

Hacheur série à transistor MOS

Préliminaire :

A : Choix du transistor et de la diode de roue libre :

Le cahier des charges précisait :

Source d'énergie : tension continu 70 V - 10 A

Fréquence de fonctionnement 20 kHz

- Montrer que le transistor choisi (IRF 540) ainsi que la diode de roue libre (BYT 30 PI 1000) conviennent

montage		Diode BYT30PI1000	MOS IRF540
$\langle I \rangle = 10 \text{ A}$	<	$I_{F(AV)} = 30 \text{ A}$	$I_D = 21 \text{ A}$
$\hat{I} = 10 \text{ A}$	<	$I_{FRM} = 375 \text{ A}$	$I_{DM} = 120 \text{ A}$
$V = 70 \text{ V}$	<	$V_{RRM} = 1000 \text{ V}$	$V_{DS} = 100 \text{ V}$
$T = 50 \mu\text{s}$	>>	$t_{RR} = 165 \text{ ns}$	$T_{ON} + T_{OFF} = 340 \text{ ns}$

- Déterminer les pertes dans le transistor et dans la diode :

Pour la diode :

Pertes par conduction : $P_c = V_0 \times \overline{I_F} + R_0 \times I_F^2$

$P_c = 1,47 \times 10 + 0,01 \times 10^2 \quad \Rightarrow \quad P_c = 15,7 \text{ W}$

Pertes par commutation : $P_{off} = \frac{1}{2} \times V_R \times Q_{rr} \times f$

$P_{off} = 0,5 \times 70 \times 2,7 \times 10^{-6} \times 20 \times 10^3 \quad \Rightarrow \quad P_{off} = 1,8 \text{ W}$

Pour le transistor :

Pertes par conduction : $P_c = R_{DSon} \times I_{Deff}^2$

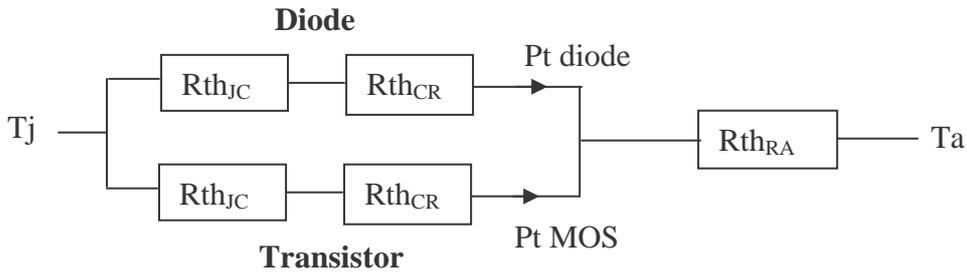
$P_c = 0,077 \times 10^2 \quad \Rightarrow \quad P_c = 7,7 \text{ W}$

Pertes par commutation : $P_s = \frac{1}{2} \times V_{DS} \times \hat{I}_D \times (t_r + t_f) \times F$

$P_s = 0,5 \times 70 \times 10 \times (110 + 125) \times 10^{-9} \times 20 \times 10^3 \quad \Rightarrow \quad P_s = 1,6 \text{ W}$

- Déterminer la valeur maximale de la résistance thermique du dissipateur si l'on monte les 2 semi-conducteurs dessus. ($T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$)

On choisi la plus petite température de jonction des 2 composants : $T_j = 150\text{ }^\circ\text{C}$



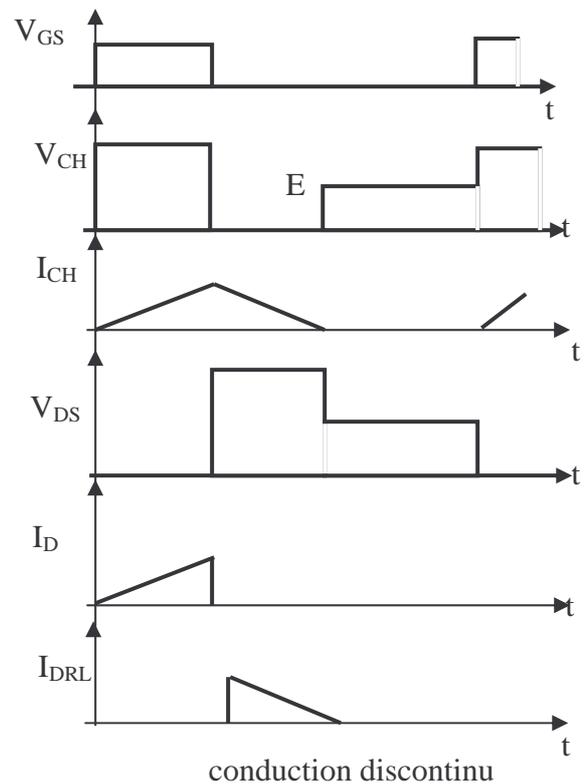
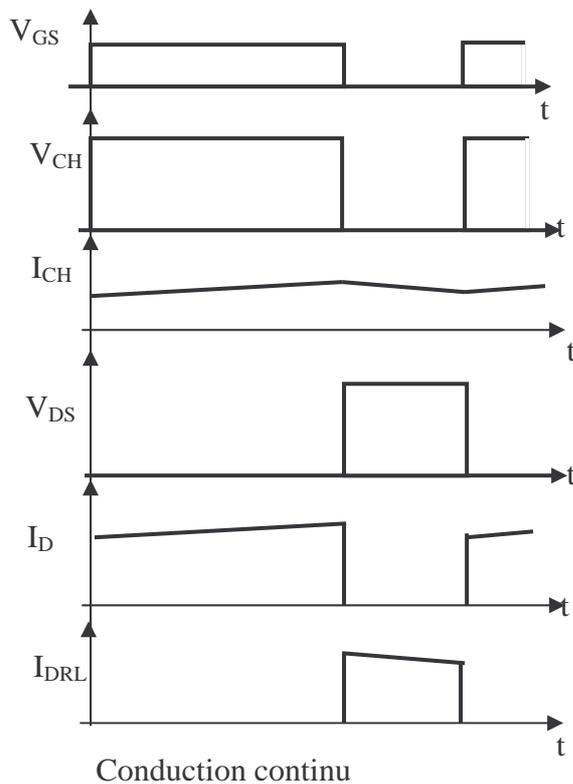
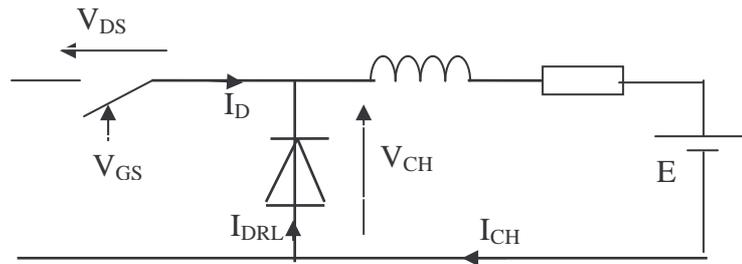
$$[R_{th_{RA}}] \leq \frac{T_{j_{MAX}} - T_a}{P_{diode} + P_{mos}} - \frac{(R_{th_{JC}} + R_{th_{CR}})(R_{th_{jc}} + R_{th_{cr}})}{R_{th_{jc}} + R_{th_{cr}} + R_{th_{jc}} + R_{th_{cr}}}$$

$$R_{th_{RA}} < \frac{150 - 25}{17,5 + 9,3} - \frac{(1,6 + 1)(1 + 0,5)}{1,6 + 1 + 1 + 0,5}$$

$$R_{th_{RA}} < 3,7\text{ }^\circ\text{C/W}$$

B : Rappeler les chronogrammes théoriques d'un hacheur série sur charge R.L.E

Schéma :

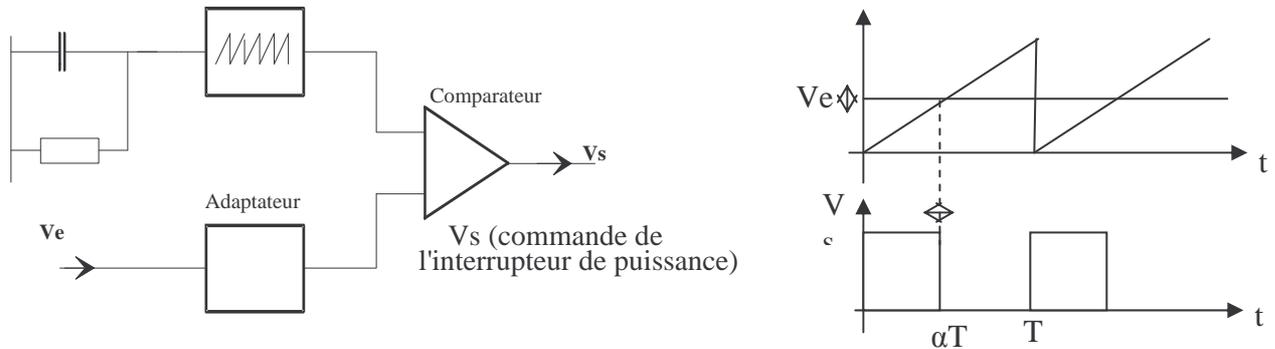


C : quelle précaution indispensable faut il prendre avec une machine a courant continu pour éviter son emballement ?

IL faut toujours alimenter l'inducteur avant l'induit et couper l'inducteur en dernier.

D Expliquer le principe de fonctionnement utilisé pour fabriquer un rapport cyclique variable.

Avec les compteurs on créer une sorte de rampes numérique, que l'on vient comparer au nombre issus de l'ordinateur.



Justifier les valeurs des résistances associées à l'Amplificateur Linéaire Intégré.

En entrée on a 5V, en sortie on veut 15V (le transistor MOS a besoin d'une tension de grille comprises entre 13 et 20 V, pour fonctionner sans trop de pertes)

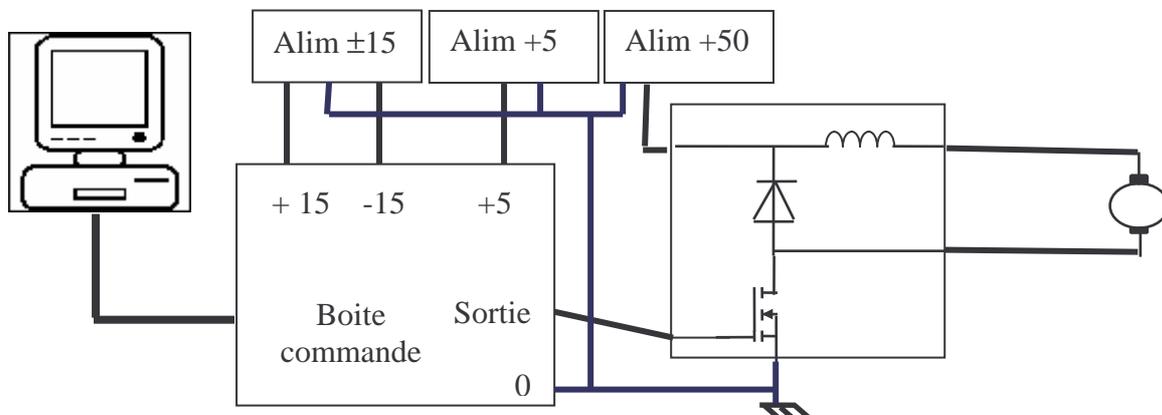
Il s'agit d'un montage Non inverseur dont la fonction de transfert est égale a $V_s = (1 + R_1/R_2) \cdot V_e$ d'ou $R_1 = 10k\Omega$ et $R_2 = 20k\Omega$

Sachant que le l'oscillateur à quartz délivre un signal d'horloge de 5 MHz, a quelle fréquence fonctionne le hacheur ?

IL y a 8 bits donc fréquence de hachage = $5 \cdot 10^6 / 2^8 = 19,5 \text{ kHz}$

Manipulation :

Utilisation des maquettes :

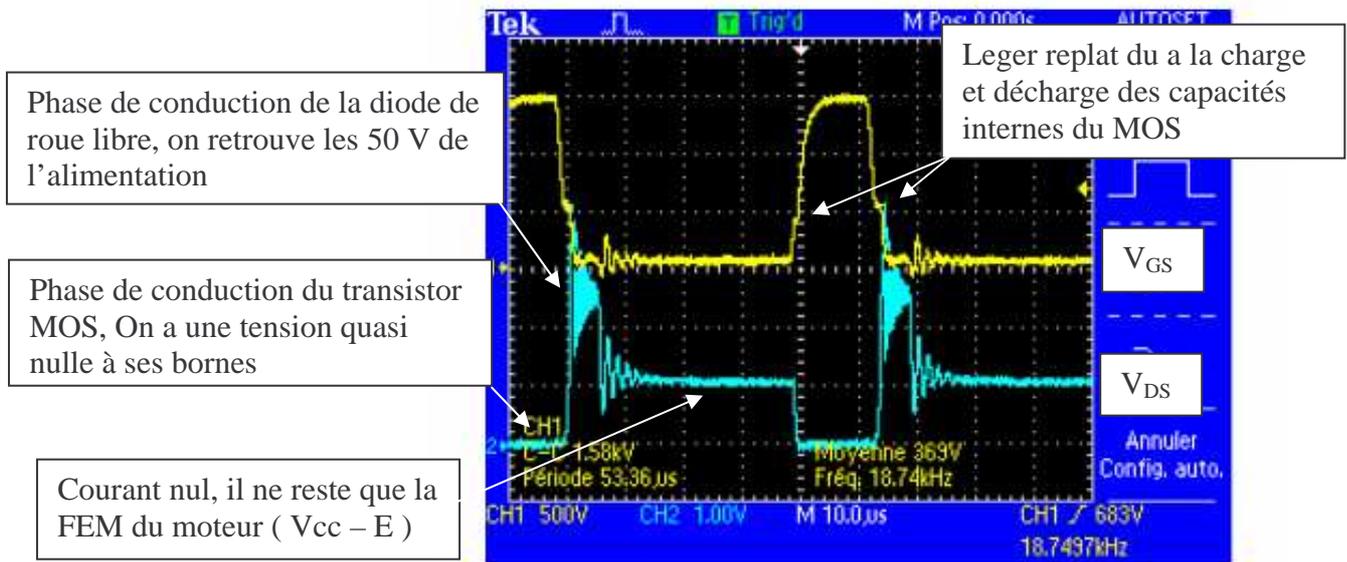


On veille a bien interconnectées toutes les masses du montage

1. pour un moteur a aimant permanent a vide ; Alimenter sous 50 Vcc

Pour les relevés nous utilisons sonde de tension et de courant

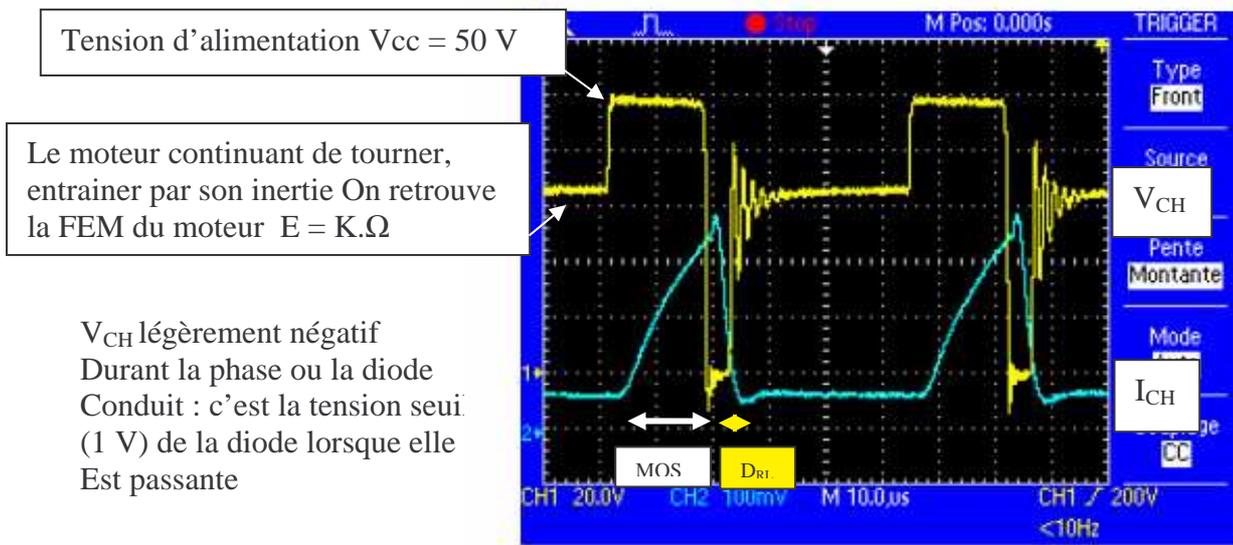
Pour un rapport cyclique de 0,3 ; Nous avons une conduction discontinu.



relever VGS VDS 0.3

Le montage est oscillatoire aux commutations cela est du à la capacité interne du transistor MOS en série avec l'inductance du moteur

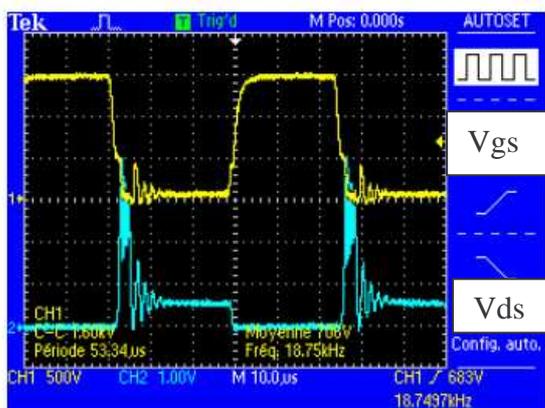
Courant et tension dans la charge, toujours pour un rapport cyclique de 30%



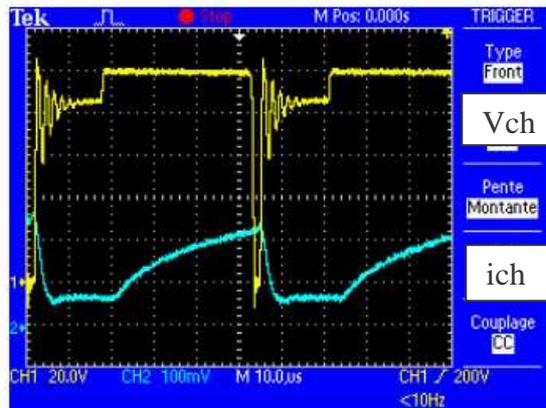
relever VCH et ICH 0.3

Les courbes sont conformes à la théorie.

Avec un rapport cyclique de 80% :



relever VGS et VDS 0.8



Relever de ICH et VCH A 0.8

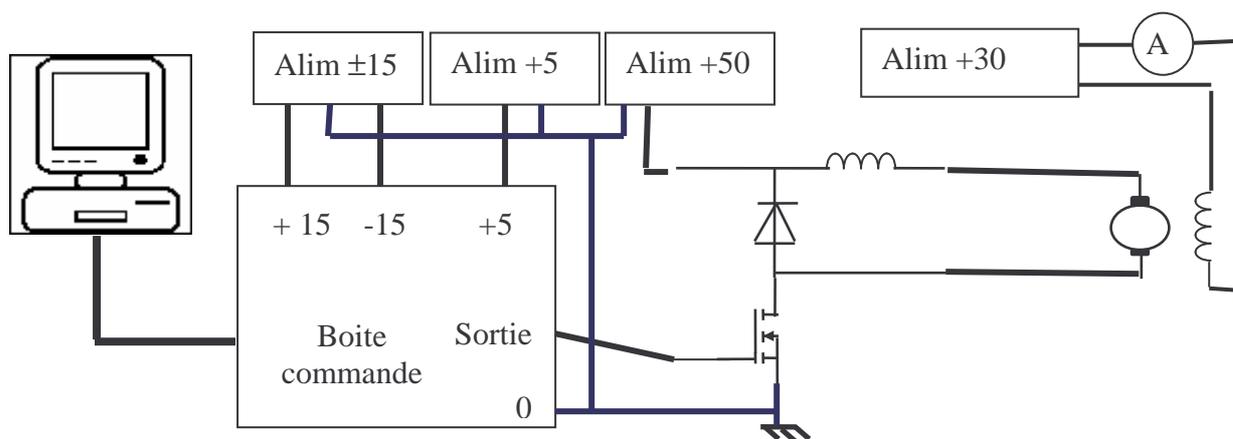
Nous sommes toujours en conduction discontinu. Nous retrouvons les mêmes types de courbes que pour un rapport cyclique de 0,3

On remarque que la commande du μO ne correspond pas a la réalité (80 % afficher sur l'ordinateur pour 60% a l'arrivée sur la charge) ceci est du en partie aux oscillations qui perturbe le boîtier de commande

Pour obtenir une conduction continue avec ce type de moteur, il faudrait lui mettre une charge, de sorte a augmenter le courant, suffisamment, pour qu'il ne puisse s'annuler a la fin de la phase de roue libre

2. Pour une charge tournante : moteur à courant continu à excitation indépendante 3kW

Schéma du montage :



On ajoute une alimentation pour l'inducteur, de 30V (il faudrait en théorie 190 V, mais on fait avec le matériel disponible !)

On veillera à alimenter en premier l'inducteur et à l'arrêter en dernier

Remarque sur le risque d'emballement du moteur :

Si on regarde les relations physiques d'un moteur à courant continu :

$$\Omega = E / K\Phi$$

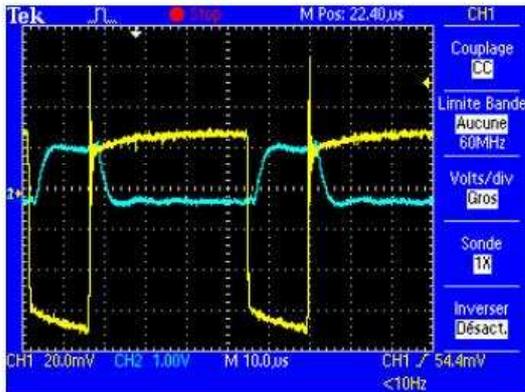
Lorsque le **courant inducteur est nul**, le flux dans le moteur tend à être nul aussi. Ce qui a pour conséquence de donner une **vitesse infini** mais aussi un **couple faible**.

$$C_e = K\Phi.I$$

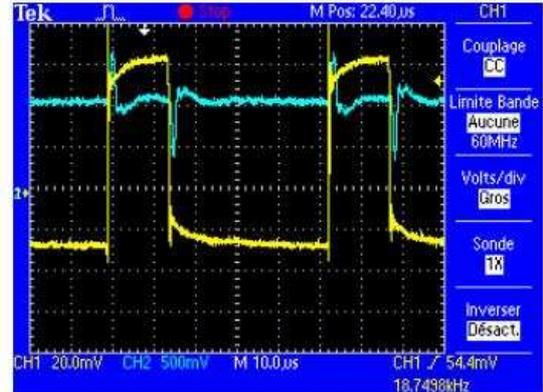
Dans certaine condition, le moteur s'arrêtera, le couple électromagnétique étant trop faible.

Relevés pour une tension d'alimentation de 50 V (pas plus pour éviter de mettre les EPI°)

Avec un rapport cyclique de 0,3 (en jaune, la tension en bleu, le courant)



V_{DS} et I_D avec $\alpha = 0,3$



V_{CH} et I_{CH} avec $\alpha = 0,3$

On retrouve les chronogrammes conformes à la conduction continue

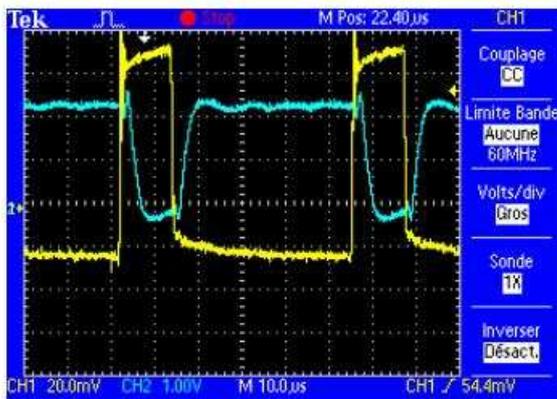
Le courant dans la charge est presque constant, on note des petites pointe aux instants de commutation du MOS (Du a ses capacités interne et a l'inductance de l'induit)

Le courant dans le transistor (I_D) ne s'établi et ne s'interromps pas instantanément, ceci est du aux inductances présentes dans le montage (de l'induit du moteur et du câblage (fil un peu long))

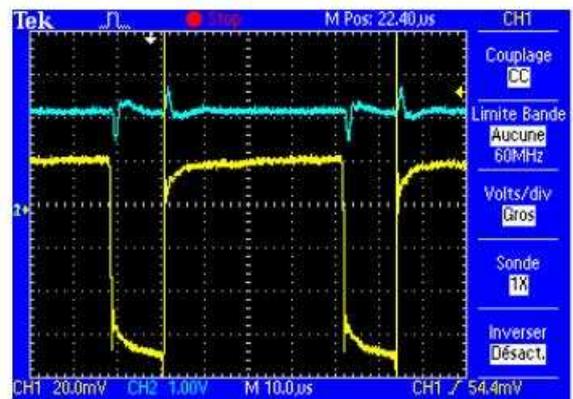
La tension aux bornes de la diode (phase de roue libre) met aussi du temps à s'établir, a cause de sa capacité interne qui devient non négligeable a faible tension ($50V \ll 100V$)

La période ou apparaissait la FEM du moteur a disparue puisque le courant dans la charge ne s'annule jamais, il y a toujours soit le transistor MOS, soit la diode de roue libre en conduction.

Avec un rapport cyclique de 80% (le courant est toujours en bleu)



V_{DS} et I_D avec $\alpha = 0,8$



V_{CH} et I_{CH} avec $\alpha = 0,8$

On est toujours en conduction continu (on l'était déjà avec un rapport cyclique de 30%, aucune raison pour que cela change, bien au contraire)

On obtient les mêmes types de courbe qu'avec un rapport cyclique de 0,3. Aucune différence excepté le rapport cyclique qui a changé et le courant qui a doublé (passage de 0,3 à 0,8), ainsi que la vitesse du moteur bien entendu

Conclusion :

Les résultats obtenues sont conformes à la théorie, Bien que l'association MOS et MCC crée des régimes oscillatoire.

Bien penser à prendre un câble blindé pour la liaison entre le μO et le boîtier de commande, sinon risque de perturbation électromagnétique.

Les frottements et le volant d'inertie on était suffisant forts pour arrêter le moteur lors de l'essai ou nous avons coupé l'alimentation de l'inducteur. (Caramba encore raté !)