HACHEUR SERIE

I. INTRODUCTION

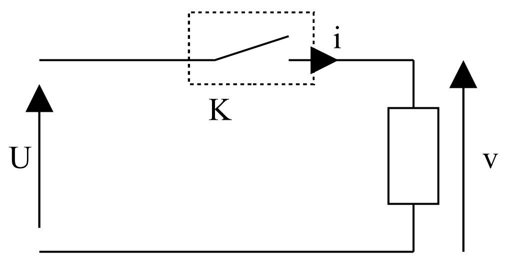
Un hacheur est un convertisseur statique qui permet d'alimenter une charge sous tension continue réglable à partir d'une source de tension continue constante.

Un hacheur est un convertisseur « continu→continu ».

L'application principale est l'alimentation des MCC dont on veut faire varier la vitesse.

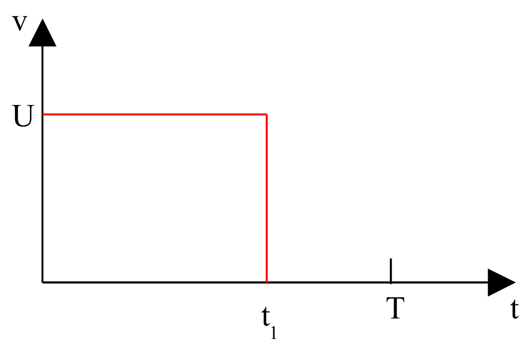
II. PRINCIPE DU HACHEUR SÉRIE

1. Montage



- Si K est fermé alors v = U
- Si K est ouvert alors v = 0 V

v a donc l'allure suivante :



Rem : i est toujours positif, donc l'interrupteur K est unidirectionnel (on utilisera un transistor).

2. Rapport cyclique

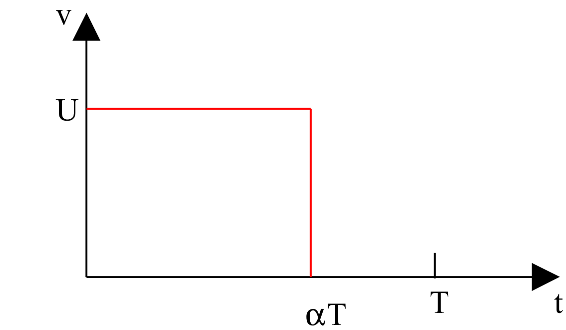
C'est le paramètre α défini par : $\boxed{\alpha = \frac{t_1}{T}}$

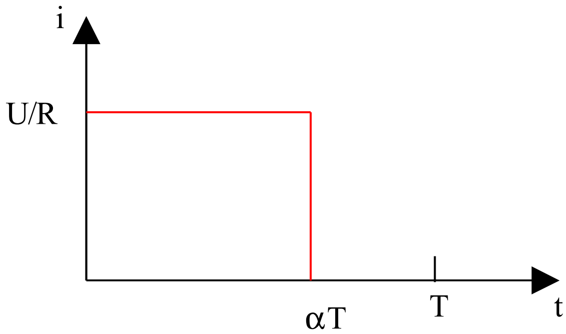
Rem : $0 < \alpha < 1$.

3. Valeur moyenne de v

$\langle v \rangle = \dfrac{Aire}{T} = \dfrac{U.\alpha T}{T} = \alpha U$ donc $\boxed{\langle v \rangle = \alpha U}$

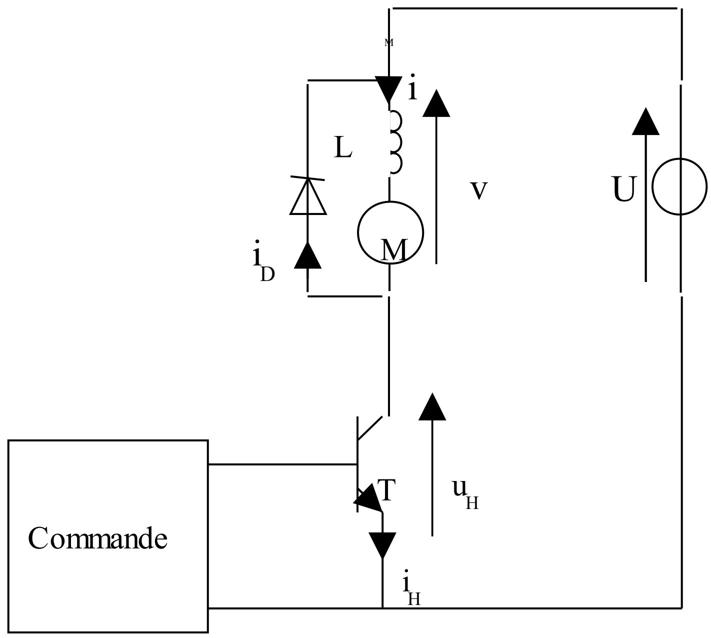
4. Débit sur charge résistive



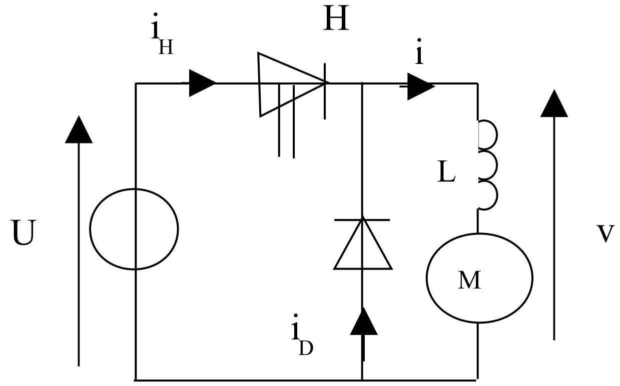


III. Débit sur charge inductive

5. Montage



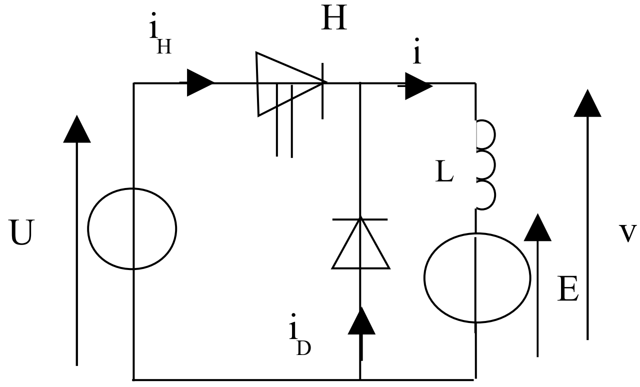
Ce montage peut être représenté de façon équivalente comme sur la figure suivante :



6. Intensité dans la charge

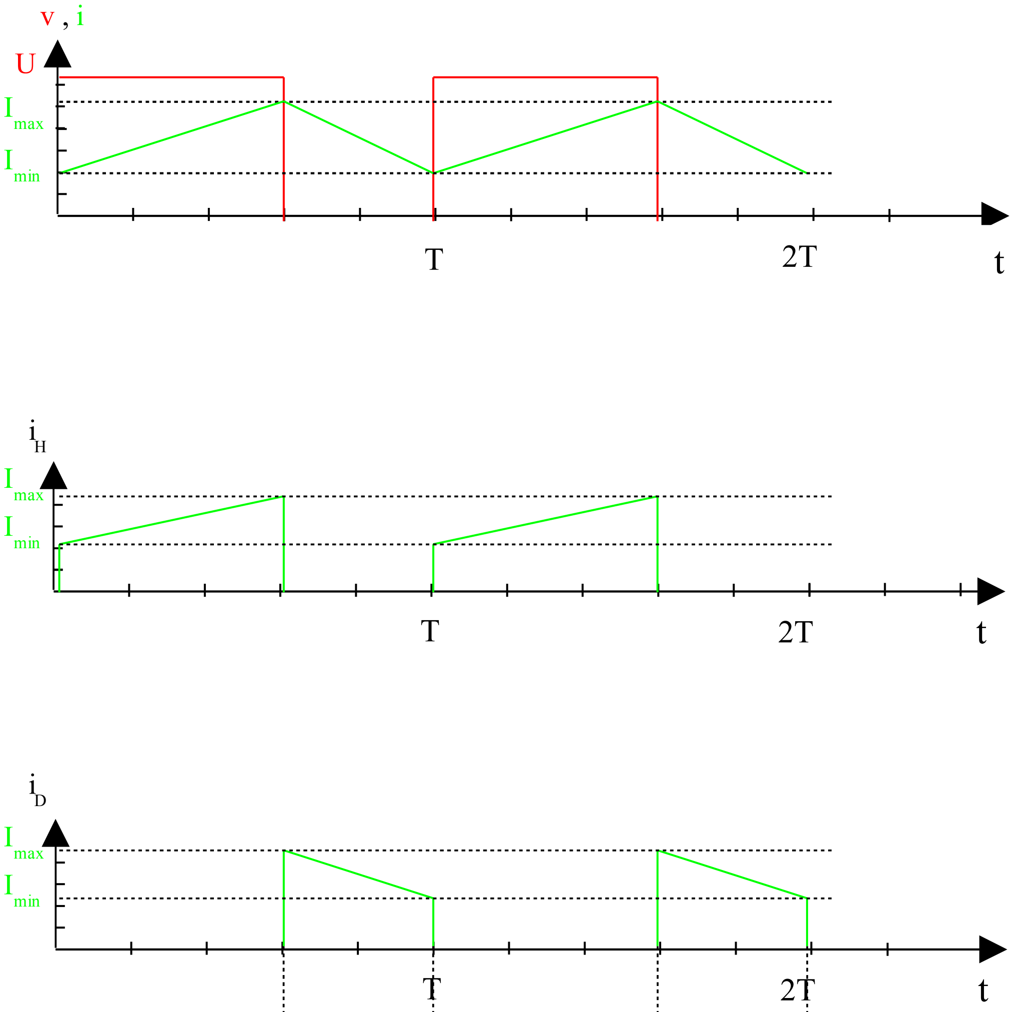
2.1. Simplification du problème

Dans cette partie, on supposera que l'ensemble {charge + MCC} (MCC qui a pour modèle équivalent de Thévenin (MET) une f.é.m. en série avec une résistance et une bobine) peut être représenté comme sur la figure suivante si on néglige la résistance de l'induit de la MCC :



Rem : la diode permet d'obtenir un courant ininterrompu dans la charge et ainsi protège l'interrupteur contre les surtensions quand il s'ouvre. C'est une diode de roue-libre.

On obtient alors les courbes suivantes :

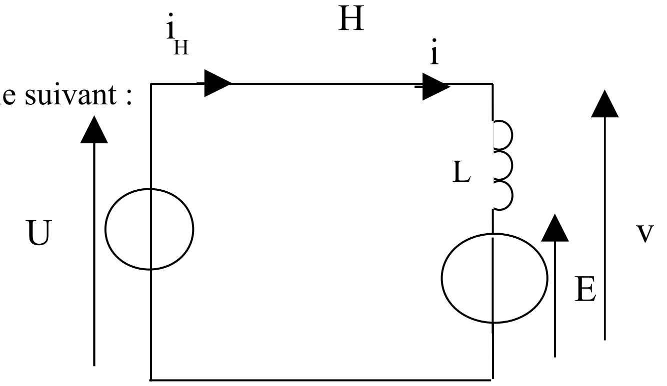


Elément passant	H	D	H	D

2.2. Expressions de l'intensité dans la charge

Dans le cas décrit précédemment, on peut alors écrire :

- ***$0 < t < \alpha T$*** : H est fermé et D bloquée.
  Le schéma équivalent est alors le suivant :



On peut alors écrire : $U = E + L.\frac{di}{dt}$

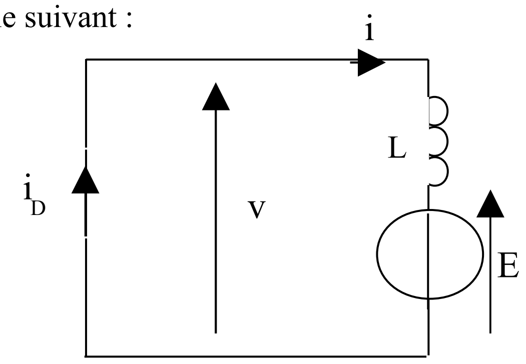
D'où $\frac{di}{dt} = \frac{U - E}{L} > 0$ donc i est croissant dans cette phase.

On intègre : $i = \frac{U - E}{L}.t + A$

Or à t = 0 , i = I_{min} donc A = I_{min}

Donc, pour $\boxed{0 < t < \alpha T : \ i = \frac{U - E}{L}.t + I_{min}}$

- ***$\alpha T < t < T$*** : H est ouvert et D passante.
  Le schéma équivalent est alors le suivant :



On peut alors écrire : $v = E + L.\frac{di}{dt} = 0$

D'où $\frac{di}{dt} = \frac{-E}{L} < 0$ donc i est décroissant dans cette phase.

On intègre : $i = \frac{-E}{L}.t + B$

Or à t = αT , $i = I_{Max} = -\frac{E}{L}.\alpha T + B$ donc $B = I_{Max} + \frac{E}{L}.\alpha T$

D'où $i = - - \frac{E}{L}t + \frac{E}{L}\alpha T + I_{Max}$

Donc, pour $\boxed{\alpha T < t < T : \; i = -\frac{E}{L}(t - \alpha T) + I_{Max}}$

7. Tension moyenne aux bornes de la charge

Que la charge soit résistive ou inductive, cela ne change pas la forme de la tension v(t), sa valeur moyenne ne change donc pas, on a donc :

$$\boxed{\langle v \rangle = \alpha U}$$

Rem : Si on écrit la loi d'Ohm aux bornes de la charge, on a :

$$v = E + L.\frac{di}{dt}$$

Soit en valeurs moyennes $\langle v \rangle = E = \alpha U$

8. Ondulation du courant dans la charge

On définira l'ondulation comme suit :

$$\boxed{\Delta i = \frac{I_{Max} - I_{\min}}{2}}$$

Cherchons son expression en fonction des grandeurs du montage :

Quand i augmente, on a $i = \frac{U - E}{L}.t + I_{\min}$

A l'instant t = αT, on a $i = I_{Max} = \frac{U - E}{L}.\alpha T + I_{\min}$

$$\Rightarrow \quad I_{Max} - I_{\min} = \frac{U - E}{L}.\alpha T$$

$$\Rightarrow \quad \Delta i = \frac{U - E}{2L}.\alpha T$$

Or, dans le cadre de la remarque du 3., on a vu que E = αU, d'où (avec $f = \frac{1}{T}$):

$$\boxed{\Delta i = \frac{\alpha(1 - \alpha)U}{2Lf}}$$

Rem : Δi est maximale pour α = ½.

9. Valeurs moyennes des courants

- Courant dans la charge :

. Si R est négligée, alors $\boxed{\langle i \rangle = \frac{I_{Max} + I_{min}}{2}}$

. Si R n'est pas négligée, alors : $v = E + Ri + L.\frac{di}{dt}$

d'où $\langle v \rangle = E + R\langle i \rangle$ donc $\boxed{\langle i \rangle = \frac{\langle v \rangle - E}{R} = \frac{\alpha U - E}{R}}$

- Courants dans les interrupteurs :

$\boxed{\langle i_H \rangle = \alpha \langle i \rangle}$ $\boxed{\langle i_D \rangle = (1 - \alpha) \langle i \rangle}$