



**ALIMENTATION A DECOUPAGE  
DIDACTIQUE  
AD6035**

**SOMMAIRE**

- Principe de fonctionnement et caractéristiques	p2
- Procédure de réglage	p6
- Données techniques	p8
- Eléments de textes de travaux pratiques	p17
- Nomenclature des composants.	p21

**PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT**  
**CARACTERISTIQUES**

## PRESENTATION:

L'alimentation à découpage didactique permet l'étude des alimentations de type **FLYBACK** et **FORWARD**.

La **configuration** est obtenue **en enfichant le transformateur** approprié au centre de la maquette.

L'**alimentation, unique**, est une source continue de laboratoire de **30V / 2A** de préférence limitée en courant.

La **commande en fréquence** (de 15 KHz à 55kHz) est obtenue par un potentiomètre **F**, la commande en rapport cyclique par un potentiomètre  $\alpha$  ou par une entrée externe.

## POINTS DE MESURE:

Pour permettre une utilisation pédagogique, la maquette est pourvue des points de mesure suivants :

- **4 points de mesure des courants**, délivrant 0,1V/A, sorties sur prises BNC :

$I_T$  Mesure du courant primaire (courant du transistor), en Forward et Flyback,  
 $I_2$  Mesure du courant secondaire en Forward et Flyback,  
 $I_3$  Mesure du courant dans l'enroulement de démagnétisation en Forward,  
 $I_c$  Mesure du courant dans le condensateur de sortie en Forward et Flyback.

- **6 points-tests** sur la carte, pour **mesure des tensions** :

$V_s$  Mesure de la tension de sortie, sur prise BNC,  
 $V_L$  Mesure de la tension aux bornes de l'inductance de sortie en Forward,  
**Pt1** Mesure de la tension de grille du transistor,  
**Pt2** Mesure de la tension de contrôle du courant (broche 10 du 3525),  
**Pt3** Mesure de la dent de scie (broche 5 du 3525),  
**Pt4** Mesure de la tension de commande (broche 2 du 3525).

- **2 prises de mesure sur les enroulements des transformateurs**, en Forward et en Flyback :

$V_1$  Mesure de la tension au primaire,  
 $V_2$  Mesure de la tension au secondaire.

Une deuxième sortie sur BNC de  $I_T$ , image du courant dans le transistor, et une entrée sur BNC de contrôle du courant  $\hat{I}_T$ , permettent d'envisager **l'asservissement des deux types d'alimentation**.

## PROTECTIONS :

L'alimentation AD6035 est munie d'une triple protection :

- Contre l'**élévation anormale** de la tension de sortie,
- Contre les **surintensités** en sortie,
- Contre les **court-circuits** de la sortie.

## UTILISATION EN BOUCLE OUVERTE.

L'interrupteur K étant en position *COMMANDE MANUELLE* et la fréquence réglée à une valeur typique de 20kHz, le réglage du rapport cyclique de commande du découpage est obtenu par le potentiomètre  $\alpha$ . Il peut varier de 0 à 0,49.

Les mesures sont effectuées aux points de test ou sur les BNC.

Le bon fonctionnement du système peut être vérifié aux points  $Pt_1$  et  $Pt_4$ .

## REMARQUES IMPORTANTES.

La visualisation au point  $Pt_3$  nécessite obligatoirement une **sonde x10**. La capacité d'entrée de l'oscilloscope perturberait le bon fonctionnement du circuit de commande.

La mesure de la fréquence de travail sera effectuée de préférence sur  $Pt_1$  (tension de grille du transistor MOS). On notera que la fréquence du signal en  $Pt_3$  est double de celle du signal en  $Pt_1$ .

L'alimentation est **protégée** contre l'élévation anormale de la **tension de sortie** et contre les **surintensités et court-circuits** en sortie. Cette dernière protection est assurée par un cavalier situé à gauche de  $Pt_1$ . Ce dispositif est prévu pour permettre ultérieurement un asservissement en contrôle d'amplitude. Cette protection doit impérativement rester opérationnelle.

**Le cavalier ne doit en aucun cas être déssoudé !**

L'alimentation est protégée en entrée contre une élévation anormale de la tension d'alimentation par une diode «Zener» de **36V - 1,3W** et un **fusible rapide de 2A**. Si le fusible est détruit, vérifiez l'état de la diode «Zener», selon la tension appliquée, celle-ci peut avoir été détruite.

**Ne changez les valeurs de ces deux composants sous aucun prétexte !**

Les entrées de commande  $V\alpha$  et  $\hat{I}_T$  supportent 15V en régime permanent et des surtensions accidentelles de 100V.



## PROCEDURE DE REGLAGE

**TOUS LES ESSAIS SERONT EFFECTUES AVEC L'INTERRUPTEUR K EN POSITION COMMANDE MANUELLE, LE TRANSFORMATEUR FORWARD MONTE.**

- Connecter l'alimentation à découpage à un rhéostat d'environ  $10 \Omega$  supportant 4 à 5 A. Contrôler à l'aide d'un ampèremètre et d'un voltmètre, le courant et la tension de sortie.
- Régler un courant de charge d'environ 1A pour une tension de sortie de 13V avec le potentiomètre  $\alpha$ . Il est possible que la protection en courant soit active car les réglages ne sont pas faits. Dans ce cas, régler la résistance ajustable **AJ1** pour obtenir un fonctionnement convenable.
- Vérifier les signaux sur les douilles BNC  $I_T$  (x2),  $I_3$ ,  $I_2$ ,  $I_c$ .
- Augmenter le courant dans la charge jusqu'à 4A et régler la protection en courant par **AJ1**. Diminuer la résistance de charge et vérifier que le courant croit encore légèrement puis décroît.
- Diminuer encore la résistance de charge jusqu'au court-circuit. Le courant de court-circuit doit être plus faible que le courant de limitation.

☛ Si vous n'obtenez pas ce résultat, vérifiez le câblage de **TC1**, **R9**, **D6**, **AJ1** et **D7**. Vérifiez l'oscillogramme sur **Pt<sub>2</sub>**.

- Mettre le **circuit hors-tension** et remplacer le rhéostat de charge pour un rhéostat d'environ  $2 \text{ k}\Omega$ , 200mA.
- Monter le transformateur FLYBACK sur l'alimentation.
- Régler le rhéostat de charge à la moitié.
- Remettre sous tension et diminuer le courant de charge. La tension de sortie du circuit augmente et doit se stabiliser aux alentours de 48V.

☛ Si la tension dépasse 50V, augmentez le courant de charge pour avoir une tension de sortie inférieure à 40V, puis coupez l'alimentation. Vérifiez le circuit **CI2**, ainsi que **R11**, **DZ4** et **D8**.

- Connecter un générateur BF sur la douille **V $\alpha$** .
- Positionner l'interrupteur **K** sur **ASSERVISSEMENT**. Le potentiomètre  $\alpha$  n'a plus d'influence. Le rapport cyclique est désormais commandé par le générateur BF.

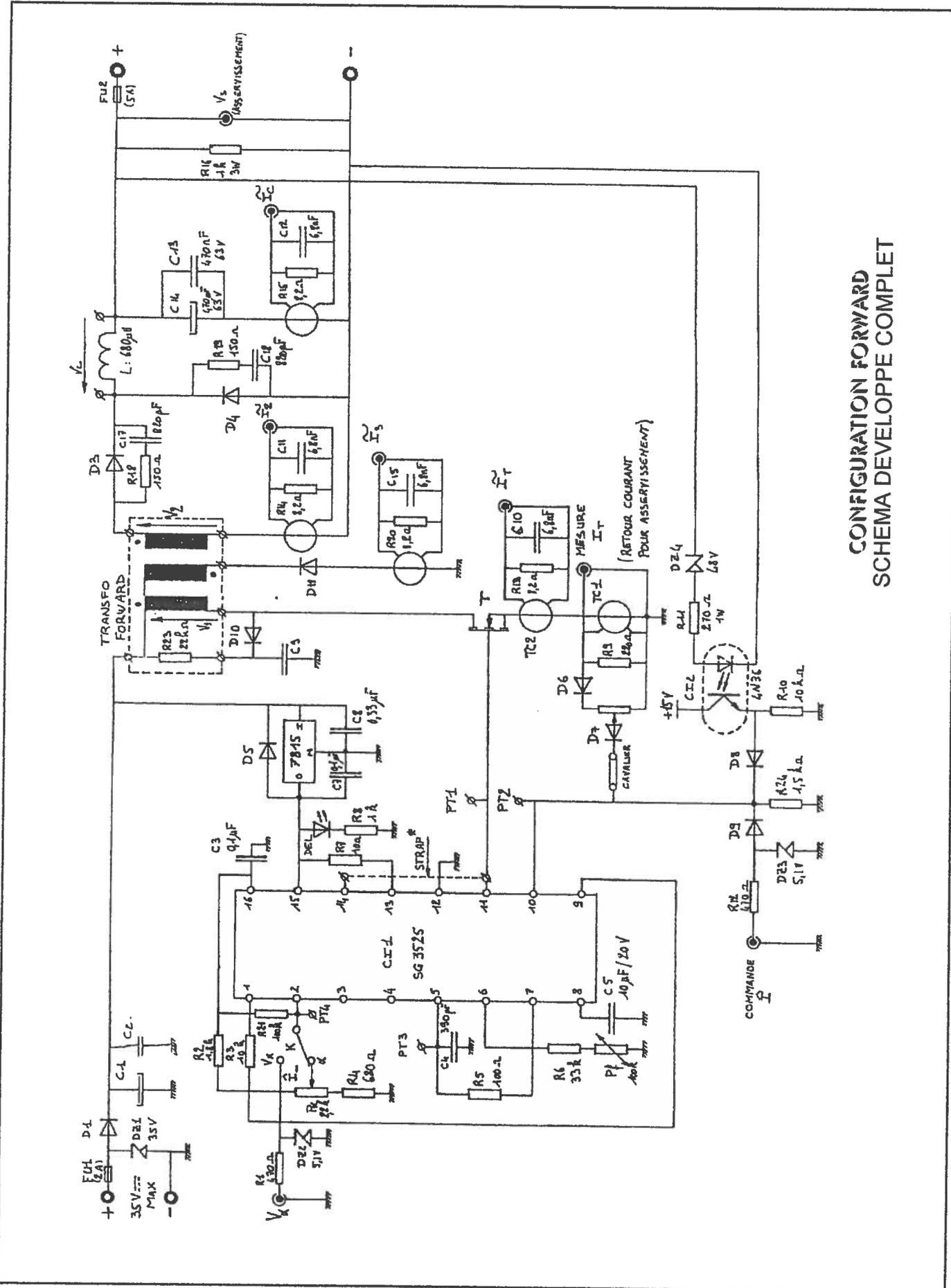
L'alimentation doit être chargée par le rhéostat d'environ  $10 \Omega$ . L'amplitude des signaux variables du générateur BF étant à "0", faire varier la tension de sortie de l'alimentation à découpage en agissant sur l'offset du générateur BF.

## DONNEES TECHNIQUES



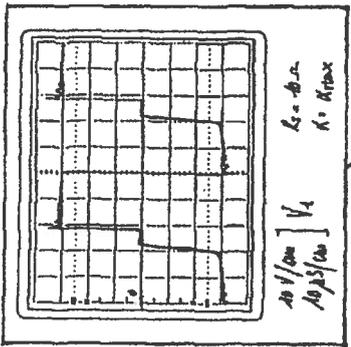
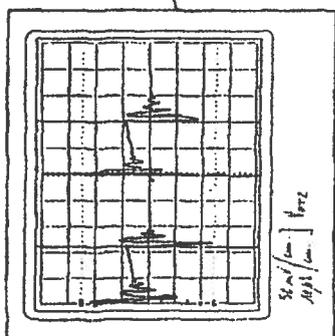
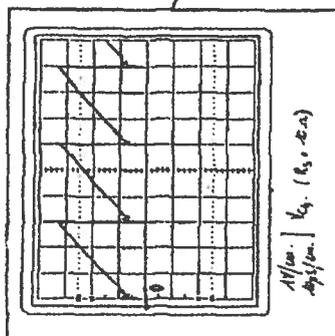
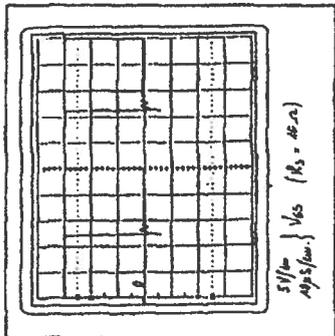
20 Grande Rue,  
F78160 MARLY-LE-ROI  
Tel : 33 (0)1 39 16 53 32  
Fax : 33 (0)1 39 16 43 81

**ALIMENTATION À DÉCOUPAGE - AD6035 - PAGE 8**

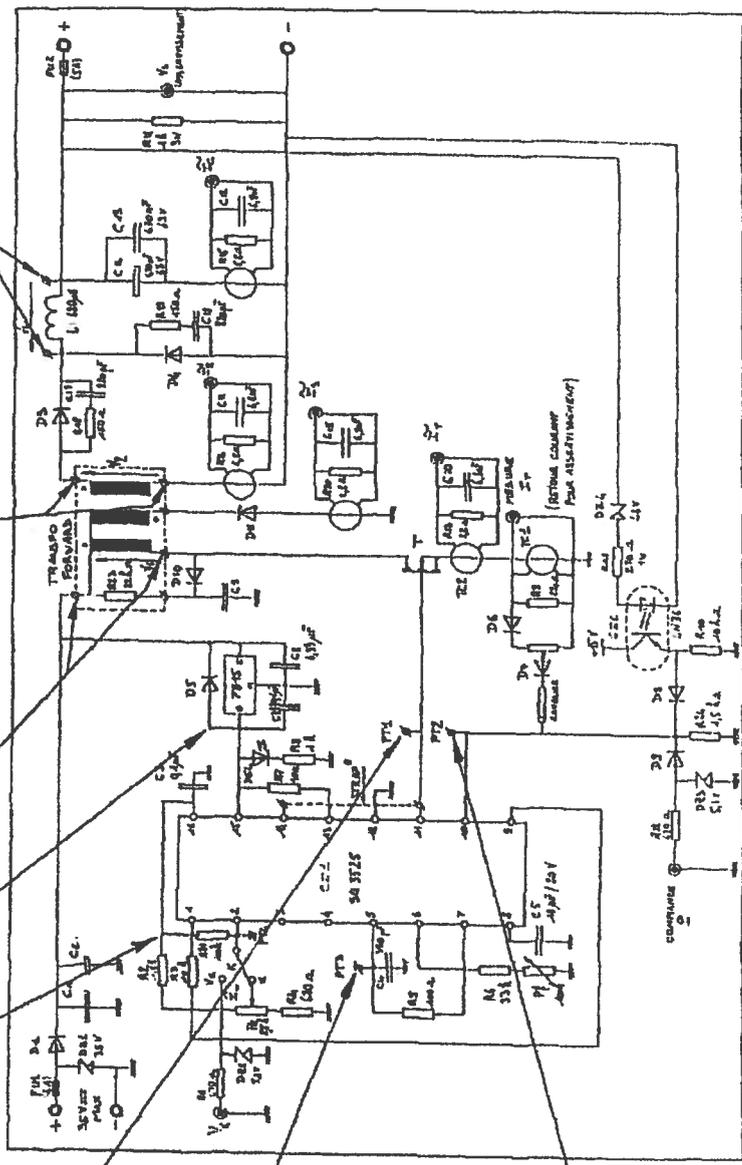
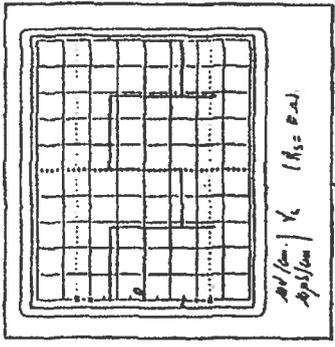
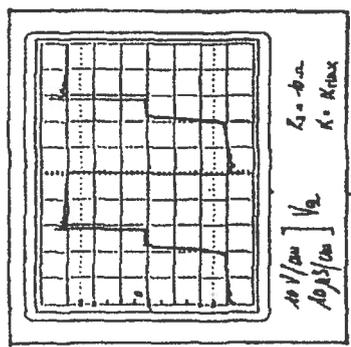


CONFIGURATION FORWARD  
SCHEMA DEVELOPPE COMPLET

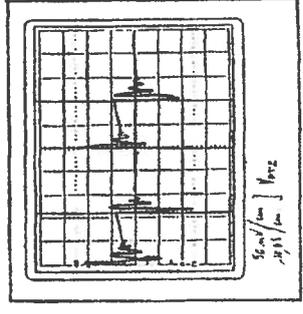
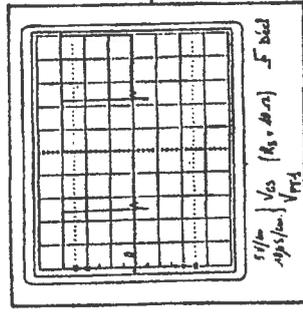
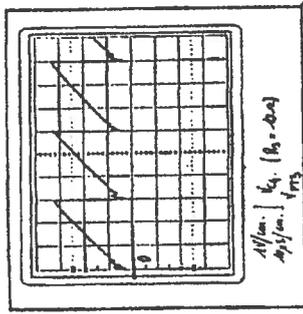
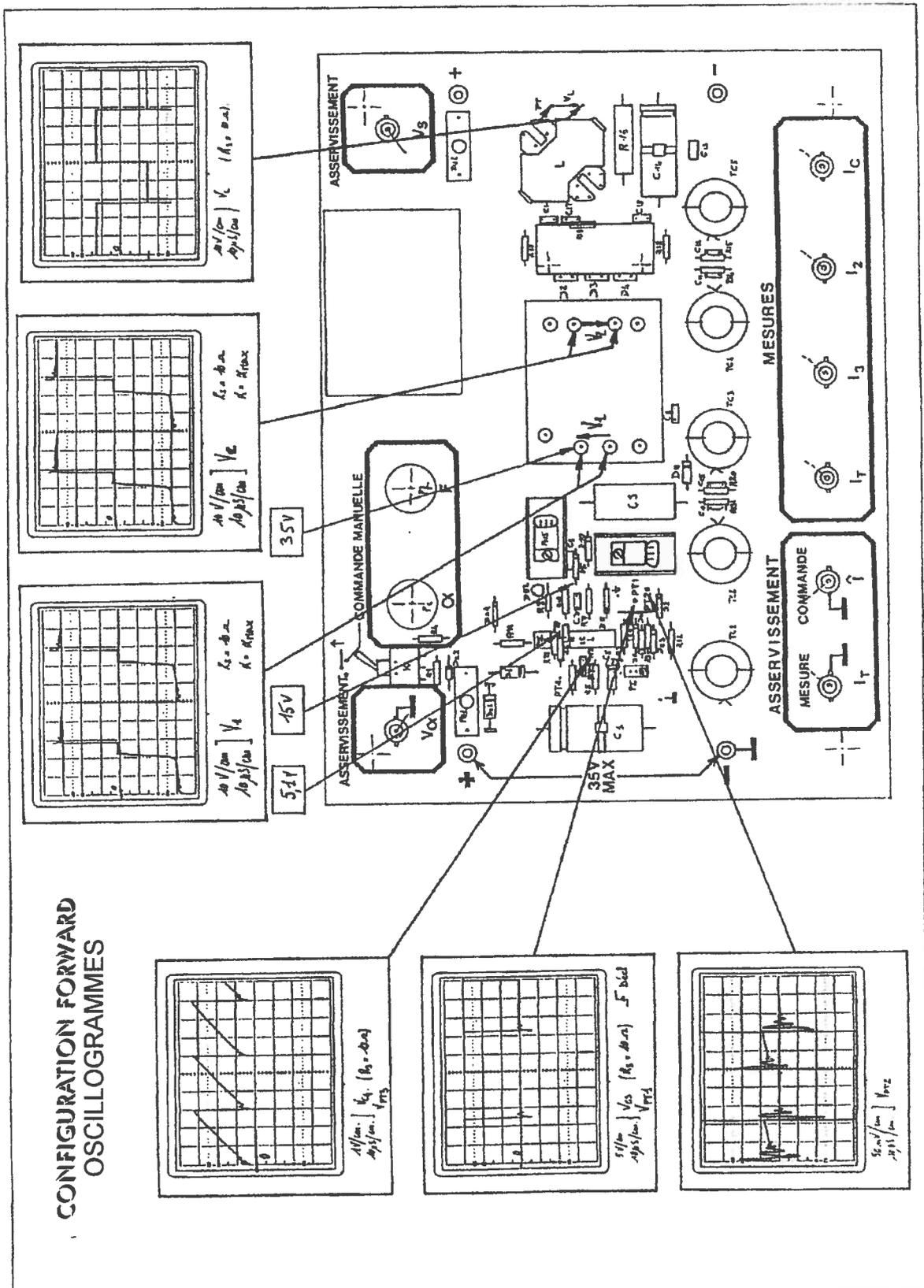
CONFIGURATION FORWARD  
OSCILLOGRAMMES



54V  
15V

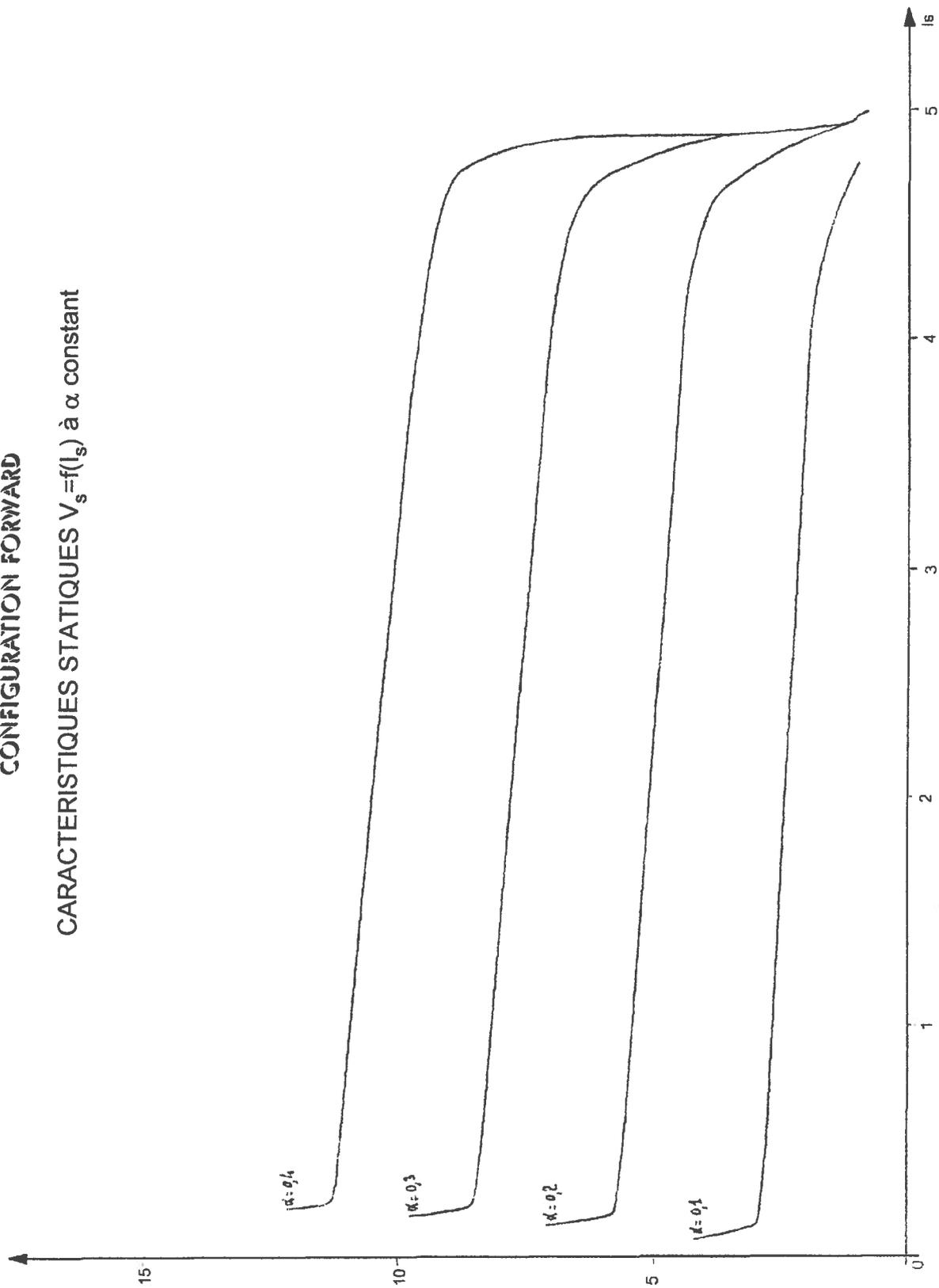


# CONFIGURATION FORWARD OSCILLOGRAMMES



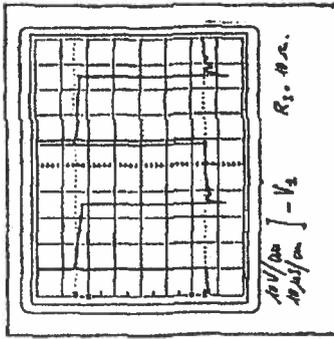
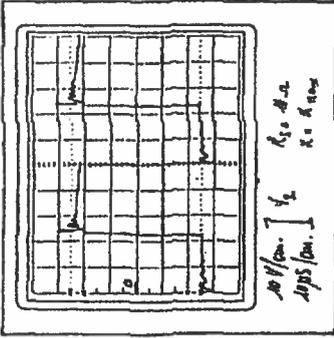
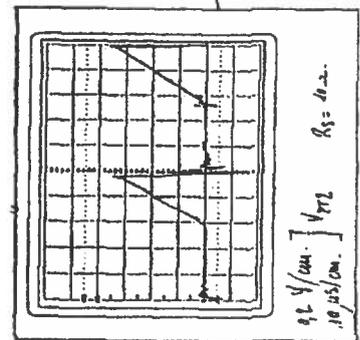
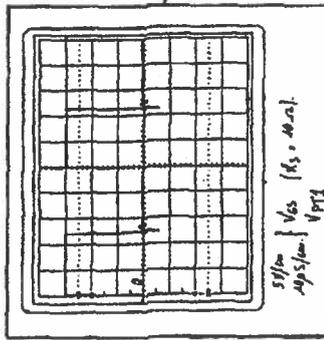
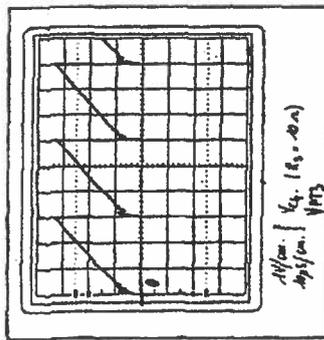
CONFIGURATION FORWARD

CARACTERISTIQUES STATIQUES  $V_s = f(I_s)$  à  $\alpha$  constant



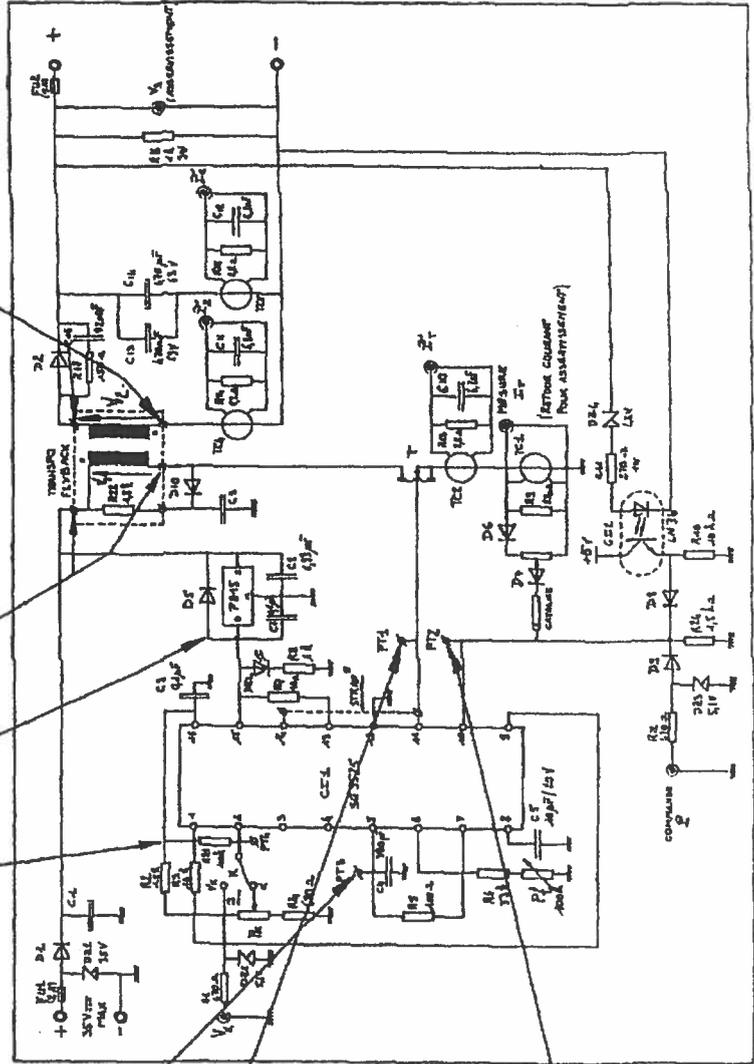


# CONFIGURATION FLYBACK OSCILLOGRAMMES



5,7V

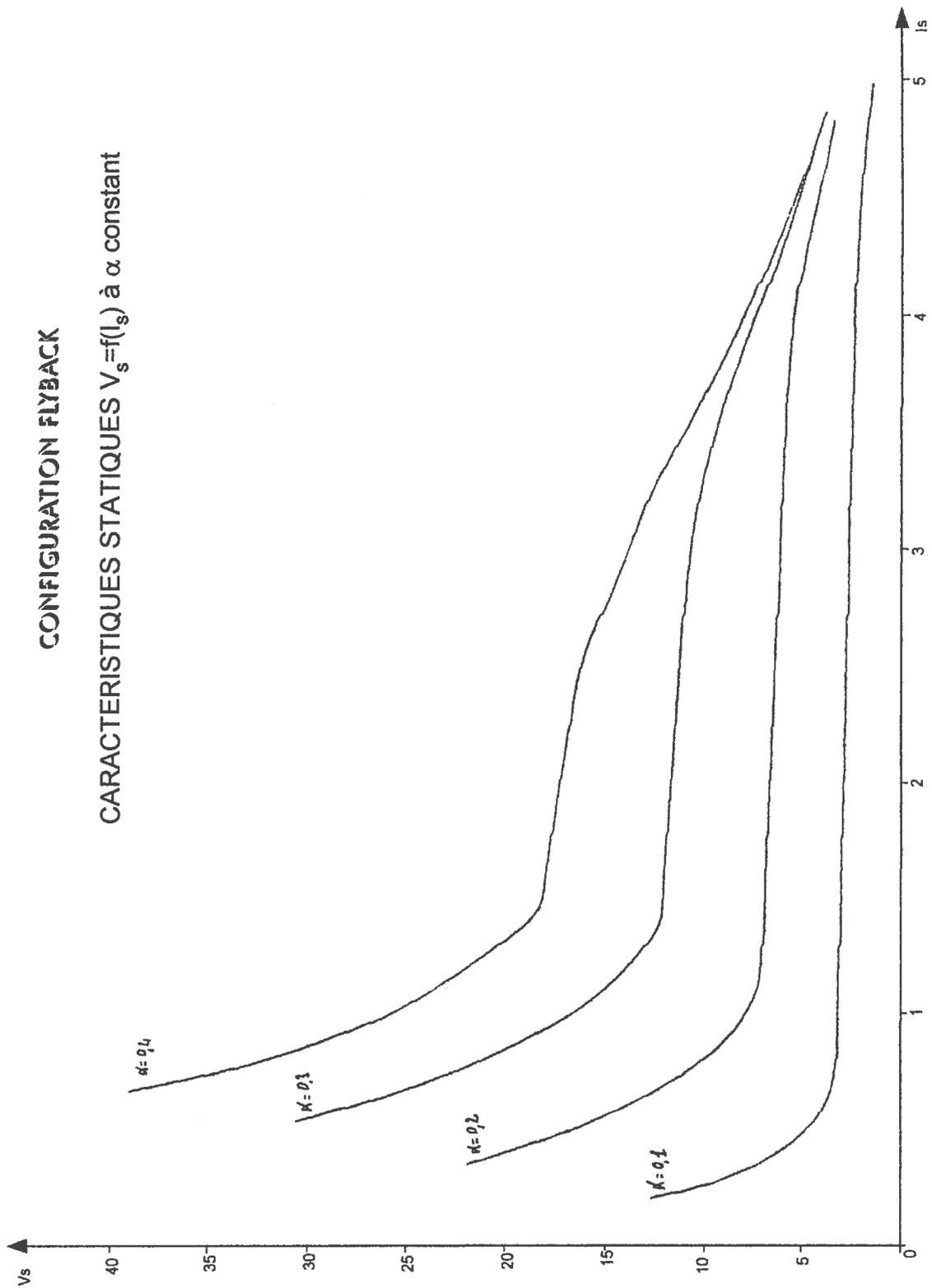
45V





## CONFIGURATION FLYBACK

CARACTERISTIQUES STATIQUES  $V_s=f(I_s)$  à  $\alpha$  constant



**ELEMENTS DE TEXTE DE TRAVAUX PRATIQUES  
SUR L'ALIMENTATION A DECOUPAGE AD6035**

## AVERTISSEMENT

Dans ce qui suit n'apparaissent pas des textes de TP «clés en main», la structure d'un texte dépendant essentiellement de la sensibilité de l'enseignant et de la forme de la préparation qu'il a présentée à ses élèves (cours, travaux dirigés).

Par contre, sont décrits, pour chaque niveau, BAC, BTS et MAITRISE, les différents points sur lesquels il semble raisonnable d'orienter des travaux pratiques.

## PARTIE COMMUNE / PRESENTATION

### Objet commun

L'objectif global, commun à tous les niveaux, d'un TP basé sur l'exploitation de cette maquette, est l'étude et la comparaison des deux alimentations à découpage les plus utilisées en basse puissance, à savoir les configurations Forward et le Flyback.

### Organisation de la maquette

La maquette comporte, comme toute structure de conversion, deux parties,  
l'étage de commande (figure 1)  
et  
l'étage de puissance qui peut prendre deux formes distinctes (Forward ou Flyback) selon le transformateur choisi (figures 2a et 2b).

L'ensemble doit être alimenté par une source de puissance ( $E < 35V$ ) à partir de laquelle est générée, sur la maquette, l'alimentation destinée à l'étage de commande. Ce dernier est commun aux deux configurations et comprend essentiellement un circuit de modulation de largeur d'impulsions et différentes protections. Des accès à cette commande sont également possibles afin de permettre l'introduction, à l'aide de dispositifs externes, de boucles de régulation.

Les étages de puissance, compte-tenu de leurs similitudes, ont une importante partie commune. Le passage d'une structure à l'autre s'effectue par simple changement du transformateur, **LA MAQUETTE ETANT HORS TENSION.**

La disposition physique des différents composants sur la maquette est indiquée figure 3. Des transformateurs de courant permettent de visualiser les principaux courants dans chacun des modes.

## NIVEAU 1 / BAC

A ce niveau, on effectuera une approche du fonctionnement des alimentations à découpage, par l'analyse des caractéristiques externes .

L'expérimentation portera sur les points suivants :

- **Mise en évidence de la compacité** du transformateur de l'alimentation à découpage, par comparaison avec un transformateur 220V-50HZ-120VA qui correspondrait sensiblement à une alimentation linéaire de 60W.

- **Principe de l'utilisation d'une fonction interrupteur** (découpage) dans un dispositif de conversion à haut rendement, par opposition aux alimentations linéaires. Pour cela, il est possible de faire observer à l'élève courant et tension du composant à semi-conducteur principal (Transistor MOS).

- **Inconvénients parallèles introduits par le découpage.** L'observation de la tension instantanée de sortie du Forward permet de souligner cet aspect. Cette tension contient une composante continue qui est la grandeur primordiale, mais également de nombreuses harmoniques dues au découpage et qu'il faudra éliminer à l'aide du filtre (**Ls,Cs**) placé en sortie. De surcroit, l'analyse de l'ondulation de tension de sortie après le filtre (facilement observable en mode AC sur un oscilloscope) montre bien les perturbations introduites par le découpage (pics de tension).

- **Mesure du rendement.** Cette mesure est aisément réalisable du fait du caractère de ces alimentations. La tension est quasiment continue aussi bien en entrée qu'en sortie, ce qui permet l'utilisation d'une méthode Volt-Ampèremétrique pour déterminer avec précision (voltmètres numériques) les puissances d'entrée et de sortie, donc le rendement..

- **Analyse du comportement externe de la source instantanée de tension** que constitue une alimentation à découpage. Pour cela, on fait tracer, pour différentes valeurs de la grandeur de commande (rapport cyclique), les caractéristiques de sortie **Vs = f(Is)** avec :

**Vs** = Tension moyenne de sortie

**Is** = Courant moyen de sortie

La nécessité d'une régulation de la tension est alors évidente.

## NIVEAU 2 / BTS

A ce niveau, l'étude complète des dispositifs peut être envisagée. A travers l'observation des différentes grandeurs instantanées du montage, on fera analyser à l'élève le fonctionnement des différentes parties en s'appuyant sur une étude théorique préalable avec laquelle on fera des comparaisons.

### **ETUDE DU FORWARD**

#### **- Fonctionnement à vide.**

Dans cette configuration, on observera de façon privilégiée les grandeurs relatives aux mécanismes de magnétisation-démagnétisation du transformateur, à savoir courant et tension aux bornes de l'interrupteur (transistor MOS), et courant dans l'enroulement de démagnétisation.

### - Fonctionnement en charge.

On se préoccupera maintenant du transfert d'énergie, en observant l'influence du courant de charge du primaire sur le secondaire.

La visualisation des grandeurs aux bornes de l'interrupteur continue d'être essentielle. Elle s'accompagnera de celle des courants et tensions au secondaire de l'alimentation.

Deux thèmes fondamentaux seront abordés :

- La mise en évidence des différentes ondulations (tension instantanée avant le filtre, ondulation de courant dans **Ls**, ondulation de tension aux bornes de **Cs**),
- La comparaison des contraintes instantanées auxquelles sont soumis les différents composants à semi-conducteurs avec la puissance moyenne délivrée par l'alimentation.

Comme dans le niveau précédent le relevé du rendement et des caractéristiques de sortie est un aspect incontournable.

### - Introduction à la régulation.

Le relevé des caractéristiques de sortie montre facilement la nécessité de boucles de régulation. Ceci peut encore être conforté par une analyse du comportement dynamique de l'alimentation.

Pour cela, on observera les variations de la tension de sortie, lors d'un échelon de consigne ou d'un échelon de charge.

## ETUDE DU FLYBACK

Cette étude, similaire dans le principe à la précédente, peut s'articuler en deux parties :

- le comportement en mode discontinu de courant (démagnétisation complète),
- le comportement en mode continu.

Dans les deux cas, les éléments d'étude mis en place pour le Forward peuvent être reconduits.

## NIVEAU 3 : MAITRISE

Toute l'étude proposée dans le niveau précédant peut être reprise en accélérant le processus d'expérimentation. Elle sera alors avantageusement complétée par des éléments plus approfondis portant sur la régulation

- **analyse du comportement dynamique en boucle ouverte** à l'aide du relevé des réponses à des échelons de charge ou de consigne et du tracé des diagrammes de Bode autour de différents points de fonctionnement.

- **identification** à partir des relevés précédents et définition d'un modèle que l'on comparera aux modèles théoriques que permet d'obtenir une étude dite «aux valeurs moyennes».

- **introduction**, sur la base de ces modèles, **de régulations** avec électronique externe à la maquette.