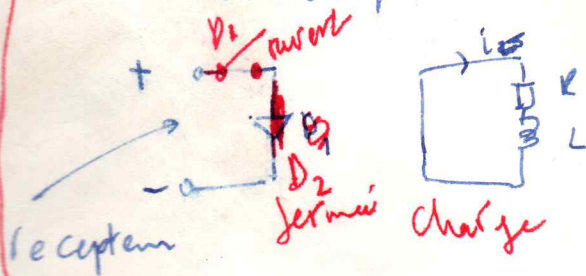
$\varphi = \omega t = \pi \leftarrow \text{l'instant } t = T/2, \quad \omega t = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{2} = \pi \rightarrow$

$$i_{t=T/2} = \frac{V_m}{Z} \sin \varphi + \left(i_0 + \frac{V_m}{Z} \sin \varphi \right) e^{-R/L \cdot T/2}$$

* $T/2 < t < T$; $v \ominus$ est négatif v_2 conduit

(la conduction de v_2 rend v_{D1} égal à v donc négatif)

le récepteur est court-circuité par la diode que l'on libère



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

$$= -R/L (t - T/2)$$

$$i = i_{T/2} e^{-R/L (t - T/2)}$$

à la fin de la période i doit avoir retrouvé la valeur i_0

$$i_0 = i_{T/2} e^{-R/L (T - T/2)} = i_{T/2} e^{-R/L T/2}$$

$$i_0 = i_{T/2} e^{-R/L \cdot T/2} = \frac{V_m \sin \varphi}{Z} e^{-R/L \cdot T/2} + (i_0 + \frac{V_m \sin \varphi}{Z}) e^{-\frac{R}{L} \cdot T}$$

$$\Rightarrow (i_0 - i_0 e^{-R/L \cdot T}) = \frac{V_m \sin \varphi}{Z} [e^{-R/L \cdot T/2} + e^{-R/L \cdot T}]$$

$$i_0 (1 - e^{-R/L \cdot T}) = \frac{V_m \sin \varphi}{Z} [e^{-R/L \cdot T/2} + e^{-R/L \cdot T}]$$

$$i_0 = \frac{V_m \sin \varphi}{Z} \left[\frac{e^{-R/L \cdot T/2} + e^{-R/L \cdot T}}{1 - e^{-R/L \cdot T}} \right]$$

$$i_{T/2} = \frac{i_0 |_{t=T}}{e^{-R/L \cdot T/2}} = \frac{V_m \sin \varphi}{Z} \left[\frac{1 + e^{-R/L \cdot T/2}}{1 - e^{-R/L \cdot T}} \right]$$

