

uc3m

Universidad  
**Carlos III**  
de Madrid



Departamento  
Tecnología  
Electrónica

# Fundamentos de Ingeniería Electrónica

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Tecnologías Industriales, Ingeniería Mecánica, Ingeniería de la Energía

## Sesión 13: Ejercicios con Diodos. Conceptos de Energía y Rendimiento

# Índice

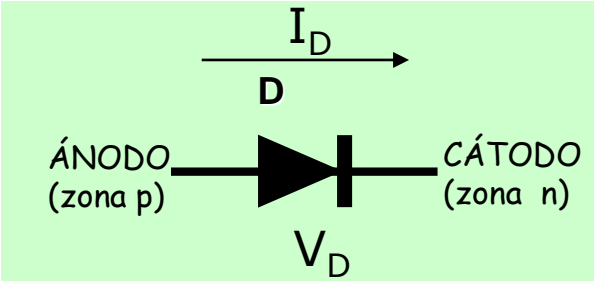
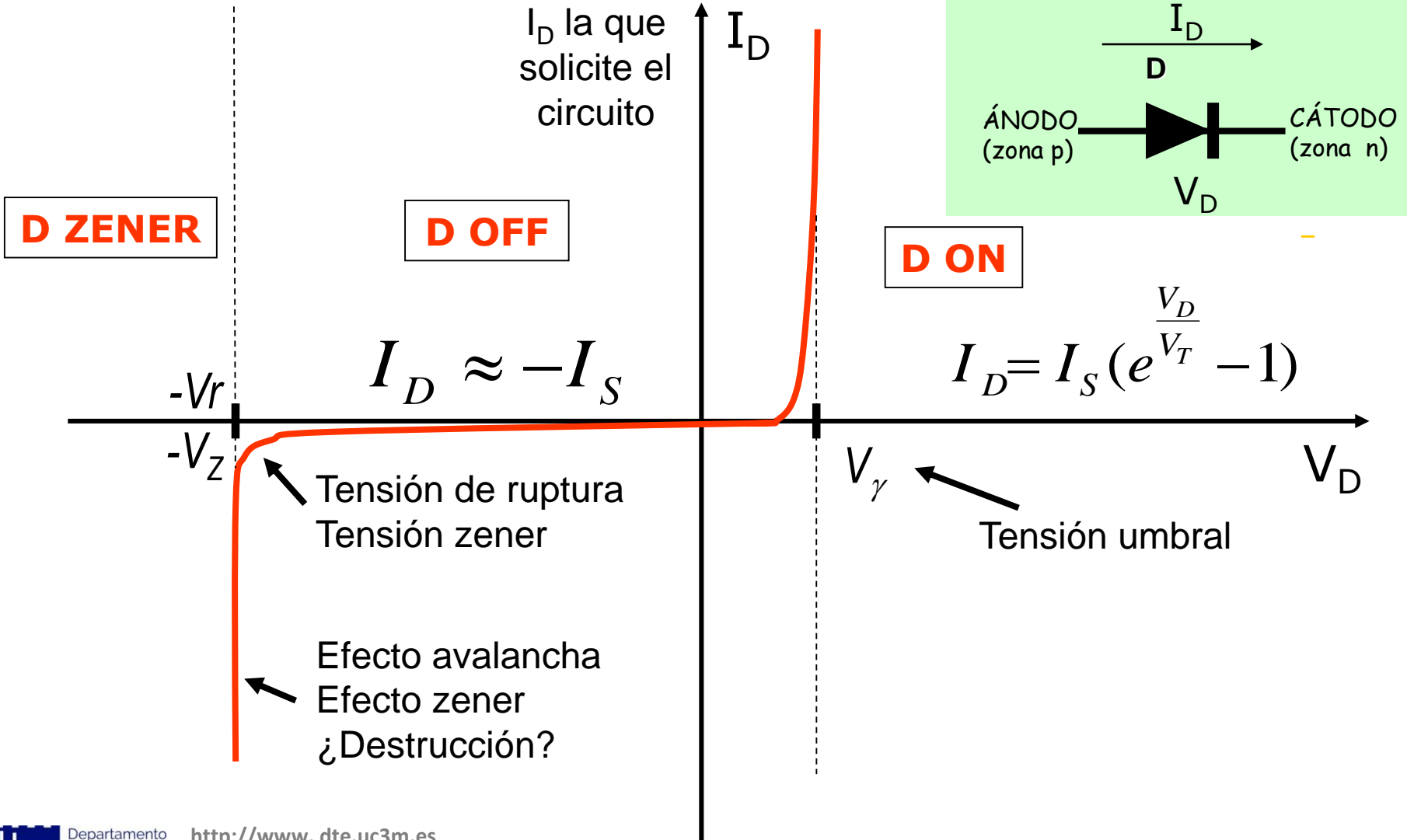
## Ejercicios con Diodos.

- Repaso de teoría
- El diodo zener. Regulador de tension con Zener.
- Ejemplos.

## Concepto de Energía y Rendimiento.

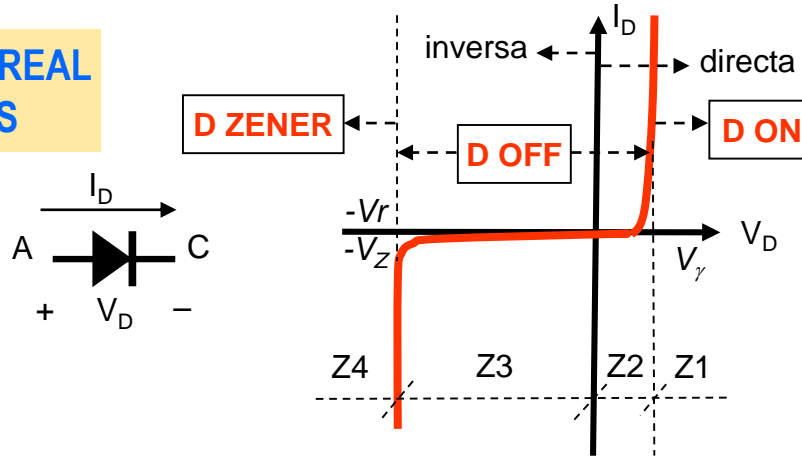
- Fuentes de alimentación. Conversor AC/DC
- Conceptos básicos.
- Parámetros típicos de una fuente de alimentación.
- Diagrama de bloques de una fuente de alimentación.

# Curva Característica (repaso)

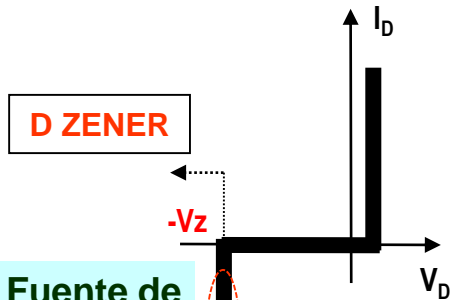


# Modelos de circuito equivalente (repass)

## CURVA CARACTERÍSTICA REAL VS. APROXIMACIONES

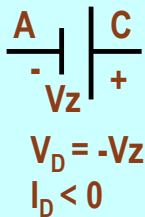


**Zona 4: Modo zener.**  
Inversa y conducción

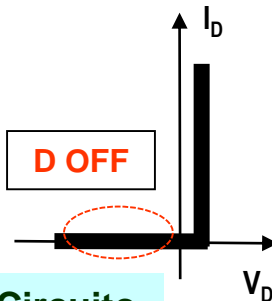


**D ZENER**

**Fuente de tensión**

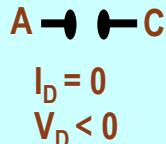


**Zona 3: Inversa y corte**

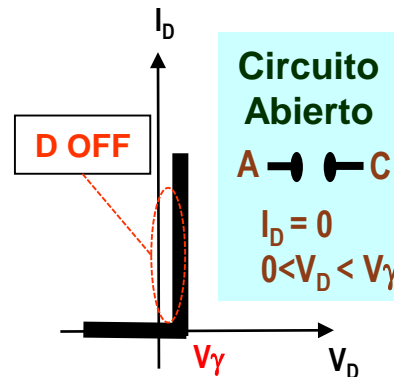


**D OFF**

**Circuito Abierto**

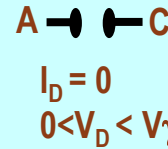


**Zona 2: Directa y corte**

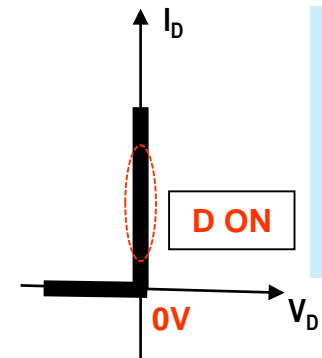


**D OFF**

**Circuito Abierto**

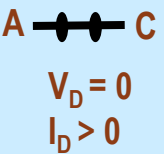


**Zona 1: Diodo Ideal Directa y conducción**

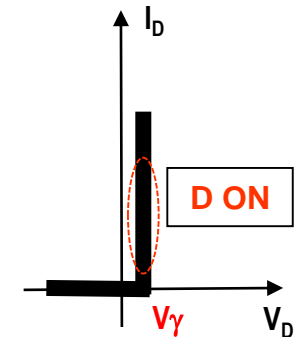


**D ON**

**Corto Circuito**

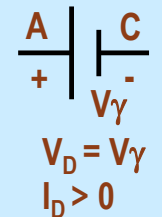


**Zona 1: Diodo como fuente Directa y conducción**



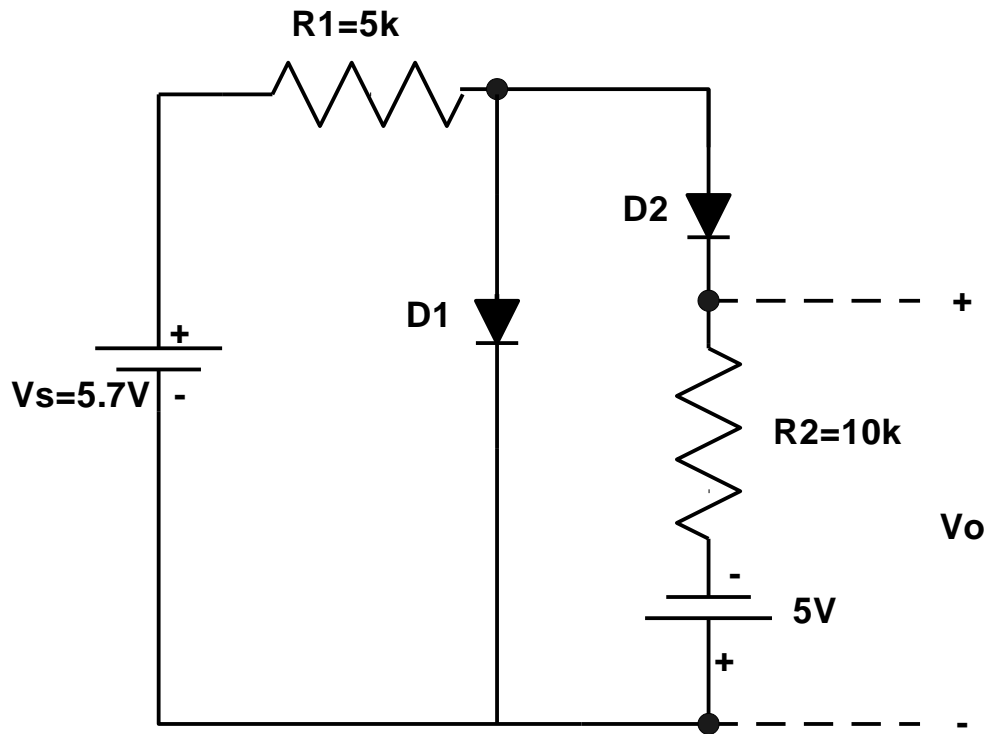
**D ON**

**Fuente de tensión**



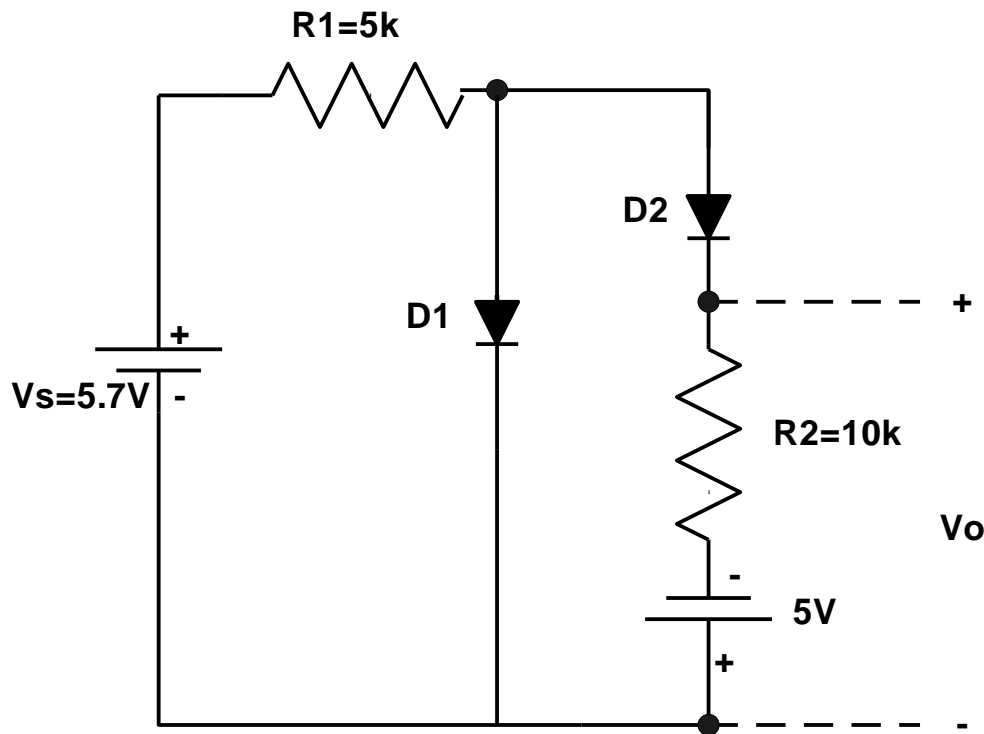
# Ej 1: Recortador con 2 diodos

Obtenga  $V_{D1}$ ,  $I_{D1}$ ,  $V_{D2}$  y  $I_{D2}$  utilizando la 2ª aproximación del diodo (caída de tensión constante,  $V_\gamma = 0.7V$  en directa) para los diodos D1 y D2.

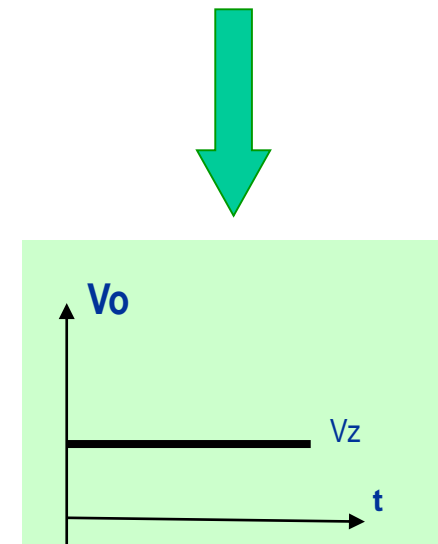
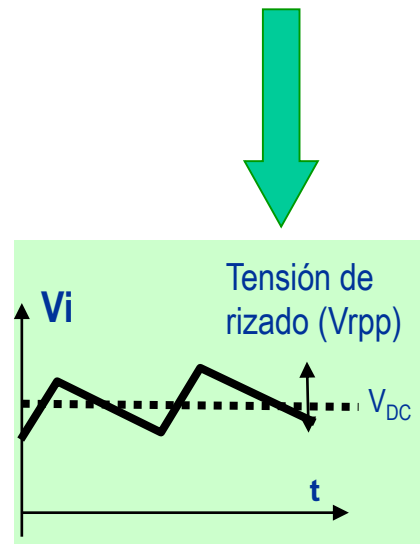
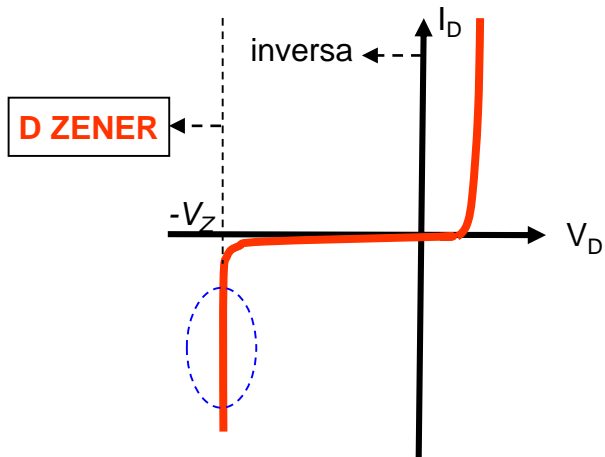
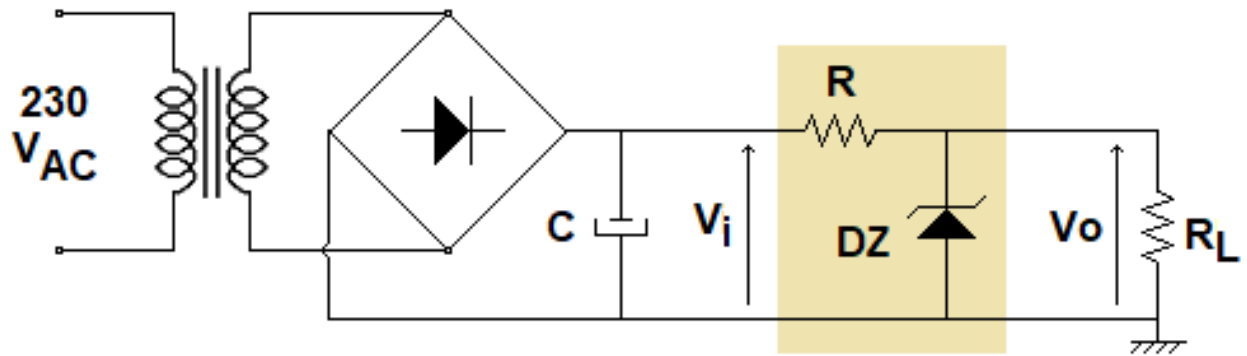


# Ej 1: Recortador con 2 diodos

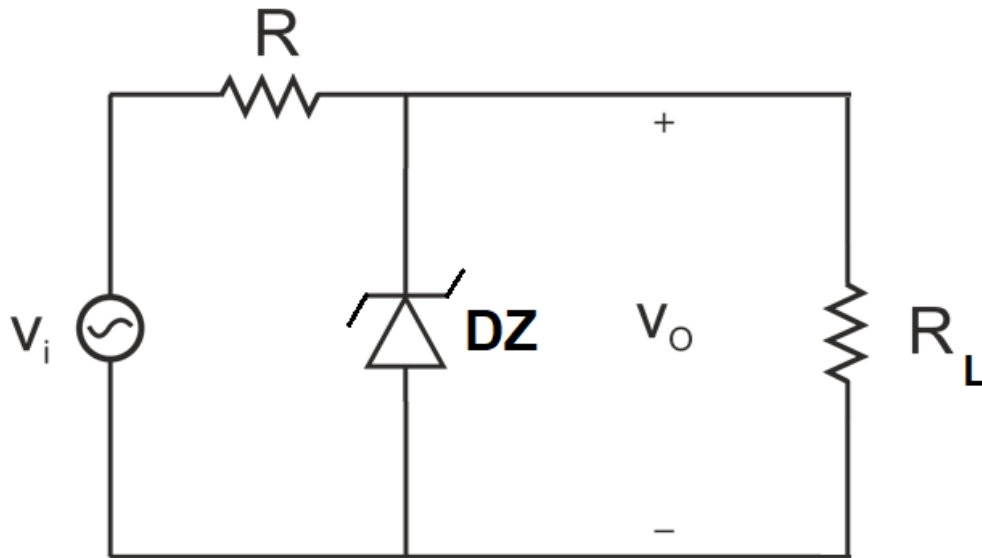
Obtenga  $V_{D1}$ ,  $I_{D1}$ ,  $V_{D2}$  y  $I_{D2}$  utilizando la 2ª aproximación del diodo (caída de tensión constante,  $V_\gamma = 0.7V$  en directa) para los diodos D1 y D2.



# Regulador de tensión Zener



## Ej. 2: Circuito regulador Zener

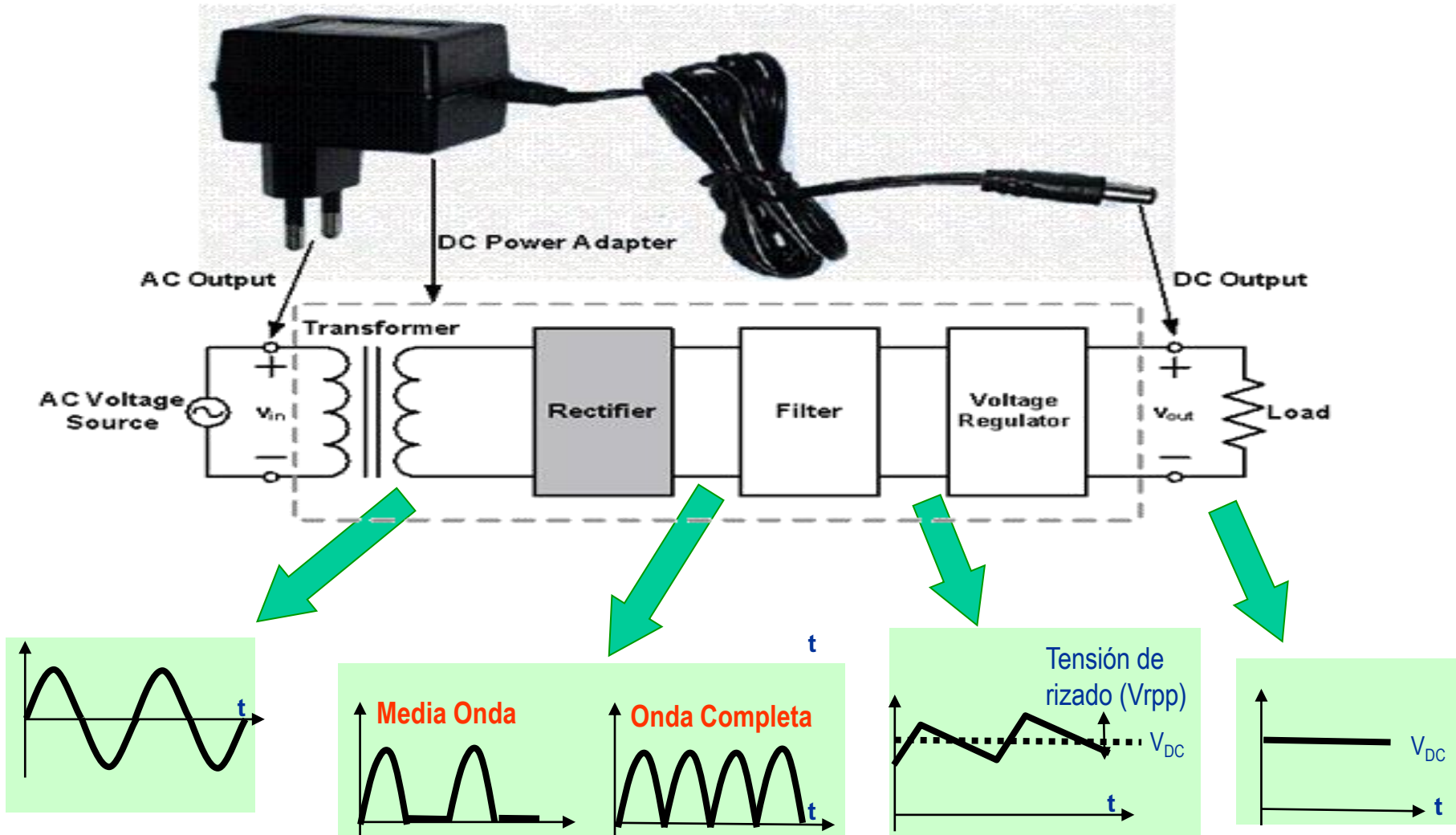


Represente las señales  $V_i(t)$  y  $V_o(t)$  en función del tiempo, y la función de transferencia  $V_o$  frente a  $V_i$ .

Suponga que aplica en  $V_i$  una tensión sinusoidal de 1kHz y 10Vpp, que las resistencias  $R$  y  $R_L$  son iguales a  $1k\Omega$ , y que el diodo zener posee una tensión  $V_\gamma$  distinta de 0 V.

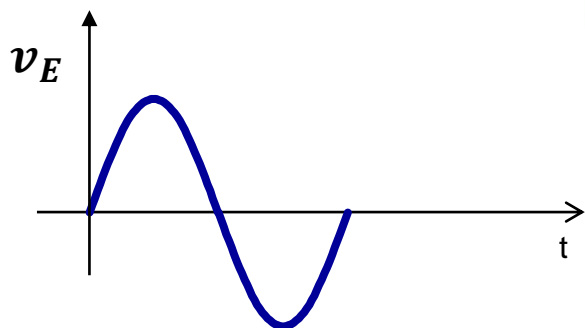


# Fuente de alimentación. Conversor AC-DC



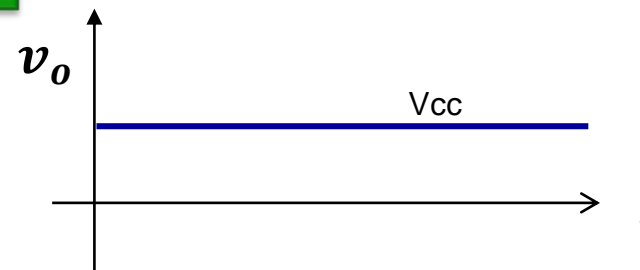
# Conceptos de Energía y Rendimiento

## GENERADOR



## GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La red alterna de distribución de energía  
(Ejemplo: red europea 50 Hz, 230 Vca)



## CARGA ELÉCTRICA

Circuitos analógicos y digitales del sistema electrónico  
(Ejemplo: +5V, +3,3V para circuitos digitales)

La fuente de alimentación convierte la energía eléctrica desde un “generador” a una “carga” que debe ser alimentada con unas “especificaciones” de tensión y corriente determinadas

# Conceptos Básicos

La **POTENCIA INSTANTÁNEA** se expresa en Vatios (W) y es el producto instantáneo de la tensión y la corriente

$$p(t) = v(t) \cdot i(t)$$

La **ENERGÍA** se expresa en Julios (J) y es la integral de la potencia instantánea

$$E = \int_{t1}^{t2} p(t)$$

Si las formas de onda de corriente y tensión son periódicas, se define la **POTENCIA MEDIA** como el valor medio de la potencia instantánea

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) \cdot dt = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) \cdot i(t) \cdot dt$$

Es la única definición de potencia asociada a la energía eléctrica que se puede transformar en calor, luz, energía mecánica, etc..

A la potencia media se le conoce como **POTENCIA ACTIVA**

# Conceptos Básicos

## Ejemplo:

$$v_E(t) = v_o(t) = v(t) \quad v(t) = V_{pico} \cdot \text{sen } t$$

$$i(t) = \frac{V_{pico}}{R} \cdot \text{sen } t$$

- POTENCIA INSTANTÁNEA

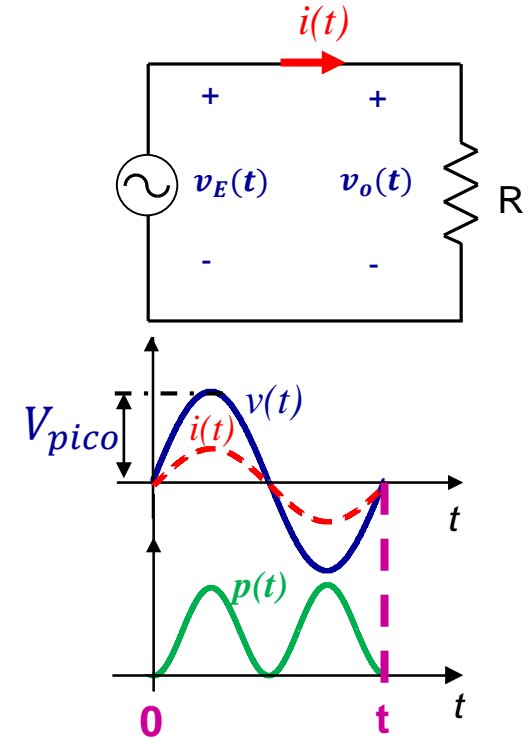
$$p(t) = \frac{V_{pico}^2}{R} \cdot \text{sen}^2 t$$

- ENERGÍA

$$E = \int_0^t v(t) \cdot i(t) \cdot dt = \int_0^t R \cdot i(t) \cdot i(t) \cdot dt = \int_0^t R \cdot i(t)^2 \cdot dt = \int_0^t \frac{v(t)^2}{R} \cdot dt$$

- POTENCIA ACTIVA (POTENCIA MEDIA)

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) \cdot dt = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{V_{pico}^2}{R} \cdot \text{sen}^2 t = \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{T} \int_0^T V_{pico}^2 \cdot \text{sen}^2 t = \frac{V_{ef}^2}{R}$$



# Conceptos Básicos



$$Rendimiento = \eta = \frac{P_0}{P_E} = \frac{P_0}{P_0 + P_{perdidas}}$$

Fuente:  
 Power Electronic Systems Laboratory

## Se diseña con ALTO RENDIMIENTO porque significa:

- ✓ Ahorro energético (menor coste de la energía eléctrica)
- ✓ Aumento autonomía (menor descarga de las baterías)
- ✓ Reducción de las pérdidas

$\eta = 50\% \quad P_{perdidas} = P_0$

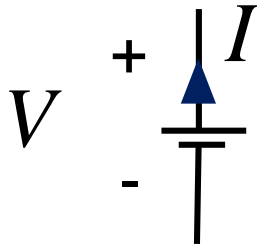
**PÉRDIDAS = CALOR**

- ✗ Alta temperatura
  - Menor fiabilidad
  - Menor tiempo vida
- ✗ Necesidad sistemas refrigeración y disipadores
  - Complicación mecánica y coste
  - Tamaño
  - Peso



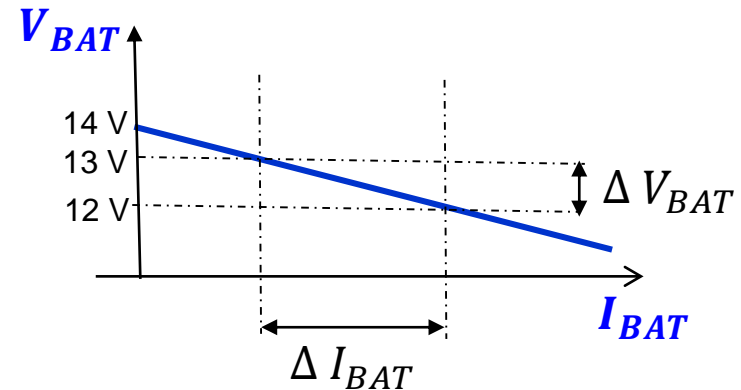
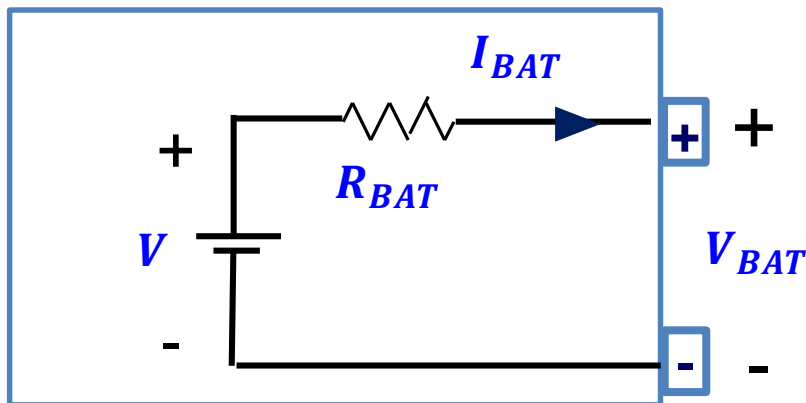
# Parámetros típicos de una fuente de alimentación

Una **FUENTE IDEAL** proporciona una tensión  $V$  independientemente de la corriente  $I$  que circule por ella



Una **FUENTE REAL** proporciona una tensión  $V$  que depende de la corriente  $I$  que proporciona

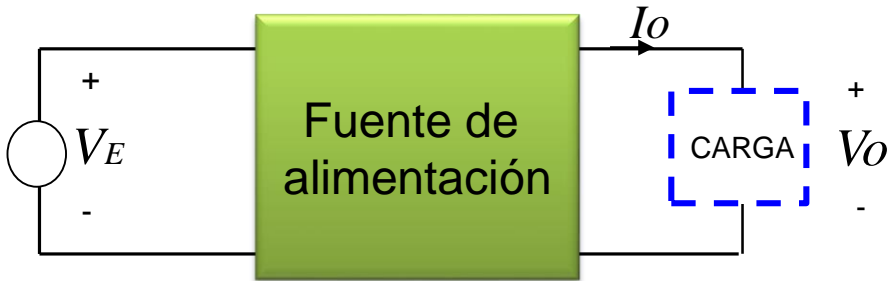
**Ejemplo:** la batería de un vehículo



$$\frac{\Delta V_{BAT}}{\Delta I_{BAT}} = R_{BAT}$$

Impedancia de salida de la fuente

# Parámetros típicos de una fuente de alimentación

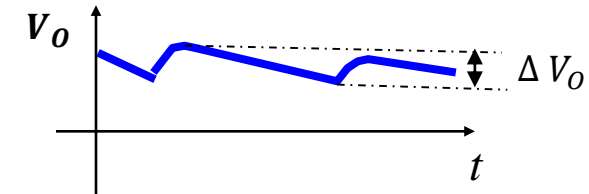


La fuente de alimentación debe proporcionar una tensión fija  $V_O$ , independiente de los valores de  $I_O$  y  $V_E$

La **CALIDAD** de la conversión de la fuente de alimentación se mide con:

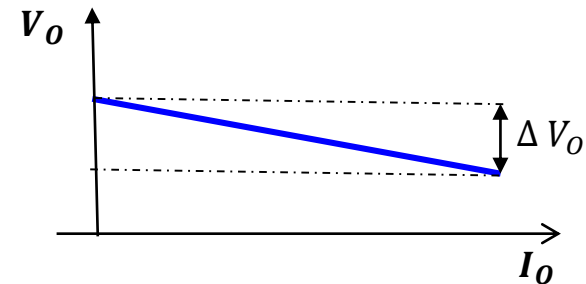
**Rizado de tensión máximo admisible**  
(valor típico menor del 1% del valor de  $V_O$ )

$$\Delta V_O$$



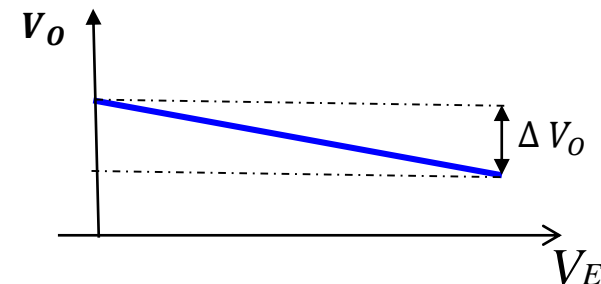
**Factor de regulación de carga**  
(impedancia de salida)

$$\frac{\Delta V_O}{\Delta I_O}$$

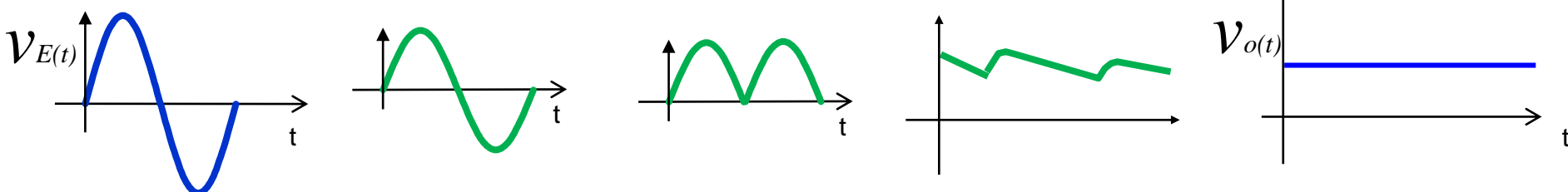
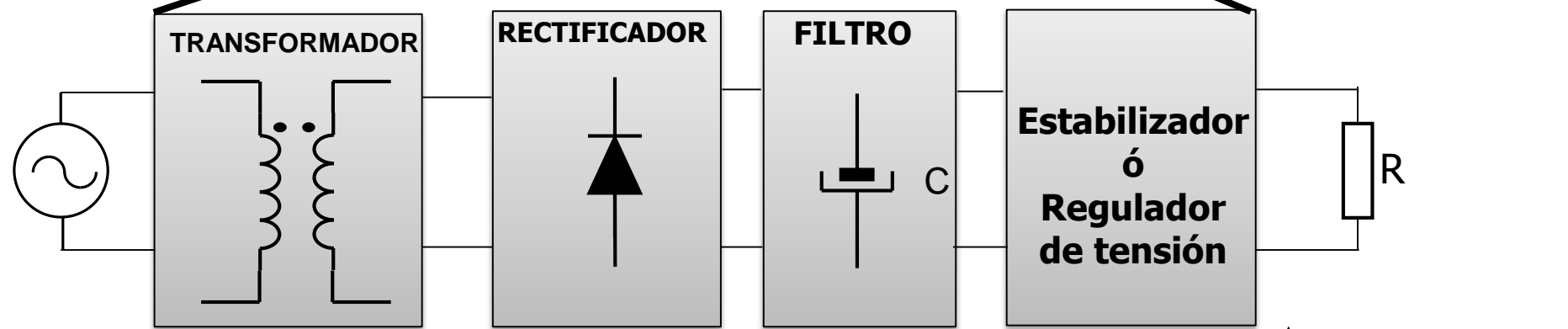
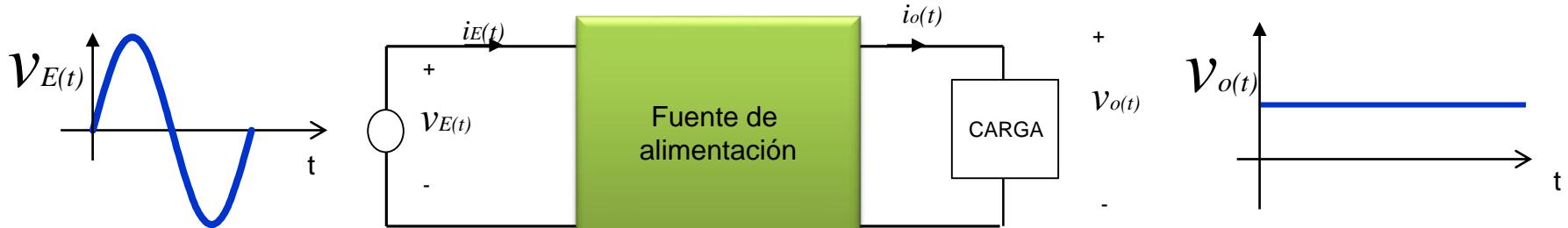


**Factor de regulación de línea**

$$\frac{\Delta V_O}{\Delta V_E}$$



# Diagrama de bloques de una fuente de alimentación típica



ALTERNA

ALTERNA REDUCIDA

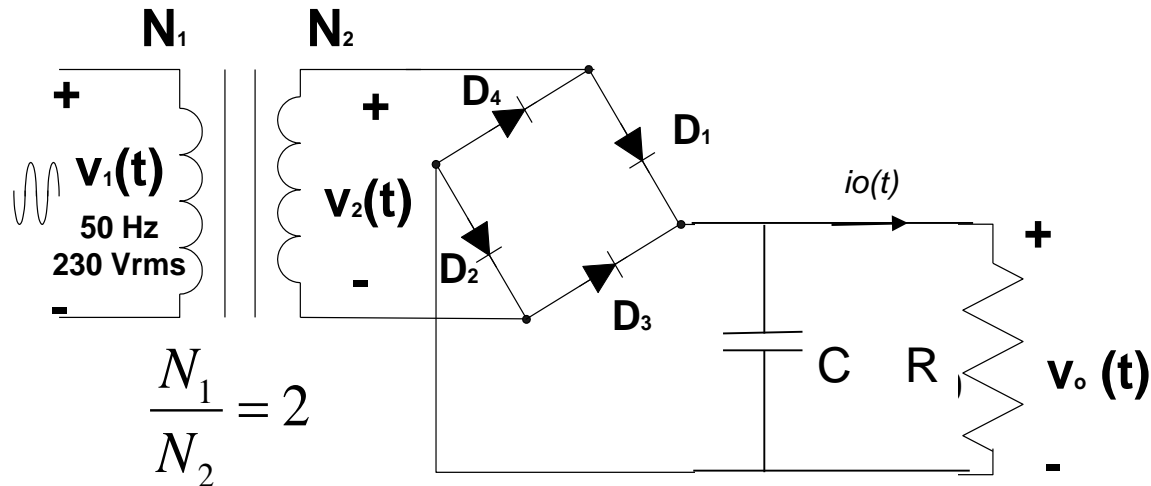
ALTERNA CON VALOR MEDIO

CONTINUA (CON RIZADO)

CONTINUA



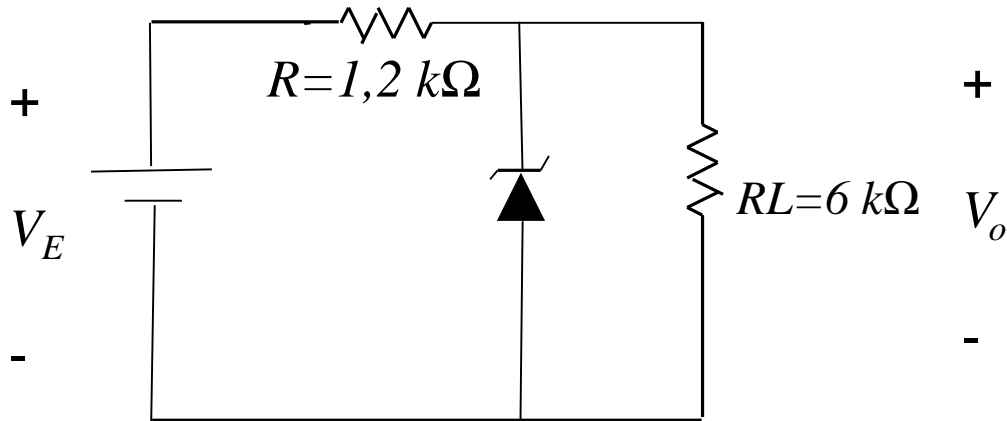
# Ejemplo 1



El circuito de la figura permite alimentar desde una fuente de tensión alterna de 230 Vca y 50 Hz, una carga  $R$  de  $120 \Omega$  con una tensión continua. Suponiendo los componentes ideales y considerando que el valor de  $C$  es suficientemente elevado para reducir el rizado de la tensión de salida a un máximo de un 5% del valor de la tensión de pico del secundario, Se pide:

1. Calcular el valor de  $C$
2. Calcular el valor medio de la tensión de salida  $V_o$
3. Calcular la potencia entregada a la carga considerando que la tensión  $V_o$  es continua e igual a su valor medio

## Ejemplo 2



Una fuente de tensión continua cuyo valor varía entre 18 y 24 V alimenta una carga  $R_L$  con el circuito de la figura. Sabiendo que la característica del diodo zener es la proporcionada, se pide:

1. Determinar el factor de regulación de línea
2. Calcular el rendimiento mínimo del circuito
3. Calcular la potencia máxima disipada en todos los elementos del circuito

