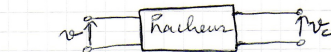
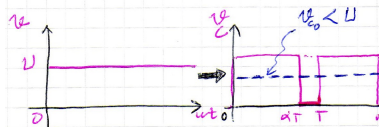


Chap. 3 : Convertisseur (Continu - Continu)

Introduction :

Le hacheur permet d'obtenir une tension en créneaux de largeur variable à partir d'une tension continue constante, ce qui donne une tension de valeur moyenne variable suivant la largeur de ce créneaux.



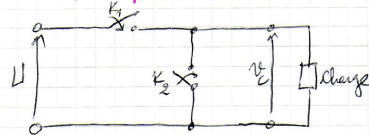
$$U = U = c \cdot t_0$$

Il existe deux types de hacheurs :

III-1 Hacheur Série (dérégulateur).

Dans ce type, le hacheur est placé en série avec la charge.

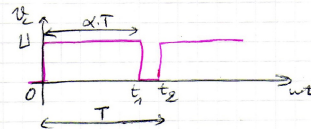
III-1-1 principe de hacheur série :



t	K ₁	K ₂	U _c
t ₀ =0	fermée	ouverte	U
t ₁	ouverte	fermée	0
t ₂	fermée	ouverte	U

on appelle T la période de hachage :

$$T = \Delta t = t_2 - t_0 = t_2 - 0 = t_2$$



$$t_1 - t_0 = t_1 = \alpha T. \text{ où } 0 < \alpha < 1$$

α : rapport cyclique.

III-1-2 Valeur moyenne Uco :

$$U_{co} = \frac{1}{T} \int_0^T U_c dt = \frac{1}{T} \int_0^{\alpha T} U dt + \frac{1}{T} \int_{\alpha T}^T 0 dt = \frac{1}{T} \int_0^{\alpha T} U dt = \frac{1}{T} U \int_0^{\alpha T} 1 dt$$

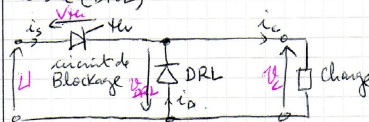
$$U_{co} = \alpha U$$

Remarque : $U_{co} < U$; car $0 < \alpha < 1$.

on dit que le hacheur série est dévolteur (abaisseur de tension).

III-1-3 Montage pratique :

en pratique le hacheur série est décomposé en thyristor avec son circuit de blocage (thyristor commandé) et une diode à roue libre (DRL).



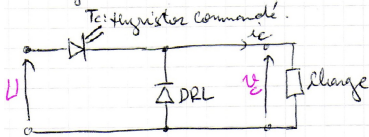
i_s : courant de source

i_c : courant de charge

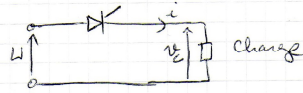
i_d : courant passant au Diode DRL

Le thyristor + circuit de blocage peuvent être remplacés par

un thyristor commandé.

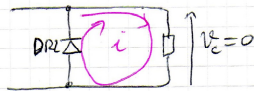


pour $0 < t < \alpha T$



le courant i passe à partir de la source par la charge à travers le thyristor commandé.

pour $\alpha T < t < T$



le courant se court-circuite à travers la Diode (DRL) avec la charge.

- a. Débit sur charge R-L série:

on suppose que l'inductance est assez grande pour avoir un courant continu, on aura alors, la forme de courant et la tension suivantes:

* $0 < t < \alpha T$: $Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} = v_c = U$
 $\begin{cases} i(t) = i_f(t) + i_l(t) \end{cases}$

$i_f(t)$: courant forcé.

$i_l(t)$: courant libre.

$i_f = A e^{-\frac{t}{\tau}} > \tau = \frac{L}{R}$

$i_f = \frac{U}{R}$

alors $i(t) = \frac{U}{R} + A e^{-\frac{t}{\tau}}$ (1)

avec $i(0) = i_{min}$

$i(\alpha T) = i_{max}$

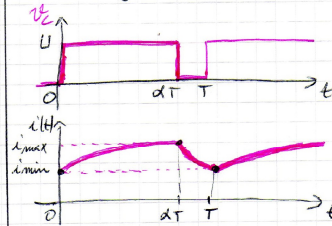
pour $\alpha T < t < T$: $Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} = 0$

d'où: $i(t) = B e^{-\frac{(t-\alpha T)}{\tau}}$ (2)

avec $i(\alpha T) = i_{max}$

$i(T) = i_{min}$

d'où les formes suivantes:



* calcul de B:

$i(t = \alpha T) = i_{max} = B e^0 = B$

$\Rightarrow B = i_{max}$ (3)

* calcul de A:

$i(0) = i_{min} = \frac{U}{R} + A e^0$

$\Rightarrow A = i_{min} - \frac{U}{R}$ (4)

à partir de (1), (2), (3) et (4) on trouve:

que $i_{min} = \frac{U}{R} \frac{1 - e^{-\frac{\alpha T}{\tau}}}{1 - e^{-\frac{T}{\tau}}}$

$i_{max} = \frac{U}{R} \frac{1 - e^{-\frac{T}{\tau}}}{1 - e^{-\frac{\alpha T}{\tau}}}$

b - facteur d'ondulation de courant:

$K_{U_c} = \frac{i_{max} - i_{min}}{2 i_0}$ i_0 : courant moyen

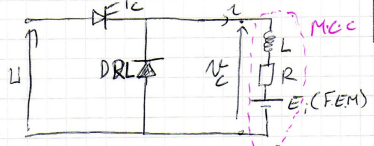
$$v_{co} = R \cdot i_o \Rightarrow i_o = \frac{v_{co}}{R} = \frac{dU}{R}$$

$$K_{UL} = \frac{1}{2\alpha} \frac{1 - e^{-\alpha T/2}}{1 - e^{-T/2}} \left(1 - e^{-\frac{(1-\alpha)T}{2}} \right)$$

Une approximation donne:

$$K_{UL} = \frac{T(1-\alpha)}{2\alpha} \quad \left(\begin{array}{l} e^x = 1+x \\ x \ll 0 \end{array} \right)$$

b- charge (R-L-E) :



pour que le montage fonctionne bien, il faut que $E < U$, ils existent deux cas:

b-1 Conduction Continue

c'est le cas habituelle:

* $0 < t < \alpha T$: $U - E = Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt}$
 donc: $i(t) = \frac{U-E}{R} + A e^{-\frac{t}{\tau}}$; $\tau = \frac{L}{R}$

$i_{min} = i(0) = \frac{U-E}{R} + A$ --- (1)

$i_{max} = i(\alpha T) = \frac{U-E}{R} + A e^{-\frac{\alpha T}{\tau}}$ --- (2)

* $\alpha T < t < T$: $Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + E = 0$
 $\Rightarrow i(t) = -\frac{E}{R} + B e^{-\frac{(t-\alpha T)}{\tau}}$; B est.

$i_{max} = i(\alpha T) = -\frac{E}{R} + B$ --- (3)

$i_{min} = i(T) = -\frac{E}{R} + B e^{-\frac{(1-\alpha)T}{\tau}}$ --- (4)

(1) $\Rightarrow A = i_{min} - \frac{U-E}{R}$

(2) $\Rightarrow i_{max} = \frac{U-E}{R} + \left(i_{min} - \frac{U-E}{R} \right) e^{-\frac{\alpha T}{\tau}}$ --- (5)

(3) $\Rightarrow B = i_{max} + \frac{E}{R}$

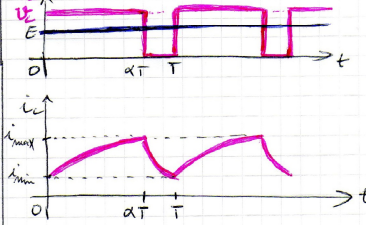
(4) $\Rightarrow i_{min} = -\frac{E}{R} + \left(i_{max} + \frac{E}{R} \right) e^{-\frac{(1-\alpha)T}{\tau}}$ --- (6)

(3) et (6) donnent:

$$i_{max} = \frac{U}{R} \frac{1 - e^{-\frac{\alpha T}{\tau}}}{1 - e^{-T/\tau}} - \frac{E}{R}$$

$$i_{min} = \frac{U}{R} \frac{1 - e^{-T/\tau}}{1 - e^{-\frac{\alpha T}{\tau}}} - \frac{E}{R}$$

d'où les allures de courant et tension de charge.



b-2 Conduction discontinue:

* $0 < t < \alpha T$: (Tc passant; DRL bloquée)

* $\alpha T < t < \beta T$: (Tc Bloqué; DRL passant)

* $\beta T < t < T$: (Tc Bloqué; DRL bloquée).

* $0 < t < \alpha T$: $U - E = Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt}$
 $\Rightarrow i(t) = \frac{U-E}{R} + A \cdot e^{-t/\tau}$

$i(0) = i_{min} = 0$ car au début de conduction de Tc, la DRL était

aussi bloquée, alors $i_{min} = 0$

d'où: $\frac{U-E}{R} + A = 0 \Rightarrow A = -\frac{U-E}{R}$

donc: $i(t) = \frac{U-E}{R} (1 - e^{-t/\tau})$

$i_{max} = i(\alpha T) = \frac{U-E}{R} (1 - e^{-\frac{\alpha T}{\tau}})$ --- (7)

* $\alpha T < t < \beta T$: ($\alpha < \beta < 1$)

$Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + E = 0$

$\Rightarrow i(t) = -\frac{E}{R} + B e^{-\frac{(t-\alpha T)}{\tau}}$

$i(\alpha T) = i_{max} = \frac{U-E}{R} (1 - e^{-\frac{\alpha T}{\tau}}) = -\frac{E}{R} + B$