

Rapport d'étude et réalisation
Électronique de Puissance



Redressement à absorption sinusoïdale au secondaire d'un transformateur



Rapport d'étude et réalisation
Électronique de Puissance

Redressement à absorption sinusoïdale au secondaire d'un
transformateur

BENOIST Alexandre
GAREL Benoît
2nd Année – Groupe P1
Promotion 2007-2009

Professeur responsable : M. Thierry LEQUEU



Remerciement

Avant tout, nous tenons à remercier Monsieur Jean-Charles LEBUNETEL, professeur à l'IUT de Tours, de nous avoir fournis de nombreuses explications sur ce sujet tout au long de notre réalisation.



Sommaire

Remerciement.....	3
Introduction.....	5
1.Cahier des charges.....	6
1.Contexte.....	6
2.Contraintes.....	6
3.Plannings.....	7
2.Le hacheur Boost.....	8
1.Schéma du hacheur Boost.....	8
2.Fonctionnement du hacheur Boost.....	8
3.La bobine.....	10
4.Le circuit	11
1.Schéma.....	11
2.Calculs.....	11
3.Simulation.....	14
5.Les problèmes rencontrés.....	14
Conclusion.....	16
Bibliographie.....	18
Annexes.....	19



Introduction

Dans le cadre de notre DUT Génie Électrique et Informatique Industrielle, nous avons dû réaliser un montage d'électronique de puissance, nous avons pris comme sujet un redressement de courant par absorption sinusoïdale au secondaire d'un transformateur.

Ce sujet fait partie d'un chargeur de batterie pour karting électrique, nous reprenons un projet déjà réalisé auparavant. Nous ne nous occuperons que de la partie redressement-filtrage.

Le but de ce projet est donc d'améliorer la partie filtrage du chargeur, le redressement à absorption sinusoïdale a en effet un meilleur rendement et permet de moins (ou de ne pas, s'il est bien conçu) polluer le réseau EDF en supprimant les harmoniques.



1. Cahier des charges



Illustration 1: Synoptique de niveau 1

Notre étude concernera la partie redressement-filtrage et ce dans le but d'avoir un facteur de puissance élevé (proche de 1).

Notre but est donc d'obtenir une tension continue à partir d'une tension alternative avec la contrainte d'utiliser correctement le réseau EDF en ne le polluant pas. Pour se faire, nous utiliserons un système à absorption sinusoïdale.

L'absorption sinusoïdale consiste à absorber un courant sinusoïdal de même fréquence que la tension du réseau.

1. Contexte

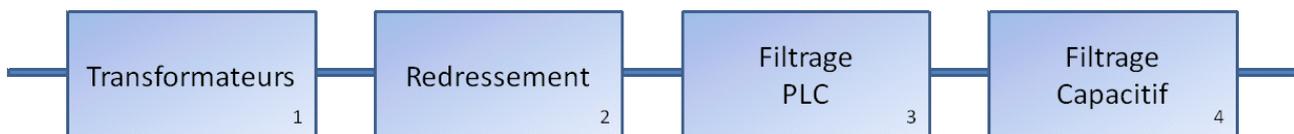


Illustration 2: Synoptique de niveau 2

1. Transformateurs : Deux transformateurs 230 Volts -> 2 x 30 Volts, 10 Ampères.
2. Redressement : Par pont de Graëtz.
3. Filtrage PLC : Par absorption sinusoïdale
4. Filtrage Capacitif : Condensateurs

2. Contraintes

- La puissance apparente de sortie sera de 600 VA au total
- La tension continue de sortie du filtrage doit être constante quelque soit les possibles variations du secteur EDF (-20% à +10%)
- La tension de sortie devra être de 50 Volts ($\pm 5\%$)



3. Plannings

N° de semaine	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
Recherches	■	■	■		P T S 2 0 0 9	■	■		■	■	■		10,5 h			
Bobinage				■								■	■	■		3,5 h
Typons										■		■	■			3,5 h
Montage												■	■			3,5
Tests													■	■		3,5 h
Rédaction du rapport	■	■	■	■							■	■	■			10,5 h
	■	■	■	■							■	■	■	■		

■	Planning prévisionnel
■	Planning réel



2. Le hacheur Boost

Pour la réalisation de ce montage, nous allons utiliser un hacheur de type Boost, nous allons tout d'abord voir son principe de fonctionnement.

Le hacheur Boost est une alimentation continue (convertisseur Continu-Continu) élévateur de tension.

1. Schéma du hacheur Boost

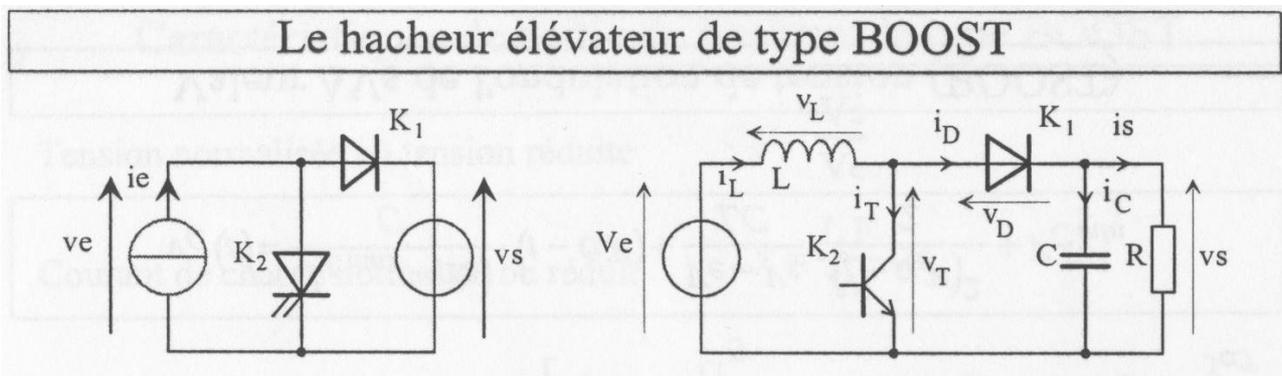


Illustration 3: Schéma du hacheur de type Boost

2. Fonctionnement du hacheur Boost

Le fonctionnement du hacheur Boost se décompose en deux phases,

La phase d'accumulation d'énergie sur l'intervalle $[0, \alpha T]$

K2 fermé, K1 ouvert

On charge l'inductance L durant toute la durée de α , la capacité C permet la continuité en tension. C'est la phase active.

La phase de décharge sur l'intervalle $[\alpha T, T]$

K2 ouvert, K1 fermé

L'inductance se décharge, l'interrupteur K1 conduit. C'est la phase de roue libre.

Ce hacheur ne permet qu'une augmentation de tension (une diminution de tension faisant appel à un hacheur de type Buck). On peut faire varier la tension de sortie en



faisant varier le rapport cyclique α^1 .

$$V_s = \frac{V_e}{1 - \alpha}$$

Grâce à ce type de hacheur on peut influencer le courant d'entrée, ce qui nous permettra de faire une absorption de courants sinusoïdaux grâce à une bonne commande. Cette commande nous sera délivrée par le composant UC3854A.

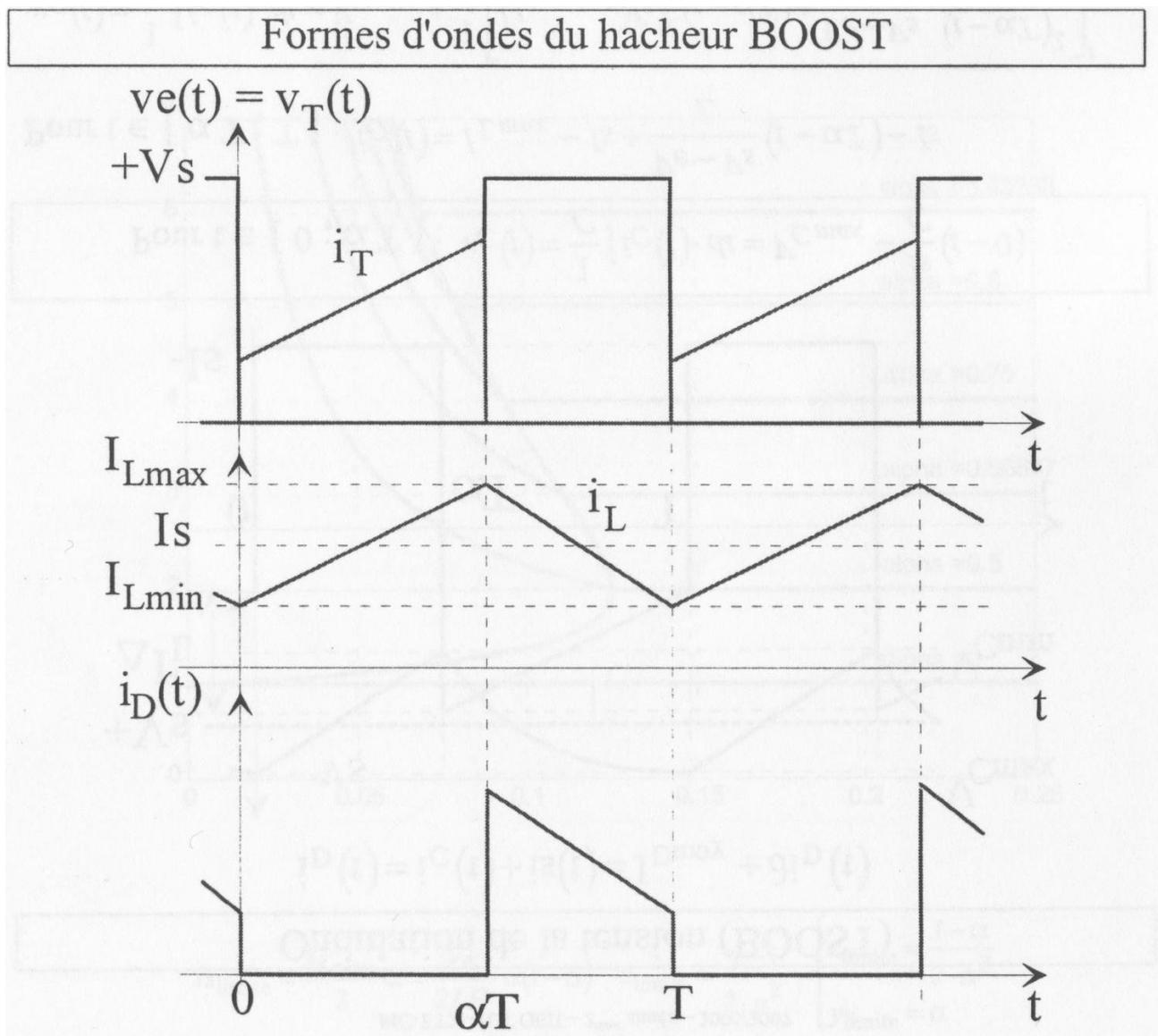


Illustration 4: Formes d'ondes en sortie du hacheur Boost

¹ Compris dans l'intervalle $[0,1]$



3.La bobine

Pour fabriquer notre bobine, nous avons eu besoin de ces paramètres :

- le courant RMS
- le courant efficace (20 A dans notre cas)
- la fréquence de découpage (40 kHz)
- la valeur de l'inductance L

Ces paramètres nous permettent d'établir la section maximale de chaque bruns du fil et la section minimale du fil. Dans un second temps, nous avons consulté le site de Monsieur LEBUNETEL² pour calculer le nombre de tours et l'entrefer, ainsi que pour connaître le type de support.

Informations retenues :

- nombre de tours :27
- section du fil : 4 mm²
- section du brun : < 0,6 mm² (choix : 0,5 mm²)
- entrefer : 1,24 mm
- support : ETD 44

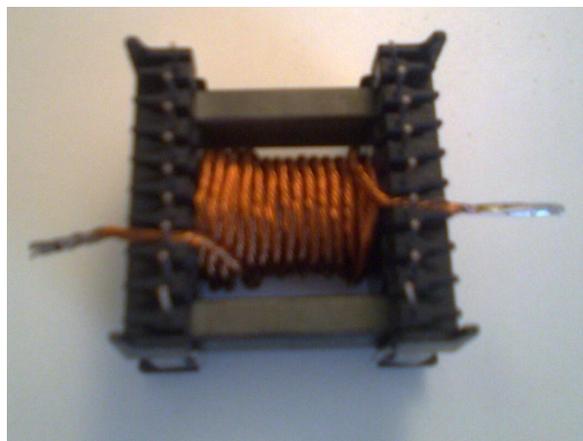


Illustration 5: Photo de la bobine

Avec ces informations, nous avons pu calculer la longueur du fil, puis nous avons coupé le nombre de bruns nécessaires, puis nous les avons torsadés, enfin, nous avons bobiné notre bobine.

² [Http://jlebunetel.free.fr/PageDimen.html](http://jlebunetel.free.fr/PageDimen.html)



$$V_{in} = 30v * \sqrt{2}$$

$$D = 0,151$$

$$- L = \frac{V_{in} x D}{F_s x \Delta i}$$

$$\Delta i = 10\% \text{ de } I_s (20A) = 2A$$

$$L = 56\mu H$$

$$- C_o = \frac{2x P_{out} x \Delta out}{V_o^2 - V_{omin}^2}$$

$$P_{out} = 600w$$

$$\Delta t = 64\mu s$$

$$V_{omin} = 5V$$

$$C_o = 31\mu F \text{ (valeur minimale, prendre } >100\mu F)$$

$$- I_{inpeak} = \frac{P_{max}}{V_{rms} x \eta} x \sqrt{2}$$

$$\eta = 0,9$$

$$I_{inpeak} = 31,42 A$$

$$- V_{sens} = 0,31 v \text{ (RI)}$$

$$R = 0,01 \Omega$$

$$I = 31,42 A$$

$$- R_{ac} = \frac{V_{rmsmax} x \sqrt{2}}{I_{acmax}}$$

$$I_{acmax} = 100\mu A$$

$$R_{ac} = 424 k\Omega$$

$$- I_{momax} = \frac{V_{rmsmin} x \sqrt{2} x (V_{ea} - 1,5)}{K - R_{ac} x 2,25}$$

$$V_{ea} = 6 V$$

$$K = 1$$

$$R_{ac} = 424 k\Omega$$

$$I_{momax} = 0,2 mA$$

$$- R_{mo} = \frac{2,25 x K x P_{limit} x R_{ac} x R_{sens}}{V_{rms}^2 x \eta x (V_{ea} - 1,5)}$$

$$K = 1$$

$$P_{limit} = 1,1 x P_{out} x 660W$$

$$R_{mo} = 1 727 \Omega$$

$$- \Delta v_s \Rightarrow V_s = RI = R x \Delta I$$



$$\Delta v_s = 0,02 \text{ W}$$

$$- R_{cz} = \frac{V_s \times R_{mo}}{\Delta V_s}$$

$$R_{cz} = 17,27 \text{ k}\Omega$$

$$- F_{ci} = \frac{V_{out} \times R_s \times R_{cz}}{V_s \times 2\pi L \times R_{ci}}$$

$$R_{ci} = R_{mo}$$

$$F_{ci} = 15,9 \text{ kHz}$$

$$- C_{cz} = \frac{1}{2\pi \times F_{ci} \times R_{cz}}$$

$$C_{cz} = 0,58 \text{ nF}$$

$$- C_{cp} = \frac{1}{2\pi \times F_s \times R_{cz}}$$

$$F_s = 40 \text{ kHz}$$

$$C_{cp} = 0,23 \text{ nF}$$

$$- R_{ff3} = \frac{1,5}{100 \cdot 10^{-3}}$$

$$I_{rff3} \text{ fixé à } 100\text{mA}$$

$$R_{ff3} = 15 \Omega$$

$$- R_{ff1} = \frac{28,5 \times R_{ff3}}{1,5}$$

$$R_{ff1} = 285 \Omega$$

$$- C_{ff1} = 470 \text{ nF} \quad (\text{fixé})$$

$$- R_t = 15 \text{ k}\Omega \quad (\text{fixé})$$

$$- C_t = \frac{1,25}{R_t \times F_s}$$

$$F_s = 40 \text{ kHz}$$

$$C_t = 2,2\text{nF}$$

$$- R_{pk1} = 10 \text{ k}\Omega \quad (\text{fixé})$$

3.Simulation

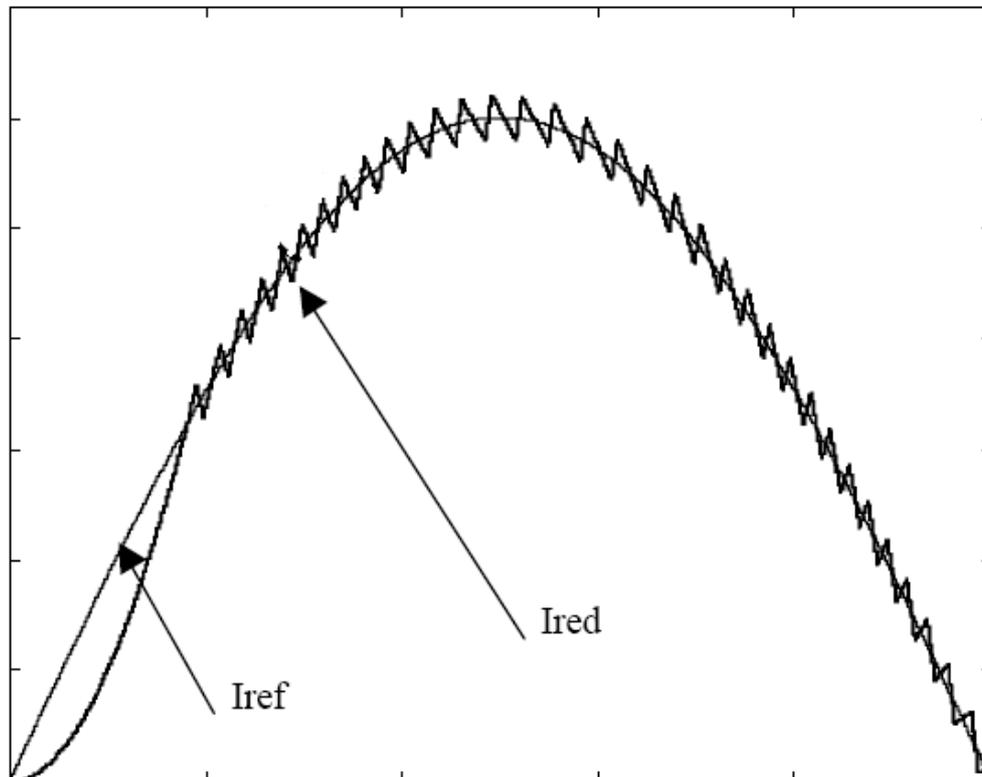


Illustration 7: Simulation du courant d'un redressement par absorption sinusoidale

Le courant I_{ref} correspond au courant I_{red} avec un filtrage haute fréquence. L'amplitude des variations du courant I_{red} correspondent à la valeur de l'inductance L choisie.

Plus la valeur de l'inductance L est grande, plus les variations de I_{red} sont faibles.

Nous pouvons constater que dans la phase montante de la sinusoïde, le courant I_{red} ne comporte pas de variations car la valeur de I_{red} est trop inférieure à la valeur de la sinusoïde finale.

5. Les problèmes rencontrés

La tension de fonctionnement du circuit est de 230v, alors que le système est conçu pour fonctionner sous 30 Volts. Donc il y a de très fortes chances que le circuit ne fonctionne pas correctement.

La valeur du courant étant importante, l'inductance est imposante, et nous aurions des problèmes concernant la mesure du courant, nous avons mis un shunt pour pouvoir effectuer cette mesure, alors que le montage n'est pas étudié pour.



Bien qu'ayant un nombre assez conséquent de séances, nous n'avons néanmoins pas eu assez de temps pour l'étude de ce système. En effet, les différents schémas que nous avons étudiés nous ont pris beaucoup de temps en ce qui concerne la compréhension.



Conclusion

Ce projet nous à permis de voir un système dont nous ne connaissions absolument rien, nous avons dû en effet étudier de A à Z le fonctionnement d'un système de redressement à absorption sinusoïdale.

Ce système peut être très utile pour l'amélioration du projet de chargeur de batterie, en effet il produit moins d'harmoniques sur le réseau EDF, car la forme de l'onde du courant est de forme quasi-sinusoïdale. Ce système permet également d'obtenir un meilleur rendement et d'avoir plus de puissance en sortie.

Nous ne pensions pas que nous mettrions autant de temps à comprendre le système et à effectuer les calcul, c'est donc avec regret que nous ne pouvons rendre un projet terminé.

Toutefois, cette réalisation fût très intéressante, nous avons pu mettre en pratique les connaissances acquises lors de notre DUT Génie Électrique et Informatique Industrielle.



Index des illustrations

Illustration 1: Synoptique de niveau 1.....	6
Illustration 2: Synoptique de niveau 2.....	6
Illustration 3: Schéma du hacheur de type Boost.....	8
Illustration 4: Formes d'ondes en sortie du hacheur Boost.....	9
Illustration 5: Photo de la bobine.....	10
Illustration 6: Schéma du système.....	11
Illustration 7: Simulation du courant d'un redressement par absorption sinusoïdale.....	14



Bibliographie

Pour notre réalisation, nous avons cherché différentes informations sur des sites internet, voici la liste de ces sites.

Site de Monsieur Jean-Charles LEBUNETEL

<http://jlebunetel.free.fr/PageDimen.html>

Constructeurs :

<http://www.ti.com/>

Documentations constructeurs : (téléchargements gratuits sur site internet)

<http://www.alldatasheet.com>

Revendeur :

<http://radiospares-fr.rs-online.com/web/home.html>

Photos de réalisations personnelles et/ou venant des sites précédents.

La totalité de ces sites a été accessible à la date du 10 Avril 2009.



Annexes



UC1854
UC2854
UC3854

High Power Factor Preregulator

FEATURES

- Control Boost PWM to 0.99 Power Factor
- Limit Line Current Distortion To <5%
- World-Wide Operation Without Switches
- Feed-Forward Line Regulation
- Average Current-Mode Control
- Low Noise Sensitivity
- Low Start-Up Supply Current
- Fixed-Frequency PWM Drive
- Low-Offset Analog Multiplier/Divider
- 1A Totem-Pole Gate Driver
- Precision Voltage Reference

DESCRIPTION

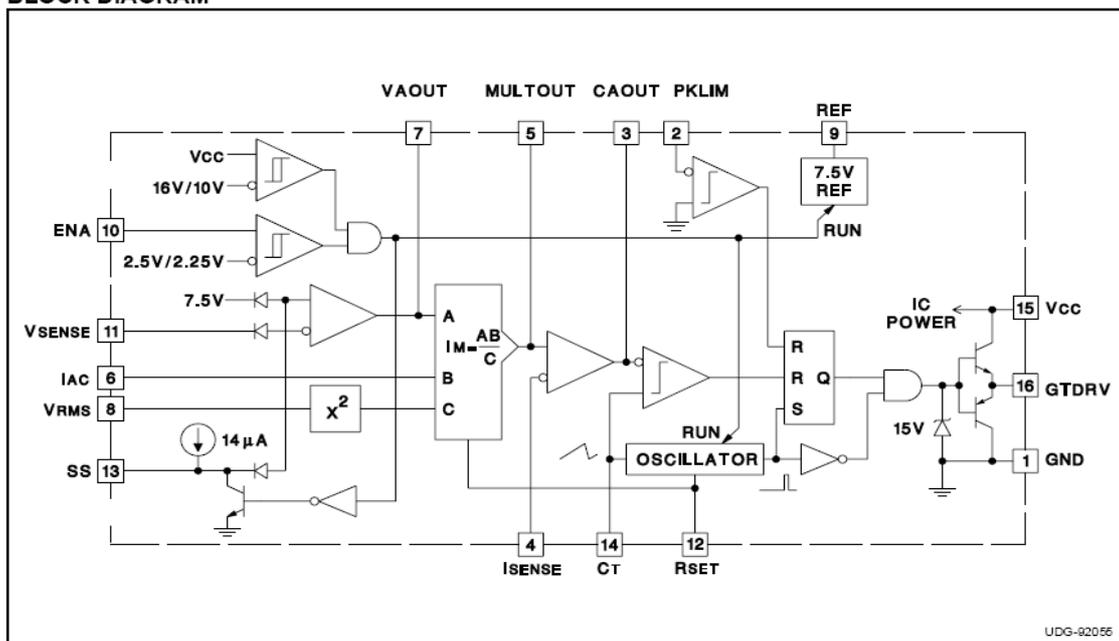
The UC1854 provides active power factor correction for power systems that otherwise would draw non-sinusoidal current from sinusoidal power lines. This device implements all the control functions necessary to build a power supply capable of optimally using available power-line current while minimizing line-current distortion. To do this, the UC1854 contains a voltage amplifier, an analog multiplier/divider, a current amplifier, and a fixed-frequency PWM. In addition, the UC1854 contains a power MOSFET compatible gate driver, 7.5V reference, line anticipator, load-enable comparator, low-supply detector, and over-current comparator.

The UC1854 uses average current-mode control to accomplish fixed-frequency current control with stability and low distortion. Unlike peak current-mode, average current control accurately maintains sinusoidal line current without slope compensation and with minimal response to noise transients.

The UC1854's high reference voltage and high oscillator amplitude minimize noise sensitivity while fast PWM elements permit chopping frequencies above 200kHz. The UC1854 can be used in single and three phase systems with line voltages that vary from 75 to 275 volts and line frequencies across the 50Hz to 400Hz range. To reduce the burden on the circuitry that supplies power to this device, the UC1854 features low starting supply current.

These devices are available packaged in 16-pin plastic and ceramic dual in-line packages, and a variety of surface-mount packages.

BLOCK DIAGRAM



6/98



UC1854
UC2854
UC3854

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage Vcc	35V
GT Drv Current, Continuous	0.5A
GT Drv Current, 50% Duty Cycle	1.5A
Input Voltage, VSENSE, VRMS	11V
Input Voltage, ISENSE, Mult Out	11V
Input Voltage, PKLMT	5V
Input Current, RSET, IAC, PKLMT, ENA	10mA
Power Dissipation	1W
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 Seconds)	+300°C

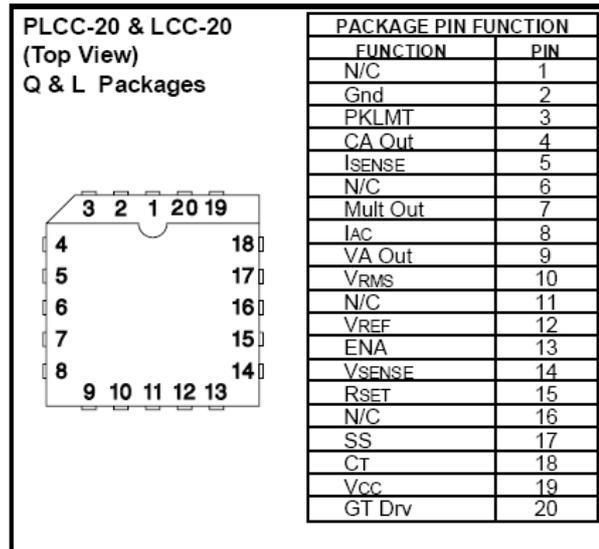
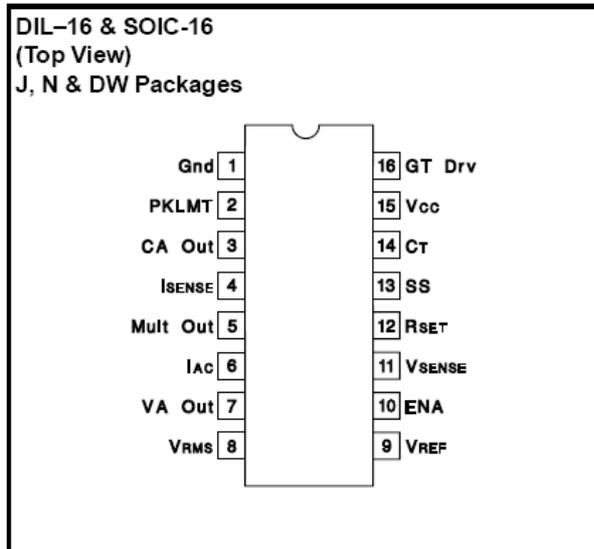
Note 1: All voltages with respect to Gnd (Pin 1).

Note 2: All currents are positive into the specified terminal.

Note 3: ENA input is internally clamped to approximately 14V.

Note 4: Consult Unitrode Integrated Circuits databook for information regarding thermal specifications and limita-

CONNECTION DIAGRAMS



ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Unless otherwise stated, Vcc=18V, RSET=15k to ground, CT=1.5nF to ground, PKLMT=1V, ENA=7.5V, VRMS=1.5V, IAC=100µA, ISENSE=0V, CA Out=3.5V, VA Out=5V, VSENSE=7.5V, no load on SS, CA Out, VA Out, REF, GT Drv, -55°C<TA<125°C for the UC1854, -40°C<TA<85°C for the UC2854, and 0°C<TA<70°C for the UC3854, and TA=TJ.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
OVERALL					
Supply Current, Off	ENA=0V		1.5	2.0	mA
Supply Current, On			10	16	mA
Vcc Turn-On Threshold		14.5	16	17.5	V
Vcc Turn-Off Threshold		9	10	11	V
ENA Threshold, Rising		2.4	2.55	2.7	V
ENA Threshold Hysteresis		0.2	0.25	0.3	V
ENA Input Current	ENA=0V	-5.0	-0.2	5.0	µA
VRMS Input Current	VRMS=5V	-1.0	-0.1	1.0	µA
VOLTAGE AMPLIFIER					
Voltage Amp Offset Voltage	VA Out=5V	-8		8	mV
VSENSE Bias Current		-500	-25	500	nA
Voltage Amp Gain		70	100		dB
Voltage Amp Output Swing			0.5 to 5.8		V
Voltage Amp Short Circuit Current	VA Out=0V	-36	-20	-5	mA
SS Current	SS=2.5V	-20	-14	-6	µA