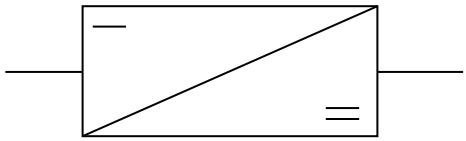
LE HACHEUR SERIE

I. Généralités

Un hacheur est un convertisseur statique qui permet d'alimenter une charge sous tension unidirectionnelle de valeur moyenne réglable à partir d'une source de tension constante, avec un très bon rendement.

Un hacheur série est donc un convertisseur statique CONTINU – CONTINU REGLABLE



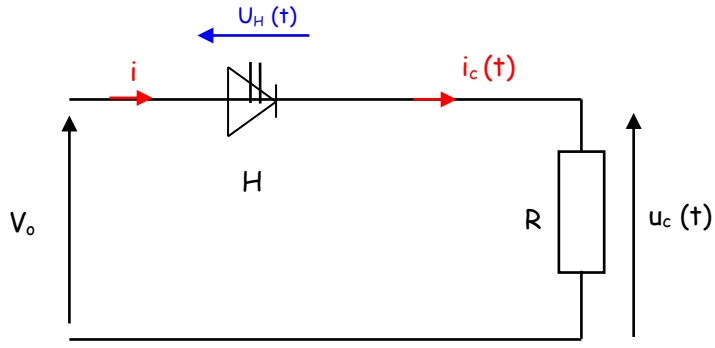
A. Charge résistive :

II. Etude du montage

L'interrupteur électronique, H, est réalisé à l'aide un transistor ou d'un thyristor. Un transistor est saturé lorsqu'un courant le traverse, il est bloqué dans le cas contraire. Un thyristor est lui passant ou non passant.

Dans les deux cas, le thyristor ou le transistor sont considérés comme parfaits. Lorsqu'ils laissent passer un courant, ils sont assimilables à un interrupteur fermé, sinon, à un interrupteur ouvert dans le cas inverse.

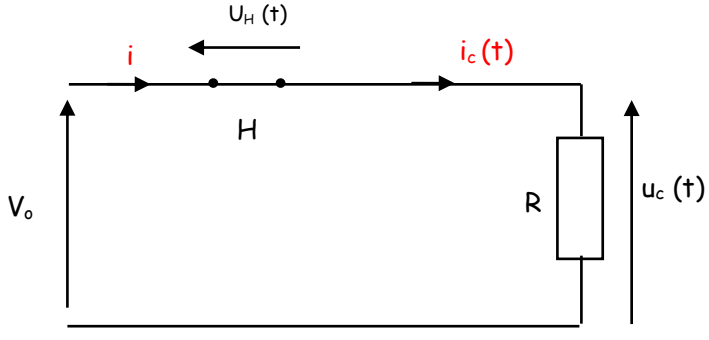
2.1 Montage :



La tension aux bornes de l'interrupteur est notée U_H (t)

2.2 Fonctionnement :

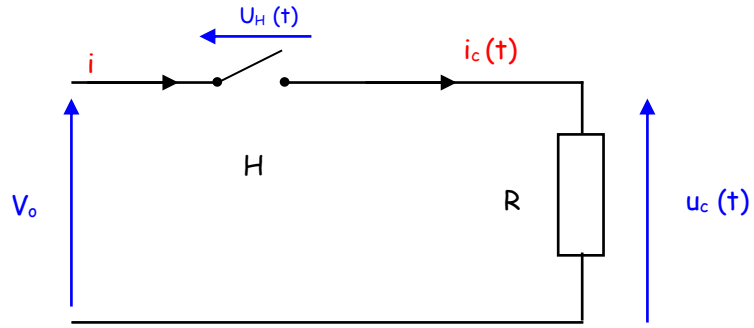
- Lorsque l'interrupteur H est fermé



L'interrupteur électronique est remplacé par un interrupteur fermé.

- La tension aux bornes de la charge $u_c(t) =$
- La tension aux bornes de l'interrupteur $u_H(t) =$
- L'intensité du courant dans la charge $i_c(t) =$

➢ Lorsque l'interrupteur H est ouvert



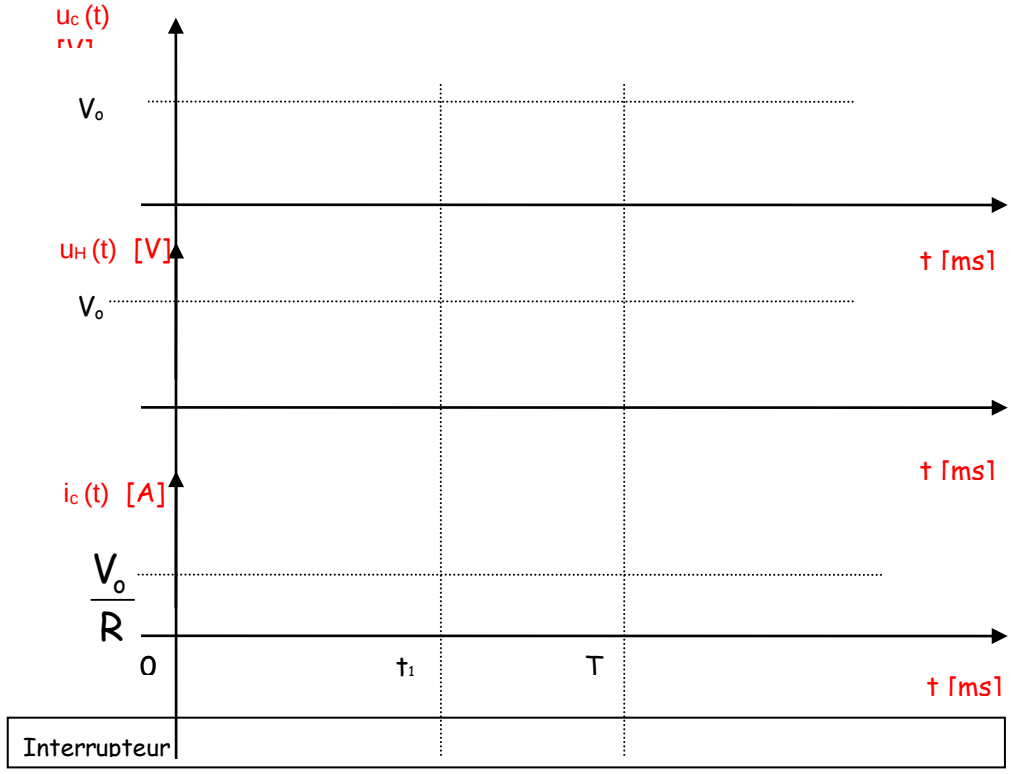
- L'intensité du courant dans la charge $i_c(t) =$
- La tension aux bornes de la charge $u_c(t) =$
- La tension aux bornes de l'interrupteur $u_H(t) =$

2.3 Courbes :

L'interrupteur H est

- Fermé entre les instants 0 et t_1
- Ouvert sur le reste de la période,

Nous pouvons compléter les courbes suivantes :



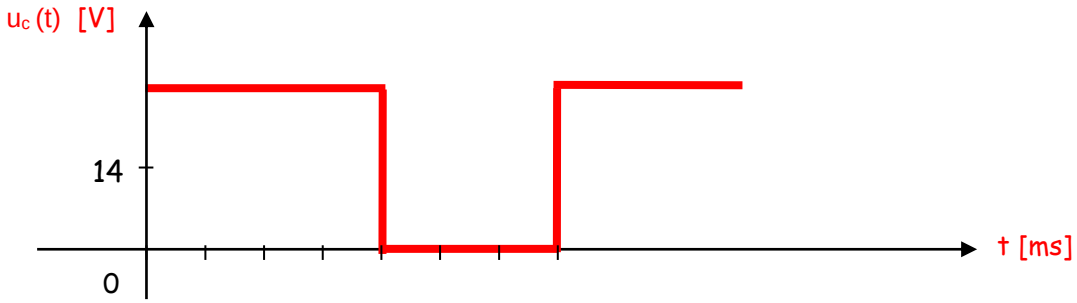
3. Rapport cyclique :

Le rapport cyclique est le rapport entre le temps de conduction de l'interrupteur, et, la période du signal. t_1 et T. C'est un nombre sans dimension, noté α, compris entre 0 et 1.

$$\alpha = \frac{t_1}{T}$$

α	Le rapport cyclique [sans unité]
t_1	Le temps de conduction de l'interrupteur en secondes [s]
T	La période de hachage en seconde [s]

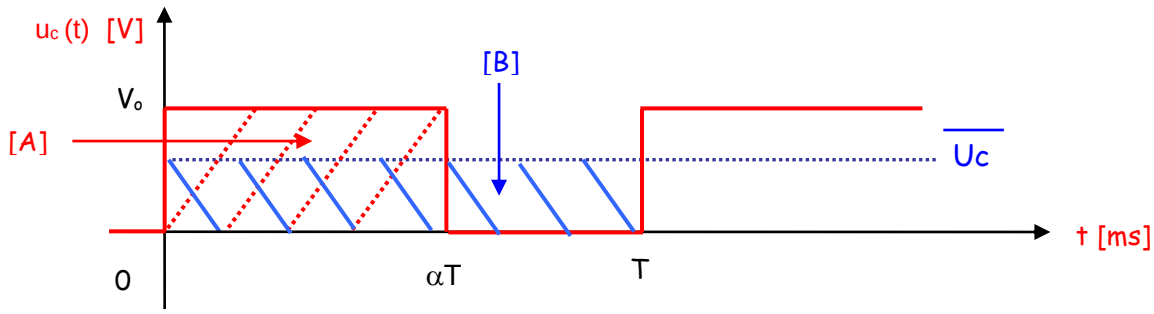
Dans l'exemple ci-dessous, déterminons le rapport cyclique.



Le rapport cyclique est : α =

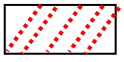
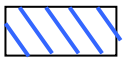
4. Valeur moyenne de la tension

- <u>Calcul de la valeur moyenne</u>



Pour évaluer la valeur moyenne de la tension u_c (t), tracer la courbe correspondant à cette fonction. Placer une droite de façon aléatoire, elle représente la valeur moyenne. L'aire définie par la fonction sur une période doit être égale à l'aire définie par la valeur moyenne sur la même période.

4.1 Calcul de la valeur moyenne de la tension aux bornes de la charge :

-  L'aire définie par la fonction sur la période T [A] = αT.V_o
-  L'aire définie par la valeur moyenne sur la période T [B] =T. $\overline{Uc}$

- Egalisons les deux aires [A] = [B] $\Longrightarrow$ $\overline{Uc} = \frac{[A]}{T} = \frac{[\alpha T.V_o]}{T} = \alpha.V_o$

Autre démarche :

$$\overline{Uc} = \frac{1}{T}\int_0^{\alpha T} V_0(t)\,dt = \frac{V_0}{T}[t]_0^{\alpha T} = \alpha V_0$$

4.2 Réglage de la valeur moyenne

La valeur moyenne de uc (t) peut varier en agissant sur le rapport cyclique

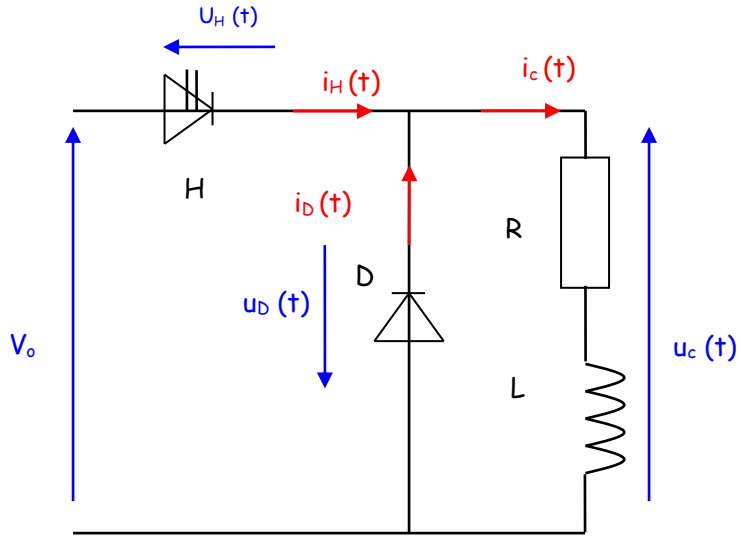
- $\alpha = O$ $\overline{Uc}$ =
- $\alpha = 1$ $\overline{Uc}$ =
- Entre ces deux valeurs extrêmes $\overline{Uc}$ peut être réglée entre .....

B. CHARGE INDUCTIVE

5. Etude du montage

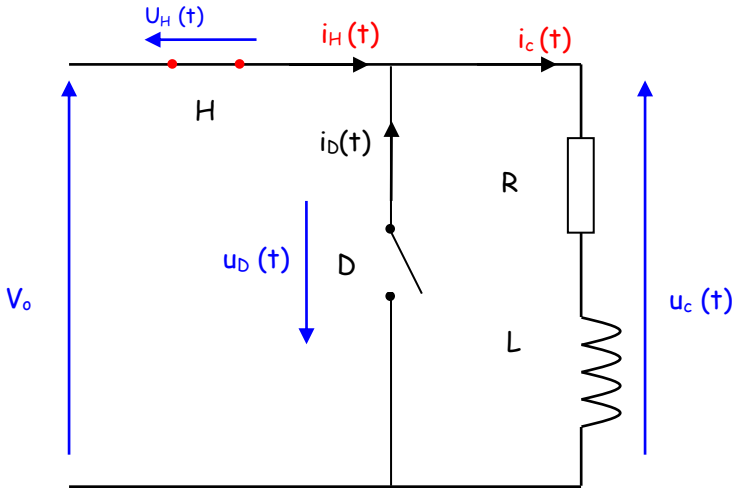
Le circuit est le même que précédemment avec en plus, en série avec la résistance, une inductance L, et en parallèle avec ces deux éléments une diode D. Cette diode, comme l'interrupteur H, sera considérée comme parfaite.

5.1 Schéma de montage :



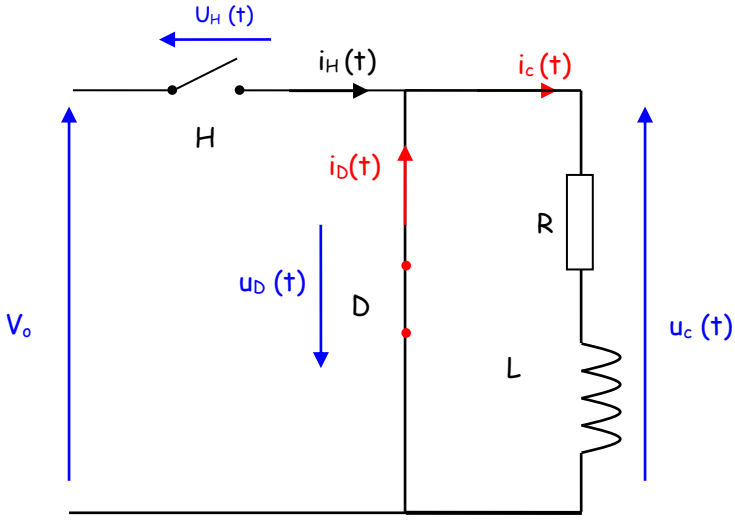
5.2 Fonctionnement :

a) L'interrupteur H est fermé



- La tension aux bornes de la charge $u_c(t) =$
- La tension aux bornes de l'interrupteur $u_H(t) =$
- La tension aux bornes de la diode $u_D(t) =$
- L'intensité du courant dans l'interrupteur $i_H(t) =$
- L'intensité du courant dans la diode $i_D(t) =$

b) L'interrupteur H est ouvert



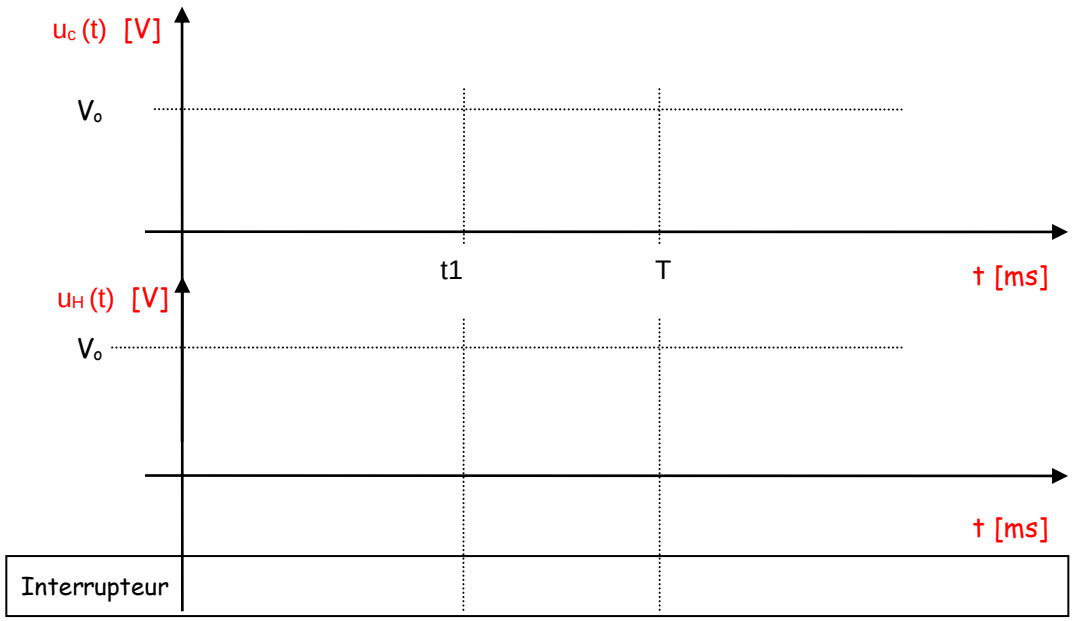
- La tension aux bornes de la charge $u_c(t) =$
- La tension aux bornes de l'interrupteur $u_H(t) =$
- La tension aux bornes de la diode $u_D(t) =$
- L'intensité du courant dans l'interrupteur $i_H(t) =$
- L'intensité du courant dans la diode $i_D(t) =$

5.3 Représentation des tensions

L'interrupteur H est

- Fermé entre les instants 0 et t_1
- Ouvert sur le reste de la période,

Nous pouvons compléter les courbes suivantes :



5.4 Valeurs moyennes des tensions

La tension aux bornes de la charge n'a pas changé, sa valeur moyenne se calcule donc comme précédemment.

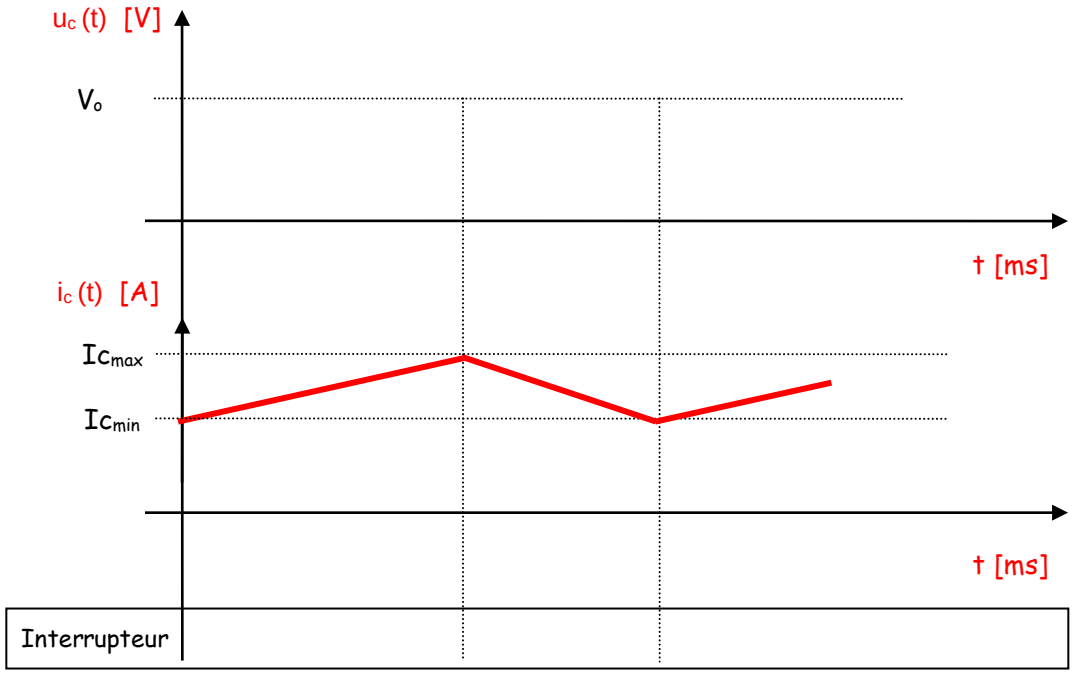
$\overline{Uc}$ = ...

La valeur moyenne $\overline{U_H}$ de la tension aux bornes de l'interrupteur $u_H(t)$ se calcule en utilisant la même méthode que celle du chapitre précédent, ainsi

$\overline{U_H}$ = ...

6. Représentation des courants

L'intensité du courant $i_c(t)$ qui circule dans la charge est donnée en concordance des temps avec la tension $u_c(t)$ sur le schéma suivant

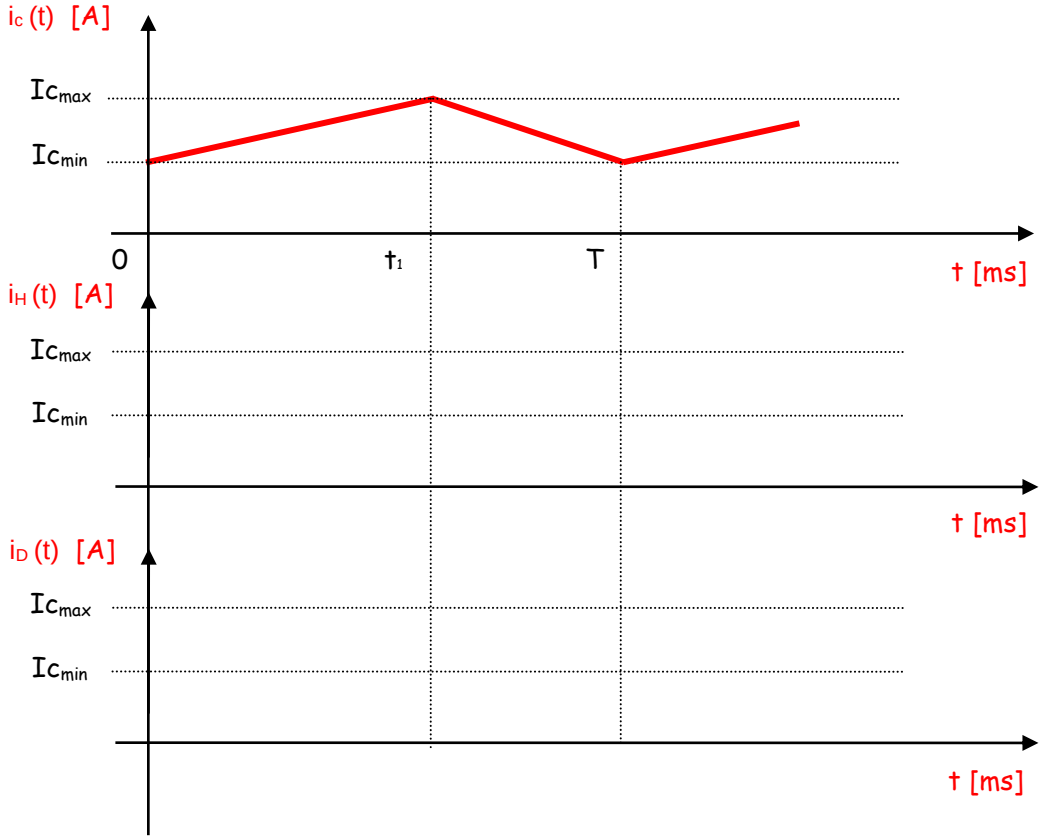


Nous avons vu précédemment que

- Lorsque l'interrupteur H est fermé
  - L'intensité du courant dans l'interrupteur $i_H(t)$ = ?____ ?
  - L'intensité du courant dans la diode $i_D(t)$ = ?____ ?
- Lorsque l'interrupteur H est ouvert
  - L'intensité du courant dans l'interrupteur $i_H(t)$ = ?____ ?

- L'intensité du courant dans la diode $i_D(t)$ = ?_____ ?

Nous pouvons donc compléter le document suivant :



. g Valeurs moyennes des courants

Pour calculer la valeur moyenne $\overline{I_C}$ de l'intensité du courant $i_c(t)$ dans la charge, nous utiliserons le fait que ce courant est porté par des segments de droites, la valeur moyenne s'obtient donc en calculant directement la moyenne entre les deux extremums.

$\overline{I_C}$ =?_____ ?

$\overline{I_C}$	La valeur moyenne de l'intensité du courant $i_c(t)$ en ampères [A]
I_{Cmax}	La valeur maximale de l'intensité du courant $i_c(t)$ en ampères [A]
I_{Cmax}	La valeur minimale de l'intensité du courant $i_c(t)$ en ampères [A]

Pour calculer la valeur moyenne $\overline{I_H}$ du courant dans l'interrupteur électronique H et la valeur moyenne $\overline{I_D}$ du courant dans la diode D, nous utiliserons la même méthode des aires que celle utilisée pour calculer la valeur moyenne $\overline{Uc}$ de la tension $u_c(t)$, vérifier que l'on obtient ainsi :

$\overline{I_H}$ = ?_____ ?

$\overline{I_H}$	La valeur moyenne de l'intensité du courant $i_H(t)$ en ampères [A]
α	Le rapport cyclique [sans unité]
$\overline{I_C}$	La valeur moyenne de l'intensité du courant $i_c(t)$ en ampères [A]

$\overline{I_D}$ =?_____ ?

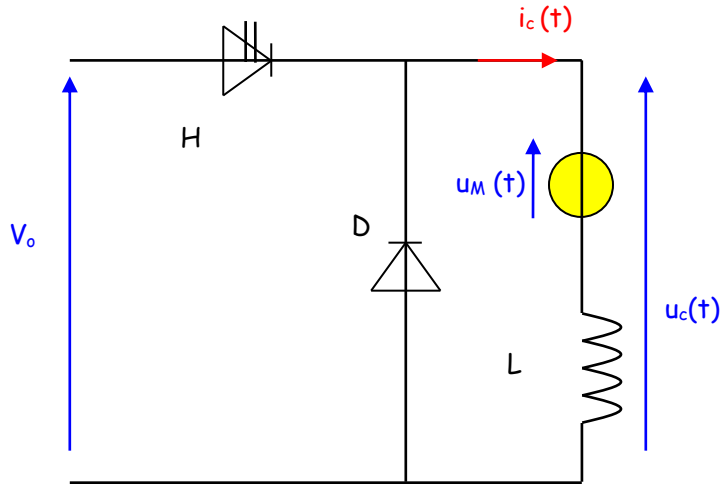
$\overline{I_D}$ La valeur moyenne de l'intensité du courant $i_D(t)$ en ampères [A]

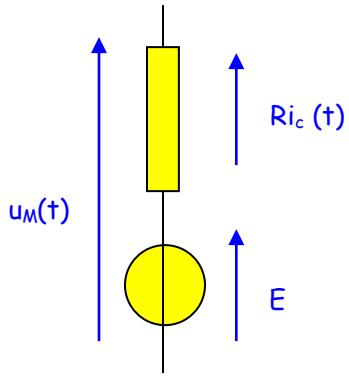
α Le rapport cyclique [sans unité]

$\overline{I_C}$ La valeur moyenne de l'intensité du courant $i_c(t)$ en ampères [A]

. h Exercice

Le montage est le suivant :





Modèle équivalent
D'un moteur à courant continu

Sachant que :

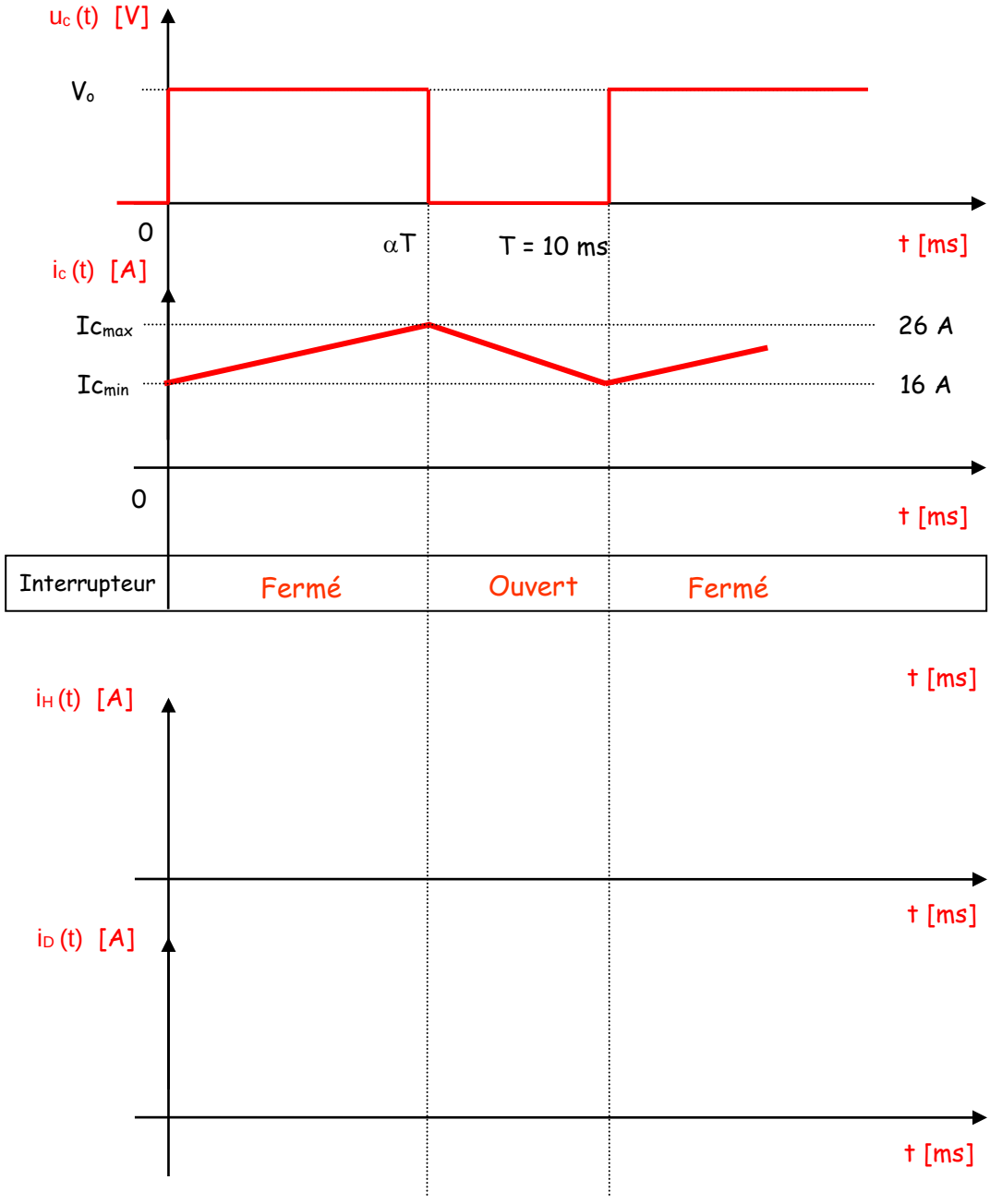
- Vo est une tension fixée à 220 V
- R une résistance de 1 Ω
- E la f e m d'un moteur à courant continu telle que E = 0,153.n (avec n en tr/min).

La tension aux bornes de la charge est donnée ci-après, ainsi que l'image du courant.

En utilisant ces représentations graphiques :

1. Calculer graphiquement la valeur du rapport cyclique.
2. Calculer la fréquence de hachage.
3. Compléter les chronogrammes ci-dessus.
4. Calculer les variations de l'intensité du courant.

5. Calculer la valeur moyenne du courant dans la charge

6. Tracer la fréquence de rotation en fonction du rapport cyclique.

7. Calculer la valeur de l'inductance L, si la résistance R est négligée.