

FCEFyN - UNC - ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

DOCENTE: Prof. Esp. Ing. Adrián Claudio Agüero

ALUMNO: Ferraris Domingo Jesus

Trabajo practico teorico 1:

Introduccion a la electronica de potencia.

Sistema elegido.

Fuente conmutada monofasica **Thermaltake TR2-450W**.

- **Valores de entrada:** 115-220V AC, monofasica, 47-50Hz.
- **Salidas:** 3.3V, 5V, 12V DC, corrientes maximas de 22A, 18A y 18A correspondiente a cada salida.

Se identifican las siguientes etapas en la placa del sistema:

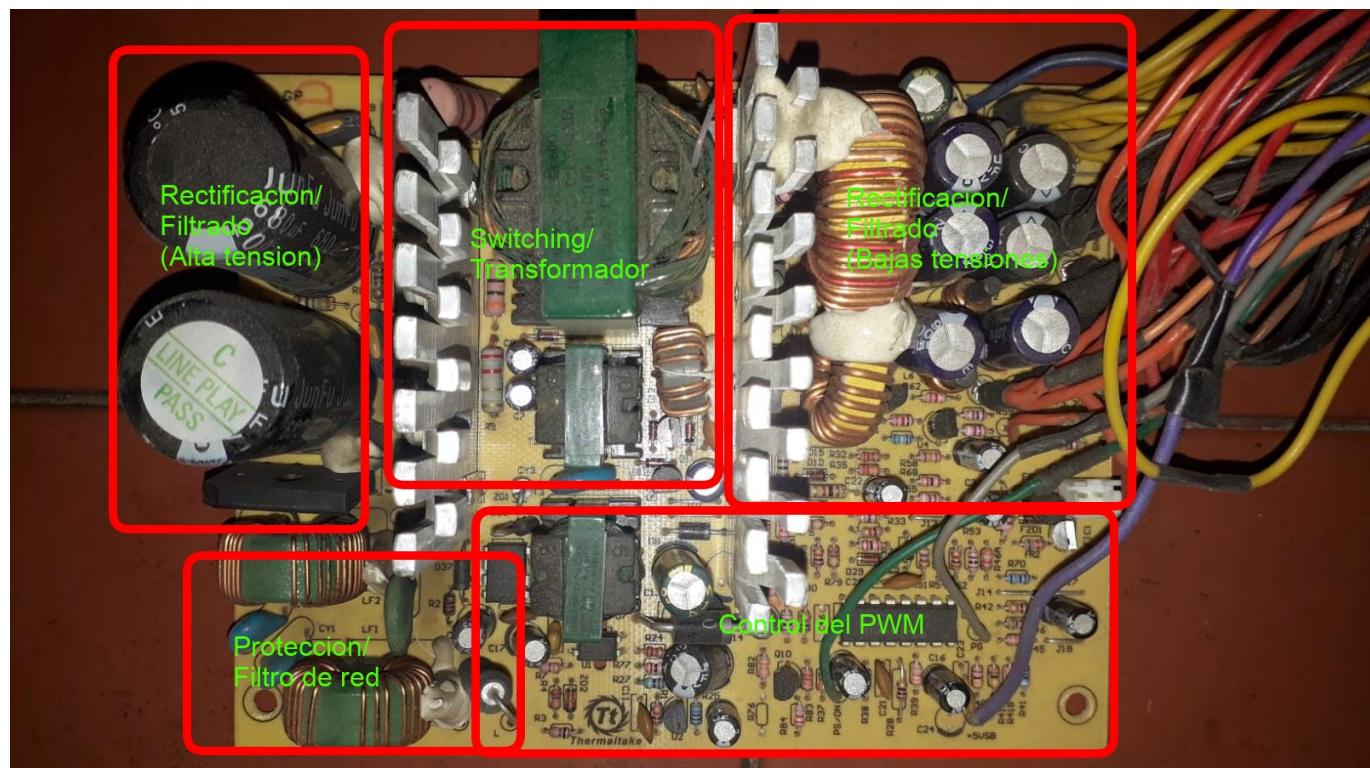
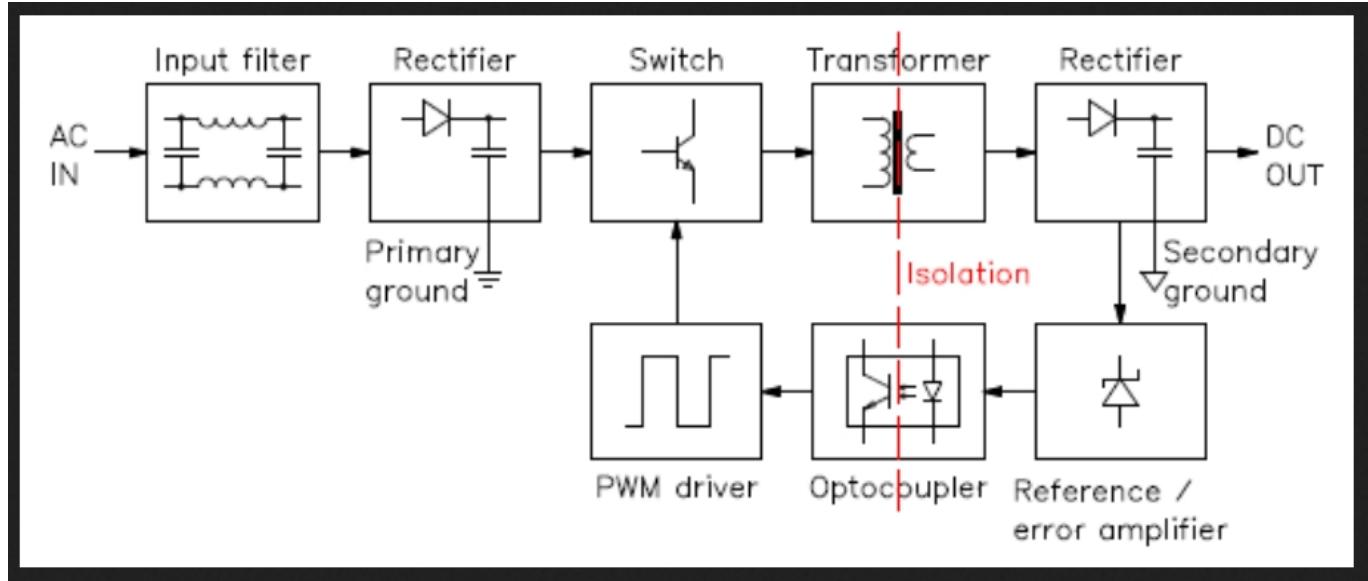


Diagrama en bloques.

Diagrama en bloques de sistema simplificado:



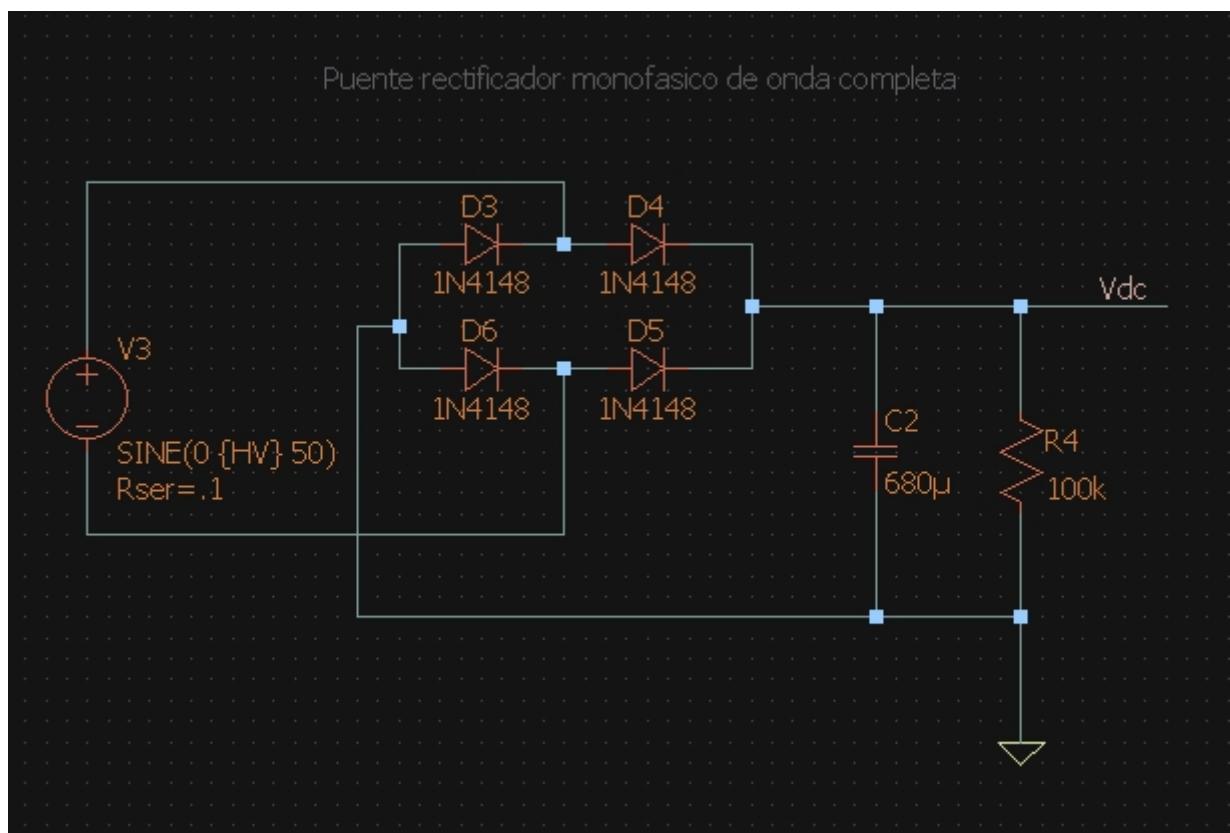
El sistema se compone por:

- **Protecciones/Filtro de red**

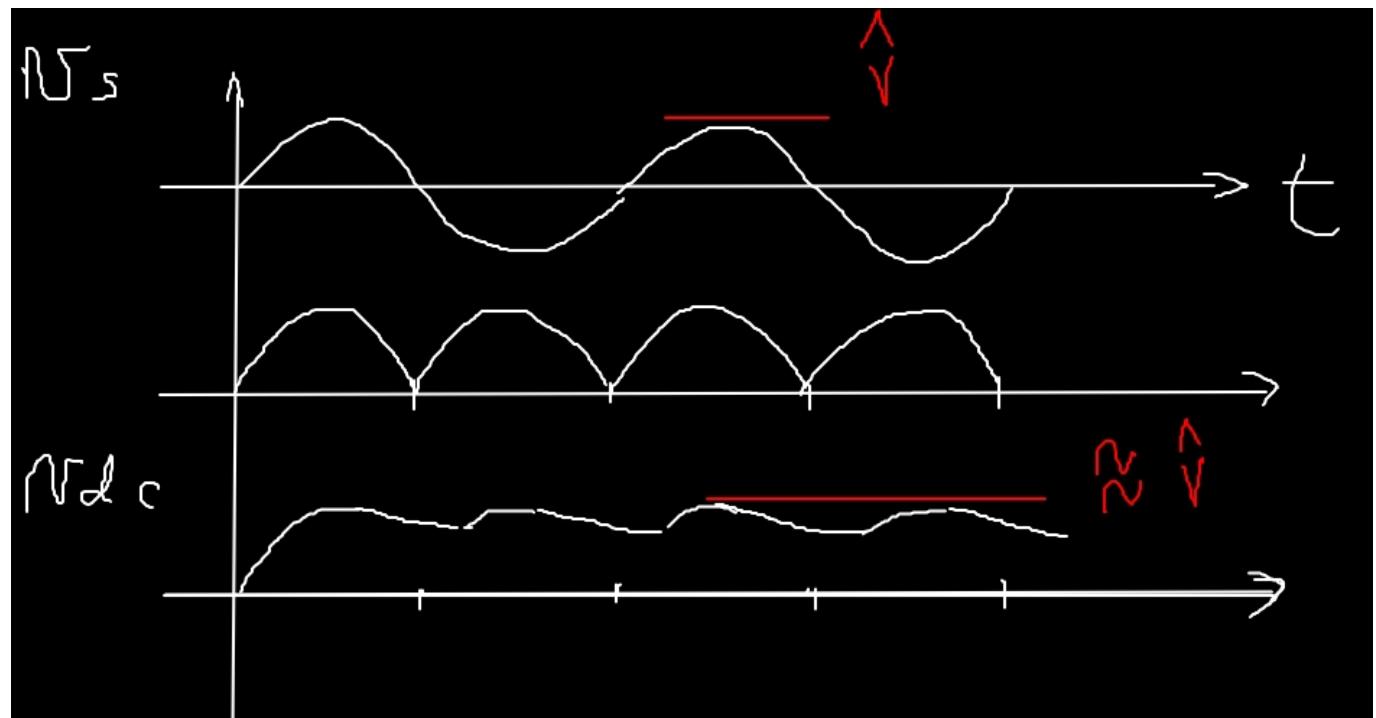
Aca se encuentran dispositivos de seguridad como **fusibles y varistores** para proteger contra sobre corriente/tension. Luego el filtro de red esta compuesto principalmente por un **inductor choque y capacitores**, se encarga de filtrar ruidos de alta frecuencia presentes en la señal de red.

- **Rectificacion/filtro**

Compuesto por un **puente rectificador monofasico de onda completa, capacitores y resistencias** que se encargan de generar una continua de alta tension (311V aprox.).



Vemos las señales de la salida del filtro de red, la rectificada monofásica de onda completa (si el capacitor de filtrado no existiera) y la tensión continua pusante a la salida de la etapa.

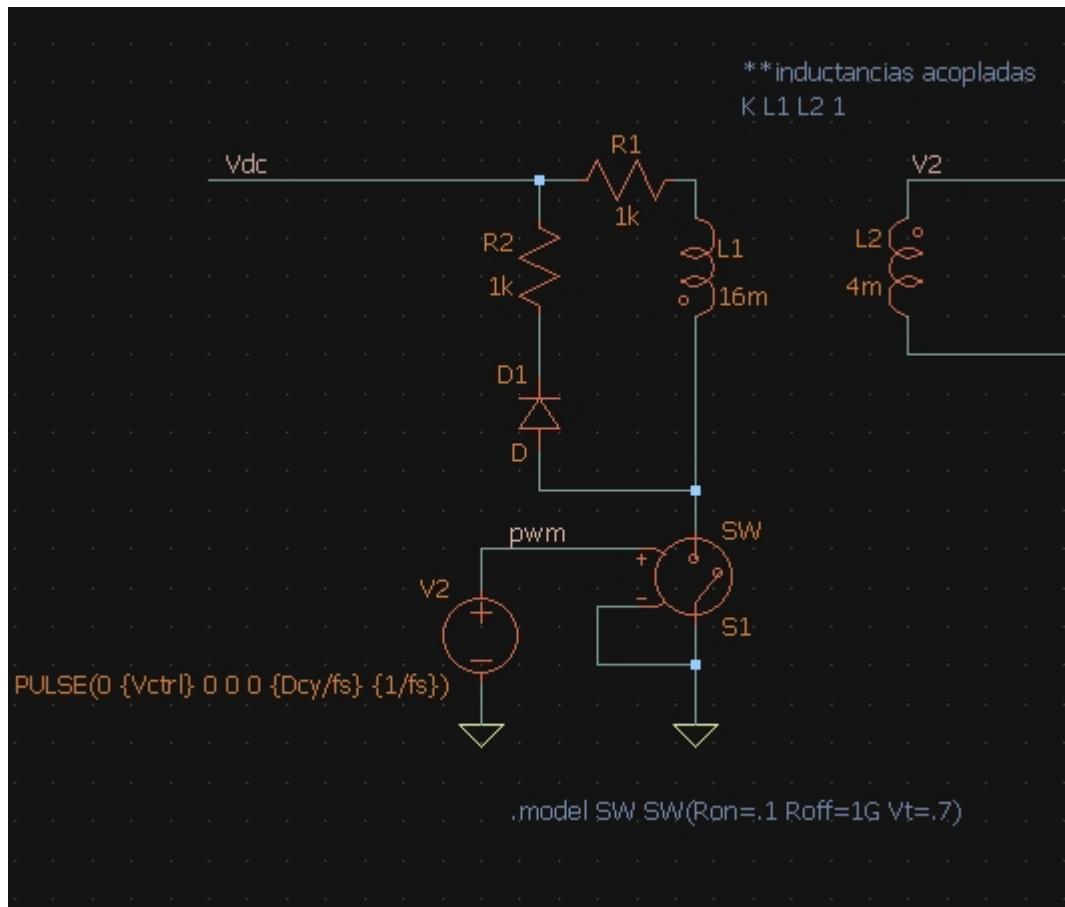


- **Control de PWM**

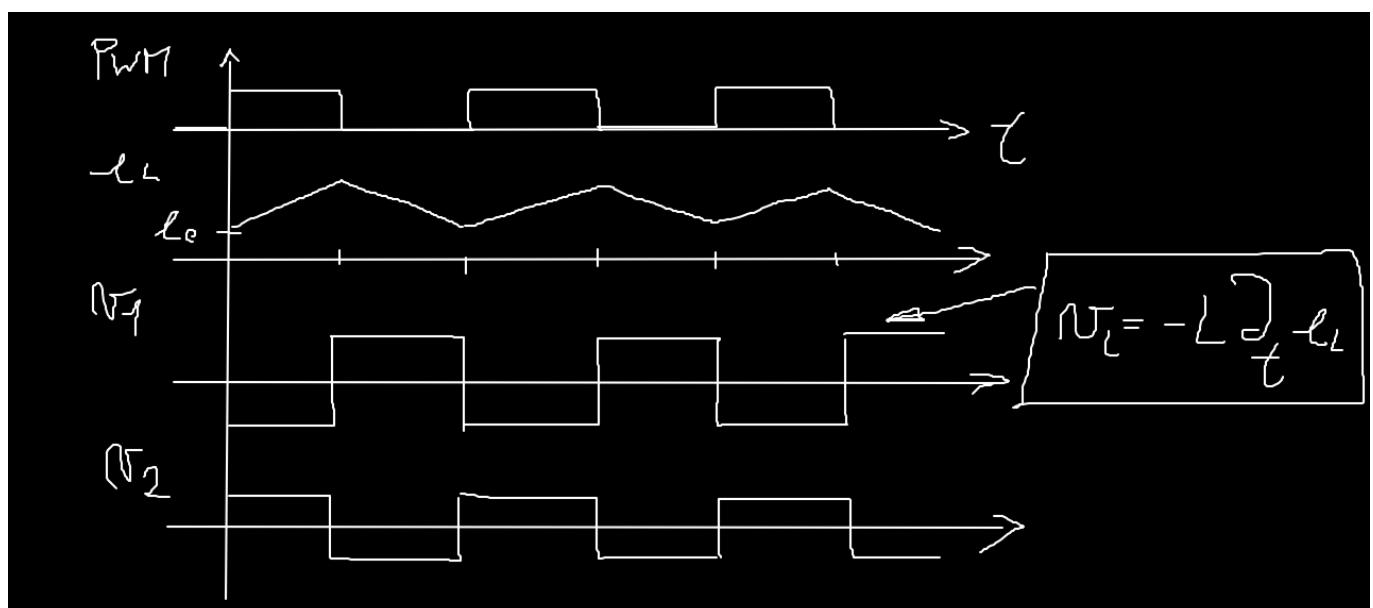
Es el principal bloque del sistema, se encarga de **generar una señal de PWM para controlar los drivers de los transistores de potencia** en la etapa de switching. Sensa los niveles de tensión en la salida de la fuente y genera una señal de PWM con un duty cycle proporcional a dichos niveles. Por tanto si aumenta la carga y disminuye la tensión de salida, este controlador aumenta el duty cycle y esto hace subir la tensión de salida manteniendo la misma estable. En este sistema el control se implementa con el **IC WT7520**.

- **Switching/Transformador**

Con el PWM se comanda los **transistores de potencia E13007**, que junto con un diodo y el primario del transformador generan una tensión alterna de alta frecuencia (arriba de 22KHz) que se aplica al bobinado primario, cuyo valor eficaz es proporcional al duty cycle de la señal de control. La tensión aplicada aparece disminuida en los distintos secundarios, que luego se filtraran para dar las tensiones de salida necesarias.

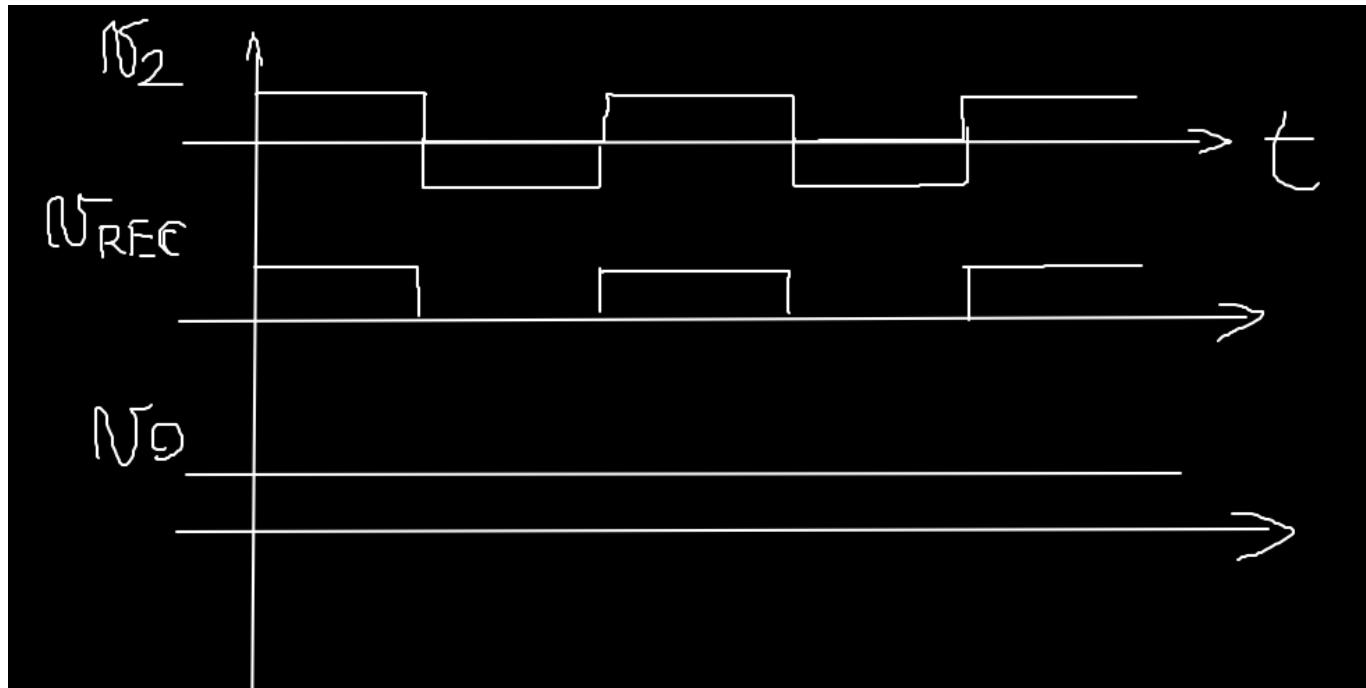


El sistema se basa en un convertidor **DC-DC tipo Flyback**, donde si suponemos variación lineal de la corriente, por ley de Faraday, se pueden dibujar estas formas de onda aproximadas para el primario y secundario del transformador.



- **Rectificado/Filtrado de salida**

Seguidamente se rectifican las tensiones del secundario con un **ponte rectificador monofásico de media onda implementados con diodos Schottky MBR30-45PT** que recorta los semicírculos negativos. Finalmente se filtra la tensión por medio de **filtros Choque/RC** para obtener la continua pulsante de las distintas salidas.



Donde vo es de bajo ripple y corresponde a 3.3V, 5V o 12V segun la salida.

Componentes de potencia

El sistema usa un *ponte rectificador monofasico de onda completa KBU606*:



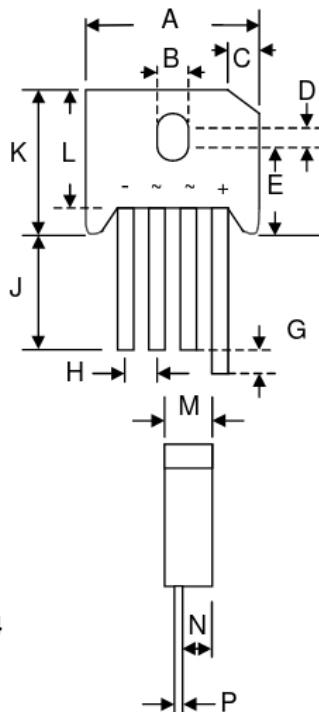
KBU600 – KBU610
6.0A SINGLE-PHASE BRIDGE RECTIFIER

Features

- Diffused Junction
- Low Forward Voltage Drop
- High Current Capability
- High Reliability
- High Surge Current Capability
- Ideal for Printed Circuit Boards
- Recognized File # E157705

Mechanical Data

- Case: KBU, Molded Plastic
- Terminals: Plated Leads Solderable per MIL-STD-202, Method 208
- Polarity: As Marked on Body
- Weight: 8.0 grams (approx.)
- Mounting Position: Any
- Mounting Torque: 10 cm-kg (8.8 in-lbs) Max.
- **Lead Free: For RoHS / Lead Free Version, Add “-LF” Suffix to Part Number, See Page 4**



KBU		
Dim	Min	Max
A	22.70	23.70
B	3.60	4.10
C	4.20	4.70
D	1.70	2.20
E	10.30	11.30
G	4.50	5.60
H	4.60	5.60
J	25.40	—
K	—	19.30
L	16.80	17.80
M	6.60	7.10
N	4.10	4.60
P	1.20	1.30

All Dimensions in mm

Se observan tensiones inversas repetitivas de 600V y 420V eficaces. Por el lado de la corriente tiene una corriente media maxima de 6A y una no repetitiva de 250A. Ademas se indica una temperatura maxima de juntura de 150°C.

Maximum Ratings and Electrical Characteristics @ $T_A=25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified

Single Phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.

For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	KBU 600	KBU 601	KBU 602	KBU 604	KBU 606	KBU 608	KBU 610	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage	VRRM								
Working Peak Reverse Voltage	VRWM	50	100	200	400	600	800	1000	V
DC Blocking Voltage	VR								
RMS Reverse Voltage	VR(RMS)	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current @ $T_C = 100^\circ\text{C}$ (Note 1)	Io					6.0			A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms Single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method)	IFSM					250			A
Forward Voltage per leg @ $I_F = 3.0\text{A}$	VFM					1.0			V
Peak Reverse Current @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ At Rated DC Blocking Voltage @ $T_A = 125^\circ\text{C}$	IR					5.0			μA mA
Typical Thermal Resistance per leg (Note 2)	$R_{\theta JA}$					8.6			$^\circ\text{C}/\text{W}$
Typical Thermal Resistance per leg (Note 1)	$R_{\theta JC}$					3.1			$^\circ\text{C}/\text{W}$
Operating and Storage Temperature Range	T_j, T_{STG}					-65 to +150			$^\circ\text{C}$

Note: 1. Mounted on 65 x 35 x 1.5mm Al. plate.

2. Mounted on PCB at 9.5mm lead length with 12mm² copper pad.

Para la parte de switching tenemos el **transistor bipolar de potencia E13007**:

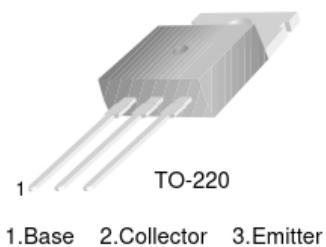


KSE13006/13007

KSE13006/13007

High Voltage Switch Mode Application

- High Speed Switching
- Suitable for Switching Regulator and Motor Control



NPN Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : KSE13006	600	V
	: KSE13007	700	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : KSE13006	300	V
	: KSE13007	400	V
V_{EBO}	Emitter- Base Voltage	9	V
I_C	Collector Current (DC)	8	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	16	A
I_B	Base Current	4	A
P_C	Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$)	80	W
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150	$^\circ\text{C}$

Tiene una tension maxima de colector-emisor de 400V, corriente de colector maxima de 8A (16A de pulso) y una potencia maxima de 80W. Ademas tiene una VCE de saturacion de 3V como maximo y una VBE maxima en saturacion de 1.6V.

Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
BV _{CEO}	Collector- Emitter Breakdown Voltage : KSE13006 : KSE13007	I _C = 10mA, I _B = 0	300			V
			400			V
I _{EBO}	Emitter Cut-off Current	V _{EB} = 9V, I _C = 0			1	mA
h _{FE}	*DC Current Gain	V _{CE} = 5V, I _C = 2A V _{CE} = 5V, I _C = 5A	8 5		60 30	
V _{CE(sat)}	*Collector-Emitter Saturation Voltage	I _C = 2A, I _B = 0.4A I _C = 5A, I _B = 1A I _C = 8A, I _B = 2A			1 2 3	V
V _{BE (sat)}	*Base-Emitter Saturation Voltage	I _C = 2A, I _B = 0.4A I _C = 5A, I _B = 1A			1.2 1.6	V
C _{ob}	Output Capacitance	V _{CB} = 10V, f = 0.1MHz		110		pF
f _T	Current Gain Bandwidth Product	V _{CE} = 10V, I _C = 0.5A	4			MHz
t _{ON}	Turn On Time	V _{CC} = 125V, I _C = 5A			1.6	μs
t _{STG}	Storage Time	I _{B1} = -I _{B2} = 1A R _L = 50Ω			3	μs
t _F	Fall Time				0.7	μs

* Pulse test: PW≤300μs, Duty cycles≤2%

©2000 Fairchild Semiconductor International

Rev. A1, December 2000

Para la rectificacion en alta frecuencia se usan los **diodos schottky de potencia MBR30-45PT**:

Con **encapsulado TO-3P** y en configuracion de **catodo comun**.



MBR3035PT, MBR3045PT, MBR3050PT, MBR3060PT

www.vishay.com

Vishay General Semiconductor

Dual Common Cathode Schottky Rectifier



TO-3P (TO-247AD)
PIN 1 O PIN 2
PIN 3 O CASE

FEATURES

- Power pack
- Guardring for overvoltage protection
- Lower power losses, high efficiency
- Low forward voltage drop
- High forward surge capability
- High frequency operation
- Solder dip 275 °C max., 10 s, per JESD 22-B106
- Material categorization: for definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912



RoHS
COMPLIANT

PRIMARY CHARACTERISTICS	
I _{F(AV)}	30 A
V _{RRM}	35 V, 45 V, 50 V, 60 V
I _{FSM}	200 A
V _F	0.60 V, 0.65 V
T _J max.	150 °C
Package	TO-3P (TO-247AD)
Circuit configuration	Common cathode

TYPICAL APPLICATIONS

For use in low voltage, high frequency rectifier of switching mode power supplies, freewheeling diodes, DC/DC converters, or polarity protection application.

MECHANICAL DATA

Case: TO-3P (TO-247AD)

Molding compound meets UL 94 V-0 flammability rating
Base P/N-E3 - RoHS-compliant, commercial grade

Terminals: matte tin plated leads, solderable per J-STD-002 and JESD 22-B102
E3 suffix meets JESD 201 class 1A whisker test

Polarity: as marked

Mounting Torque: 10 in-lbs maximum

Tienen una tensión inversa repetitiva máxima de 45V, una corriente media repetitiva de 30A y de 200A no repetitiva.

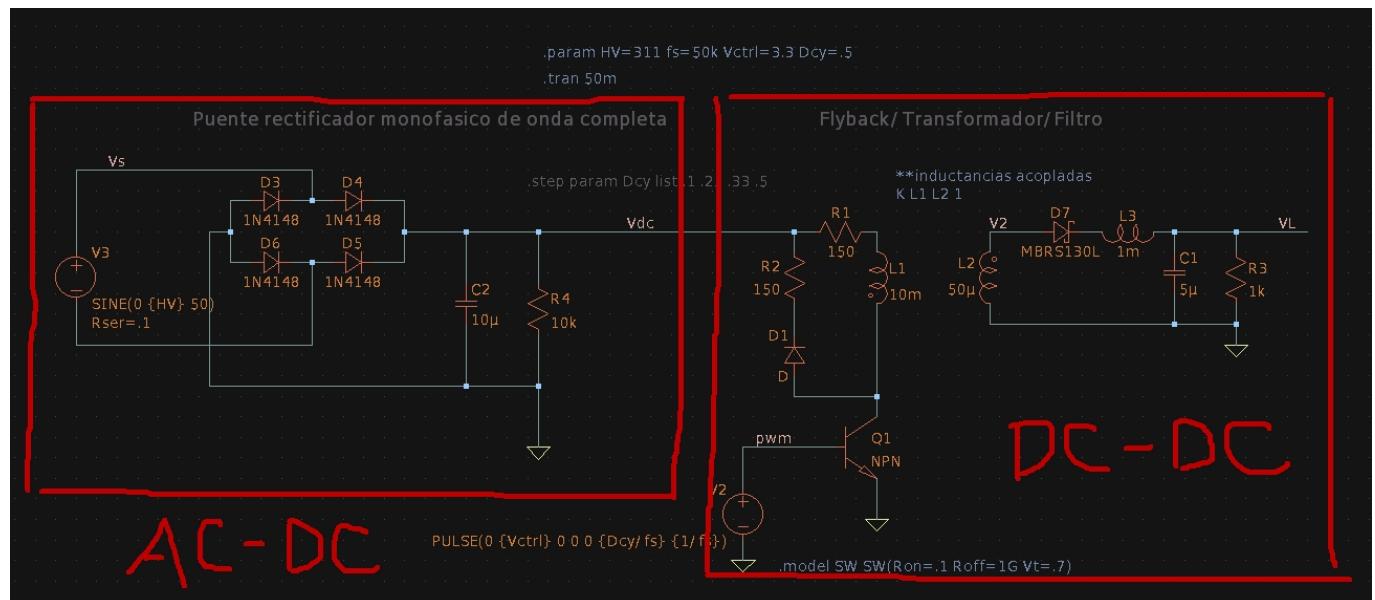
MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)						
PARAMETER	SYMBOL	MBR3035PT	MBR3045PT	MBR3050PT	MBR3060PT	UNIT
Maximum repetitive peak reverse voltage	V_{RRM}	35	45	50	60	V
Maximum working peak reverse voltage	V_{RWM}	35	45	50	60	V
Maximum DC blocking voltage	V_{DC}	35	45	50	60	V
Maximum average forward rectified current (fig. 1)	$I_{F(AV)}$		30			A
Peak forward surge current 8.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load per diode	I_{FSM}		200			A
Peak repetitive reverse surge current at $t_p = 2 \mu\text{s}$, 1 kHz per diode	I_{RRM} (1)		2.0		1.0	A
Voltage rate of change (rated V_R)	dV/dt			10 000		V/ μs
Operating junction temperature range	T_J		-65 to +150			°C
Storage temperature range	T_{STG}			-65 to +175		°C

Note

(1) 2.0 μs pulse width, $f = 1.0$ kHz

Formas de onda simuladas

Usando **LTS spice** simulamos el circuito del sistema simplificado utilizando diodos de rectificación y schottky, y un transistor NPN para la etapa de switching.



- **Covrsor AC-DC**

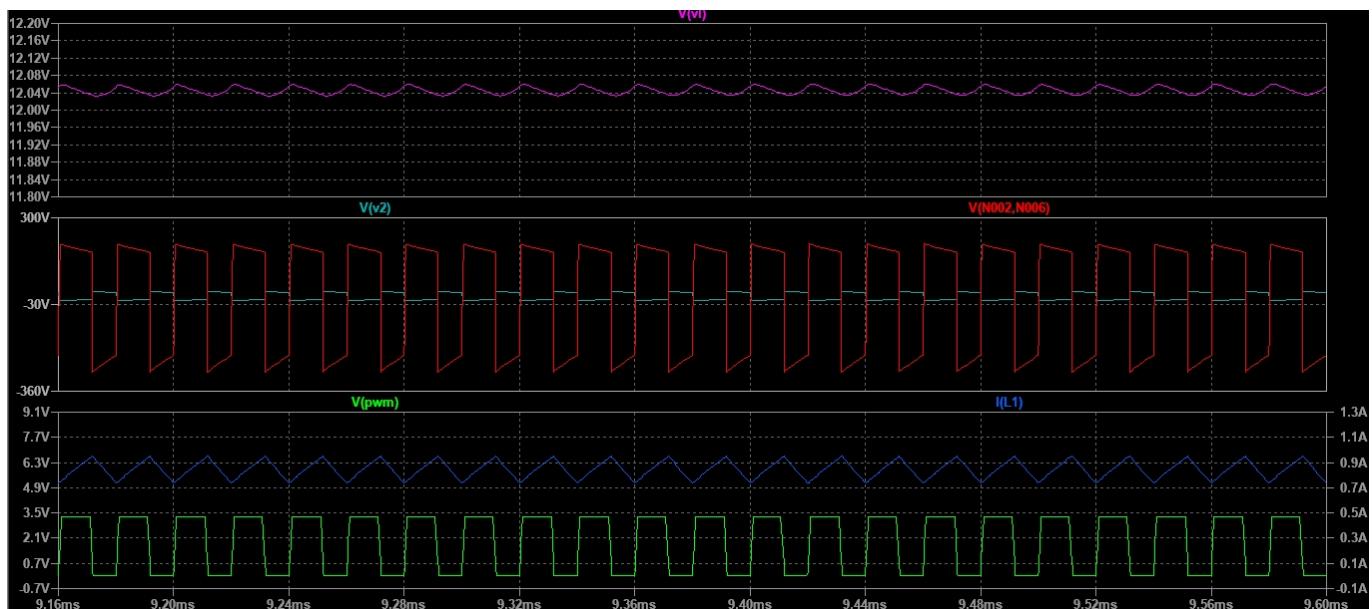
Se puede ver la forma de onda monofásica, previamente filtrada por el filtro de red, y la continua pulsante de alta tensión a la salida, que alimentara al Flyback.



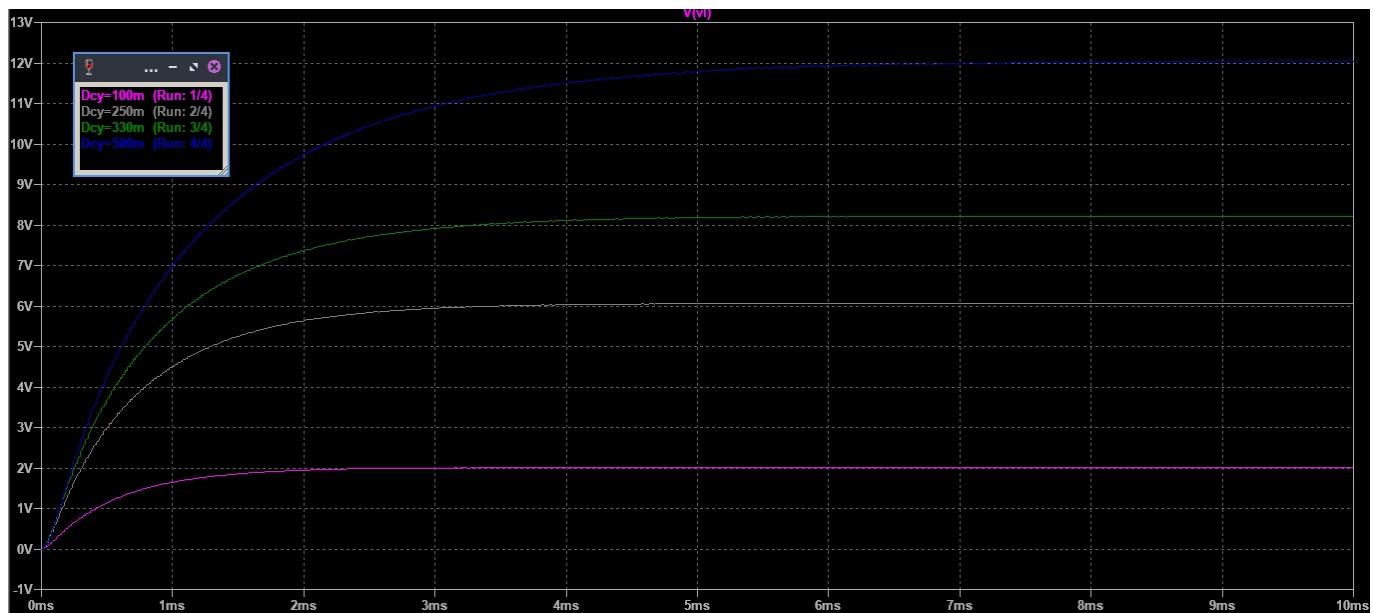
- **Conversor DC-DC**

Durante el estado estable de la tensión de salida, se ven (de abajo hacia arriba) las señales de pwm, la corriente por el primario del transformador, la tensión en el primario y la disminuida del secundario, y la tensión sobre carga luego del filtrado.

Vemos como al aumentar la corriente de colector, se genera una tensión sobre el primario proporcional a la derivada de la corriente. Esta tensión aparece disminuida en el secundario según la relación de espiras del transformador.



Ademas se simulo el cambio de la tension de salida para un PWM con duty cycle de 10, 25, 33 y 50%.

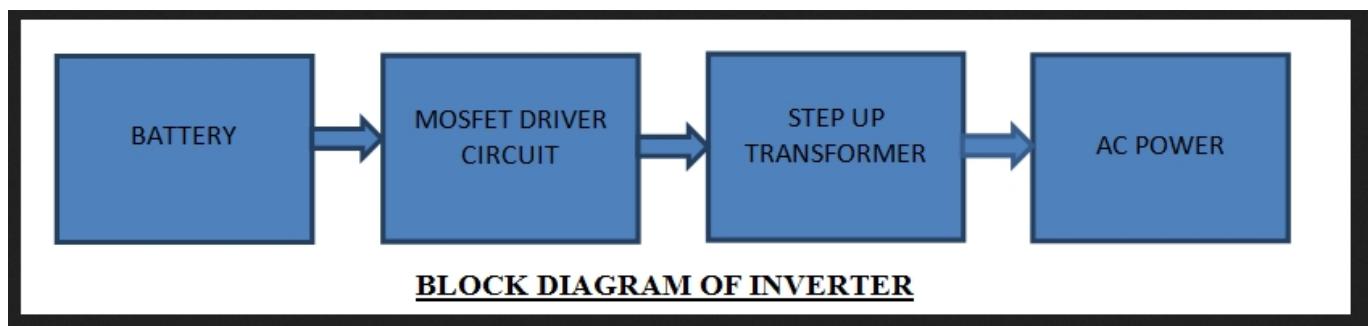


Sistema elegido

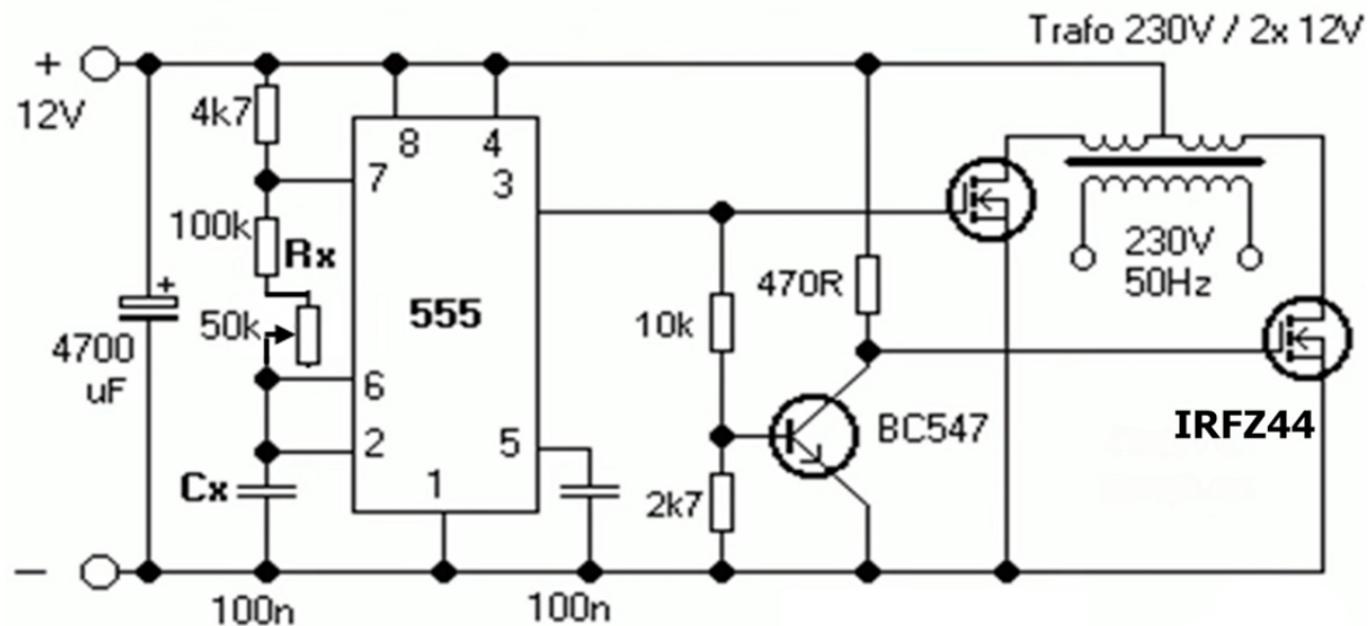
Inversor de salida cuadrada 12VDC/230VAC basado en NE555.

- Valores de entrada: 12VDC
- Salida: 230VAC, monofásica, 50Hz, 500mA max, 115W.

Diagrama en bloques



Un inversor básico toma tensión continua de una batería y por medio de un **oscilador de onda cuadrada** comanda transistores de potencia que generan tensión en los bobinados secundarios de un **transformador con punto medio**. Dichas tensiones aparecen elevadas en fase y contra fase en el primario, donde por superposición se obtiene una señal **alterna cuadrada monofásica de alta tensión**.

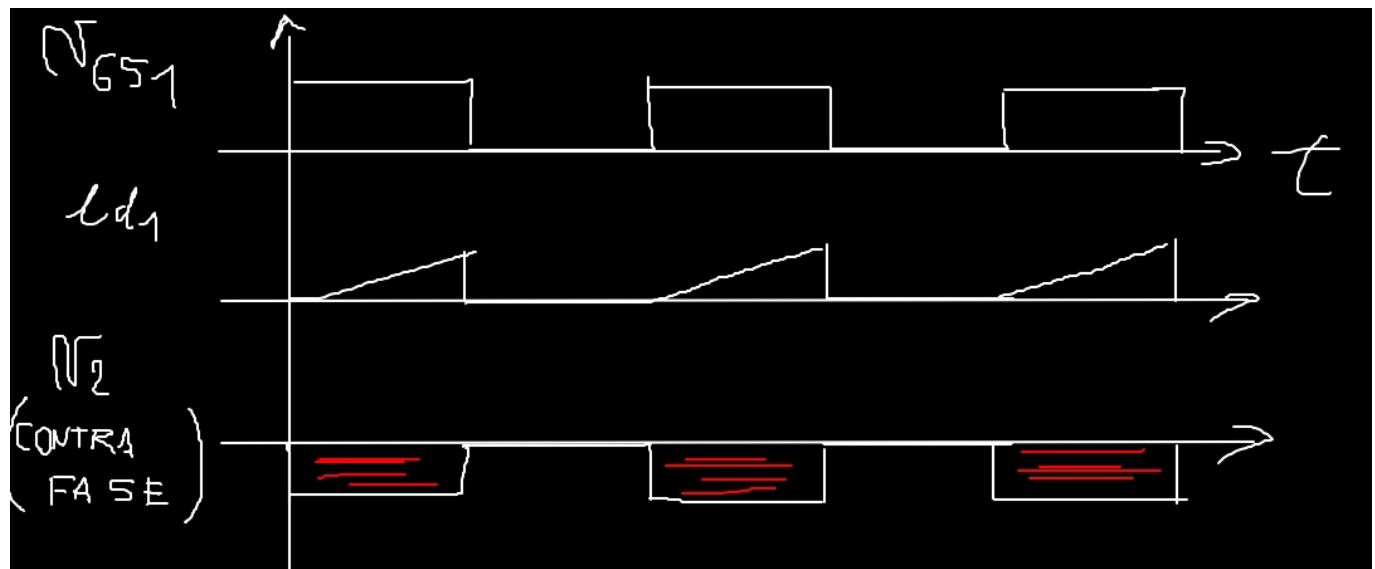


- **Oscilador**

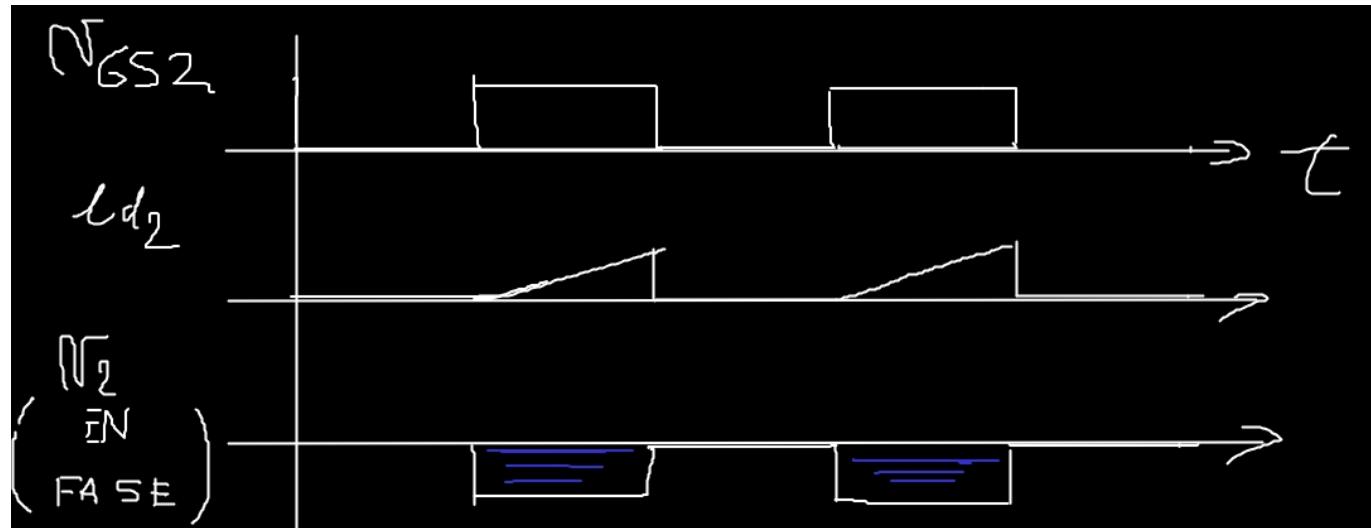
Esta implementado con **IC NE555** que genera la señal cuadrada de 50Hz. Un transistor **BC547** para invertir la señal generada por el 555, de esta forma se logra hacer trabajar a los MOSFETS alternadamente.

- **Switching**

Par de **MOSFETS de potencia IRFZ44** que se encargan de hacer circular corriente por los secundarios del transformador de forma alterna entre uno y otro.



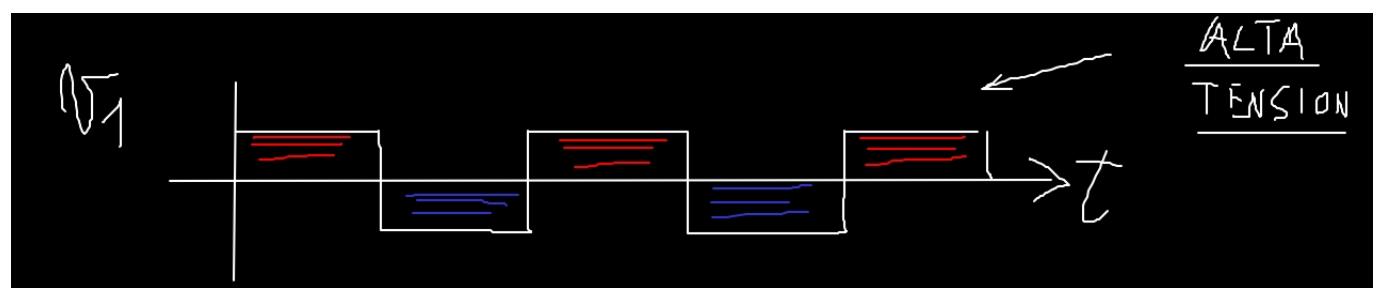
Si uno de los MOS hace variar la corriente del **bobinado secundario en contra fase**, por ley de faraday se genera una tensión proporcional y opuesta a la derivada de la corriente. Esta misma aparece invertida y elevada en el primario del transformador formando el **semiciclo positivo de salida**.



Por el contrario cuando el otro MOS hace variar de forma opuesta la corriente del **bobinado secundario en fase**, se genera una tensión que aparece elevada en el primario del transformador formando ahora el **semiciclo negativo de salida**.

- **Transformador**

Transformador elevador con punto medio donde las tensiones en fase y contra fase de los bobinados primarios **se superponen para obtener una onda cuadrada alterna** monofásica de alta tensión pero baja corriente.



Componentes de potencia

El sistema solo tiene el **MOSFET de potencia IRFZ44**:



IRFZ44, SiHFZ44

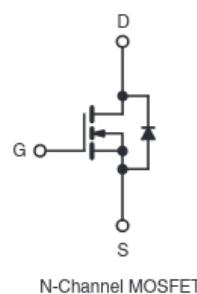
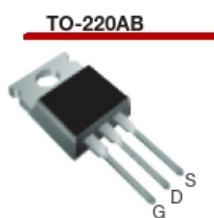
Vishay Siliconix

Power MOSFET

PRODUCT SUMMARY	
V _{DS} (V)	60
R _{DS(on)} (Ω)	V _{GS} = 10 V 0.028
Q _g (Max.) (nC)	67
Q _{gs} (nC)	18
Q _{gd} (nC)	25
Configuration	Single

FEATURES

- Dynamic dV/dt Rating
- 175 °C Operating Temperature
- Fast Switching
- Ease of Paralleling
- Simple Drive Requirements
- Compliant to RoHS Directive 2002/95/EC



DESCRIPTION

Third generation Power MOSFETs from Vishay provide the designer with the best combination of fast switching, ruggedized device design, low on-resistance and cost-effectiveness.

The TO-220AB package is universally preferred for commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 W. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220AB contribute to its wide acceptance throughout the industry.

En el encapsulado TO-220AB, y se observa una temperatura maxima de juntura de 175°C.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T _C = 25 °C, unless otherwise noted)			
PARAMETER	SYMBOL	LIMIT	UNIT
Drain-Source Voltage	V _{DS}	60	V
Gate-Source Voltage	V _{GS}	± 20	
Continuous Drain Current ^e	I _D	50	A
Continuous Drain Current		36	
Pulsed Drain Current ^a	I _{DM}	200	
Linear Derating Factor		1.0	W/°C
Single Pulse Avalanche Energy ^b	E _{AS}	100	mJ
Maximum Power Dissipation	P _D	150	W
Peak Diode Recovery dV/dt ^c	dV/dt	4.5	V/ns
Operating Junction and Storage Temperature Range	T _J , T _{stg}	- 55 to + 175	°C
Soldering Recommendations (Peak Temperature) ^d	for 10 s	300	
Mounting Torque	6-32 or M3 screw	10 1.1	lbf · in N · m

Notes

- Repetitive rating; pulse width limited by maximum junction temperature (see fig. 11).
- V_{DD} = 25 V, starting T_J = 25 °C, L = 44 μ H, R_G = 25 Ω , I_{AS} = 51 A (see fig. 12).
- I_{SD} \leq 51 A, dI/dt \leq 250 A/ μ s, V_{DD} \leq V_{DS}, T_J \leq 175 °C.
- 1.6 mm from case.
- Current limited by the package, (die current = 51 A).

Ademas tiene una VDS maxima de 60V y una IDS maxima de 50A a 25°C que decae a 36A a los 100°C.

Tambien se observa una corriente de pulso maxima de 200A.

Por ultimo puede disipar una potencia maxima de 150W.

THERMAL RESISTANCE RATINGS				
PARAMETER	SYMBOL	TYP.	MAX.	UNIT
Maximum Junction-to-Ambient	R _{thJA}	-	62	°C/W
Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	R _{thCS}	0.50	-	
Maximum Junction-to-Case (Drain)	R _{thJC}	-	1.0	

Tambien se cuenta con las resistencias termicas para el diseño de disipadores.