



Tecnología Electrónica

Capítulo 8: **Circuitos y Etapas de Potencia.**

Clases C y D. Fuentes de Alimentación. (2/2)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Índice general del capítulo

Sección 1:

1. Etapas de salida lineales: clases.
2. Amplificadores en clase A
 - Circuito. Formas de onda. Balance energético.
3. Amplificadores en clase B, AB
 - Circuito. Formas de onda. Balance energético.
4. Amplificadores de potencia integrados

Sección 2:

5. Otras clases: C y D

Cartagena99

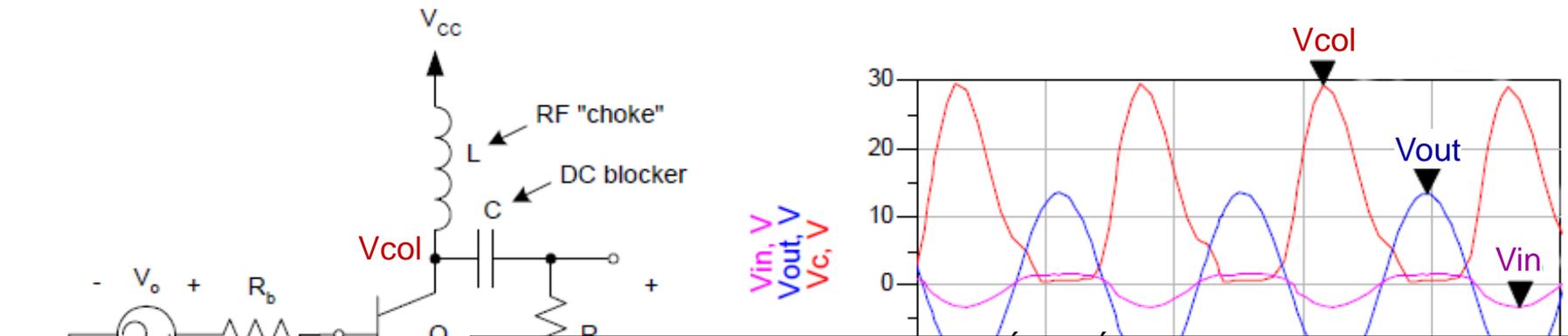
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

5.1. Otros amplificadores: clase C

□ Clase C.

- El dispositivo conduce **MENOS** de un semiperiodo de la señal
- Fuertemente No-Lineal, se emplea en algunos **transmisores de RF**
 - *Muy alta frecuencia, por encima de los MHz.*
- Necesita un filtro LC (*no disipativo*) para eliminar armónicos
 - *De la onda distorsionada en la salida se obtiene una onda limpia.*
- Alcanza con facilidad rendimientos cercanos al 80%



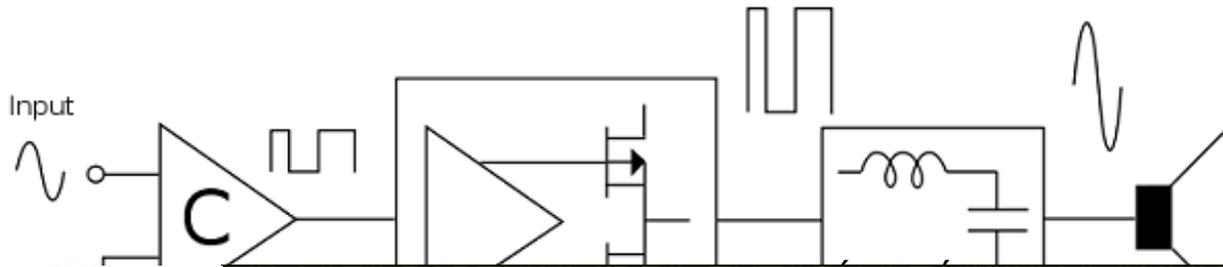
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

5.2. Otros amplificadores: clase D

- ❑ Clase D. Opera en conmutación
 - Aprovecha el mejor rendimiento de los circuitos de potencia trabajando en conmutación.
- ❑ Principio de funcionamiento:
 - La señal de entrada se convierte en una señal digital
 - Frecuencia muy alta. Información en el ancho del pulso (PWM)
 - Etapa de salida en conmutación
 - Filtro LC (*no disipativo*) que recupera la señal original (*moduladora*)



Cartagena99

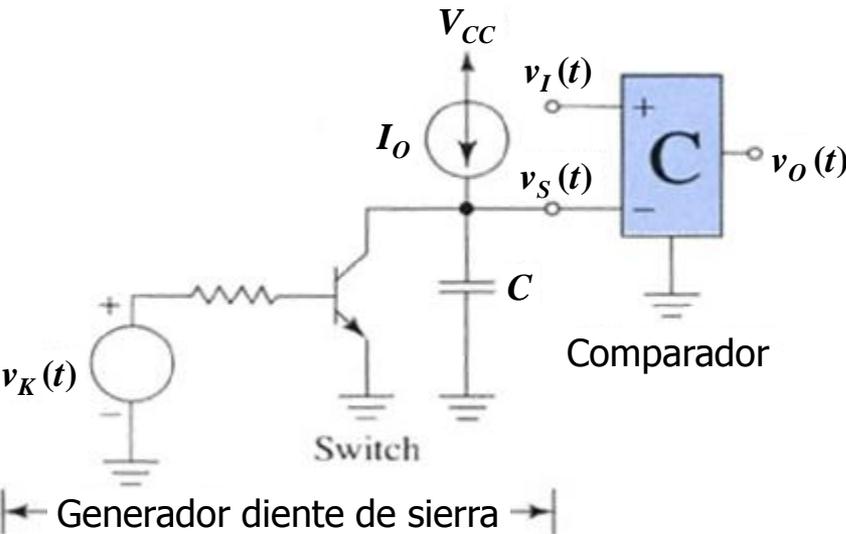
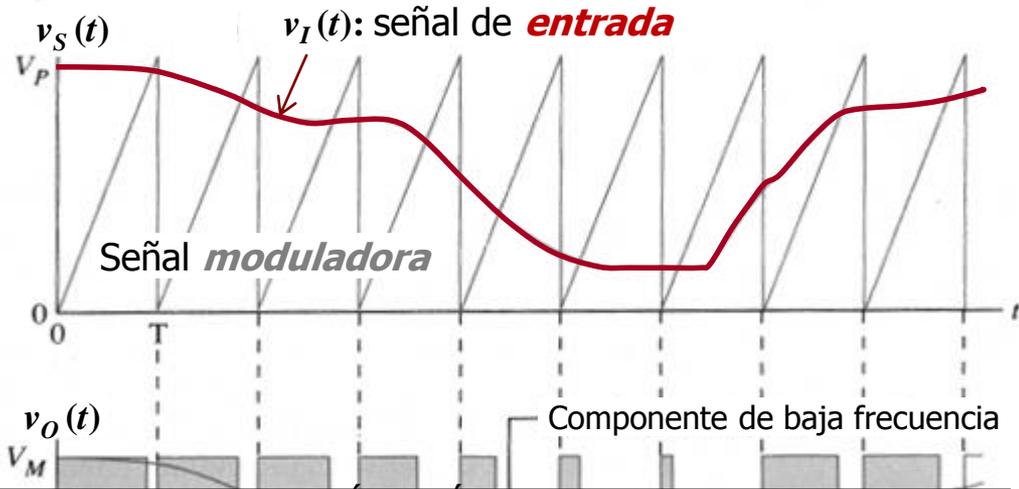
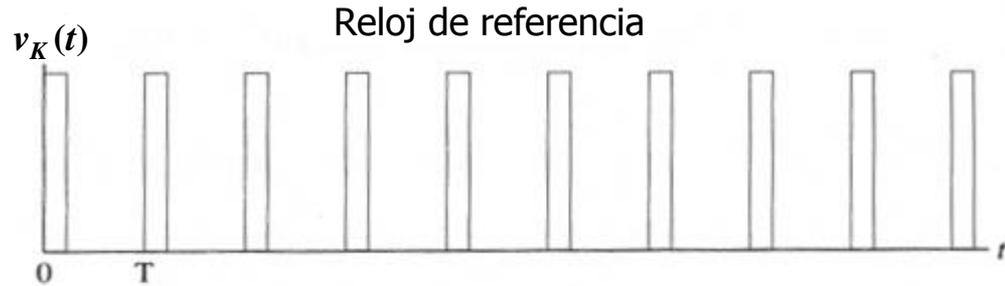
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

5.2. Otros amplificadores: clase D

PWM = Pulse Width Modulation:

- El valor de la señal de entrada en cada T se pasa al ancho del pulso en T .



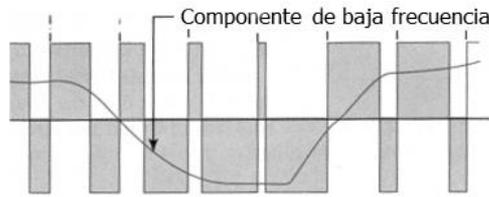
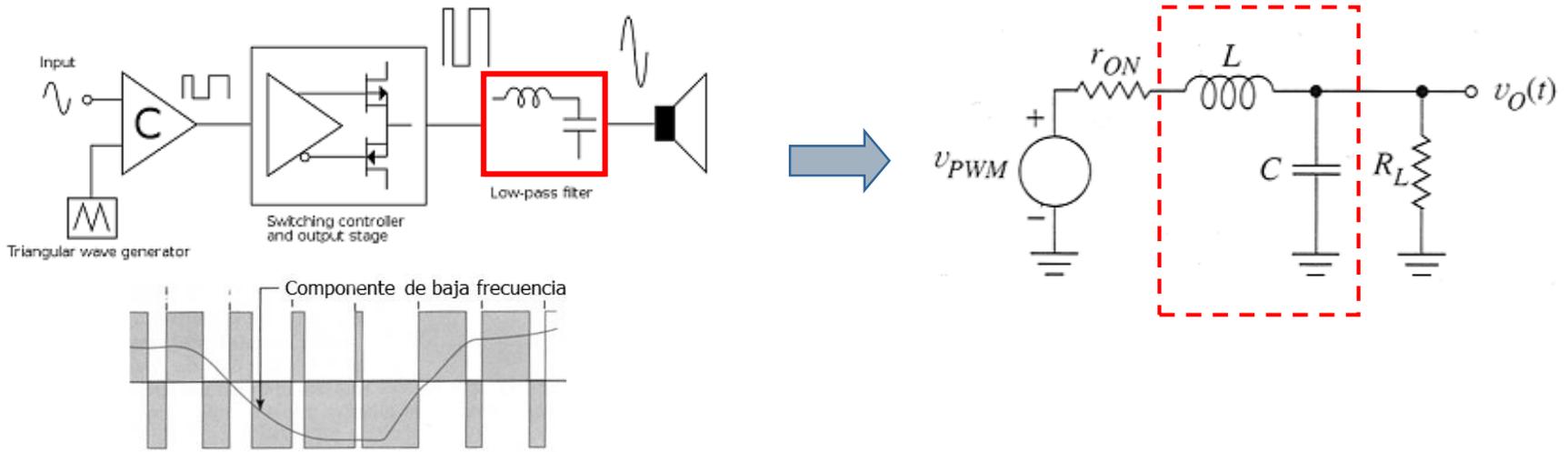
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

5.2. Otros amplificadores: clase D

Clase D. Elemento clave: el filtro LC



Señal original (moduladora)

Filtro

$$\omega_s - k\omega_m$$

$$k = 1, 2, \dots$$

Componentes de conmutación (portadora)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

5.2. Otros amplificadores: clase D

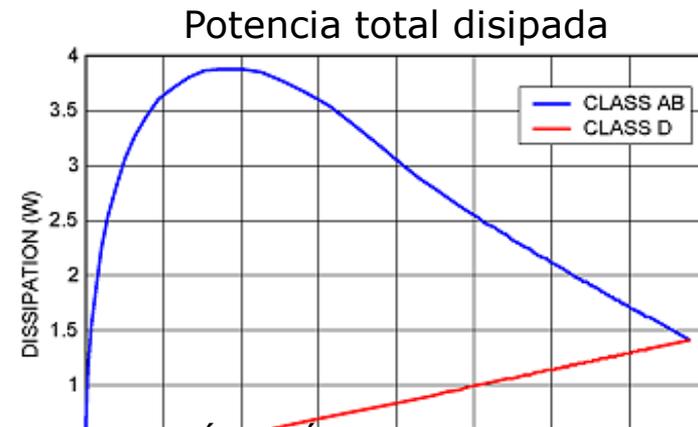
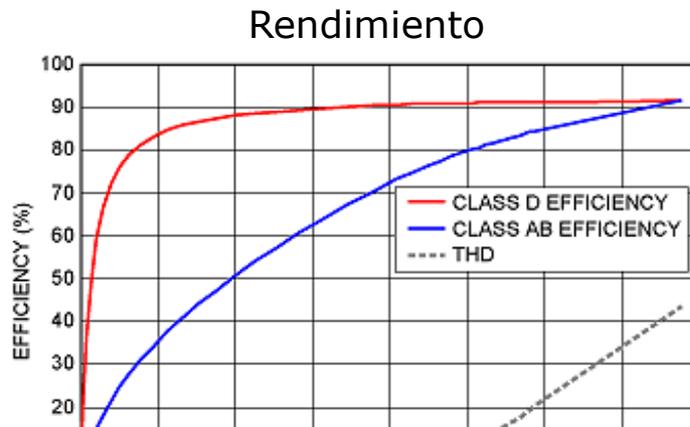
□ Clase D. Características

■ Rendimiento.

- *Muy alto (>80%) incluso con valores bajos de la señal de salida*
- *Inherente a los conversores de potencia en conmutación (tema 4)*

■ Potencia disipada

- *Crece linealmente con la potencia aplicada a la carga*



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

5.2. Otros amplificadores: clase D

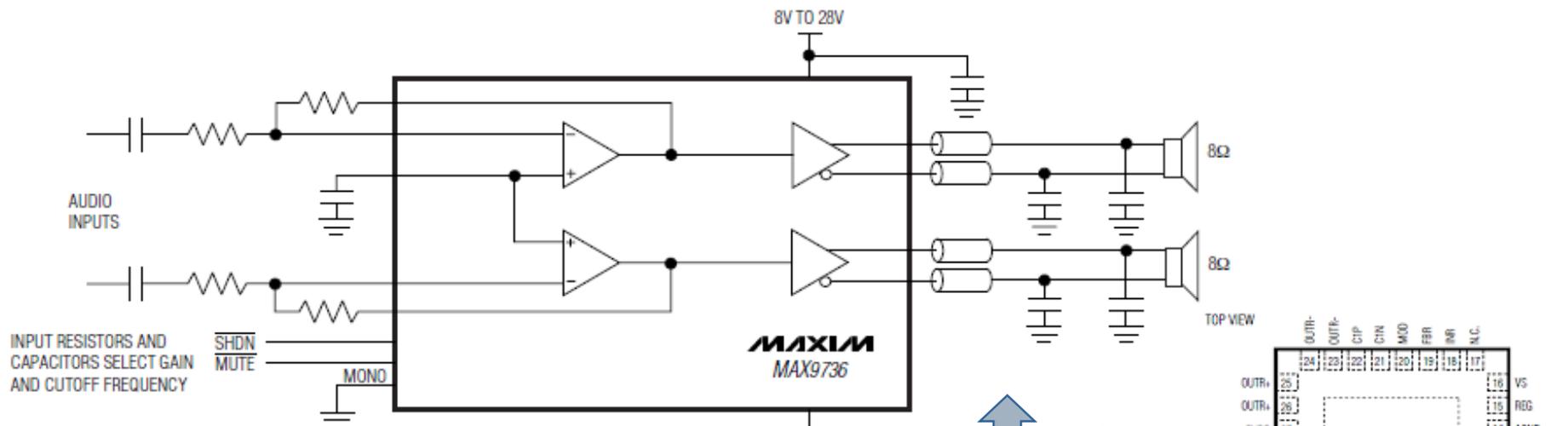
Un ejemplo real: MAX 9736-A

- 2x15W en estéreo o 1x30W en mono
- Rendimiento de hasta un 88% a 12V

General Description

The MAX9736A/B/D Class D amplifiers provide high-performance, thermally efficient amplifier solutions. The MAX9736A delivers 2 x 15W into 8Ω loads, or 1 x 30W into a 4Ω load. The MAX9736B/D deliver 2 x 6W into 8Ω loads or 1 x 12W into a 4Ω load.

These devices operate from 8V to 28V and provide a high PSRR, eliminating the need for a regulated power supply. The MAX9736 offers up to 88% efficiency at 12V supply.



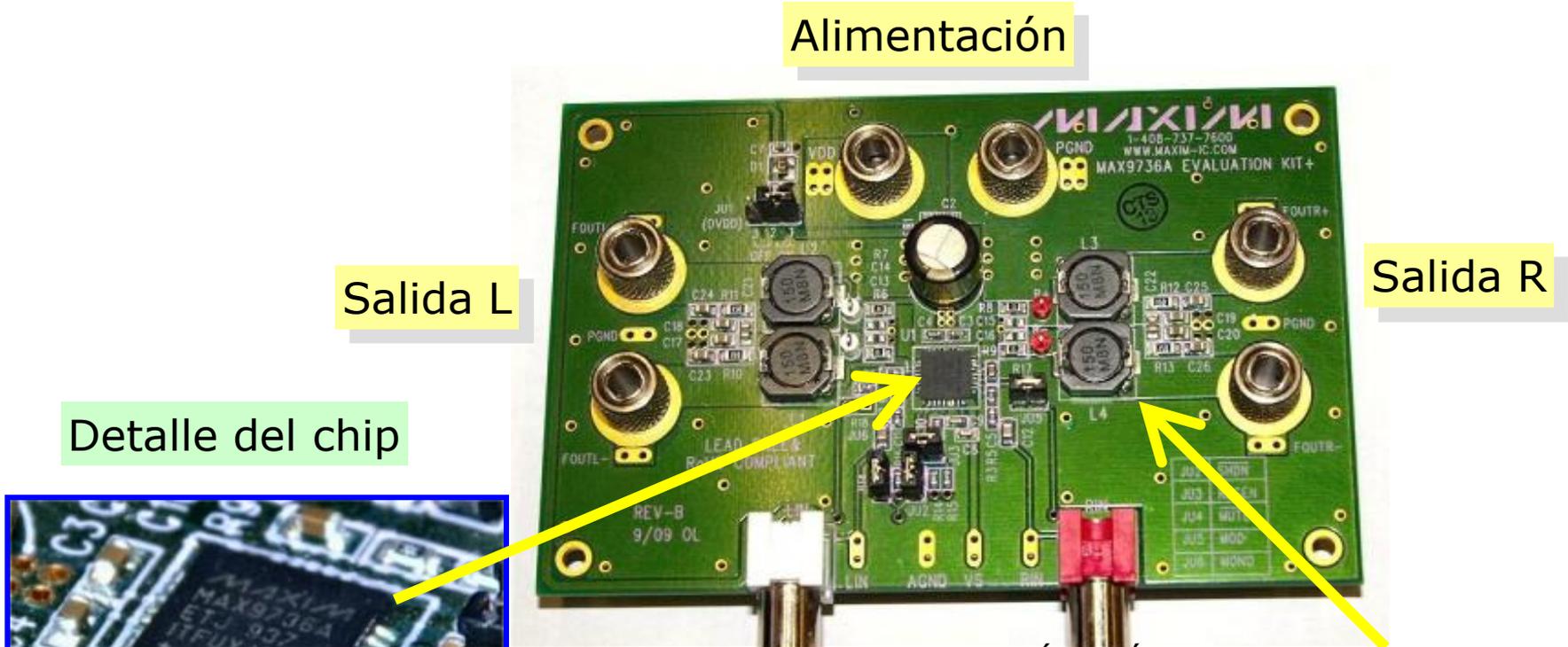
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

5.2. Otros amplificadores: clase D

- Un ejemplo real: MAX 9736-A
 - Vista del circuito real (*kit* de evaluación)



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

6. Fuentes de alimentación

□ Aplicaciones de la Electrónica de Potencia

- Las etapas de salida son un caso particular de la Elec. de Potencia
 - *Transferir una señal con una determinada potencia (energía) a la carga*
- Las cuestiones estudiadas son comunes a muchos otros problemas
 - *Eficiencia o rendimiento, dispositivos de potencia, problemas térmicos, zonas de funcionamiento seguro (SOA), protecciones, ...*

□ Conversión de energía

- Campo de aplicación principal de la **Electrónica de Potencia**

- *Adaptación de las **fuentes de energía primarias**, (generadores, redes de distribución eléctrica, baterías químicas, paneles solares, etc.) ...*



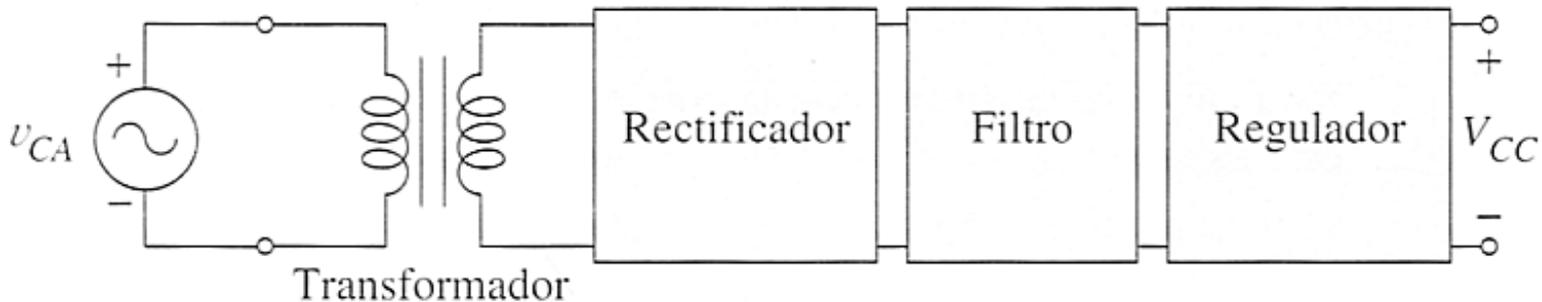
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

6. Fuentes de alimentación

- ❑ Las F. de A. son un caso particular de los convertidores o convertidores electrónicos de energía
 - **Convierten** una **fuentes de energía primaria** (AC, baterías...) a las **tensiones continuas** adecuadas para un sistema electrónico.
- ❑ Configuración básica
 - Datos de **entrada**: red de baja tensión, AC, 220V eficaces, 50Hz.
 - Datos de **salida**: tensión en DC, corriente máxima a la carga.



Cartagena99

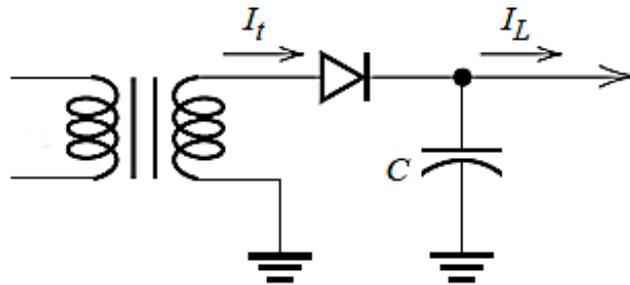
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

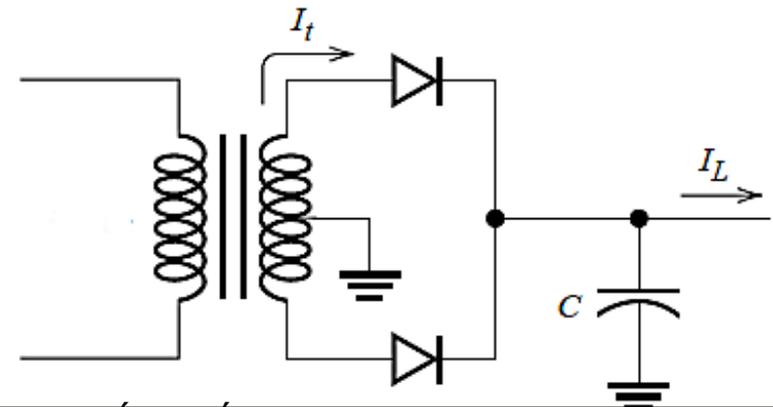
6.1. Rectificador y filtro de condensador

□ Etapa rectificadora

- Es necesario pasar la onda de entrada, alterna, a una sola polaridad
 - *Para ello usamos diodos como rectificadores.*
- En función del número de diodos y del tipo de transformador tenemos alternativas de **media onda** o de **onda completa**



(a) Circuito de media onda.

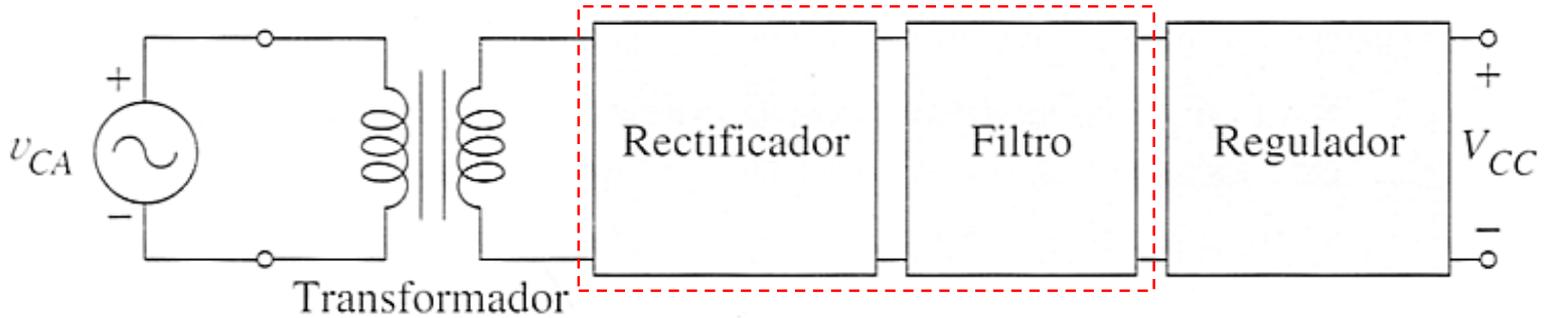


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

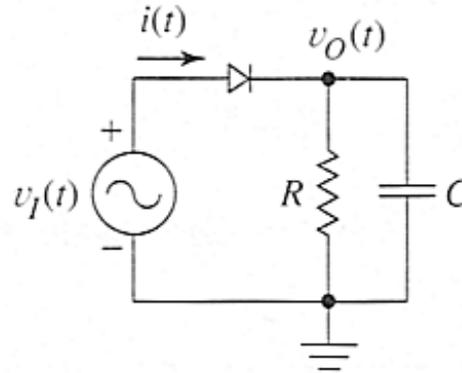
6.1. Rectificador y filtro de condensador



Rectificador + filtro:

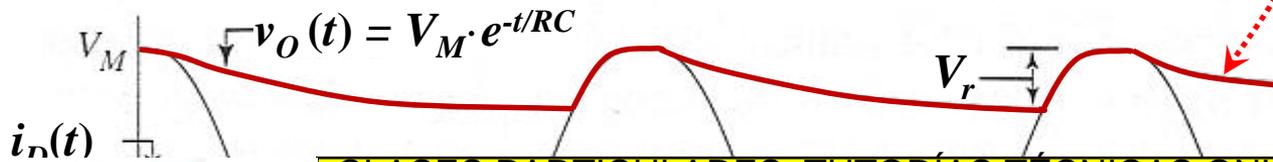
➔ Note que el diodo solo conduce cuando:

$$v_O(t) < v_I(t)$$



¿Qué modela la R?

➔ La descarga de C en cada periodo.

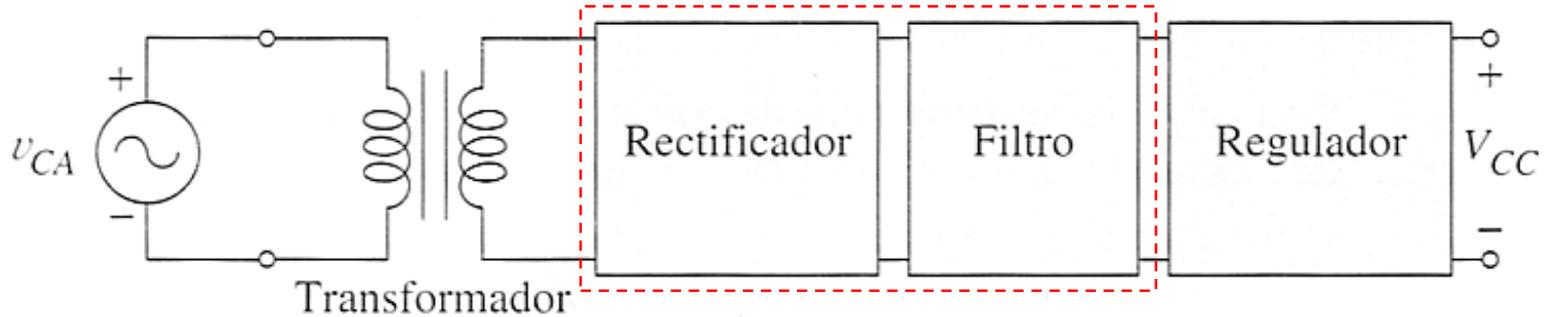


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

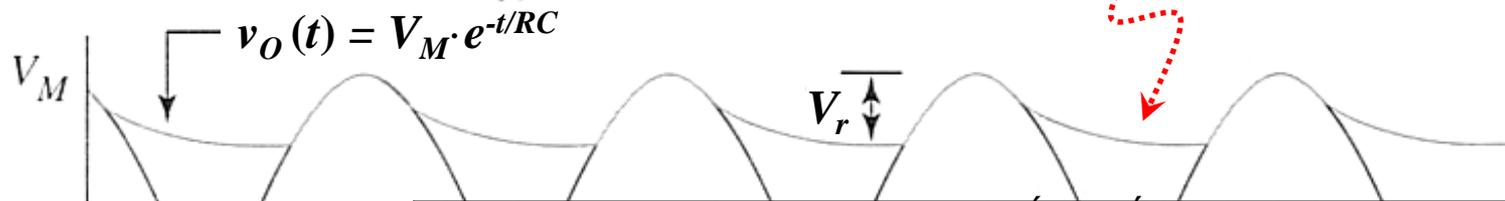
6.1. Rectificador y filtro



Mejora de prestaciones:
 Con rectificador de **onda completa**: el tiempo en caída de $v_o(t)$ es menor



Salida del filtro:
 Tensión DC,
 con **menor rizado**

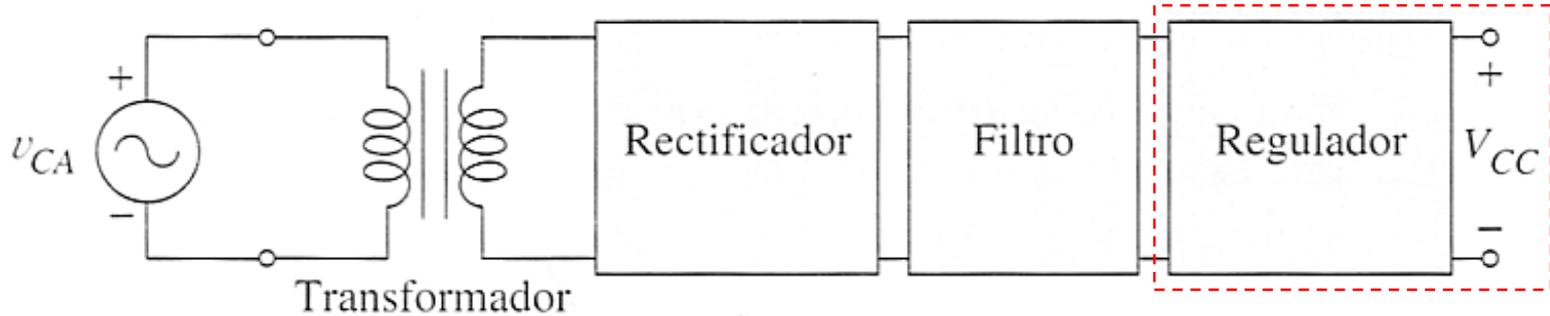


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

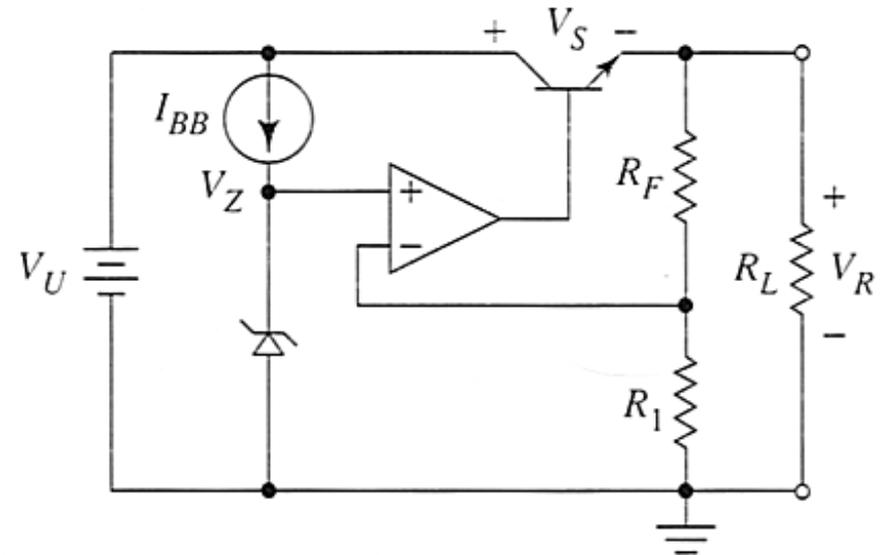
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

6.2. Regulador



Regulador

- Salida V_R constante usando técnicas de realimentación
- Se muestrea V_R (red R_F y R_1) y el OP la compara con la tensión de referencia V_Z



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

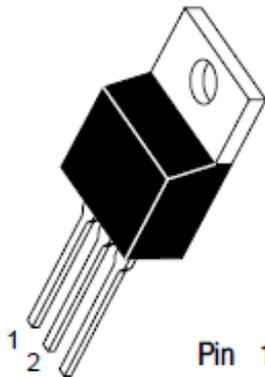
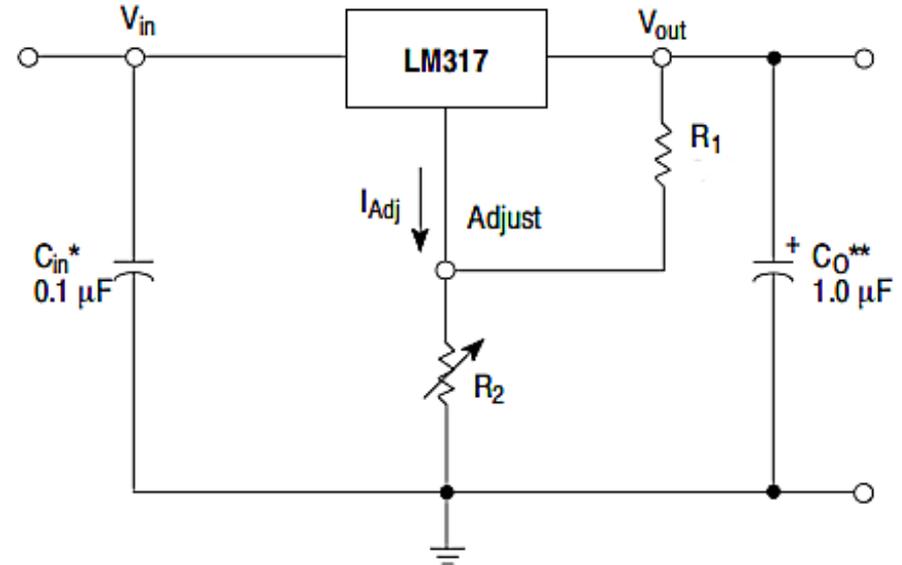
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

6.3. Reguladores integrados

Regulador salida positiva ajustable: LM317

Features

- Output Current in Excess of 1.5 A
- Output Adjustable between 1.2 V and 37 V
- Internal Thermal Overload Protection
- Output Transistor Safe-Area Compensation
- Floating Operation for High Voltage Applications



TO-220
T SUFFIX
CASE 221A

Pin 1. Adjust

* C_{in} is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.
** C_O is not needed for stability, however, it does improve transient response.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

6.3. Reguladores integrados

Reguladores de salida positiva fijos: Series 78XX

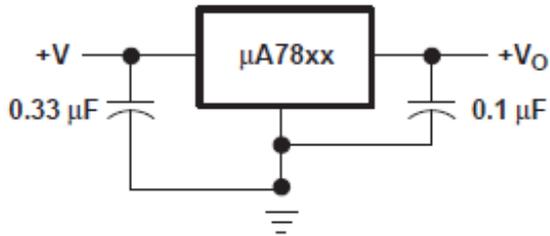
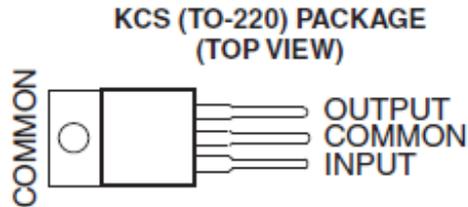
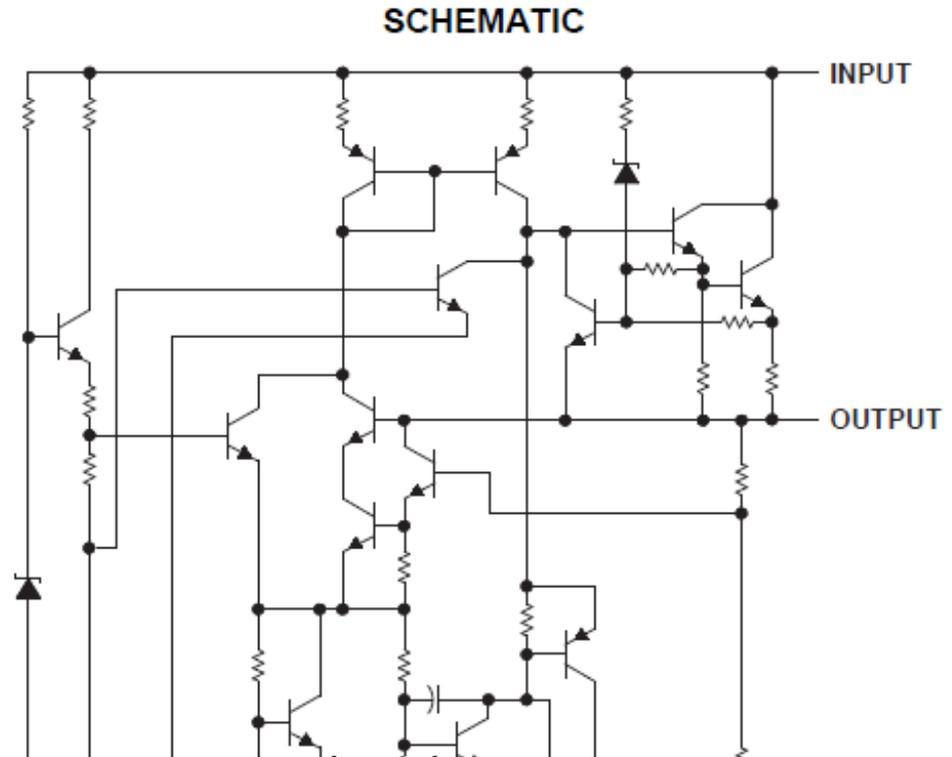


Figure 1. Fixed-Output Regulator



V input

Vout	MIN	MAX
μA7805	7	25
μA7808	10.5	25
μA7810	12.5	28



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

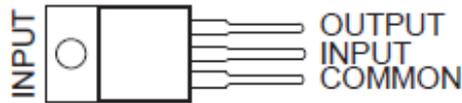
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

6.3. Reguladores integrados

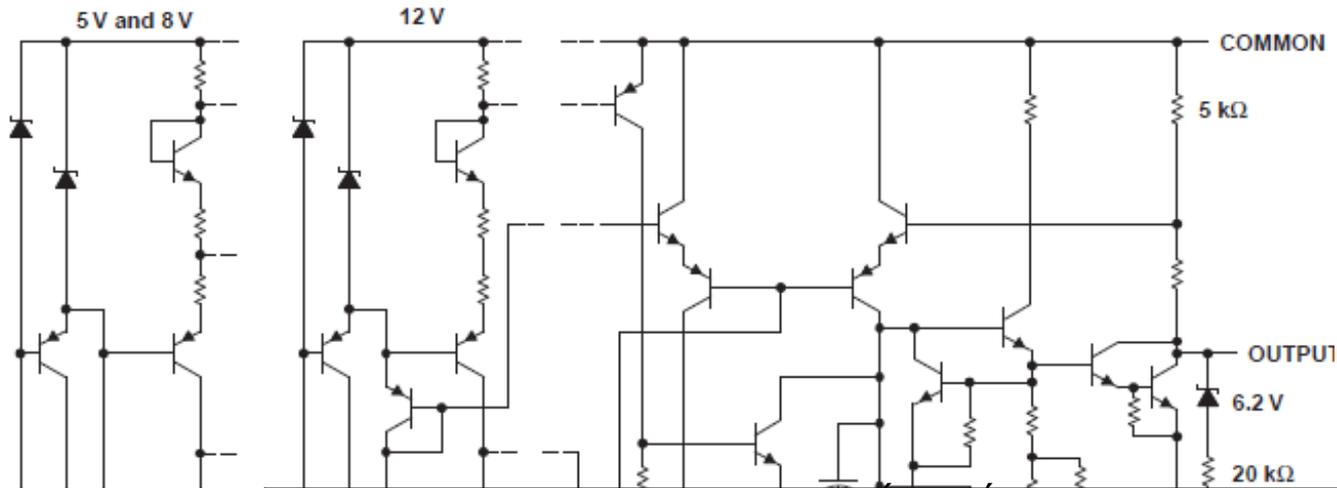
Reguladores de salida negativa fijos: Series 79XX

V input

KCS (TO-220) PACKAGE
(TOP VIEW)



Vout	MIN	MAX
μ A7905	-7	-25
μ A7908	-10.5	-25
μ A7912	-14.5	-30



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



Referencias

❑ Material de estudio:

■ Malik,

- *capítulo 10, secciones 10.1 a 10.3. Teoría y ejercicios.*

❑ Material complementario

■ Sedra-Smith

- *capítulo 9, secciones 9.1 y 9.2.*

■ Hambley,

- *capítulo 10, secciones 10.1 y 10.3*

❑ Otros:

- Gráficas extraídas de los textos detallados.

- Trabajos de documentación y elaboración de materiales:

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Control de revisiones

- 2017-03-2: versión inicial (curso 16-17).

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70