

Les composants électroniques en commutation

TP

Analyse des formes d'ondes des composants de puissance

Ce TP est conçu à partir d'une maquette (Figure 1) qui génère un signal de commande interne et dispose d'un circuit de puissance pouvant réaliser le schéma de la Figure 2. Ce dernier peut être commandé soit par le générateur interne, soit par un signal externe.

Afin de pouvoir varier et simplifier le changement des composants de puissance, ces derniers sont utilisés sans radiateur. Par conséquent, il ne peuvent pas dissiper beaucoup de calories, on les commande donc de façon impulsionnelle.

Au cours de ces manipulations et simulations, vous allez être amené à étudier des phénomènes de commutation et de conduction. Etant donné que les ordres de grandeurs sont fondamentalement différents, je vous conseille d'utiliser au mieux la base de temps de l'oscilloscope.

Le TP est constitué d'une partie de préparation (simulation) et d'une partie manipulation.

Le but est de retrouver les formes d'ondes pour des transistors¹ MOSFET et IGBT lorsqu'ils commutent sur une charge inductive plus une diode de roue libre sans CALC. Par conséquent, dans ce TP, **vous n'avez pas besoin des circuits enfichables CALC1 et CALC2**, seul le shunt de courant sera utilisé.

Le synoptique de la maquette est donné ci-dessous :

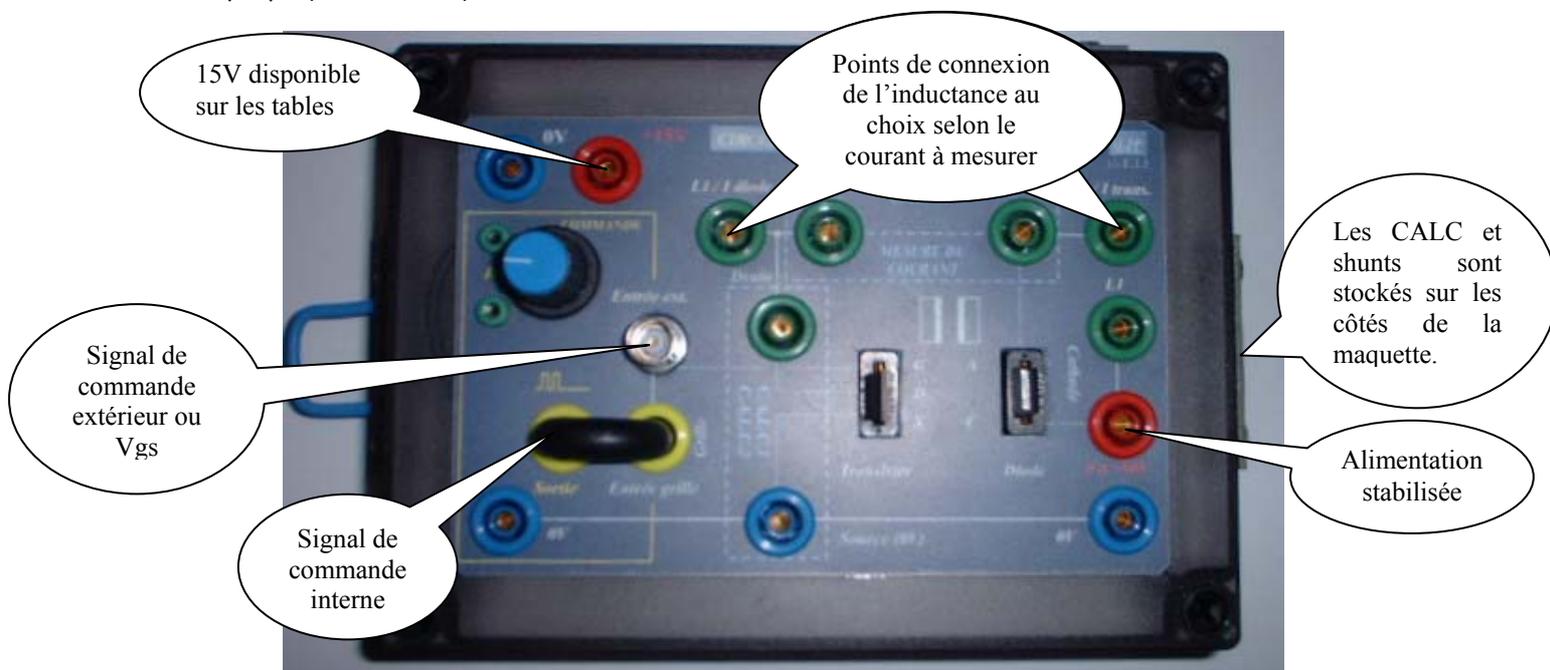


Figure 1 : synoptique de la maquette

¹ Les data-sheets des composants sont données en fin de TP et disponibles sur www.irf.com ou www.st.com

Le schéma du montage de puissance utilisé pour caractériser les composants est donné ci-dessous.

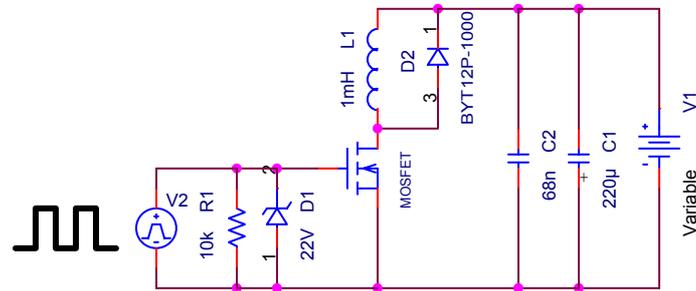


Figure 2 - Schéma du montage utilisé

Simulation

A l'aide du noyau Pspice d'Orcad, charger le fichier TP COM1.OPJ. Simuler le montage tel qu'il est et relever puis discuter :

- ☑ la tension d'entrée $v_2(t)$ et le courant dans la charge $i_L(t)$,
 - Vérifier la valeur du courant avec le courant théorique présent dans l'inductance à la fin de la 1^{ère} impulsion, si $V_i=60V$, $L1=1mH$ (résistance d'inductance négligée).
 - ☑ la tension d'entrée $v_2(t)$ et $v_{gs}(t)$ (sur le même graphe),
 - ☑ les grandeurs d'entrée $i_{gs}(t)$, $v_{gs}(t)$ et de sortie $i_{DS}(t)$, $v_{DS}(t)$,
 - ☑ les grandeurs de sortie $i_{DS}(t)$, $v_{DS}(t)$ et $i_D(t)$ et $v_D(t)$ de la diode.
 - En faisant un "zoom in" et imprimez le courant dans la diode et dans le transistor au début de la 2^{ème} impulsion.
 - Déterminer t_a , t_b , t_{rr} et la quantité de charges recouvrées Q_{rr} .
 - Même chose avec une diode STTA506F.
 - ☑ Déterminer la résistance R_{DSon} grâce au courant $i_D(t)$ et la tension $v_{DS}(t)$ (faire la mesure à la fin de la deuxième impulsion).
 - ☑ A la fermeture du MOSFET. Faire varier R_g de 0 à $2k\Omega$ et noter les temps de commutation extrêmes t_f , la tension de seuil V_{th} , la tension V_p et les temps t_1 et t_{on} du plateau Miller (le courant $i_D(t)$ pourra être utilisé). Conclure.
 - ☑ Evaluer les pertes dans le MOS lors de la fermeture due à la deuxième impulsion.
 - ☑ Evaluer les pertes dans le MOS lors de l'ouverture due à la deuxième impulsion.
- Conclusion.

Manipulation

Montage de puissance

- ☑ Quel est le nom de ce montage?
- ☑ Quel est le rôle des capacités C_1 et C_2 ?
- ☑ Quel est le rôle de R_1 et de D_1 ?

Etude du montage avec un transistor MOS

Courant dans l'inductance

Mettre sur la platine puissance, en respectant les "polarités", un MOSFET IRF740 et une diode BYT12P1000. Mettre R_9 à 0 et ajuster V_1 à 60V.

- ☑ Relevez et imprimez alors le courant dans L_1 . Vérifiez les différents temps du signal de commande et la valeur du courant à la fin de la 1^{ère} impulsion. Conclure.

Etude du Transistor IRF740

Câbler la maquette telle que la sonde de courant visualise le courant dans le MOSFET. Mettre V_1 à 20V.

- ☑ Relever le courant $i_D(t)$ et la tension $v_{DS}(t)$ (à l'aide de la sonde de tension différentielle). Augmenter V_1 (dans la limite de 60V). En déduire R_{DSon} . Comparer avec la valeur annoncée sur la data sheet et les simulations. Conclusion.
- ☑ Régler la base de temps de l'oscilloscope pour visualiser au mieux la tension de grille lors de la fermeture du MOSFET. Faire varier R_9 de 0 à $2k\Omega$ et noter la tension de seuil, la tension et les temps t_1 et t_{on} du plateau Miller (2 ou 3 mesures). Conclure.
- ☑ Relever $i_D(t)$ et $v_{DS}(t)$ lors de la fermeture due à la deuxième impulsion.
- ☑ Relever $i_D(t)$ et $v_{DS}(t)$ lors de l'ouverture due à la deuxième impulsion. Conclusion.

Etude de la diode de roue libre

Les diodes étudiées sont les BYT12-1000 et STTA506F.

Régler $R_9=0$. Modifier le câblage de l'inductance pour que la sonde voit le courant de diode. La 2^{ème} impulsion permet d'étudier efficacement le blocage de la diode de roue libre et la mise en conduction du transistor dans des conditions similaires à un régime établi.

Pour les deux diodes :

- ☑ Régler la base de temps de l'oscilloscope pour visualiser le blocage de la diode ($i_d(t)$, $v_d(t)$) entre les deux impulsions. A l'aide de V_1 , ajuster la valeur du courant à 5A au moment de l'ouverture.
- ☑ Quelles sont les valeurs de dI_F/dt , dI_R/dt , I_{RM} , t_a , t_b , t_{rr} ?
- ☑ Déterminer la quantité de charge recouvrée Q_{rr} .
- ☑ A l'aide de la fonction "Math" afficher la puissance dissipée par la diode. Calculer les pertes à l'ouverture à l'aide des formules du cours.
- ☑ Faire varier le dI_F/dt à l'aide de R_9 . Tracer les courbes $I_{RM}(dI_F/dt)$ et $t_{rr}(dI_F/dt)$.
- ☑ Que pouvez-vous conclure sur ces deux diodes?

Etude d'un IGBT.

La diode de roue libre est pour cette étude, une BYT12-1000.

Câbler un G4BC20FD

- ☑ Tracer $i_C(t)$ et $v_{CE}(t)$,
- ☑ Donner les caractéristiques du courant de queue s'il existe (amplitude, durée, ...),

Expérience tactile en fréquence.

Il s'agit ici de vérifier l'augmentation des pertes lorsque la fréquence croît.

Pour un de ces montages, régler un GBF à une très faible fréquence et avec un faible rapport cyclique. Mettre le doigt sur l'IGBT et/ou sur la diode. Faire varier la fréquence et observer l'augmentation de température. L'étude en mode impulsionnel est-elle justifiée?