

Travaux Pratiques d'Electronique de Puissance

Ecole d'Ingénieur du Val de Loire

5^{ème} année - Option Micro-électronique

1	Gradateurs, éclairages et harmoniques.....	2
1.1	Gradateur + halogène.....	2
1.1.1	Etude du gradateur à triac.....	2
1.1.2	Etude de l'ampoule halogène.....	2
1.2	Etude d'une ampoule économique.....	2
1.3	Annexes.....	3
1.3.1	Ampoule LAZER+ Classic.....	3
1.3.2	Ampoule HALOTONE de PHILIPS.....	3
1.3.3	Ampoule ENERGY SAVER ELECTRONIC de PHILIPS.....	3
1.3.4	Tube fluorescent SYLVANIA B 1x36W NC.....	3
1.4	Fiche de matériels - Etude du gradateur.....	5
1.4.1	Matériels de mesures.....	5
1.4.2	Montages spécifique.....	5
2	Mesures d'inductances et de capacités.....	6
2.1	Présentation.....	6
2.2	Mesure d'inductance en basse fréquence.....	6
2.2.1	Mesure en sinusoïdal à 50 Hz.....	6
2.2.2	Montage redresseur - mesure à 100 Hz.....	6
2.3	Mesure d'inductance en "haute" fréquence.....	7
2.3.1	Présentation générale du Hacheur série de type BUCK.....	7
2.3.2	Etude du filtre de sortie.....	7
2.3.3	Etude du filtre d'entrée.....	7
2.4	Réalisation d'une inductance.....	8
2.4.1	Première approche.....	8
2.4.2	Démarche de calcul.....	8
2.5	Bibliographie.....	8
2.6	Fiche de matériels - Mesure et réalisation d'inductances.....	9
2.6.1	Matériels de mesures.....	9
2.6.2	Montages spécifique.....	9
3	La compatibilité électromagnétique CEM.....	10
3.1	Présentation.....	10
3.2	Objectifs.....	10
3.3	Etude du redresseur avec filtrage capacitif.....	11
3.3.1	Schéma du montage.....	11
3.3.2	Préliminaires.....	11
3.3.3	Manipulations.....	11
3.3.4	Mesures.....	11
3.4	Etude du correcteur de facteur de puissance.....	12
3.4.1	Principe.....	12
3.4.2	Présentation du montage.....	12
3.4.3	Réalisation du montage.....	13
3.4.4	Manipulation.....	13
3.4.5	Mesures.....	13
3.4.6	Filtrage du courant d'entrée.....	13
3.5	Fiche de matériels - CEM conduit.....	14
3.5.1	Matériels de mesures.....	14
3.5.2	Montage spécifique.....	14

1 Gradateurs, éclairages et harmoniques.

1.1 Gradateur + halogène

On se propose d'étudier un ensemble gradateur à triac associé à une lampe halogène de 300W fonctionnant sur le secteur 230V. Cet exercice fait appel aux connaissances suivantes :

- mesurage pertinent de grandeurs électriques liées au réseau en respect avec les procédures de sécurité (c.f. habilitation électrique),
- utilisation de l'analyseur de puissance NORMA D 6100,
- utilisation de la fonction F.F.T. de l'oscilloscope.

Compléter si nécessaire la fiche de réservation du poste et du matériels.

1.1.1 Etude du gradateur à triac

- a) Etudier le fonctionnement du montage (rôle du diac).
- b) Choisir les matériels de mesures et faire des relevés pertinents pour montrer son bon fonctionnement.
- c) Vérifier le dimensionnement des composants.
- d) Donner la décomposition en série de Fourier du courant de ligne.

1.1.2 Etude de l'ampoule halogène

- a) Proposer et identifier le modèle équivalent de la lampe halogène. Relever la caractéristique $U = f(I)$ de la lampe pour une alimentation sinusoïdale (l'impédance de la lampe varie avec la température).
- b) Relever la tension aux bornes de la lampe, l'angle d'amorçage, la puissance, le courant et ses trois premiers harmoniques en fonction de la position du potentiomètre.
- c) Comparer les mesures d'harmonique de l'analyseur de puissance et de l'oscilloscope.
- d) La commande de luminosité est-elle linéaire en fonction de la position du réglage ?
- e) Le gradateur est-il compatible avec la norme sur les perturbations conduites le concernant ?

1.2 Etude d'une ampoule économique

Le modèle étudié est un ampoule ECOTONE *Energy Saver* de PHILIPS.

- a) Visualiser le courant de ligne et mesurer la puissance électrique consommée.
- b) Décomposition en série de Fourier du courant de ligne : faire un relevé avec l'analyseur de puissance.
- c) L'ampoule est-elle compatible avec la norme concernant les perturbations conduites ?

1.3 Annexes

1.3.1 Ampoule LAZER+ Classic

Prix : 4F95 en novembre 1998. 230V / 100WATT / Base E27.

Les lampes claires diffusent une lumière brillante. Elle doivent être masquées à la vue directe. Les lampes dépolies diminuent l'éblouissement en améliorant la diffusion de la lumière.

Conseil d'utilisation Puissance (Watts) : choisissez le modèle adapté à la quantité de lumière désirée en respectant la valeur maximale indiquée sur votre luminaire.

Normes : lampes conformes aux Normes Françaises (NF) en vigueur, NFC 72 100 et 72 101 et internationales CEI 64 et 432.

Sécurité : deux fusibles de protection calibrés à la puissance de la lampe.

Durée : 1000 heures en moyenne.

1.3.2 Ampoule HALOTONE de PHILIPS

Prix : 34F50 en novembre 1998 (29F90 en avril 1997).

230V / 100 WATT / Base : E27

Durée de vie doublée : 2x1000h, +15% d'éclairement.

Longueur : 109 mm max. Diamètre : 47 mm.

Vous procure une lumière naturelle, vive, pure et brillante.

- Plus de lumière pour lire, travailler, coudre, manger, cuisiner.

- Dure 2 fois plus longtemps qu'une ampoule ordinaire.

- Ne pas dépasser la puissance maximum indiquée sur votre luminaire.

1.3.3 Ampoule ENERGY SAVER ELECTRONIC de PHILIPS

Prix : 109F90 en novembre 1998 (129F00 en avril 1997).

230-240V / 50-60Hz / 20WATT / Base : E27.

Equivalut à une ampoule de 100WATT normale.

- Utilise 5 fois moins d'électricité , et économise donc votre argent en consommant moins d'énergie.
- Dure jusqu'à 10 fois plus longtemps qu'une ampoule ordinaire *.
- Interchangeable avec une ampoule ordinaire.
- Idéal à l'intérieur ou dans un luminaire fermé extérieur.
- Particulièrement utile là où la lumière reste longtemps allumée et là où il est difficile de changer l'ampoule.
- Ne pas utiliser avec un variateur ou minuterie.

* : Measured according to IEC 969 standards.

1.3.4 Tube fluorescent SYLVANIA B 1x36W NC

Prix : 49F95 en avril 1997.

230V / 36WATT.

Equivalent à une ampoule de 150WATT.

Ballast VOSSLOH SCHWABE

L36.335 / Bestell-Nr. 922.9335

230V 50Hz

tw 130 / Δt 55 / 140

C = 3,4 μF ±2% 450V~

Lampe (W)	A	λ
ind. 1x36	0,43	0,48
cap. 1x36	0,46	0,48c

Starter FS 11

F4W...65W,F80W

220/240V Single.

1.4 Fiche de matériels - Etude du gradateur

RESERVATION DU POSTE DE TRAVAIL ET DU MATERIELS	
Travaux Pratiques d'Electronique de Puissance	Date 1/4 : jeudi 12 novembre 1998
Ecole d'Ingénieur du Val de Loire	Date 2/4 :
5 ^{ème} année - Option Micro-électronique	Date 3/4 :
Enseignant : Thierry LEQUEU	Date 4/4 :

1.4.1 Matériels de mesures

Oscilloscope TDS 340A, 2 voies avec F.F.T., avec sa documentation.

Sonde de courant TM502A.

Autotransformateur $S > 500VA$ et un transformateur d'isolement.

Analyseur de puissance NORMA D6100 avec sa documentation.

1.4.2 Montages spécifique

Halogène de salon 300W / 500W avec son gradateur d'origine.

Support de lampe culot E27.

Montage gradateur à triac.

Extrait de la norme IEC 1000-3-2.

2 Mesures d'inductances et de capacités.

2.1 Présentation

Les bobines de lissage sont utilisées dans les filtres associés à des convertisseurs. Elles permettent d'obtenir des courants possédant peu d'ondulation. Le travail se propose dans un premier temps d'étudier les techniques de mesures d'inductance. Ensuite, le dimensionnement d'une inductance pour un convertisseur "BUCK" est détaillé. La caractérisation des condensateurs se fera alors au sein de l'application "hacheur série". Deux types de fonctionnement des condensateurs seront ainsi abordés : le filtrage de la tension de sortie et le filtrage du courant d'entrée.

2.2 Mesure d'inductance en basse fréquence

Les mesures seront faites pour $L = 1\text{mH} - 10\text{A}$, $10\text{mH} - 10\text{A}$, $100\text{mH} - 10\text{A}$ et $1\text{H} - 2\text{A}$.

2.2.1 Mesure en sinusoïdal à 50 Hz

L'inductance L est alimentée sous tension variable sinusoïdale 50 Hz grâce à un auto transformateur.

- a) Tracer V_{eff} en fonction de I_{eff} . En déduire le module Z_L de l'inductance et la zone non saturée.
- b) Faire un relevé de la tension et du courant pour un fonctionnement linéaire et pour un fonctionnement saturé.

Mesure de la résistance du bobinage : l'inductance est alimentée par une source de tension continue.

- c) Tracer V_L en fonction de I_L . En déduire R_L et la valeur de L .

2.2.2 Montage redresseur - mesure à 100 Hz

Dans cet essai, la bobine est utilisée dans un redresseur monophasé PD2 à diode, alimenté par une tension alternative $V_{\text{eff}} = 48\text{V}$ (c.f. Fig 1).

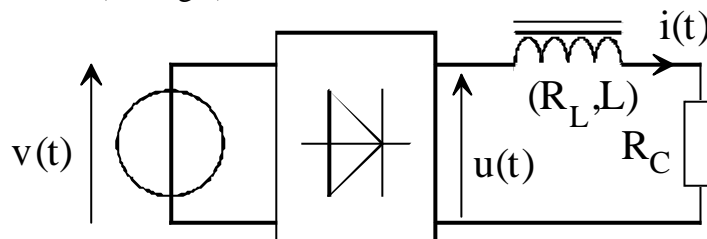


Figure 1. Redresseur monophasé

Le courant moyen dans l'inductance est réglé à 1,5 A au moyen du plan de charge résistif.

La décomposition en série de Fourier de $u(t)$ et $i(t)$ donne le module de la charge pour le fondamental :

$$Z_L = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} = \frac{U_{\text{1eff}}}{I_{\text{1eff}}}$$

La valeur de $R = R_C + R_L$ est obtenue par les valeurs moyennes $R = \frac{U_{\text{moy}}}{I_{\text{moy}}}$.

- a) Faire un relevé de $u(t)$ et de $i(t)$ pour le point de fonctionnement.
- b) Relever la décomposition spectrale de u et de i .
- c) En déduire les valeurs de L et de R_L .

2.3 Mesure d'inductance en "haute" fréquence

2.3.1 Présentation générale du Hacheur série de type BUCK

Le hacheur série est un convertisseur direct tension/courant. Le montage étudié ici est une structure série de type BUCK (abaisseur de tension). La figure 2 donne le montage général avec le filtrage de la tension d'entrée par (L_E , C_E), la fonction de conversion (T , D), la liaison inductive L vers une charge capacitive (C/R).

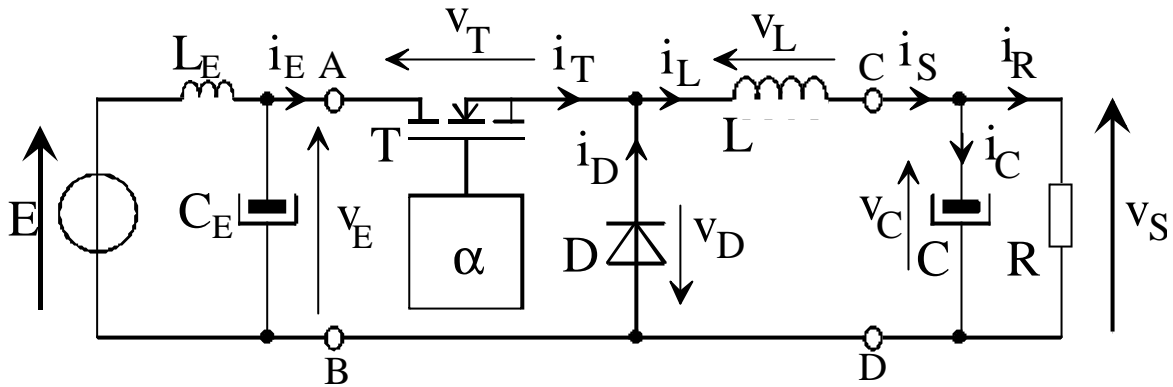


Figure 2 : Structure générale du hacheur série.

⚡ : les masses des BNC de la tension de commande V_α , de la tension de grille et des alimentations $+15V/-15V$ sont différentes !

La source de tension E est produite par une alimentation de laboratoire GW xxx.

L'inductance L est bobinée sur un circuit magnétique type pot RM14 avec 48 spires de file AWG 17 (1mm² de section de cuivre).

La charge est un rhéostat de 10 Ω - 2A.

2.3.2 Etude du filtre de sortie

$L_E = 1\text{mH}$ 10A. $C_E = 1000\ \mu\text{F}$ 63V chimique. $C_S = 470\ \mu\text{F}$ 63V chimique.

Tension d'entrée $V_E = 30\text{V}$. Fréquence de découpage $F = 20\ \text{kHz}$. Charge (R , L , C).

- Reprendre l'étude théorique pour retrouver ΔI_L et ΔV_C .
- Relever les ondulations ΔI_L et ΔV_C en fonction de α pour un courant de sortie de 1A.
- Relever $v_L(t)$ et $i_L(t)$ pour. En déduire la valeur de L .
- Faire varier la fréquence et tracer $L = g(F)$.
- Pour $\alpha=0,5$ et L donnée, faire varier C et relever $\Delta v_C = g(C)$.

2.3.3 Etude du filtre d'entrée

$L_E = 1\text{mH}$ 10A. $C_E = 470\ \mu\text{F}$ 63V chimique. $C_S = 1000\ \mu\text{F}$ 63V chimique.

Tension d'entrée $V_E = 30\text{V}$. Fréquence de découpage $F = 20\ \text{kHz}$. $V_S = 15\text{V}$. $I_S = 1\text{A}$

- Relever $i_{CE}(t)$ et $v_E(t)$. En déduire un modèle de représentation pour Z_{CE} .
- Relever les harmoniques de $i_E(t)$ et de $i_{LE}(t)$. Vérifier l'atténuation en traçant le diagramme de Bode de (L_E , C_E).
- Pour différentes technologie de condensateur C_E , relever l'ondulation de $v_E(t)$. Voir l'impact de la mise en parallèle de plusieurs capacités.

2.4 Réalisation d'une inductance

Le choix du circuit magnétique se fait à partir du calcul de l'énergie électromagnétique stockée :

$$W_{\max} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I_{\max}^2 = \frac{1}{2} \cdot k_B \cdot k_i \cdot B_M \cdot \delta_M \cdot A_e \cdot S_B$$

avec $k_B = \frac{S_{Cu}}{S_B}$ coefficient de remplissage, S_{Cu} surface totale du cuivre, S_B surface bobinable,

$k_i = \frac{I_{\max}}{I_{\text{eff}}}$ facteur de forme du courant, B_M induction maximale, densité du courant maximale, A_e

surface effective du circuit magnétique (C.M.).

Pour l'inductance de lissage du hacheur série, le circuit magnétique retenu est un "pot" ferrite RM14/I en matériaux 3C85 (code 178-512 de chez Farnell).

On désire réaliser une inductance de 4 mH, 4 A efficace pour une fréquence de 25 kHz.

2.4.1 Première approche

- Retrouver la valeur de A_e , L_e et du coefficient d'inductance A_L .
- Calculer le nombre de spires nécessaire. Calculer le champ magnétique pour un courant crête de 4A. Comparer avec le champ maximale admissible.
- Calculer alors l'entrefer nécessaire en fonction de B_{\max} .
- Recalculer dans ces conditions la nouvelle valeur de l'inductance.

2.4.2 Démarche de calcul

Les deux inconnues de l'inductance sont N le nombre de spires et e l'épaisseur de l'entrefer. Les contraintes sont de ne pas dépasser la surface bobinable pour le fil et de ne pas saturer le C.M.

- Calculer le nombre de spires que l'on peut bobiner sur la carcasse du pot RM14 en tenant compte de δ_M , k_B , k_i et de S_B .
- Calculer l'épaisseur de l'entrefer e en fonction de B_{\max} et I_{\max} pour obtenir $L = 4\text{mH}$.
- Calculer les pertes joules dans le cuivre et les pertes fers.
- Réaliser le bobinage et assembler l'inductance.
- Mesurer l'inductance.

2.5 Bibliographie

- "Alimentations à découpage - convertisseurs à résonance", J.-P. FERRIEUX, F. FOREST, 2ième édition, MASSON, 1994 (voir la bibliographie de cet ouvrage).

- Fiche TP 3.E.I. N°9 - Juin 1997 - "Mesure de l'inductance d'une bobine de lissage", P. DRUEZ, M.M. LE BIHAN, lycée de Versailles.

- Catalogues "Soft Ferrites 1998 - Data Handbook MA01" de Philips et "Ferrite und Zubehör - Siemens - Datenbuch 1997" de Siemens Matsushita Components.

- Cours de l'E.N.S. de Cachan "Composants passifs de la conversion statique de l'énergie électrique", Bernard Multon, 1990.

- "Convertisseurs de type Forward [D3167] "Dimensionnement du transformateur et de l'inductance de lissage", H. FOCH, Y. CHÉRON et les Enseignants Chercheurs de l'Equipe.

2.6 Fiche de matériels - Mesure et réalisation d'inductances

RESERVATION DU POSTE DE TRAVAIL ET DU MATERIELS	
Travaux Pratiques d'Electronique de Puissance	Date 1/4 : jeudi 12 novembre 1998
Ecole d'Ingénieur du Val de Loire	Date 2/4 :
5 ^{ème} année - Option Micro-électronique	Date 3/4 :
Enseignant : Thierry LEQUEU	Date 4/4 :

2.6.1 Matériels de mesures

Oscilloscope TDS 340A, 2 voies avec F.F.T., et sa documentation.

Sonde de courant TM 502A.

Autotransformateur $S > 100VA$ et un transformateur d'isolement.

Un voltmètre et un ampèremètre valeur moyenne et valeur efficace.

Plan de charge résistif mono/tri-phasé 220V/ 380V 2kW.

Alimentation variable GW GPC-3060D / 30V - 2A.

Alimentation fixe +15V / 15V.

Transformateur 220V / 2 x 24V 400 VA.

2.6.2 Montages spécifique

Maquette hacheur polyvalent et sa documentation.

Supports de condensateur 1000 uF et 470 uF 63V.

Support d'inductance et pots ferrite RM14.

Support redresseur à diode type PD2.

3 La compatibilité électromagnétique CEM

3.1 Présentation

Le convertisseur alternatif/continu à diodes et filtrage capacitif classique a un mauvais facteur de puissance car le courant qu'il consomme a une forme impulsionnelle riche en harmoniques impairs. Ce convertisseur est cependant utilisé quasi universellement dans l'alimentation d'équipements dont le nombre s'accroît très rapidement (ordinateurs, téléviseurs, vidéo, chauffage à induction, variateurs de vitesse de moteurs asynchrones, chargeurs de batteries, etc.).

Si rien n'était fait, la pollution harmonique des réseaux pourrait rapidement devenir intolérable car elle présente des inconvénients pour le réseau d'alimentation et pour les autres appareils qui y sont connectés.

Pour éviter ce risque, de nouvelles normes de CEM (par exemple EN61000-3-2) basse fréquence, limitent la valeur autorisée pour les harmoniques de courant en fonction de différents facteurs : type d'appareil, puissance, forme du courant, etc.

Le respect de ces normes entraîne souvent l'utilisation d'un correcteur de facteur de puissance (C.F.P.). Il s'agit en général d'un convertisseur de type élévateur (montage BOOST) placé entre le pont redresseur et le condensateur de filtrage. La commande de ce convertisseur est telle que le courant d'entrée est rendu sinusoïdal et en phase avec la tension, comme si la charge était purement résistive. Le facteur de puissance est alors égal à 1 d'où le nom de ce convertisseur parfois appelé pré régulateur à haut facteur de puissance ou émulateur de résistance.

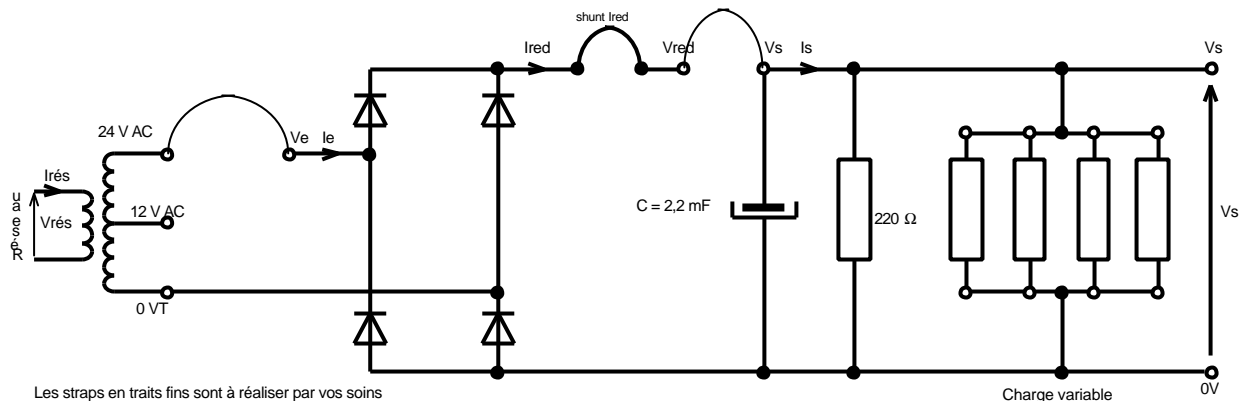
3.2 Objectifs

Le TP proposé comporte deux parties.

- A) La première partie du TP permet d'étudier les caractéristiques du convertisseur alternatif/continu classique et en particulier son facteur de puissance et le spectre harmonique de son courant d'entrée.
- B) La deuxième partie apporte la solution qui consiste à rendre le courant d'entrée sinusoïdal et en phase avec la tension.

3.3 Etude du redresseur avec filtrage capacitif

3.3.1 Schéma du montage



3.3.2 Préliminaires

- Relier l'entrée de la maquette au 220 V par le cordon secteur.
- Relier la sortie 24 V AC du transformateur à l'entrée V_e du redresseur.
- Court-circuiter l'inductance L de la maquette par un fil placé entre V_{red} et V_s .
- Brancher toutes les résistances de charge prévues sur la maquette.

→ Les courants i_e et i_{red} seront visualisés à l'aide d'une sonde de courant placée sur les straps de la maquette.

→ Le courant de sortie i_s est évalué à partir de v_s .

⚠ Avant la mise sous tension de la maquette le commutateur à trois positions doit être en position RDT : convertisseur alternatif / continu à diodes, filtrage capacitif. Il doit y rester tant qu'il y a un fil entre les bornes V_{red} et V_s .

3.3.3 Manipulations

- Mettre la maquette sous tension à l'aide de l'interrupteur en face arrière.
- Relever les oscillogrammes de i_e , v_e , i_{red} et v_s .
- Noter la valeur crête I_{pic} de i_{red} et le temps de conduction θ des diodes.

3.3.4 Mesures

- Mesurer la valeur moyenne de la tension de sortie.
- En déduire le courant et la puissance de sortie.
- A l'aide de l'oscilloscope mesurer la puissance active P à l'entrée 24 V C, la puissance apparente S .
- Calculer le facteur de puissance F_p .
- En déduire le rendement du montage.

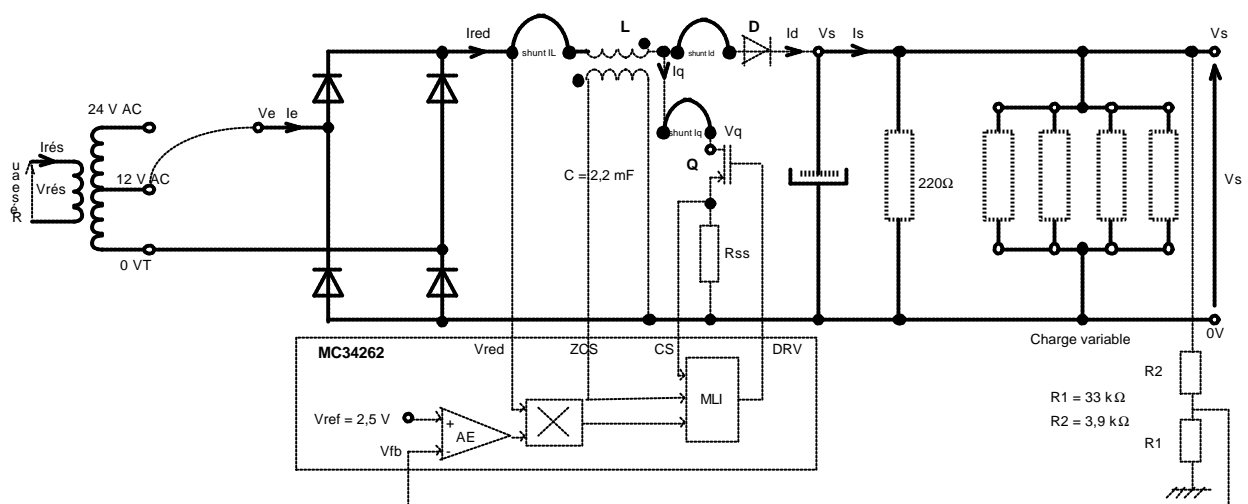
3.4 Etude du correcteur de facteur de puissance

3.4.1 Principe

Le principe consiste à interposer entre le pont redresseur à diodes et le condensateur de filtrage un convertisseur de type élévateur. La commande de ce dernier nécessite la tension du réseau redressée comme consigne pour commander le courant d'entrée.

Plusieurs modes de fonctionnements existent pour les CFP. Dans ce TP on utilise le fonctionnement en mode courant en limite de conduction discontinue dans l'inductance qui convient pour les puissances inférieures à quelques centaines de Watt.

3.4.2 Présentation du montage



Les principales fonctions internes du circuit de commande sont :

- une référence $V_{ref} = 2,5 \text{ V}$,
- un amplificateur d'erreur AE,
- un multiplicateur analogique,
- un circuit de commande pour transistor MOS.

Ce circuit fonctionne en modulation de largeur d'impulsion (MLI). Il dispose de trois entrées :

- 1) une entrée CS (current sense) qui reçoit l'image de la valeur instantanée du courant dans le transistor,
- 2) une entrée ZCS (zero current sense) qui détecte le passage par 0 du courant dans L,
- 3) une entrée d'asservissement.

Le CFP est un asservissement qui comporte deux boucles :


- 1) une boucle externe lente comprenant l'amplificateur d'erreur qui compare l'image de la tension de sortie à la référence V_{ref} ,
- 2) une boucle interne rapide avec le multiplieur qui reçoit sur ses entrées d'une part l'erreur amplifiée fournie par AE et d'autre part l'image de la tension sinusoïdale du réseau redressée prélevée en sortie du redresseur sans filtrage.

Par conséquent la tension de sortie est réglée et sa valeur est fixée par le pont diviseur R1-R2. Le courant d'entrée suit exactement la forme sinusoïdale de la tension d'entrée. Après filtrage le courant d'entrée devient sinusoïdal et en phase avec la tension, il n'y a plus d'harmonique de courant et le facteur de puissance est égal à 1.

3.4.3 Réalisation du montage

- a) A partir des données du schémas calculer la valeur de la tension de sortie.
- b) En déduire la puissance en sortie quand toutes les résistances fonctionnent.
- c) Relier l'entrée de la maquette au boîtier adaptateur (bornes noires), placer un fil entre les bornes rouges prévues à cet effet et relier le boîtier au 220 V par le cordon secteur.
- d) Relier la sortie 12 V AC du transformateur à l'entrée V_e du redresseur.
- e) Brancher toutes les résistances de charge prévues sur la maquette.

Les courants i_L , i_d et i_q seront visualisés à l'aide d'une sonde de courant placée sur les straps de la maquette.

 Avant la mise sous tension de la maquette le commutateur à trois positions doit être en position CFP.
Relier la sortie 12 V AC du transformateur à l'entrée V_e du redresseur

3.4.4 Manipulation

- a) Mettre la maquette sous tension à l'aide de l'interrupteur en face arrière. Le bruit acoustique produit par la maquette est normal. Il est du à la faible valeur de la fréquence de découpage volontairement choisie pour pouvoir observer convenablement les courants. Dans une réalisation industrielle la fréquence de découpage serait plus élevée et donc inaudible.
- b) Relever les oscillogrammes de i_e , v_e .
- c) Observer et relever i_L à différentes vitesses de balayage, expliquer ces caractéristiques.
- d) Réduire la charge et observer son influence sur la fréquence de découpage, expliquer qualitativement cette variation.
- e) Observer et relever i_q et i_d . Justifier leurs allures.

3.4.5 Mesures

- a) Mesurer de la tension de sortie.
- b) Faire varier la charge, mesurer la valeur moyenne de la tension de sortie et conclure.
- c) Pour la charge maximale en déduire le courant et la puissance de sortie.
- d) A l'aide de l'oscilloscope, mesurer la puissance active P à l'entrée 12 V AC, la puissance apparente S
- e) Calculer le facteur de puissance k . En déduire le rendement du montage.

3.4.6 Filtrage du courant d'entrée

On désire mettre un filtre entre le secondaire 12V AC du transformateur et l'entrée du montage pour supprimer les harmoniques hautes fréquence de i_e .

- a) Relever le spectre du courant d'entrées.
- b) Le montage est-il compatible avec la norme sur les perturbations conduites 100-3-2 ?
- c) Calculer les éléments d'un filtre L-C.
- d) Câbler le filtre et vérifier la réduction des harmoniques.

3.5 Fiche de matériels - CEM conduit

RESERVATION DU POSTE DE TRAVAIL ET DU MATERIELS	
Travaux Pratiques d'Electronique de Puissance	Date 1/4 : jeudi 12 novembre 1998
Ecole d'Ingénieur du Val de Loire	Date 2/4 :
5 ^{ème} année - Option Micro-électronique	Date 3/4 :
Enseignant : Thierry LEQUEU	Date 4/4 :

3.5.1 Matériels de mesures

Oscilloscope TDS 754 A, 4 voies avec F.F.T., et sa documentation.

Sonde de courant TCP 202 et sonde de tension P5205 et Tek P5100 2500V.

3.5.2 Montage spécifique

Maquette "Etude de la Compatibilité Electromagnétique".