

# Diseño de un Inversor Monofásico Autónomo de Baja Frecuencia Ajustable mediante Bus DC



Ingeniería Técnica Industrial: Electrónica Industrial  
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Autor: Daniel Estrella Álvaro  
Tutor: Simón Rafael Dávila Solano

Junio 2009

# INDICE

- Objetivos
- Problemas Planteados
- Bloques del Diseño
- Resultados Experimentales
- Conclusiones
- Trabajos Futuros
- Presupuesto



# Objetivos

## INDICE

### 1. Objetivos

### 2. Problemas Planteados

### 3. Bloques del Diseño

### 4. Resultados

### 5. Conclusiones

### 6. Trabajos Futuros

### 7. Presupuesto

- Fuente para ensayos de pérdidas dieléctricas en transformadores.
- Requisitos:
  - Onda senoidal pura con baja distorsión armónica
  - Frecuencia muy baja  $\leq 1\text{Hz}$
  - Salida ajustable en amplitud
  - Equipo compacto y ligero



# Problemas Planteados

## INDICE

1. Objetivos

2. Problemas Planteados

3. Bloques del Diseño

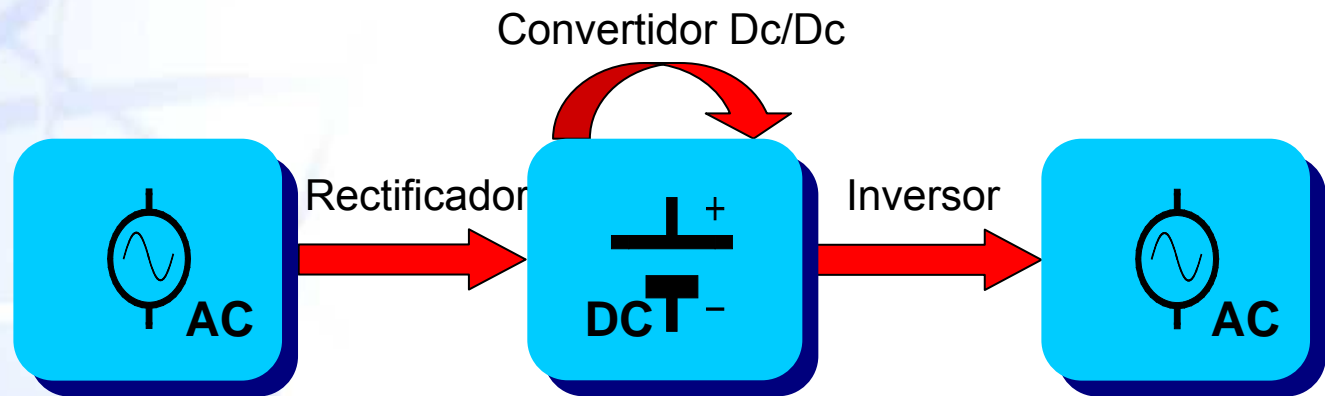
4. Resultados

5. Conclusiones

6. Trabajos Futuros

7. Presupuesto

- Conversión de energía.

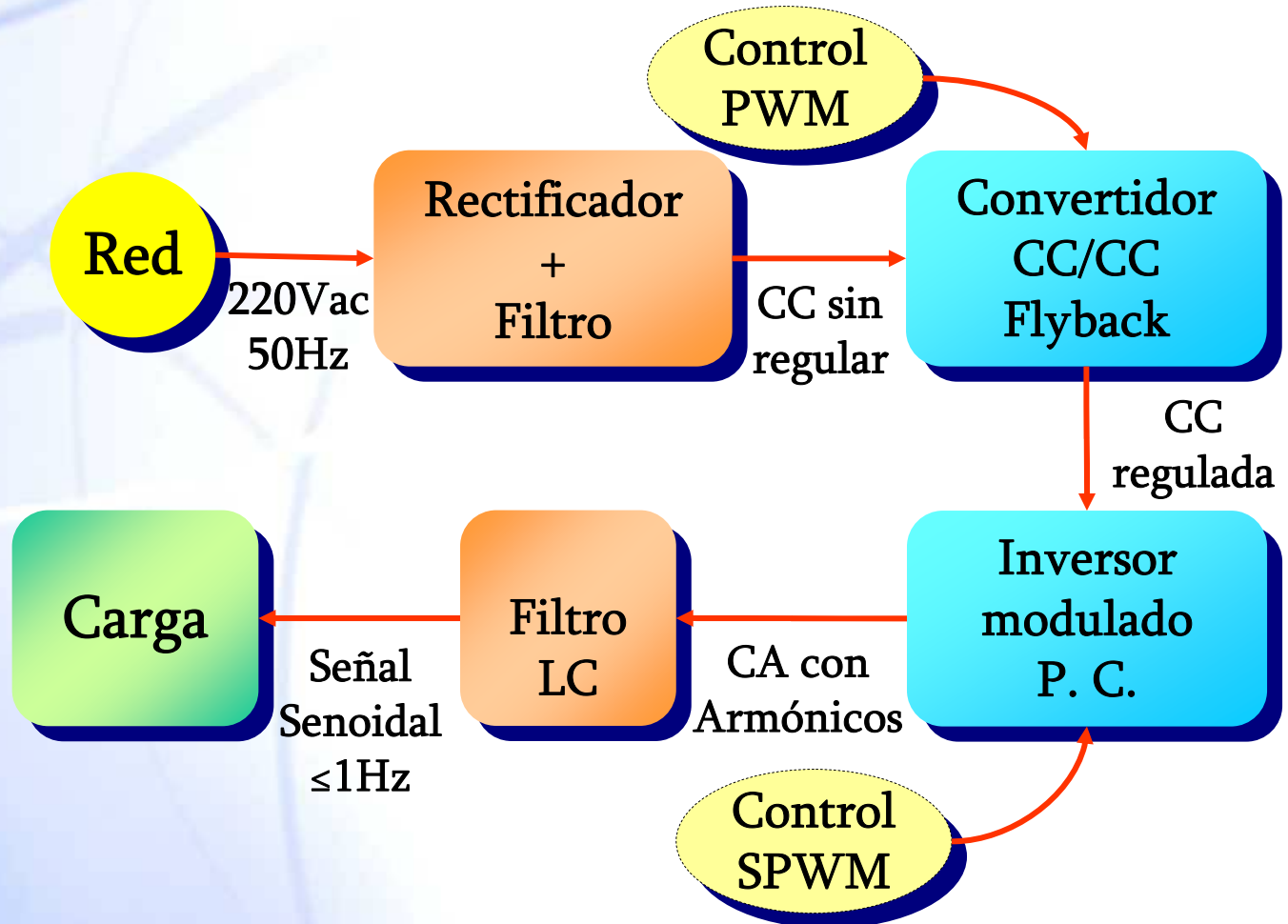


- Frecuencia de salida → Filtro de armónicos no deseados

# Diagrama de bloques

## INDICE

1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto



# Rectificador AC/DC

## INDICE

1. Objetivos

2. Problemas Planteados

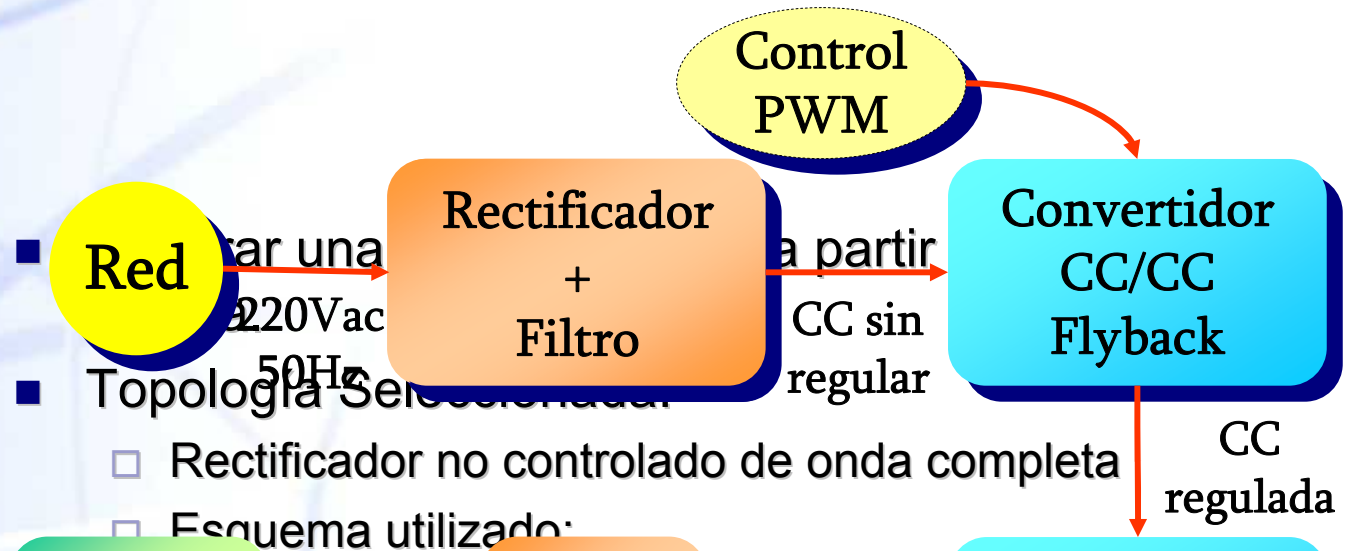
3. Bloques del Diseño

4. Resultados

5. Conclusiones

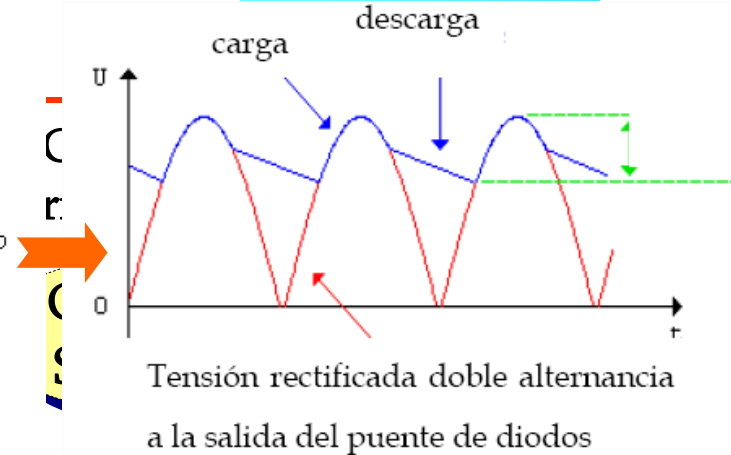
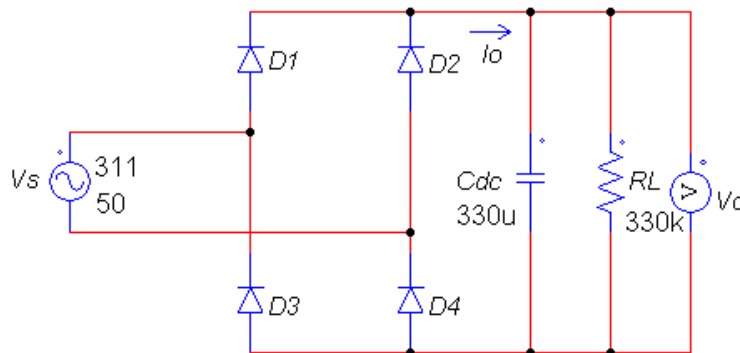
6. Trabajos Futuros

7. Presupuesto



Topología Seleccionada:

- Rectificador no controlado de onda completa
- Esquema utilizado:



# Convertidor DC/DC

## Convertidor CC/CC Flyback

### INDICE

1. Objetivos

2. Problemas Planteados

3. Bloques del Diseño

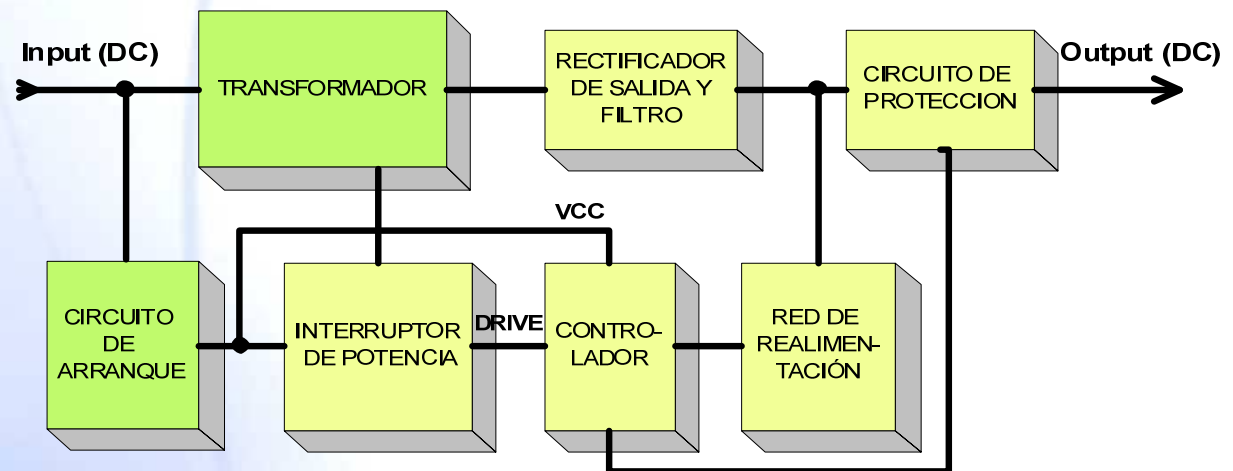
4. Resultados

5. Conclusiones

6. Trabajos Futuros

7. Presupuesto

- Generar una salida continua regulada a partir de la entrada continua no regulada.
- Topología Seleccionada:
  - Convertidor Flyback de varias salidas
  - Bloques del convertidor:



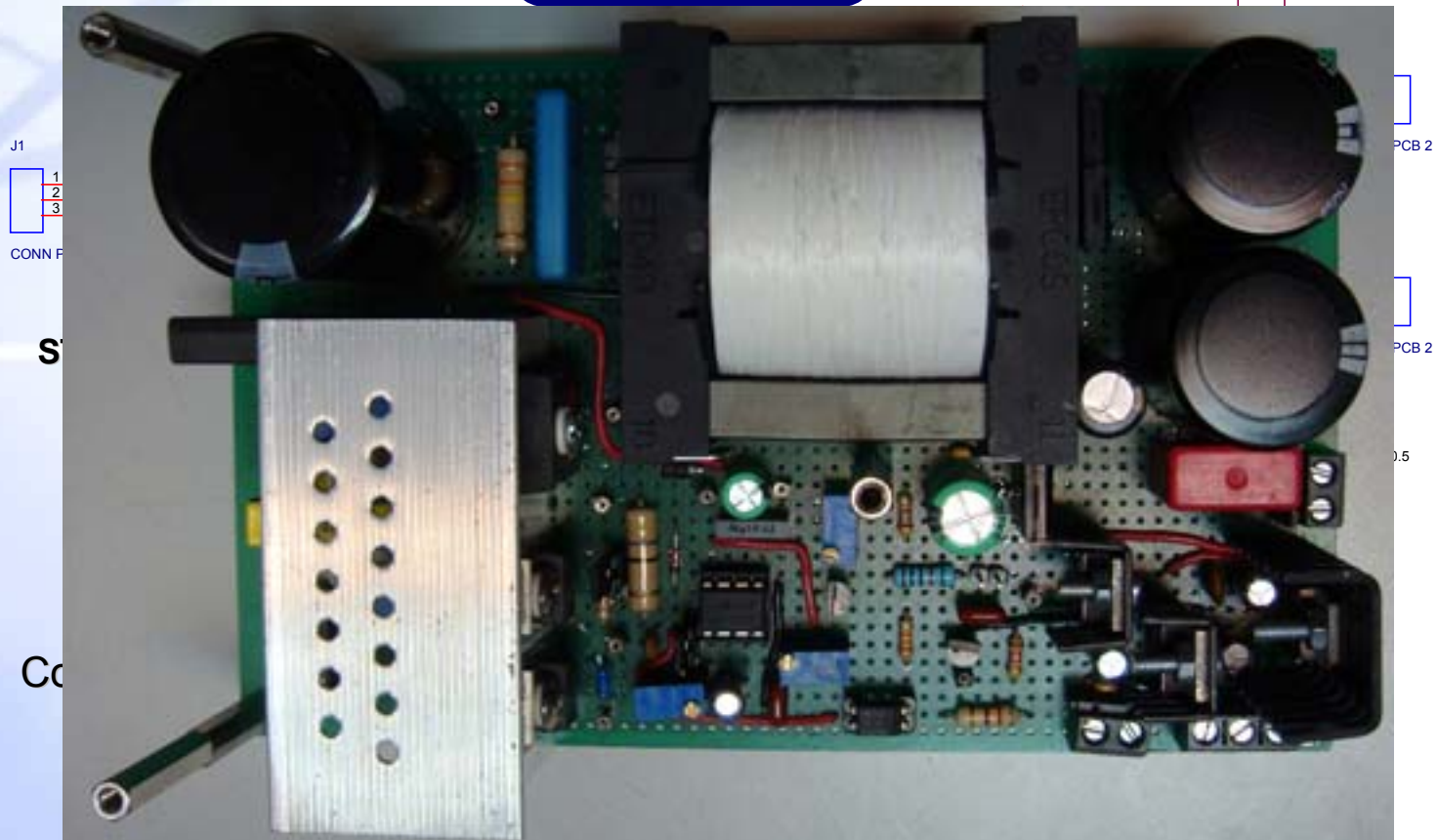
# Convertidor DC/DC

Convertidor  
CC/CC  
Flyback

Transformador Flyback

## INDICE

1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto





# Transformador Flyback

Convertidor  
CC/CC  
Flyback

## INDICE

1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto

- Energía se almacena en el núcleo ( $\sim 3\text{mJ}$ )
- Ferritas ETD 49/25/16



Características	
Material	N87
$A_e$	$211\text{mm}^2$
$L_e$	$114\text{mm}$
Gap	$0.5\text{mm}$

- Entrehierro de  $0.5\text{mm}$  ( $AL=525\text{nH}$ )

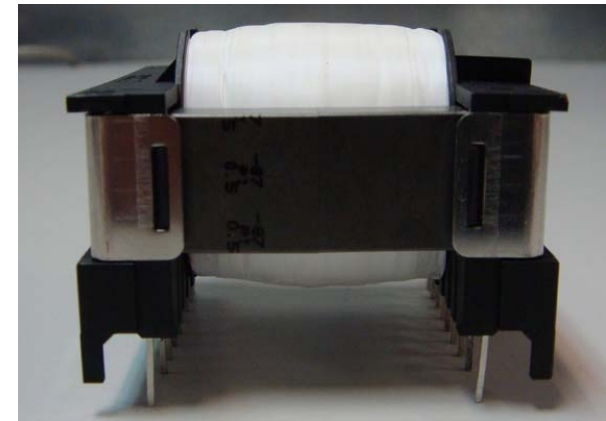
# Transformador Flyback

Convertidor  
CC/CC  
Flyback

## INDICE

1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto

- Cobre aislado para devanados
- Aislamiento entre devanados (Triplex F-20.08)
- Detalle del carrete:



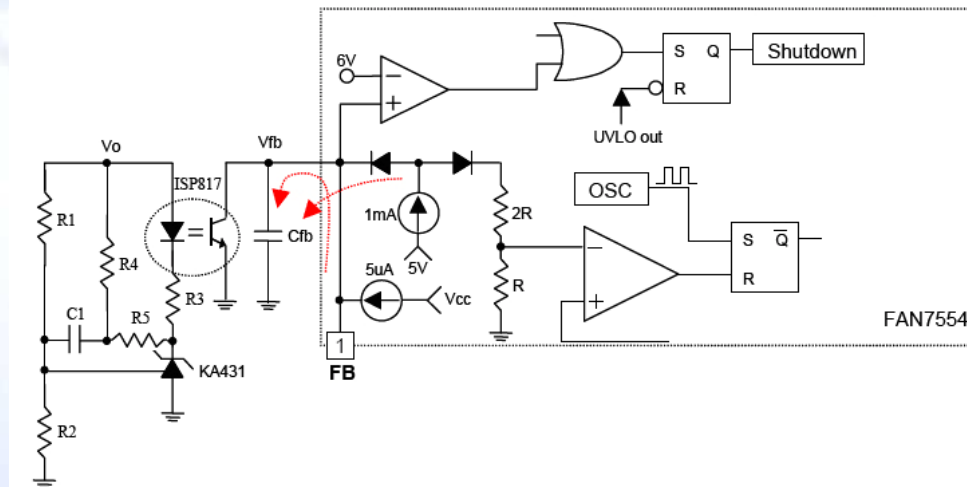
# Red de Realimentación

## Convertidor CC/CC Flyback

### INDICE

1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto

- Variación de la tensión de salida mediante el ajuste de la tensión de referencia (variación de R1 en KA431).



- Optoacoplador ISP817 aísla y descarga Cfb (comparador Pwm).

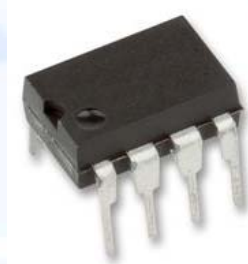
# Controlador Pwm

## Control PWM

### INDICE

1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto

- Controlador modo corriente FAN7554:



Características	
I. de funcionamiento	7mA
Frecuencia	Hasta 500kHz
Io (totem-pole)	1A

- Circuito de arranque suave
- Funciones de protección integradas:
  - Sobrecarga en la salida
  - Sobrevoltaje de la tensión de salida
  - Sobrecorriente de la corriente de salida



# Inversor AC/DC

## Inversor modulado P. C.

### INDICE

1. Objetivos

2. Problemas Planteados

3. Bloques del Diseño

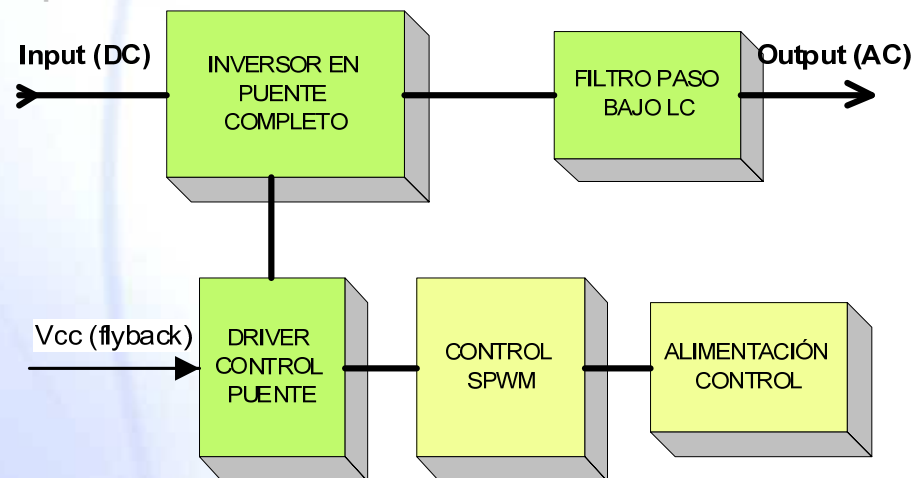
4. Resultados

5. Conclusiones

6. Trabajos Futuros

7. Presupuesto

- Generar una salida alterna a partir de la entrada continua.
- Topología Seleccionada:
  - Inversor en Puente Completo con modulación Spwm
  - Bloques del Inversor:

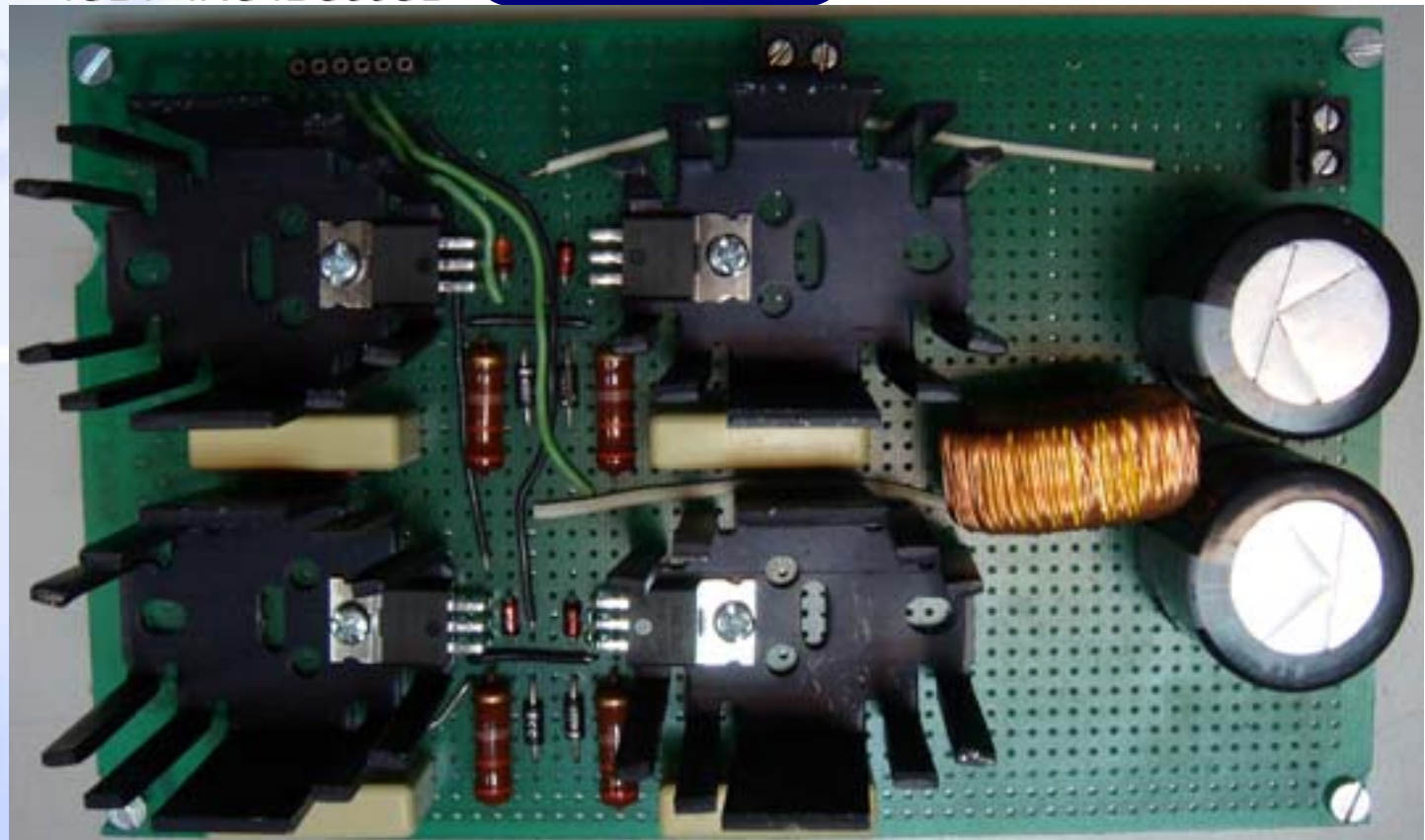


# Inversor AC/DC

Inversor  
modulado  
P. C.

## INDICE

IGBT IRG4BC30UD



1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto

# Control del Puente Inversor

## Control SPWM

### INDICE

1. Objetivos

2. Problemas Planteados

3. Bloques del Diseño

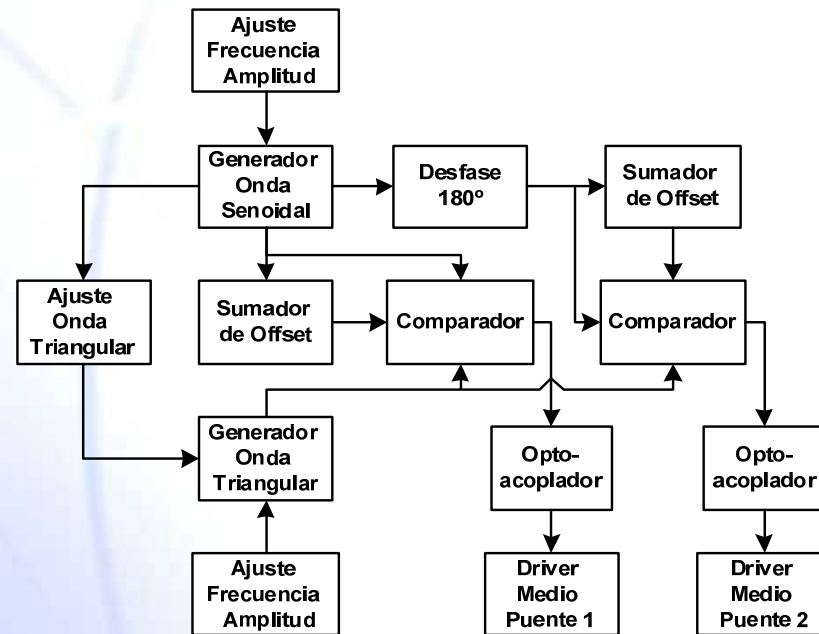
4. Resultados

5. Conclusiones

6. Trabajos Futuros

7. Presupuesto

- Generación de la modulación Spwm unipolar a partir de componentes analógicos:
- Diagrama de bloques del control:



# Control del Puente Inversor

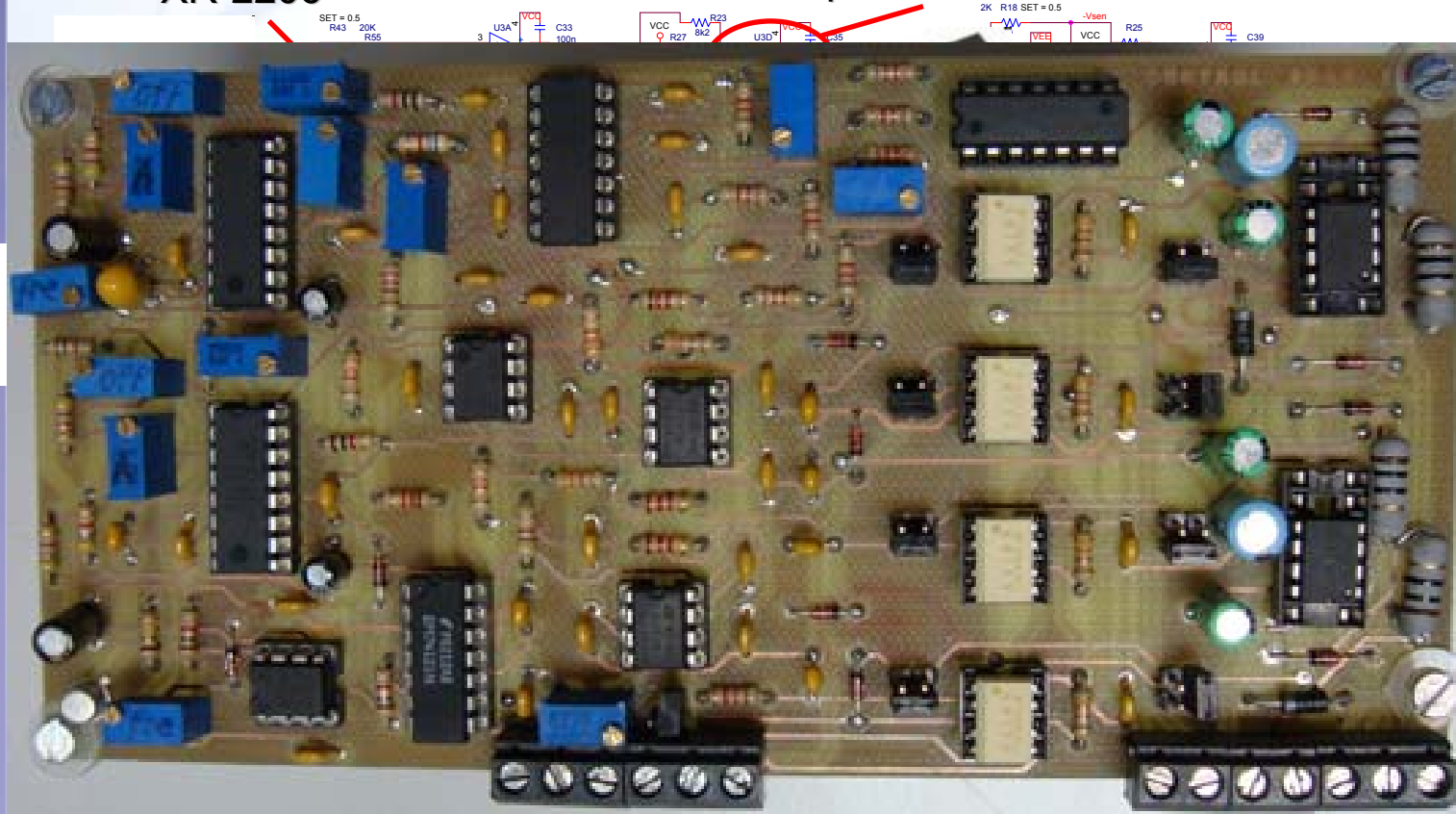
Control  
SPWM

Generador de ondas  
XR-2206

Operacional TL084

## INDICE

1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto



Comparador LM393





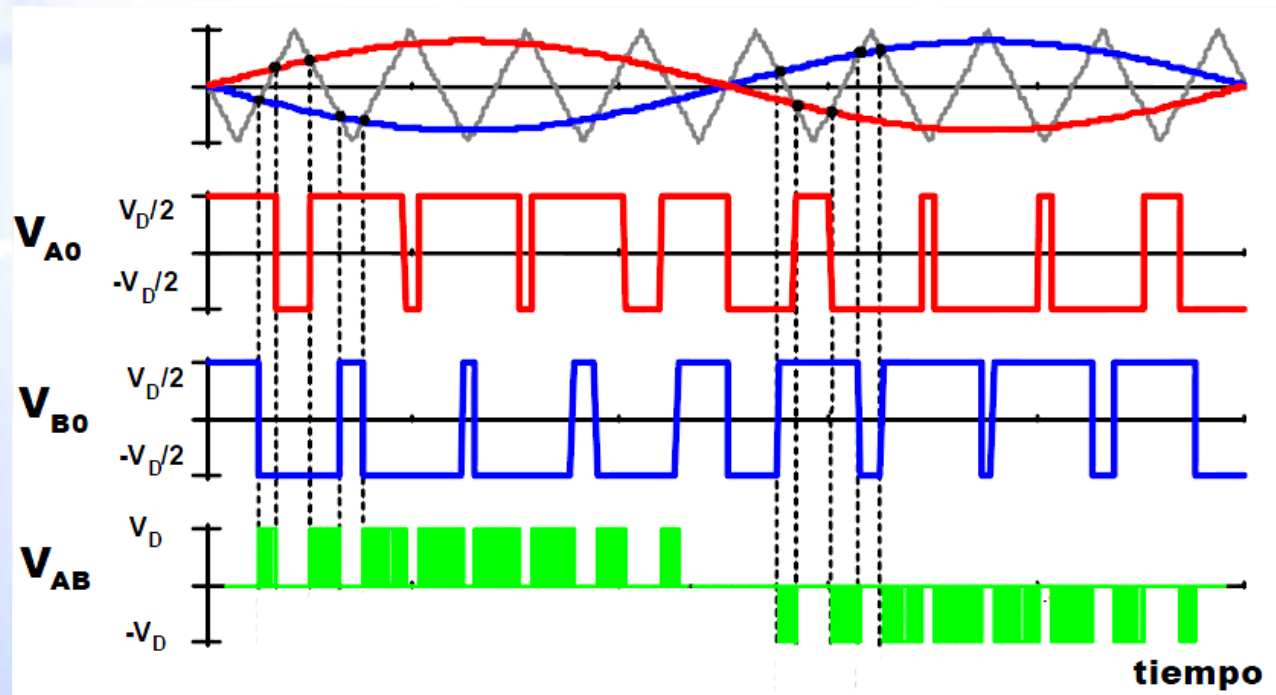
# Modulación Spwm unipolar

## Control SPWM

### INDICE

1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto

- Señales de control y generación de los instantes de conmutación:



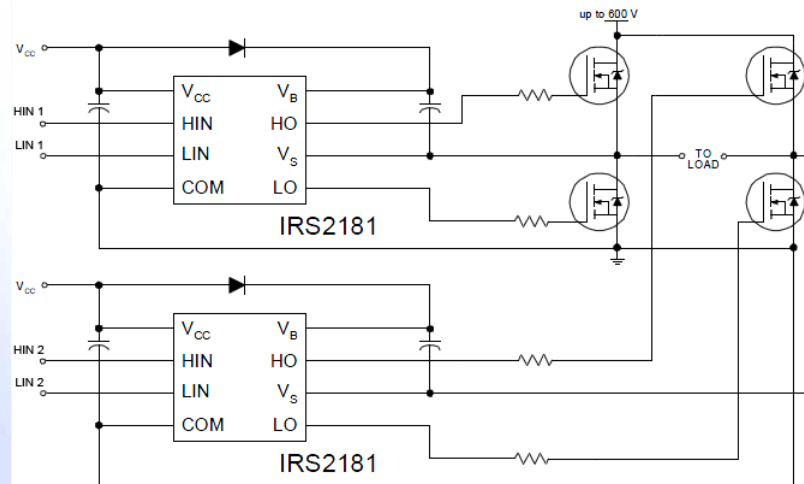
# Driver de disparo

## Control SPWM

### INDICE

1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto

- Driver de Medio Puente IRS2181:
  - Driver lado alto y lado bajo
  - Corriente máxima de salida 1.8A
- Esquema de conexión:
  - Vcc a partir de la segunda salida del Flyback



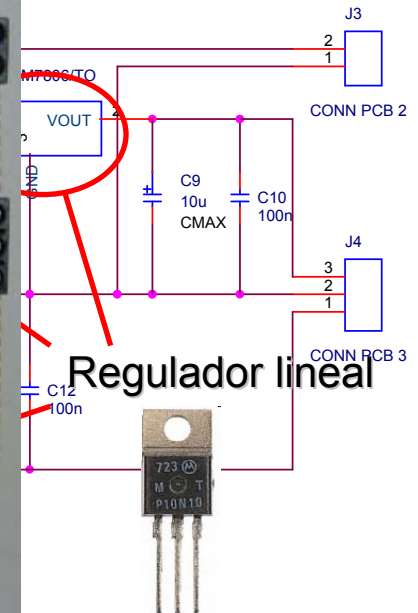
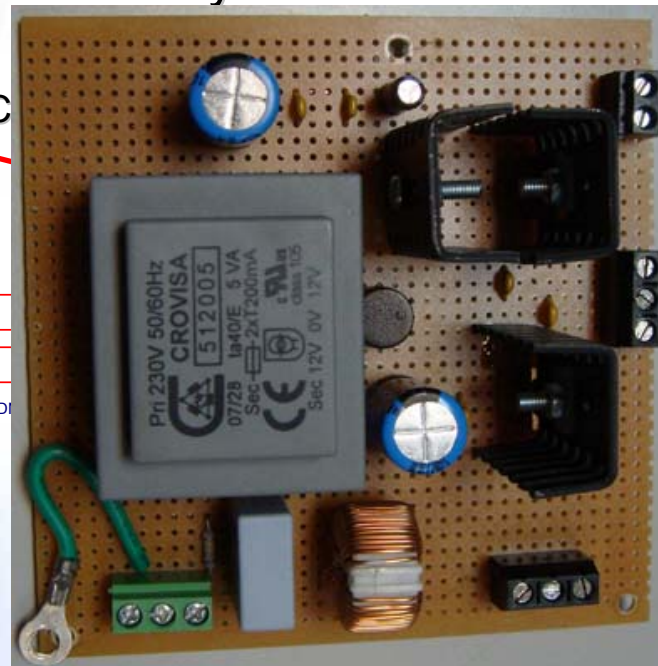
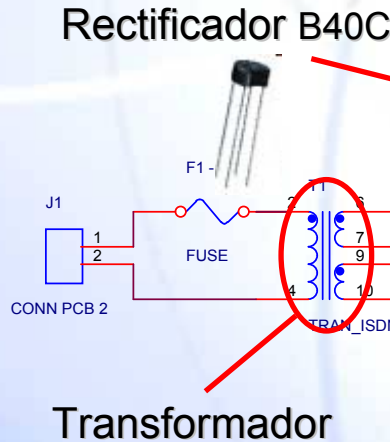
# Alimentación del Control

## Control SPWM

### INDICE

1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto

- Señales de control de bajo consumo.
- Rectificador de onda completa + Filtro + Reguladores lineales serie 78XX y 79XX.



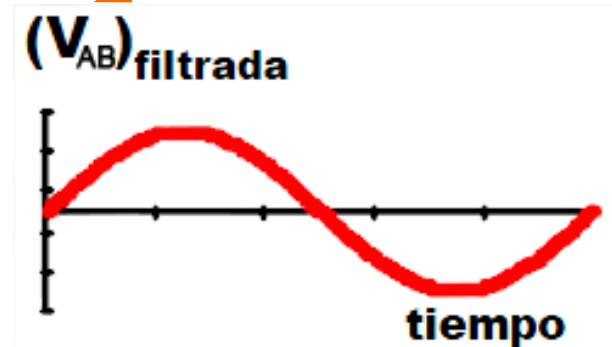
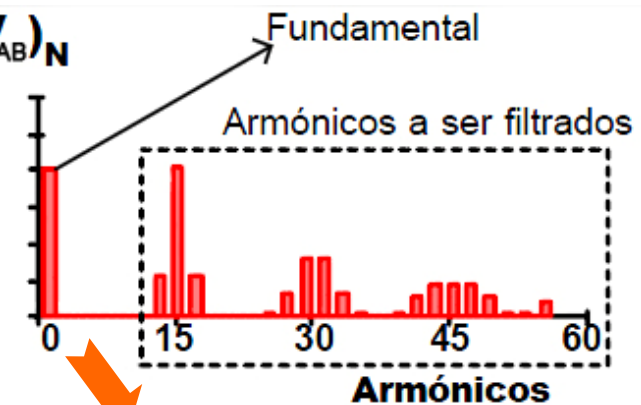
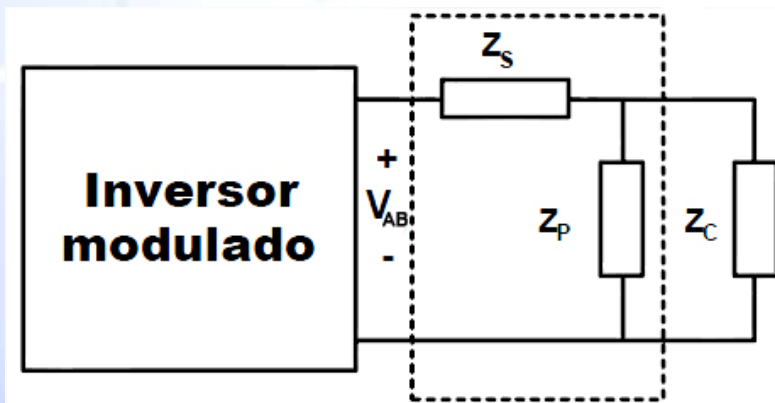
# Filtro de salida

Filtro  
LC

## INDICE

1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto

- Filtro Paso Bajo de 2º Orden:  $(V_{AB})_N$ 
  - Filtro LC
  - Armónicos no deseados



# Resultados Experimentales

## INDICE

1. Objetivos

2. Problemas  
Planteados

3. Bloques del  
Diseño

4. Resultados

5. Conclusiones

6. Trabajos  
Futuros

7. Presupuesto

- Disparo y corriente por el MOSFET
- Salida del convertidor DC/DC
- Señales de control Spwm unipolar
- Salida del Puente Inversor
- Salida del Filtro LC

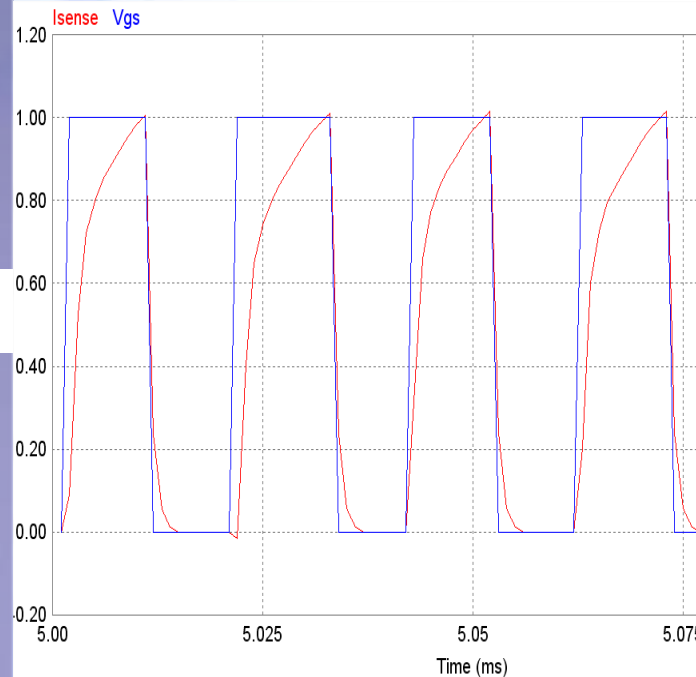


# Resultados Experimentales

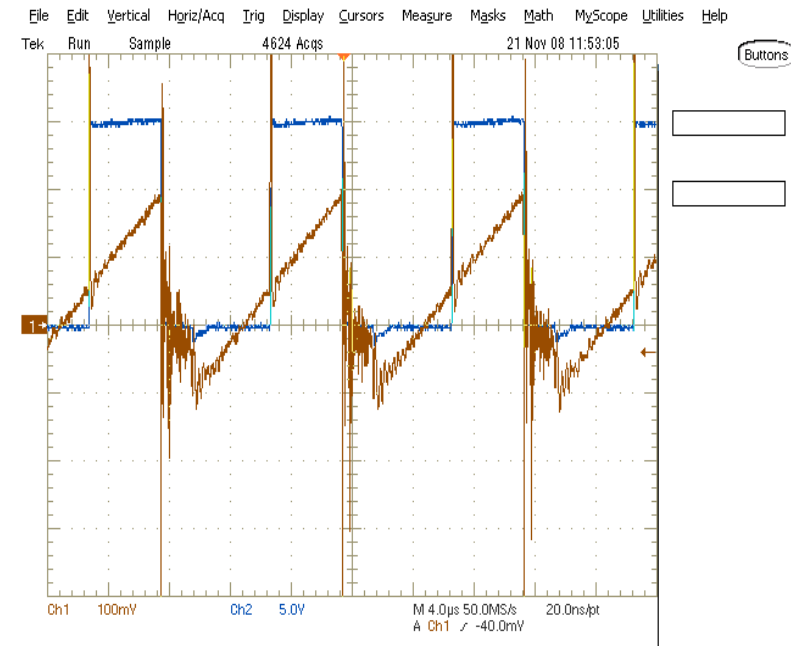
## INDICE

- Disparo y corriente por el MOSFET ( $V_{gs}$ ,  $I_s$ )

Simulación



Resultados



1. Objetivos

2. Problemas Planteados

3. Bloques del Diseño

4. Resultados

5. Conclusiones

6. Trabajos Futuros

7. Presupuesto



# Resultados Experimentales

## INDICE

### ■ Salida del convertidor DC/DC

1. Objetivos

2. Problemas Planteados

3. Bloques del Diseño

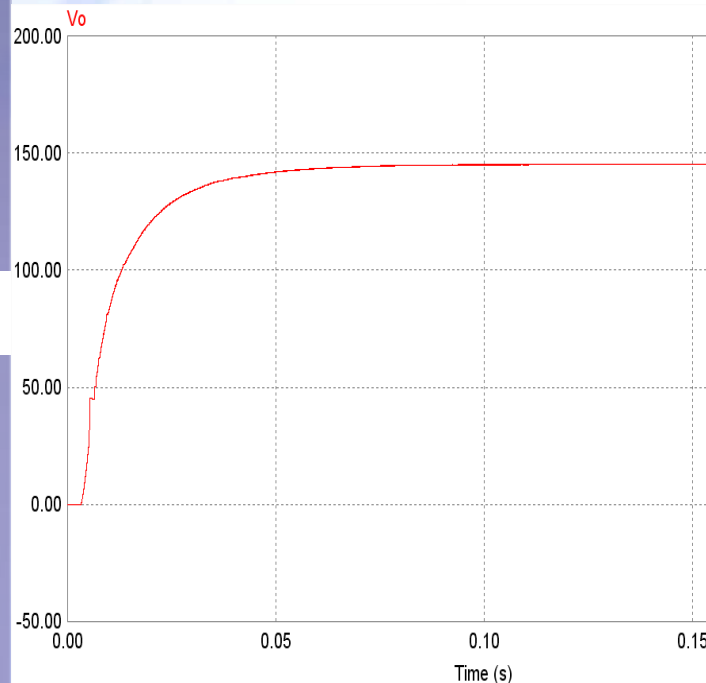
4. Resultados

5. Conclusiones

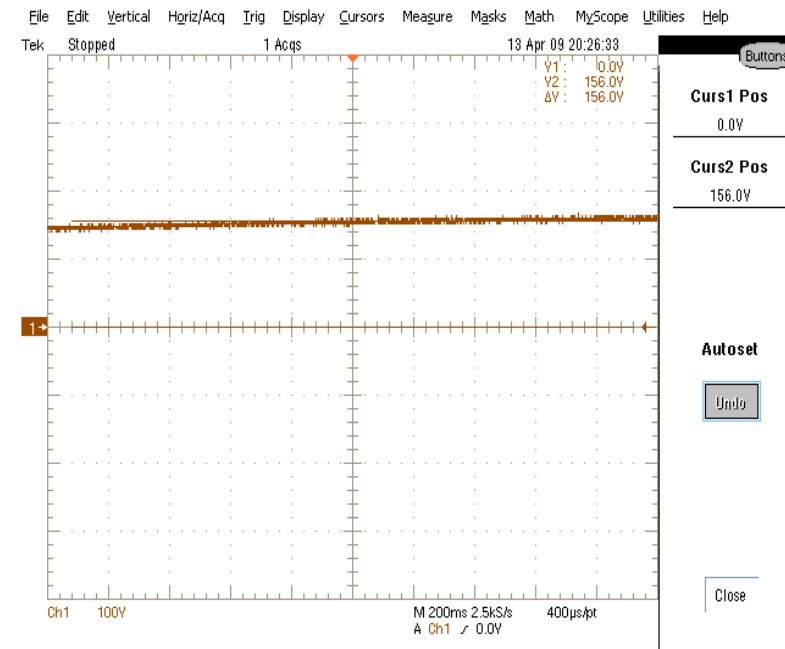
6. Trabajos Futuros

7. Presupuesto

Simulación



Resultados



# Resultados Experimentales

## INDICE

### ■ Señales de control Spwm unipolar

1. Objetivos

2. Problemas Planteados

3. Bloques del Diseño

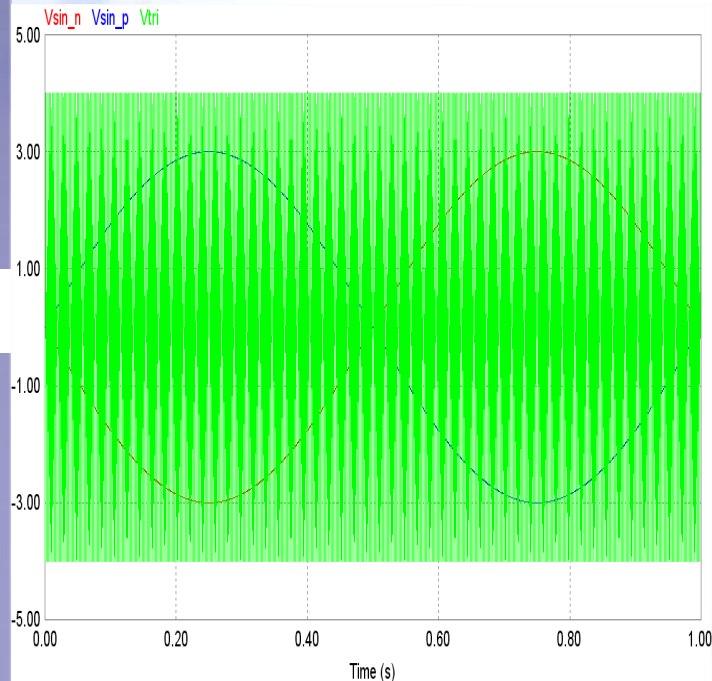
4. Resultados

5. Conclusiones

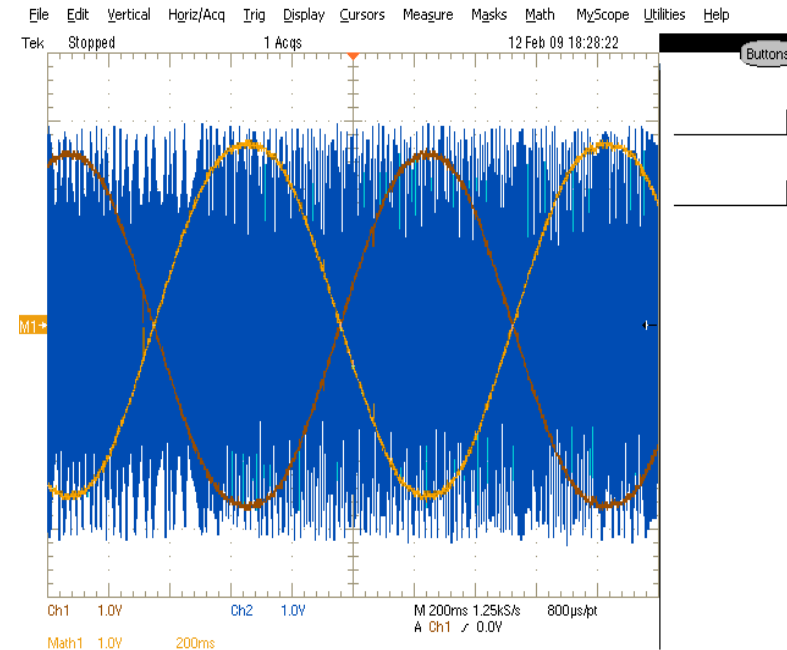
6. Trabajos Futuros

7. Presupuesto

Simulación



Resultados





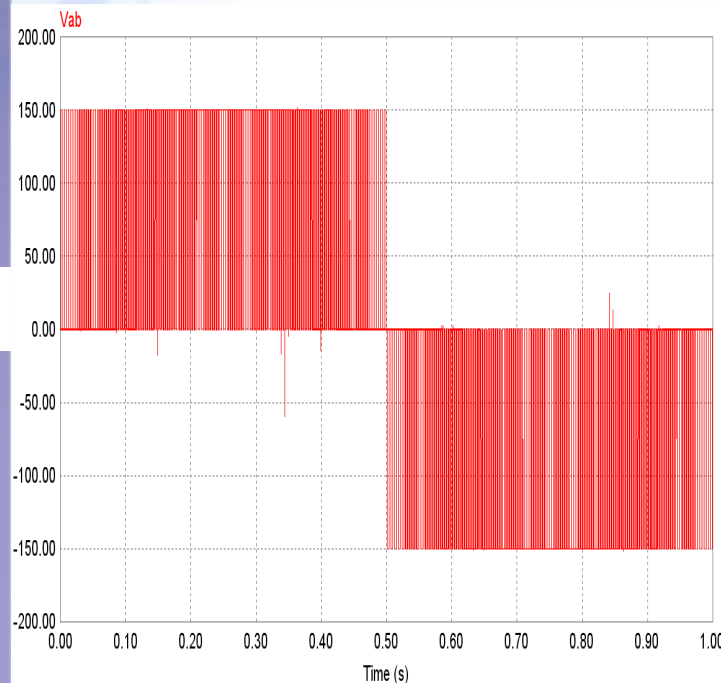
# Resultados Experimentales

## INDICE

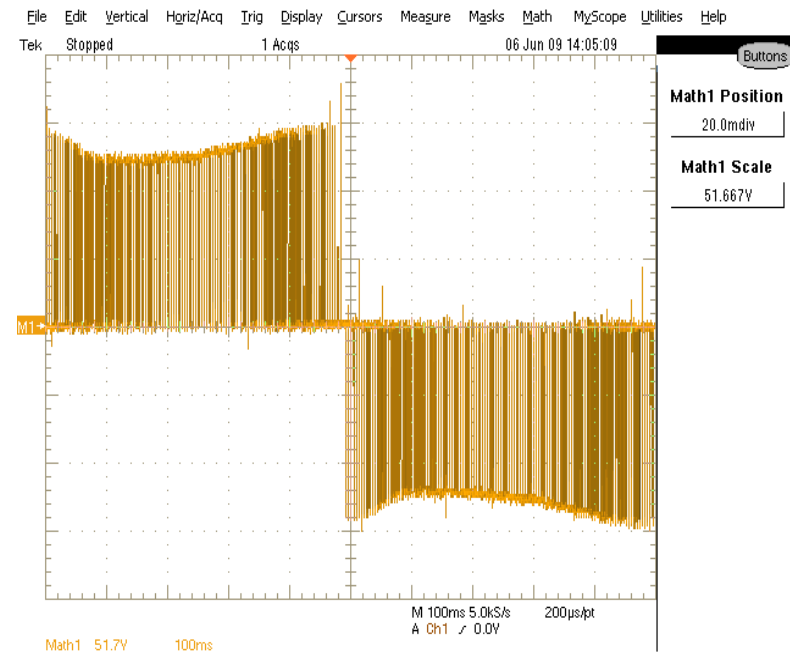
1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto

## ■ Salida del Puente Inversor

Simulación



Resultados



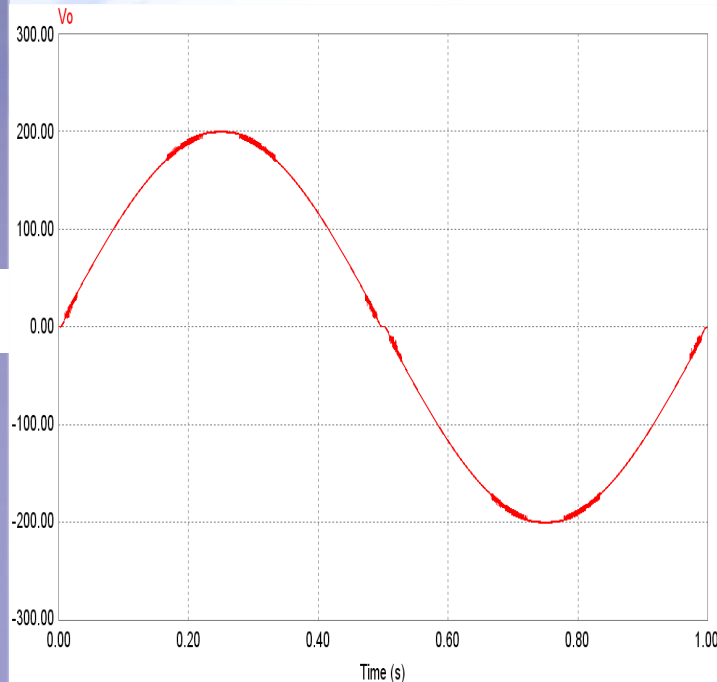
# Resultados Experimentales

## INDICE

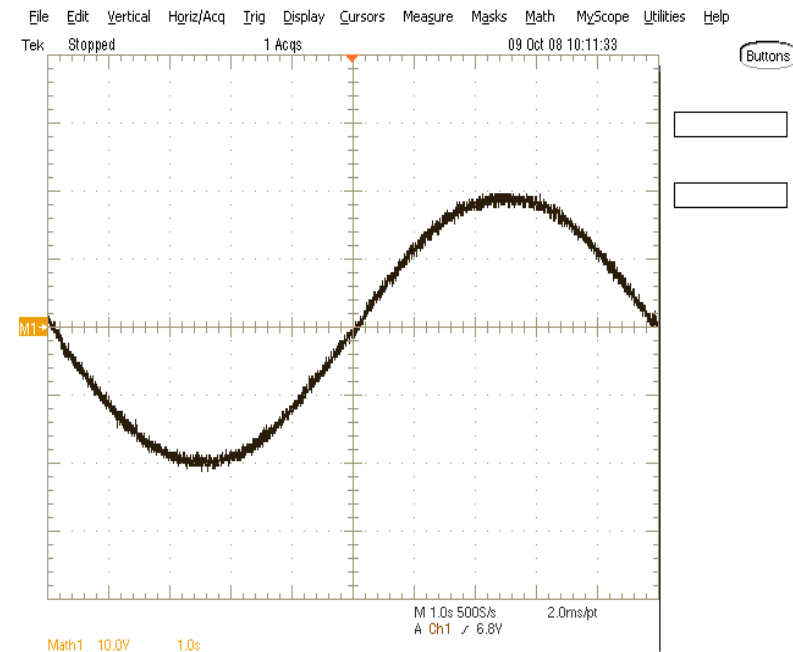
1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
7. Presupuesto

### ■ Salida del Filtro LC

Simulación



Resultados



# Conclusiones

## INDICE

1. Objetivos

2. Problemas  
Planteados

3. Bloques del  
Diseño

4. Resultados

5. Conclusiones

6. Trabajos  
Futuros

7. Presupuesto

- Conversión de energía eléctrica por medio de elementos electrónicos de potencia.
- Salida de amplitud variable mediante una etapa reguladora ajustable en DC.
- Bajo contenido armónico mediante la elección del filtro LC.



# Trabajos Futuros

## INDICE

1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
- 6. Trabajos Futuros**
7. Presupuesto

- Generación digital de las señales de modulación del Puente Inversor (Pic, DsPic).
- Desarrollo de una interfaz de comunicación digital que permita modificar dinámicamente los parámetros de modulación del Inversor.
- Desarrollo de mayores voltajes de salida mediante la selección de elementos de mayor potencia.



# Presupuesto

## INDICE

1. Objetivos
2. Problemas Planteados
3. Bloques del Diseño
4. Resultados
5. Conclusiones
6. Trabajos Futuros
- 7. Presupuesto**

CONCEPTO	COSTE
Componentes, placas y PCB	482,45 €
Recursos humanos	2.181,60 €
<b>TOTAL</b>	<b>2.664,05 €</b>

IVA incluido



**GRACIAS POR SU ATENCION**



**TURNO DE PREGUNTAS**

# Diseño de un Inversor Monofásico Autónomo de Baja Frecuencia Ajustable mediante Bus DC



Ingeniería Técnica Industrial: Electrónica Industrial  
Departamento de Ingeniería Eléctrica

Autor: Daniel Estrella Álvaro  
Tutor: Simón Rafael Dávila Solano

Junio 2009