

SAPH 233 : Traitement de l'énergie - TP N°2

Vivien FAYOLLE et Victor PETROVIC

Le 10/03/2025



Table des matières

1	Préparatoire :	1
2	étude de la commande :	2
3	étude de la structure non-réversible :	3
3.1	Grandeurs de sortie	3
3.2	Ondulation	3
3.3	Caractéristique de sortie	4
3.4	Excel des caractéristiques badass	4
4	Structure réversible en courant :	4
	Annexes	4

1 Préparatoire :

1.1

On est sur un hacheur dit "convertisseur Buck", les portes T_1 et T_2 sont piloté en commun pour éviter quel soit passante en même temps, ce qui mènerait à un court circuit. On a donc deux modes de fonctionnements : moteur ou générateur qui agissent comme pour un hacheur classique.

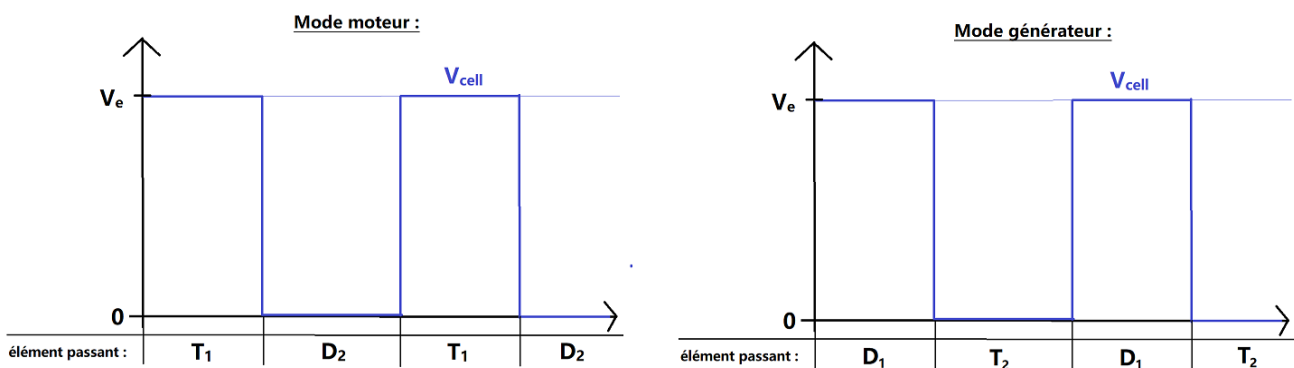


Figure 1 – vu qualitative de V_{cell}

On considère alors ici que la bobine à une très forte inductance et la capacité à une grande capacité, ce qui résulte en un lissage important de l'intensité i_L et de la tension V_s .

Pour s'aider quant à la forme du lissage on détermine avec les règles usuelles de l'électricité une équation différentielle linéaire d'ordre 2 :

$$\frac{d^2 i_L}{dt^2} + \frac{1}{RC} \frac{di_L}{dt} + \frac{i_L}{LC} = \frac{V_{cell}}{RLC}$$

On a alors une forme pour $i_L = e^{-\frac{t}{\tau}} (A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t))$ avec $\tau = 9.4 * 10^{-3} s$ & $\omega = 3260 s^{-1}$ avec ces valeurs de temps caractéristiques et de pulsations et sachant que $\frac{T}{2} \in [1.6 * 10^{-5}; 10^{-4}]$ (ainsi $\tau, \frac{1}{\omega} \gg \frac{T}{2}$) on peut considérer l'exponentielle constante, est les fonctions trigonométriques sont approchable par leurs DL à l'ordre 1 ce qui donne : $i_L \approx at + b$

On a donc le graphe qualitatif suivant :

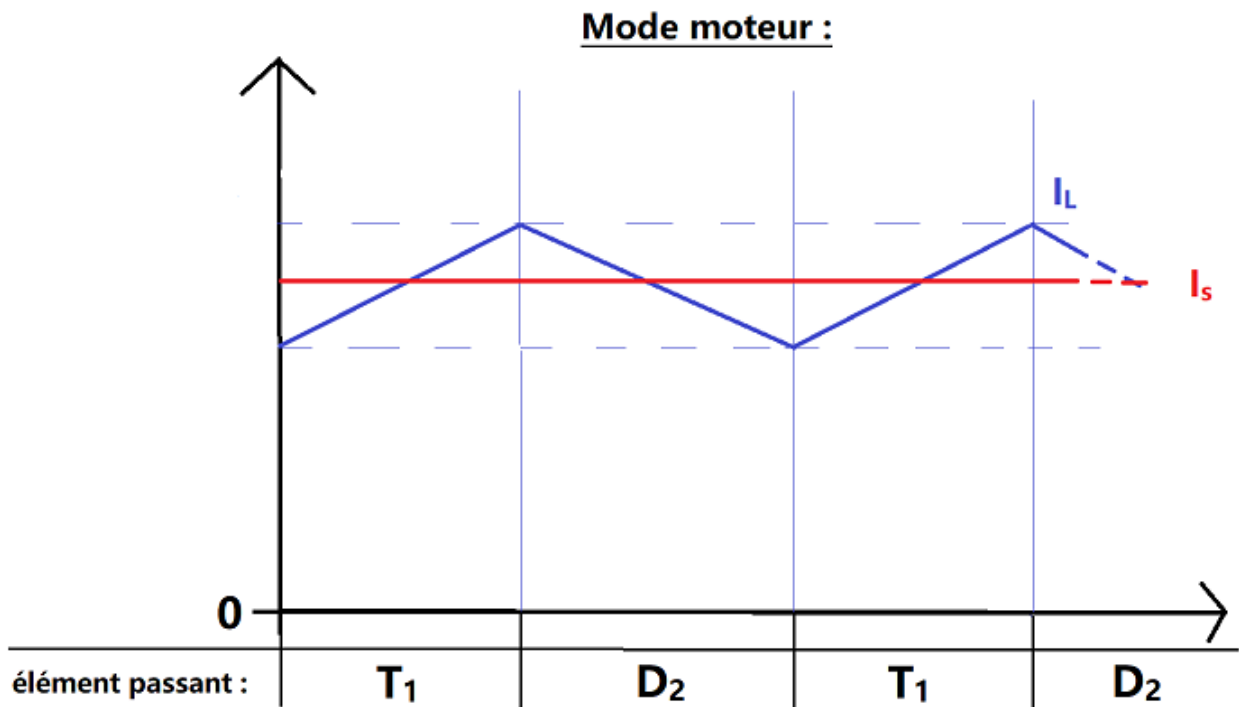


Figure 2 – vu qualitative de i_s et i_L

1.2 via le lissage de la capacité on a V_s presque constant, et donc $\langle i_s \rangle \approx \frac{\langle V_s \rangle}{R} = \frac{\alpha V_e}{R} = 5A$

1.3 par suite on a $V_{cell} - V_s = L \frac{di_L}{dt}$ qui nous mène alors en considérant des cycles périodiques (on effectue ici le calcul sur la phase de charge) à $\Delta i_L = \int_0^{\alpha T} \langle \frac{V_e - V_s}{L} \rangle^+ dt$. En considérant une conduction continue on a : $\Delta i_L = \frac{\alpha(1-\alpha)V_e T}{L}$

1.4 si un se mets en conduction critique (cas limite) on vérifie $\Delta i_L = 2i_s \Leftrightarrow \frac{(V_e - V_s)\alpha}{L f} = 2 \frac{V_e}{R} \Leftrightarrow f = \frac{R(1-\alpha)}{2L} = 12.5KHz$ donc au delà on est en conduction continu et en dessous discontinue

1.5 On a $i_c = C \frac{dV_s}{dt}$ donc les extrema de V_s sont aux point d'annulation de i_c . or si on considère encore i_s constant alors i_c correspond alors à l'ondulation calculé au dessus mais centré en 0 (on en a alors une bonne vision graphique).

Finalement avec t_1 & t_2 point d'annulation de i_c : $\Delta V_s = V_s(t_2) - V_s(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} \frac{dV_s}{dt} dt = \int_{t_1}^{t_2} \frac{i_c}{C} dt = \frac{T \Delta i_L}{8C}$

2 étude de la commande :

Voici notre schéma de cablage : **schéma simple**

2.1 Le signal de commande est un signal carré entre $0V$ et $15V$, pouvant varier en fréquence entre $500Hz$ et $30kHz$ (réglage à l'aide d'un potentiomètre), et pouvant varier en rapport cyclique à l'aide d'un signal continu entre $0V$ et $10V$ (réglage à l'aide d'un potentiomètre ou d'un signal continu externe).

Voici le signal de commande et son inverse envoyé par le réglage via potentiomètre :

image du signal de commande et son inverse

Et voici à quoi ressemble le signal avec une tension seuil :

image du signal de commande avec tension seuil

2.2 On peut alors tracer la caractéristique (α, V_α) pour vérifier sa linéarité et observer des effets de saturation un peu précoce vis-à-vis des valeurs extrémales du rapport cyclique **courbe caractéristique** (α, V_α)

Pour des raisons de précisions on va conserver le montage avec tension seuil pour bien maîtriser notre rapport cyclique.

3 étude de la structure non-réversible :

Voici notre câblage :

Insérer schéma de câblage, et image légendé de la réalité

3.1 Comme convenu l'intensité dans la bobine est de forme affine, pleinement périodique et de discontinuité synchronisé sur le signal de commande (augmentation quand $V_{cell} = V_e$, car la bobine se charge, et inversement une diminution via la décharge de la bobine dans le reste du cycle). La valeur moyenne de ce signal vaut d'ailleurs bien i_s

insérer des images avec i_L

3.2 insérer divers graphes de courbe pour voir

Les courbes observé correspondent à :

- $V_{commande}$ en C1
- i_L en C2
- V_{cell} en C3
- V_s en C4

Les courbes possèdent tous les aspects anticipé par la théorie, la valeur de la tension de sortie est bien continue et vaut l'entrée au rapport cyclique près, les autres courbes on déjà été observé par ailleurs. On peut observer suivant divers réglages, des cas de conductions continue et discontinue qui apparaisse au bon ordre de grandeur en fréquence (dans les condition de la phase préparation vers 12.5 KHz, ici on voit une image d'un régime critique. L'ordre de grandeur est le bon mais il est difficile d'être précis sur cette estimation de la fréquence)

exemple courbe conduction continu et discontinu, régime critique

Pour observer des points hors de notre étude théorique, on remarque des ondulations de V_{cell} lorsque i_L s'annule en conduction discontinue. Cela est du à une résonance de certain composant du signal qui se manifeste ici.

exemple courbe résonance

On voit d'ailleurs en pratique les léger décalage temporelle entre basculement de $V_{commande}$ et V_{cell} , en effet pour des raisons de sécurité le module de puissance n'effectue pas toutes les commutation de façon instantané.

commutation sécurisé

3.1 Grandeurs de sortie

3.3 via $L = \frac{(1-\alpha)V_e}{2f\Delta i_L}$ (dans un cas de conduction continu) on peu mener un calcul expérimental

3.2 Ondulation

3.4 et 3.5 graphes demandés ondulation courant

3.6 via $\Delta i_L = \frac{V_{cell} - V_s}{L} \frac{\alpha}{f}$ on doit pouvoir interpréter les résultats

3.7 image oscillogramme

3.8 constance de V_s ? linéarité de i_L

3.3 Caractéristique de sortie

3.9 Le Rhéostat représente globalement la résistance total du filtre

3.10 Pour créer nos caractéristiques iso- α en posant $y = \frac{V_s}{V_e}$ et $x = \frac{L f i_s}{V_e}$ des grandeur sans dimension qui rendent simplement le graphe plus simple dans la théorie.

3.4 Excel des caractéristiques badass

On observe pas un jolie cercle de rupture de pente comme prévu, en effet la théorie sur ce point néglige énormément de détail qui ont leur importance dans sur ces résultats.

3.12

4 Structure réversible en courant :

Non fait

Annexes

Extrait de la doc du capteur, à mettre en annexe :

Présentation du matériel.

2 relevés avec fréquence, 2 relevés avec rapprot cyclique. oscillo pour illustrer le fonctionnement.
gain 1A/V capteur de courant ?