

# Introducción al curso

## Electrónica de Potencia

Autores (orden alfabético): A. Barrado, C. Fernández, A. Lázaro,  
E. Olías, M. Sanz, P. Zumel

**uc3m** | Universidad **Carlos III** de Madrid

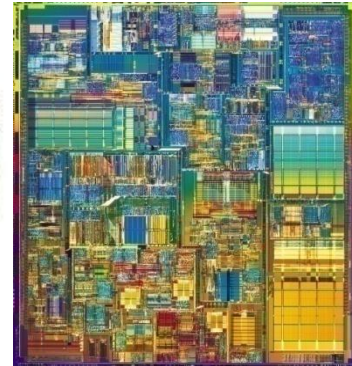
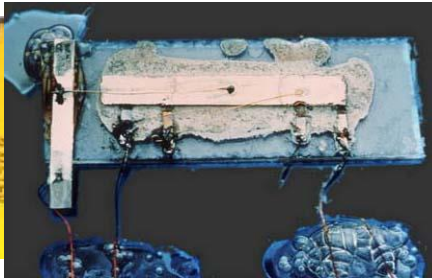
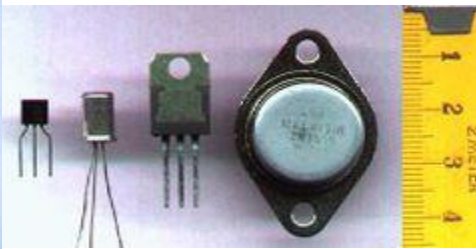


# Índice tema

- ¿Qué es la Electrónica?
- ¿Qué es la Electrónica de Potencia?
- Aplicaciones de la Electrónica de Potencia
  1. Generación eólica
  2. Generación solar fotovoltaica
  3. Transporte de alta tensión en continua
  4. Ahorro energético
  5. Movilidad eléctrica
  6. Iluminación con LEDs
- Esquema general del sistema de conversión de potencia
- Objetivo asignatura Electrónica de Potencia

# ¿Qué es la Electrónica?

La electrónica es una ciencia aplicada que estudia y emplea sistemas cuyo funcionamiento se basa en el control del flujo de los electrones u otras partículas cargadas en una gran variedad de dispositivos, desde las válvulas termoiónicas hasta los semiconductores



1906  
Triodo  
Lee de Forest

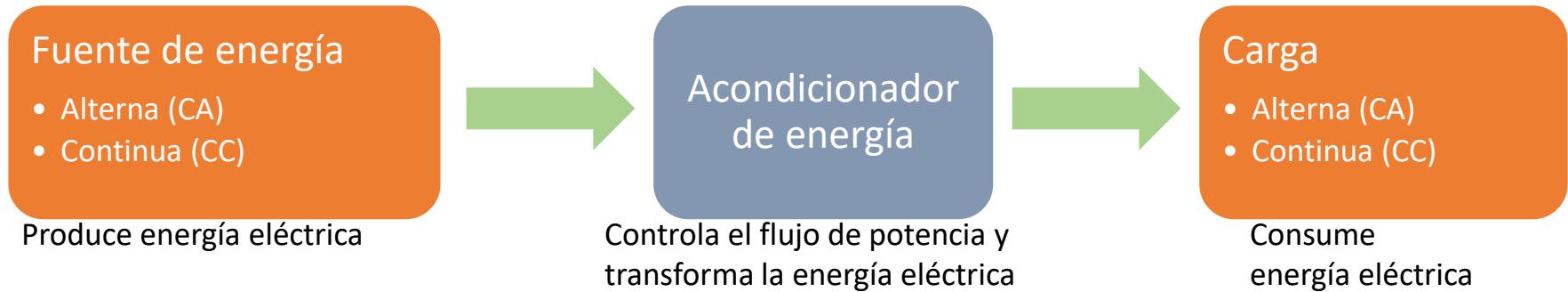
1947  
Transistor  
John Bardeen  
Walter Houser Brattain  
William Bradford Shockley  
Bell Labs

1958  
Circuito integrado  
Jack Kilby  
Texas Instruments

1970  
Microprocesador  
Intel

2000  
Microprocesador  
Intel Pentium IV

# ¿Qué es la Electrónica de Potencia?



## Cuatro tipos de conversión de energía eléctrica

- Alterna – continua → RECTIFICACIÓN (CA/CC)
- Alterna – alterna → REGULADOR ALTERNA (CA/CA)
- Continua – continua → CONVERTIDOR CC/CC
- Continua – alterna → INVERSOR(CC/CA)

## Electrónica de Potencia

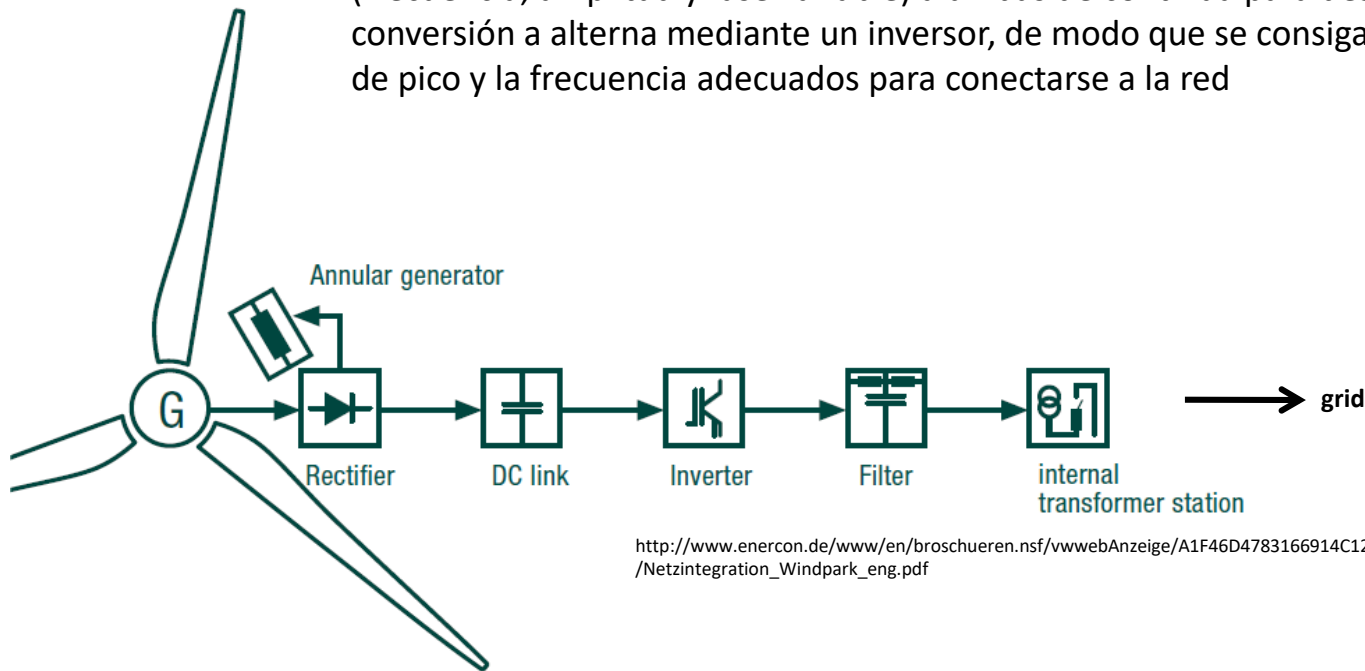
Control y transformación de la energía eléctrica mediante circuitos electrónicos

Existen múltiples aplicaciones de la Electrónica de Potencia en entornos muy variados: industrial, doméstico, de consumo, transporte, distribución eléctrica, etc.

# Ejemplo 1: generación eólica

•**Problema:** el aerogenerador produce una **tensión de frecuencia, amplitud y fase variable**, por lo que no se puede conectar directamente a la red eléctrica

•**Solución:** se utilizan convertidores electrónicos de potencia para **acondicionar la tensión recibida del aerogenerador**. Consiste en hacer una primera conversión de alterna (frecuencia, amplitud y fase variable) a un bus de continua para después hacer otra conversión a alterna mediante un inversor, de modo que se consiga la tensión con el valor de pico y la frecuencia adecuados para conectarse a la red

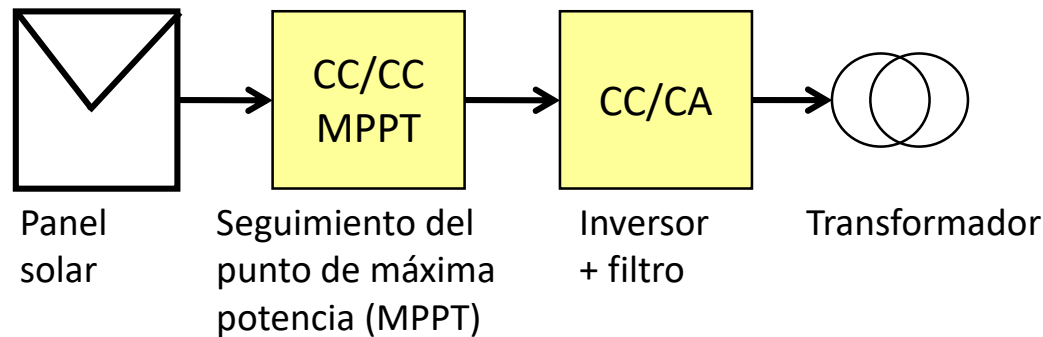


[http://www.enercon.de/www/en/broschueren.nsf/vwwebAnzeige/A1F46D4783166914C125747B002DD858/\\$FILE/Netzintegration\\_Windpark\\_eng.pdf](http://www.enercon.de/www/en/broschueren.nsf/vwwebAnzeige/A1F46D4783166914C125747B002DD858/$FILE/Netzintegration_Windpark_eng.pdf)

# Ejemplo 2: generación solar fotovoltaica

• **Problema:** el panel solar produce una tensión y corriente continua, lo que hace que no se pueda conectar directamente a la red. Además, la tensión continua de salida depende de la corriente que se está extrayendo del panel. Se debe hacer funcionar al panel en un punto en el que se extraiga la máxima potencia, sabiendo que este punto depende también de la cantidad de luz que recibe.

• **Solución:** colocar convertidores CC/CC para extraer la máxima potencia del panel y un inversor CC/CA para generar la tensión alterna adecuada para conectarse a la red eléctrica.



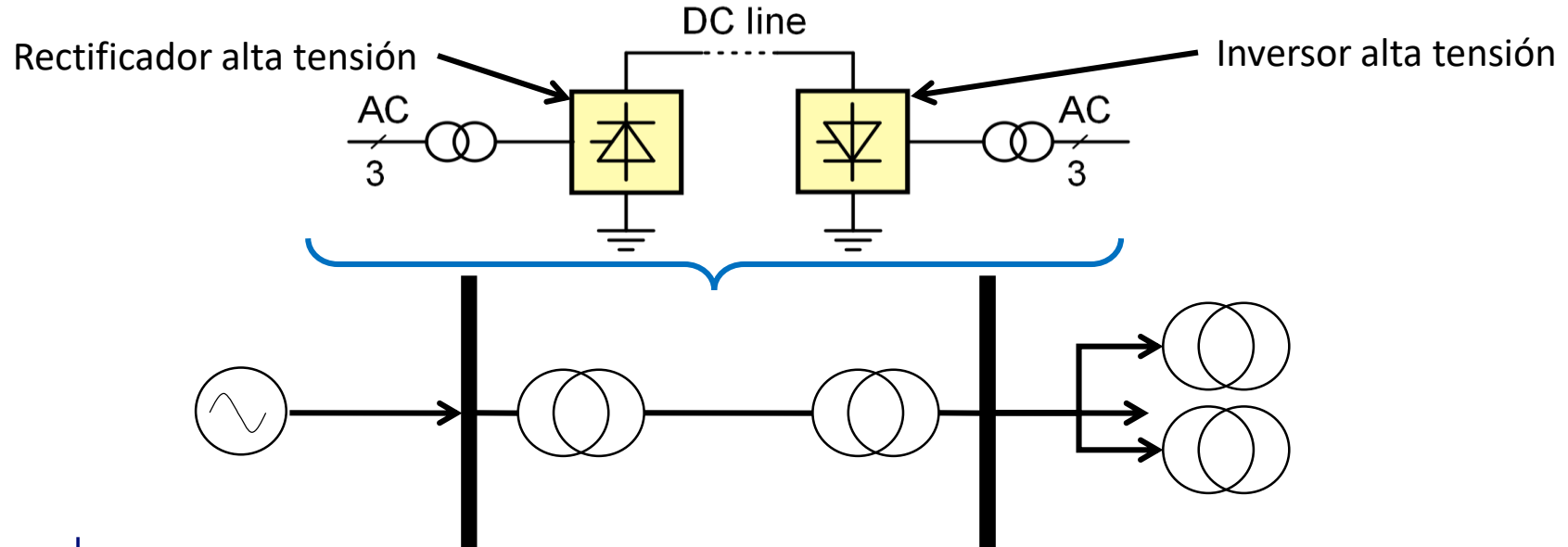
# Ejemplo 3: transporte en alta tensión CC



[http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/8746dc611217218dc1257181006024c7/\\$file/Sapei\\_diagram-hi.jpg](http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/8746dc611217218dc1257181006024c7/$file/Sapei_diagram-hi.jpg)

• **Problema:** en distancias muy largas (ej. conexión entre una isla y continente) las **pérdidas debidas a los largos cables de conexión** dificulta el transporte de la energía eléctrica.

• **Solución:** realizar el **transporte de energía eléctrica en continua** (>100 kV), en lugar del habitual transporte en alterna, permite reducir las pérdidas y conseguir un sistema más barato. Para ello se rectifica la tensión trifásica en el lugar de generación y se realiza la **conexión mediante una línea de alta tensión CC** y producir alterna mediante un inversor.



# Ejemplo 4: ahorro energético

• **Problema:** la demanda de energía en los últimos tiempos se ha incrementado debido al gran incremento de sistema eléctricos y electrónicos destinados al ámbito industrial, doméstico, de transporte, etc. Este problema afecta tanto a la **necesidad de una gran generación de energía** como a la **reducción de la autonomía de los dispositivos móviles** cuando se incrementa su consumo.

• **Solución:** una posible solución es la **mejora en el procesamiento de la energía eléctrica**, incorporando nuevos sistemas de electrónica de potencia que permitan reducir las pérdidas de energía y por tanto reducir el consumo eléctrico sin quitar prestaciones.

**Stand-by-power:** el modo “stand-by” espera de los equipos electrónicos consume mucha energía (poca potencia, mucho tiempo)

Potencial de ahorro  
90%

**Convertidores para motores:** generan una tensión trifásica de amplitud y frecuencia variables para controlar la velocidad y para del motor

Potencial de ahorro  
30-40%

**Control de motores de tracción:** en trenes, tranvías, ascensores, etc. para la recuperación de energía en la frenada

Potencial de ahorro  
20-30%

**Balasto electrónico:** convertidor CA/CA para controlar cierto tipo de lámparas, como las compactas fluorescentes (normalmente funcionan a alta frecuencia)

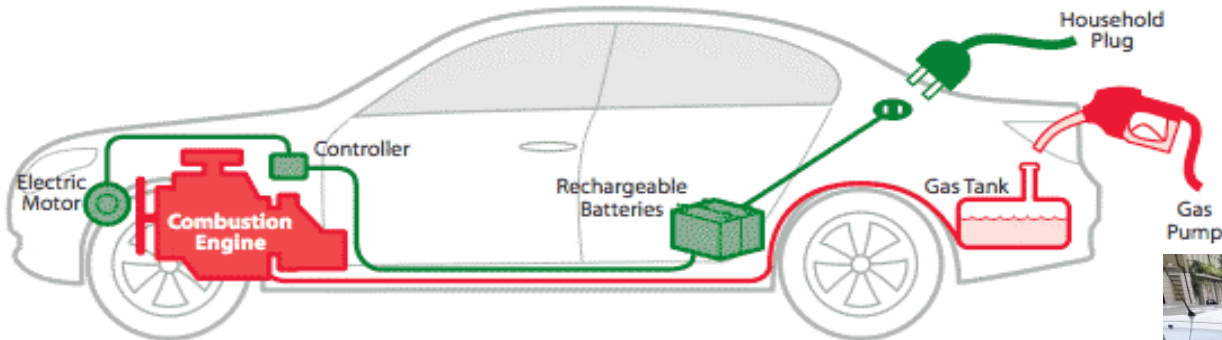
Potencial de ahorro  
25%



# Ejemplo 5: movilidad eléctrica

•**Problema:** los vehículos eléctricos presentan varios temas relacionados con el consumo de energía eléctrica que deben contemplarse, como la **carga de las baterías desde la red en un tiempo aceptable**, el funcionamiento de los **motores trifásicos** a partir de la batería, y el **gran consumo eléctrico** debido a un incremento notable de los accionadores eléctricos y de los sistemas de confort del pasajero.

•**Solución:** la incorporación de convertidores de Electrónica de Potencia ha permitido la realización del coche eléctrico al proporcionar opciones de **conversión entre los distintos tipos de energía con alta densidad de potencia, alto rendimiento y gran fiabilidad.**



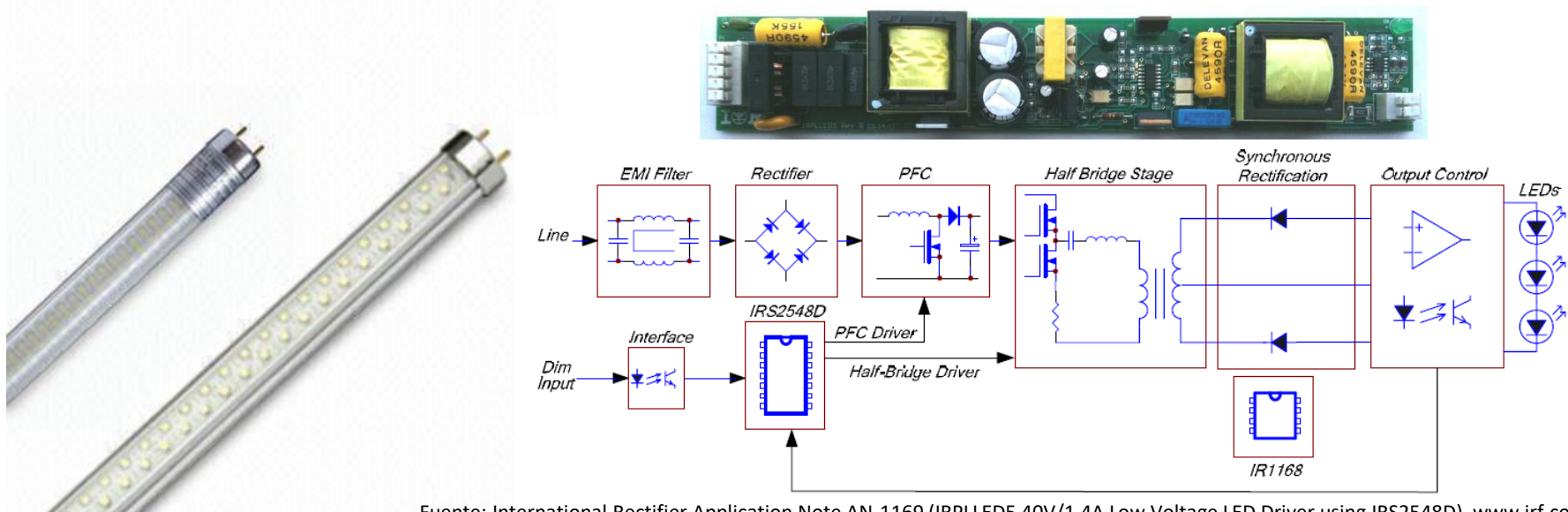
[http://64.251.10.3/nimg/2008/09/t\\_humbs/lrg\\_article\\_14166-img\\_0.jpg](http://64.251.10.3/nimg/2008/09/t_humbs/lrg_article_14166-img_0.jpg)



# Ejemplo 6: iluminación con LED

•**Problema:** Los LEDs (Light Emitting Diodes) han revolucionado la iluminación porque tienen un elevado rendimiento energético y un tiempo de vida muy largo por tratarse de dispositivos de estado sólido, pero **se alimentan en continua** cuando la red eléctrica es de alterna. El acondicionador de potencia debe tener un **alto rendimiento**, controlar la **inyección de armónicos a la red eléctrica** según la normativa y tener un **tiempo de vida al menos igual al de los LED**.

•**Solución:** se han propuesto **alternativas competitivas en coste y duración basadas en convertidores de Electrónica de Potencia** que incorporan un convertidor CA/CC (rectificador) junto con un convertidor CC/CC que permiten reducir el contenido armónico de la corriente inyectada, seguidos de un convertidor CC/CC optimizado que controla la corriente que pasa por los LEDs, y por tanto la luz que emiten.



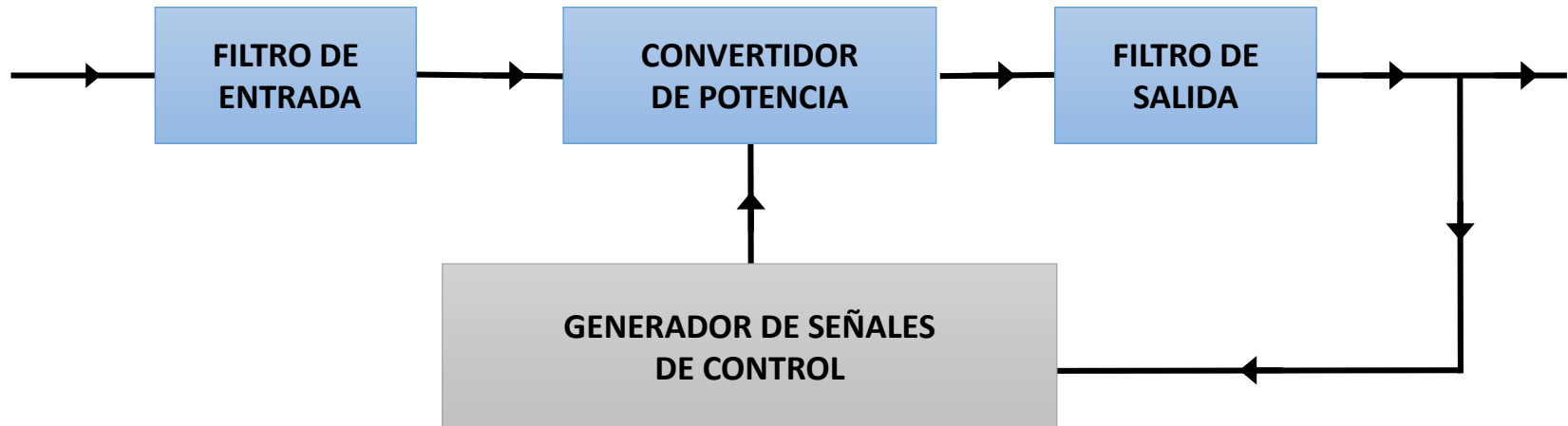
Fuente: International Rectifier Application Note AN-1169 (IRPLED5 40V/1.4A Low Voltage LED Driver using IRS2548D), www.irf.com (Sept'11)

# Esquema general del sistema de conversión de potencia considerado

Acondiciona las señales de entrada (tensión y/o corriente) para reducir su contenido armónico

Acondiciona las formas de onda de tensión y corriente para conseguir cumplir las especificaciones de niveles, frecuencia, etc. empleando dispositivos electrónicos de potencia (MOSFETs, diodos, tiristores, etc.)

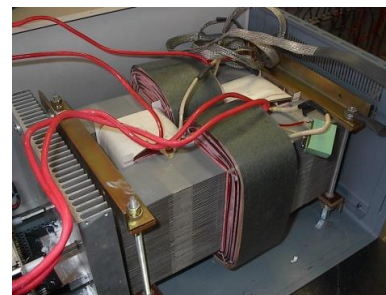
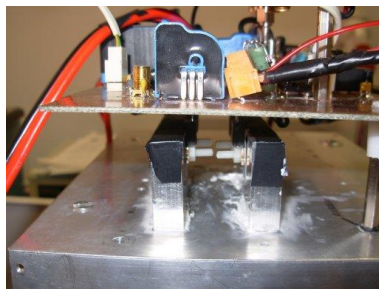
Acondiciona las señales de entrada (tensión y/o corriente) para reducir su contenido armónico y cumplir con los requisitos de la carga



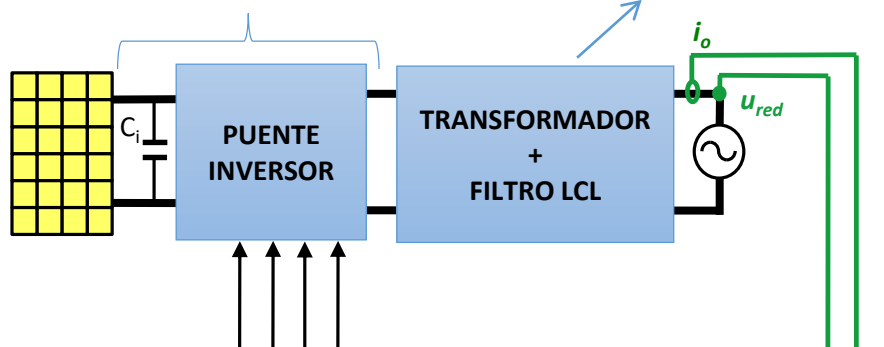
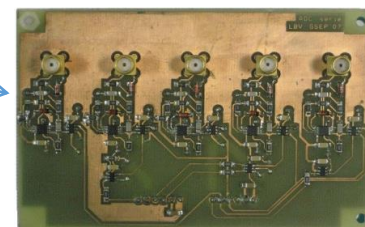
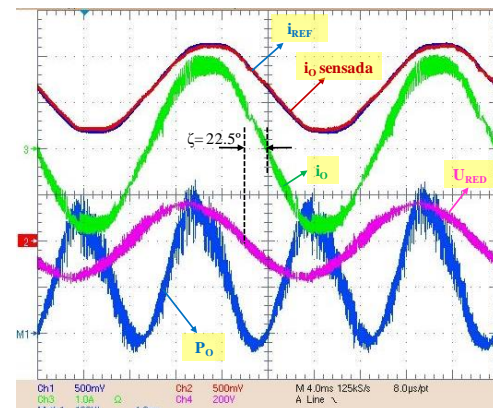
Genera los pulsos de control de los dispositivos electrónicos de potencia y cumplir con las especificaciones del convertidor en cuando a niveles de tensión, corriente, potencia, etc.

# Ejemplo

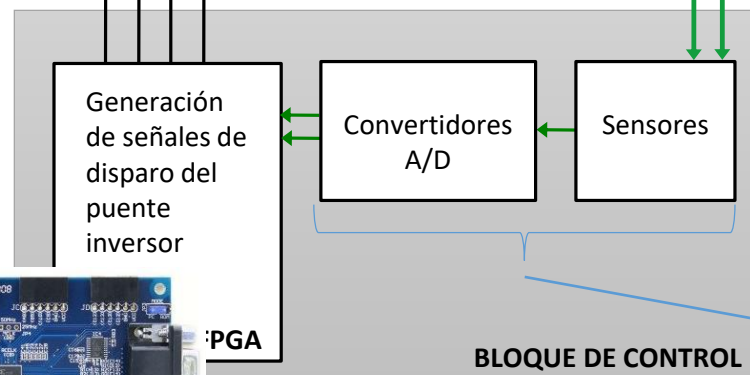
**Etapa de potencia:**  
procesa la energía



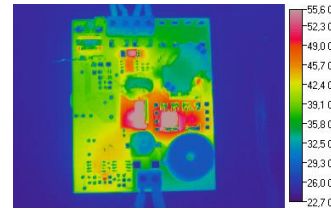
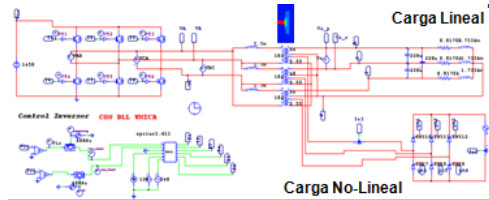
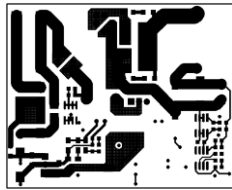
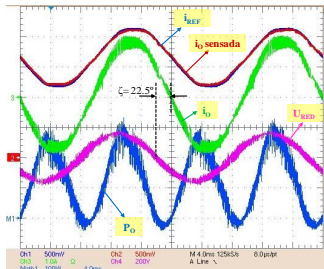
**Formas de onda de potencia:**  
a partir de la tensión continua del panel se inyecta corriente alterna en la red



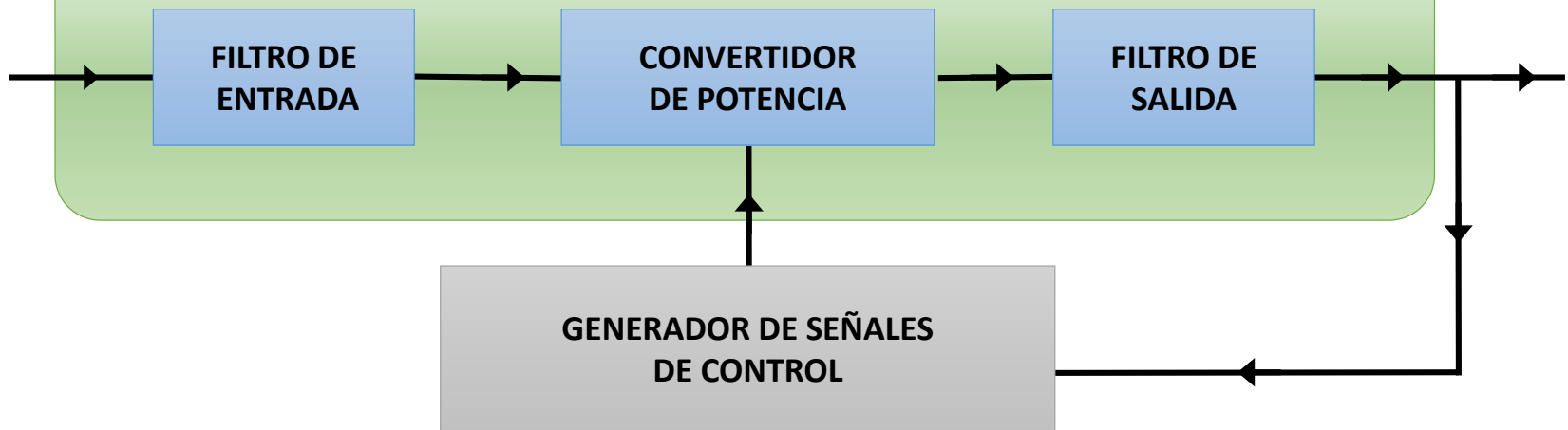
**Etapa de control:**  
parte inteligente del sistema.  
Genera las señales de control de los semiconductores de la etapa de potencia a partir de las medidas que recibe del mismo



# Objetivo asignatura



## Asignatura de Electrónica de Potencia



Esta asignatura está orientada en la propuesta de **soluciones al diseño de convertidores de potencia**:

- Conversión AC/CC empleando circuitos rectificadores con diodos y tiristores.
- Conversión CC/CA utilizando circuitos inversores con diferentes técnicas de control.
- Conversión CC/CC de diferentes niveles de tensión, usando distintas topologías de convertidores conmutados.

# Material proporcionado

- Guías docentes de las clases para definir los objetivos de cada bloque
- Presentaciones auto-contenidas de cada bloque temático
- Ejercicios resueltos de repaso, para autoevaluación del alumno
- Prácticas basadas en simulación
- Otros recursos, como tablas de series de Fourier y modulación, plantillas para las formas de onda, enlaces a sitios de interés
- Examen para que el alumno compruebe su nivel de aprovechamiento del curso