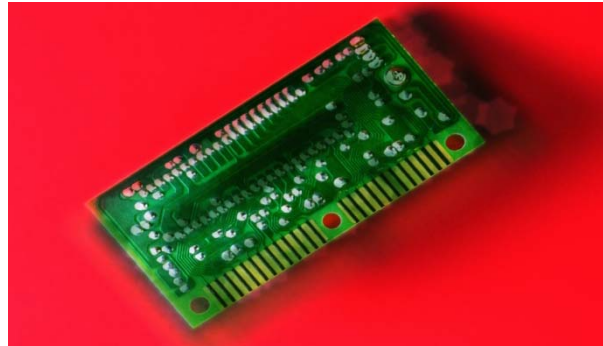

Tema 3- Alimentación de sistemas

Dr. Oscar López Lapeña
Septiembre 2007

3.1- Introducción.

- Requisitos para la alimentación de circuitos electrónicos:
 - Fuentes de tensión continuas.
 - Niveles de tensión entre 3 V y 48 V.



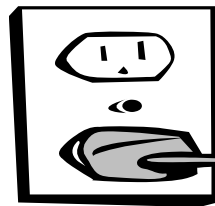
De qué fuentes de energía disponemos?

- Red eléctrica:
 - Europa: $220V_{\text{rms}}$, 50 Hz
 - Estados Unidos: $120V_{\text{rms}}$, 60 Hz
- Baterías:
 - Baterías primarias (no recargables).
 - Baterías secundarias (recargables).
- Otras fuentes:
 - Celulas solares, celulas piezoeléctricas,...

Qué son las fuentes de alimentación?

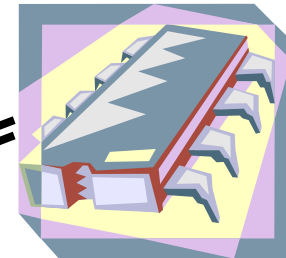
Sistemas que convierten la corriente eléctrica de la red en otro tipo corriente eléctrica adecuado al uso que se le vaya a dar (fuente tensión continua).

Red Eléctrica
($220 V_{\text{rms}}$, 50 Hz)



FUENTE
DE
ALIMENTACIÓN

Circuito electrónico
(TTL $5 V_{\text{dc}}$)

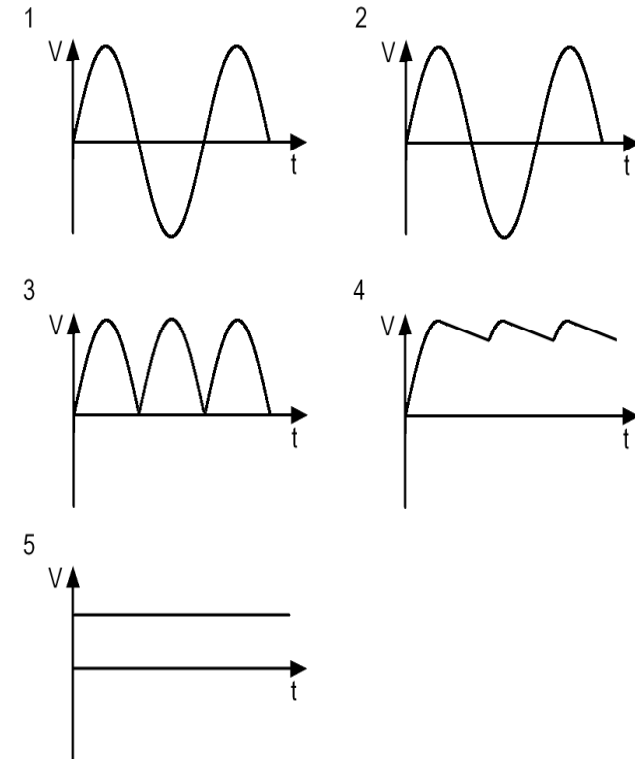
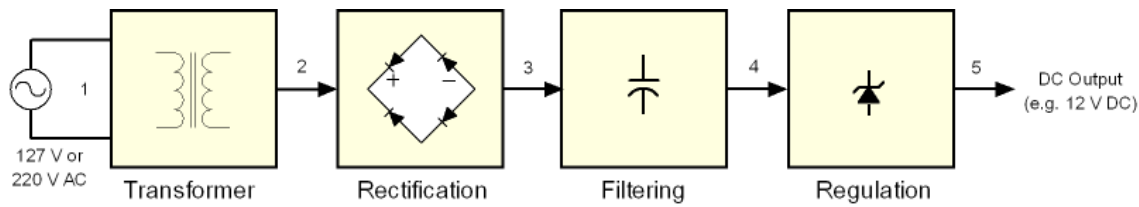


Qué alternativas existen para el diseño de una fuente?

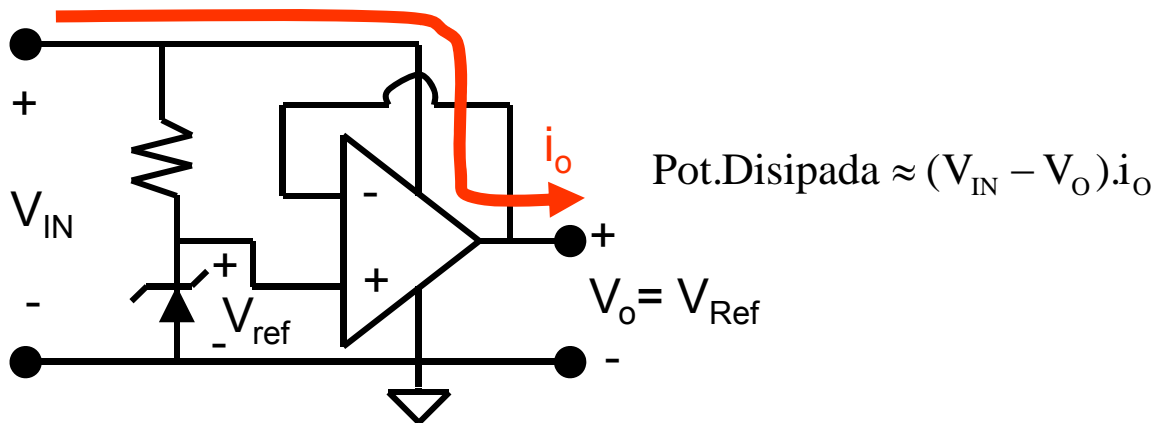
1. Fuentes de alimentación lineales (convencionales).
 - Elementos funcionando en la régimen lineal.
 - Rendimiento bajos.
 - Bajo ruido.
 - Densidad de potencia pequeña. Grandes y pesadas.
2. Fuentes de alimentación conmutadas.
 - Elementos funcionando en conmutación ON/OFF.
 - Rendimiento altos.
 - Ruido de conmutación.
 - Densidad de potencia elevada. Pequeñas y ligeras.

Como funciona una fuente lineal?

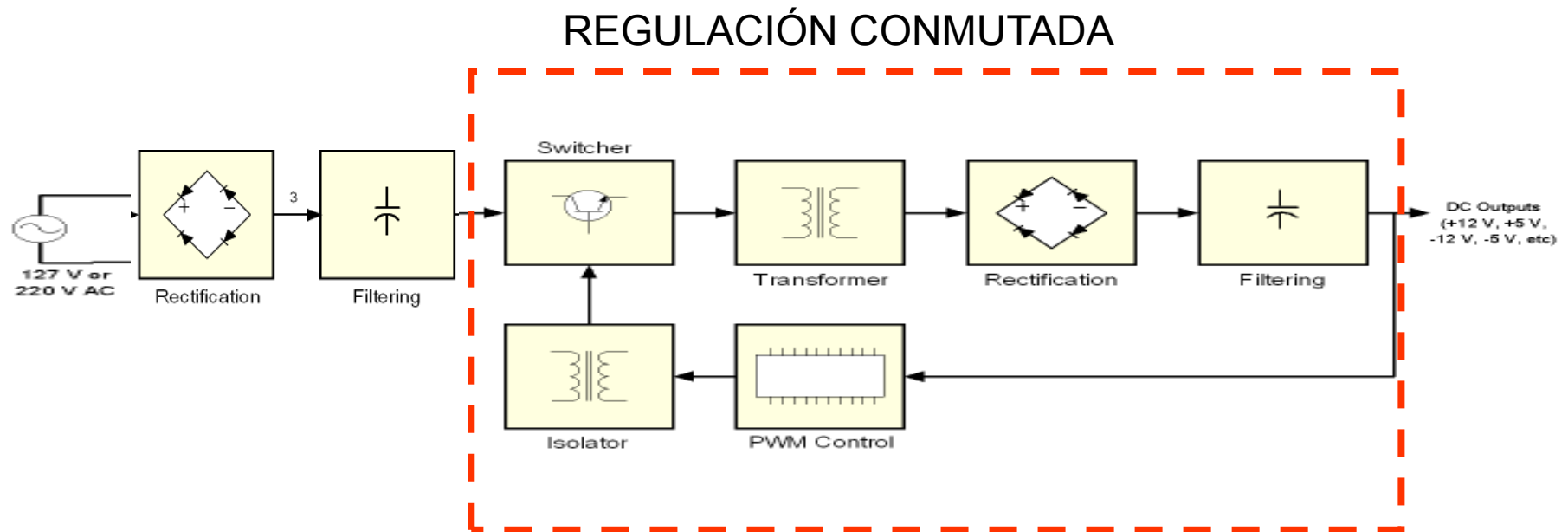
DIAGRAMA DE BLOQUES



REGULADOR FUNCIONA EN RÉGIMEN LINEAL



Como funciona una fuente conmutada?

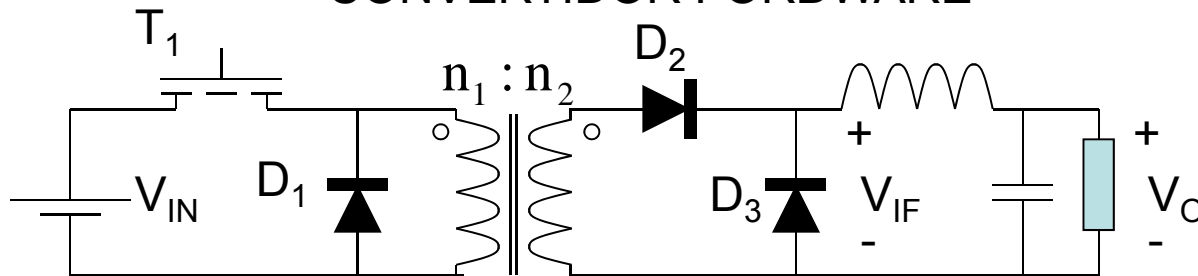


CARACTERÍSTICAS:

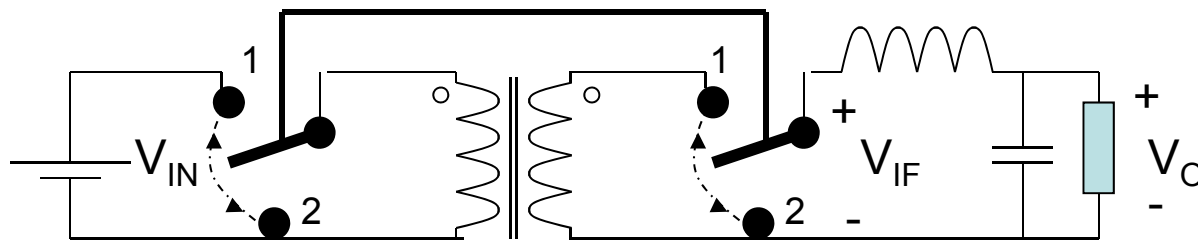
- ELEMENTOS IDEALMENTE NO DISIPATIVOS. (Pot. Disipada aprox. nula)
- FRECUENCIAS ELEVADAS. (Elementos reactivos pequeños)

Ejemplo de regulación conmutada

CONVERTIDOR FORDWARE

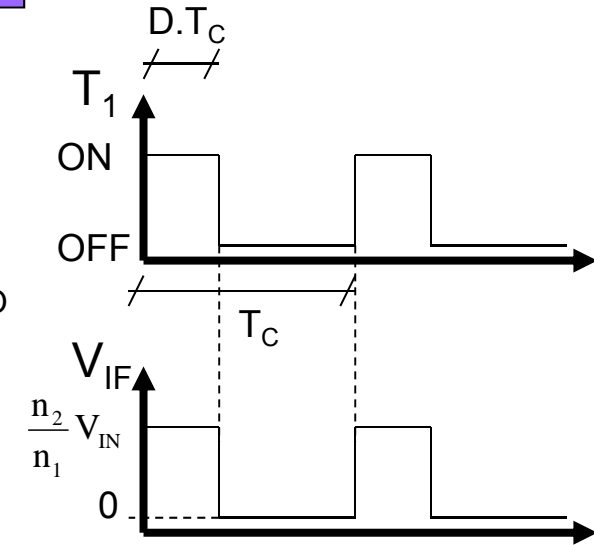


CIRCUITO EQUIVALENTE



ESTADOS

1. T_1 ON \rightarrow D_1, D_3 OFF, D_2 ON
2. T_1 OFF \rightarrow D_1, D_3 ON, D_2 OFF



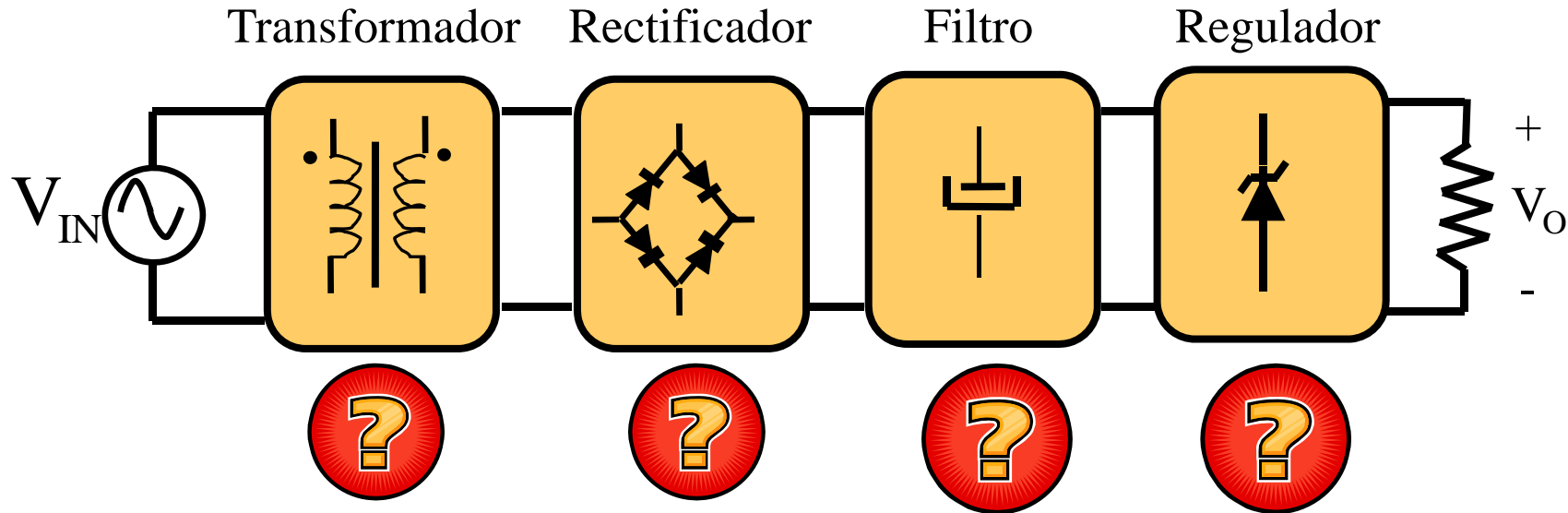
T_C : Período de conmutación
 D : Ciclo de trabajo

$$V_O = \frac{n_2}{n_1} V_{IN} \cdot D$$

3.2- Diseño de fuentes de alimentación lineales.

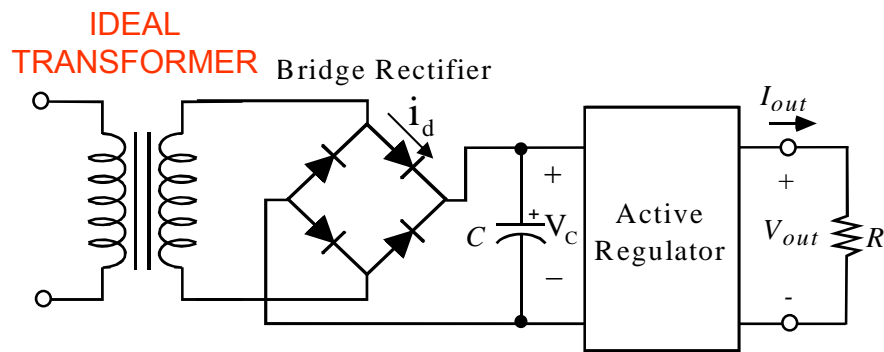
Especificaciones del diseño:

- $V_{IN} \rightarrow V_{IN\ RMS}=220\ V \pm 10V$, $f_{in}= 50\ Hz$
- Carga $\rightarrow V_O=5\ V$, $P_o(W)$, vulnerabilidad al ruido, transitorios de carga,....
- Cond. Contorno \rightarrow Temp. ambiente, Humedad, Armónicos en la red,....



Qué conocemos de las fuentes lineales?

Asignatura: "Laboratorio de electrónica"



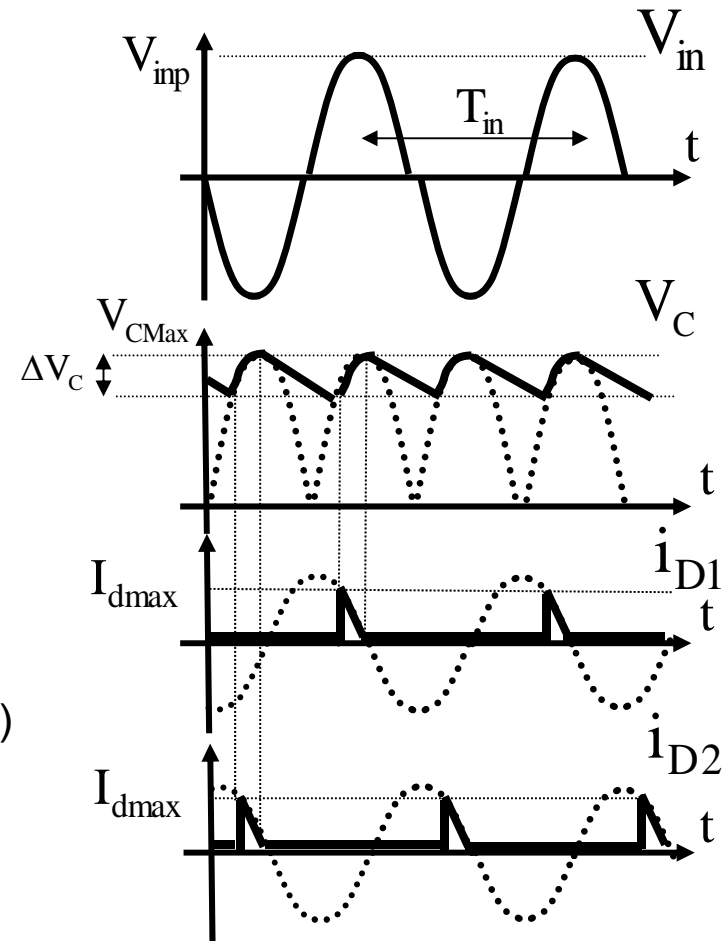
CARACTERISTICAS IDEALES

- Mayor capacidad (C) → Menor rizado (ΔV_C)

$$\Delta V_C \approx \frac{I_{out}}{C} \cdot \frac{T_{in}}{2}$$

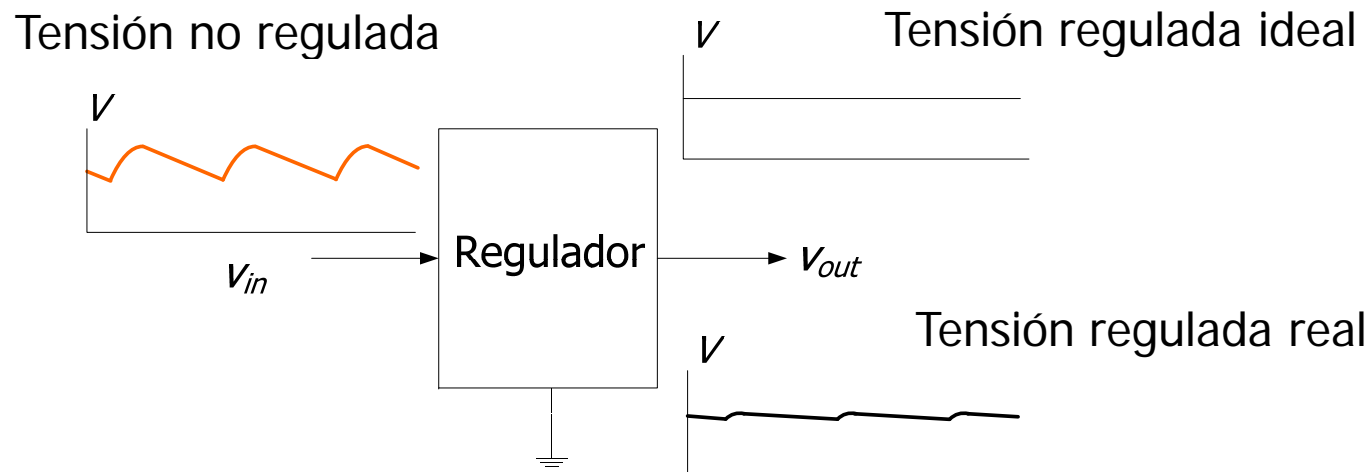
- Mayor capacidad (C) → Mayor corriente (I_{dmax})

$$I_{dMax} = 2\pi f C V_{CMax} \sqrt{1 - \left(1 - \frac{\Delta V_C}{V_{CMax}}\right)}$$



Qué conocemos de las fuentes lineales?

Asignatura: “Laboratorio de electrónica”



Reguladores estudiados:

- Reguladores integrados de tensión fija: 7805, 7809, ..., 7905, 7909, ...
- Reguladores integrados de tensión variable: LM117.

Qué necesitamos para hacer un diseño?

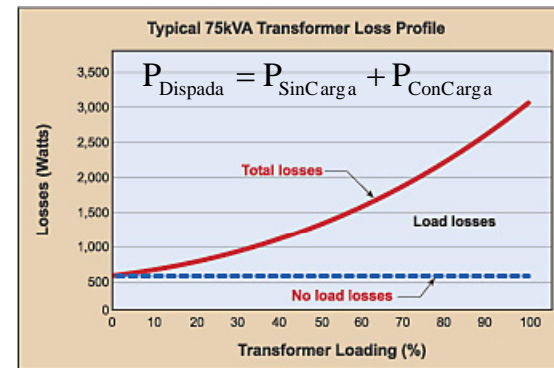
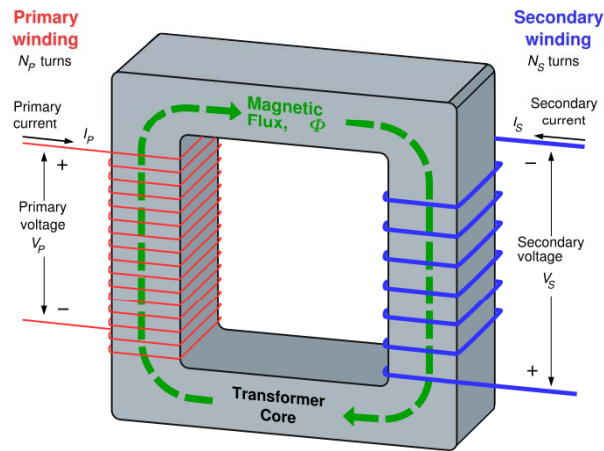
ESPECIFICACIONES

- Qué transformador? →
 - Relación $V_{in} : V_o$?
 - Potencia (VA) ?
- Qué puente rectificador? →
 - Tensión de bloqueo ?
 - Corriente media?
 - Corriente de pico repetitiva?
 - Corriente de pico no repetitiva?
- Qué condensador? →
 - Capacidad ?
 - Tensión ?
- Qué regulador? →
 - Tensión de salida?
 - Tensión de dropout?
 - Regulación de línea?
 - Regulación de carga?
- Es necesario utilizar radiadores? →
 - Resistencia térmica ?

Limitaciones de los transformadores

LIMITACIONES EN EL FUNCIONAMIENTO

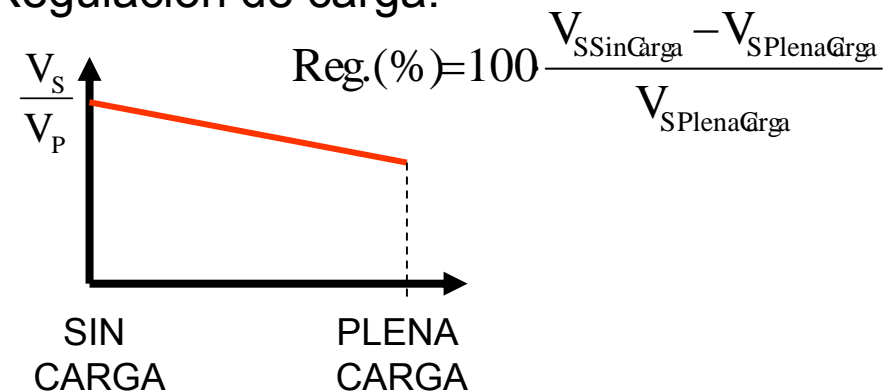
- Calentamiento por disipación de energía.



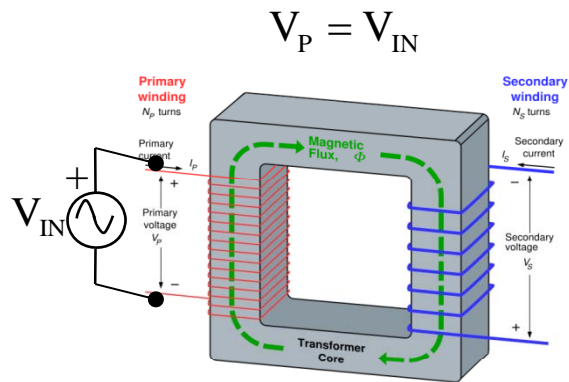
- Regulación de carga.

CARACTERÍSTICAS IDEALES

$$\left. \begin{aligned} V_S &= \frac{N_S}{N_P} V_P \\ i_S &= \frac{N_P}{N_S} i_P \end{aligned} \right\} \rightarrow \begin{aligned} P_{\text{IN}} &= V_P \cdot i_P = V_S \cdot i_S = P_O \\ P_{\text{Disipada}} &= 0 \end{aligned}$$

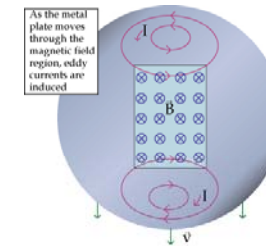


Disipación sin carga?



PÉRDIDAS DE ENERGIA

- Corrientes de Foucault (Eddy)



MAGNETIZACIÓN DEL NUCLEO

- Ley de Faraday y curva de histéresis

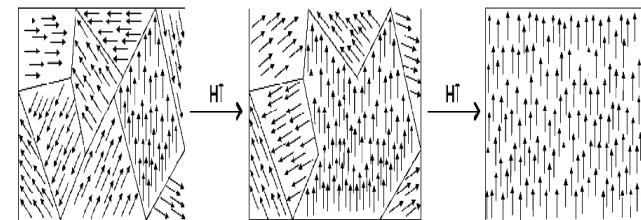
$$B = \frac{\phi}{S} = \frac{\int V_p d\tau}{S \cdot N_p}$$

- Ley de Ampere

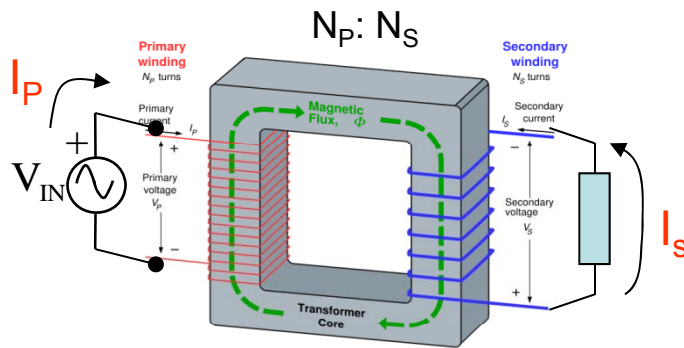
$$i_p = \frac{\oint \vec{H} \cdot d\vec{l}}{N_p}$$

$$\rightarrow V_p \cdot i_p \neq 0$$

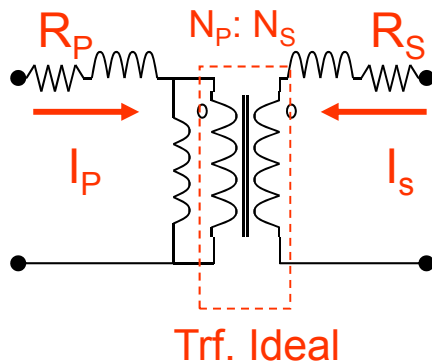
- Ciclo de histéresis (Orientación dipolos)



Disipación debida a la carga?



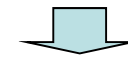
MODELO LINEAL



EFFECTO JOULE EN EL BOBINADO

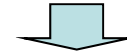
$$P_{\text{Disp. Joule}} = R_p I_{\text{RMS P}}^2 + R_s I_{\text{RMS S}}^2$$

$$\approx \left(R_p \left(\frac{N_s}{N_p} \right)^2 + R_s \right) \cdot I_{\text{RMS S}}^2$$



LIMITACIONES EN LA CARGA

$$P_{\text{Disp. Joule}} < P_{\text{Max}} \leftrightarrow I_{\text{RMS S}} < I_{\text{RMS Max}}$$



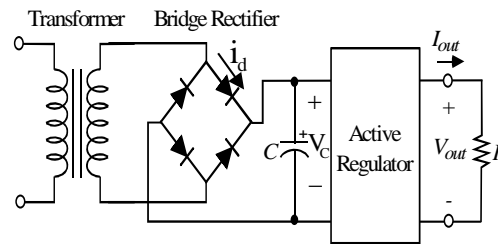
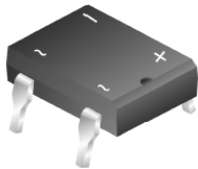
ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE

$$V_{\text{RMS S}} \cdot I_{\text{RMS S}} < V.A.$$

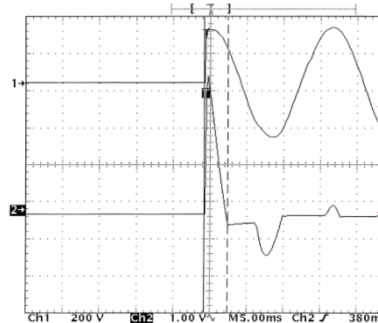
Limitaciones de los rectificadores

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR

DF005M - DF10M



Transitorio de arranque



Tensión en la red

Corriente en el rectificador

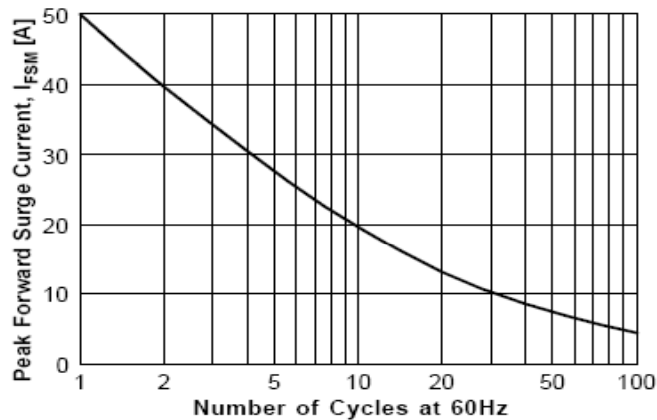


Figure 1. Non-Repetitive Surge Current

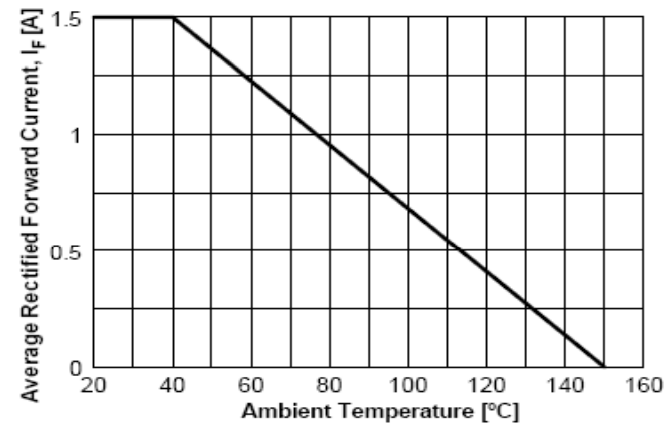


Figure 2. Forward Current Derating Curve

Limitaciones de los reguladores (I)

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

www.fairc

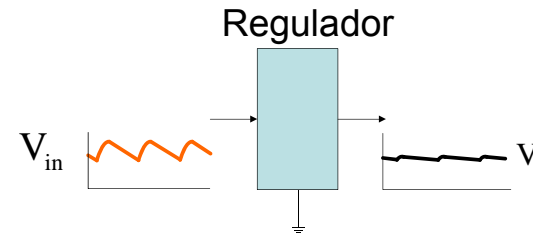
KA78XX/KA78XXA

3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

Electrical Characteristics (KA7805/KA7805R)

(Refer to test circuit, $0^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500\text{mA}$, $V_I = 10\text{V}$, $C_I = 0.33\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\mu\text{F}$, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	KA7805			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	V_O	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5.0\text{mA} \leq I_O \leq 1.0\text{A}$, $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 7\text{V to } 20\text{V}$	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note1)	Regline	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_O = 7\text{V to } 25\text{V}$	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$	-	1.6	50	
Load Regulation (Note1)	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5.0\text{mA to } 1.5\text{A}$	-	9	100	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	-	4	50	
Quiescent Current	I_Q	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$I_O = 5\text{mA to } 1.0\text{A}$	-	0.03	0.5	mA	
		$V_I = 7\text{V to } 25\text{V}$	-	0.3	1.3		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5\text{mA}$	-	-0.8	-	mV/ $^{\circ}\text{C}$	
Output Noise Voltage	V_N	$f = 10\text{Hz to } 100\text{KHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	42	-	$\mu\text{V}/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120\text{Hz}$ $V_O = 8\text{V to } 18\text{V}$	62	73	-	dB	
Dropout Voltage	V_{Drop}	$I_O = 1\text{A}$, $T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2	-	V	
Output Resistance	r_O	$f = 1\text{KHz}$	-	15	-	m Ω	
Short Circuit Current	I_{SC}	$V_I = 35\text{V}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$	-	230	-	mA	
Peak Current	I_{PK}	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	-	2.2	-	A	



Regulación de línea:

$$\text{Reg. línea} = \frac{\Delta V_{out}}{\Delta V_{in}}$$

Regulación de carga:

$$\text{Reg. carga} = \frac{\Delta V_{out}}{\Delta I_{out}}$$

Relación de rechazo al rizado:

$$\text{RRR} = 20 \log \frac{V_{ri}}{V_{ro}}$$

Tensión de Dropout:

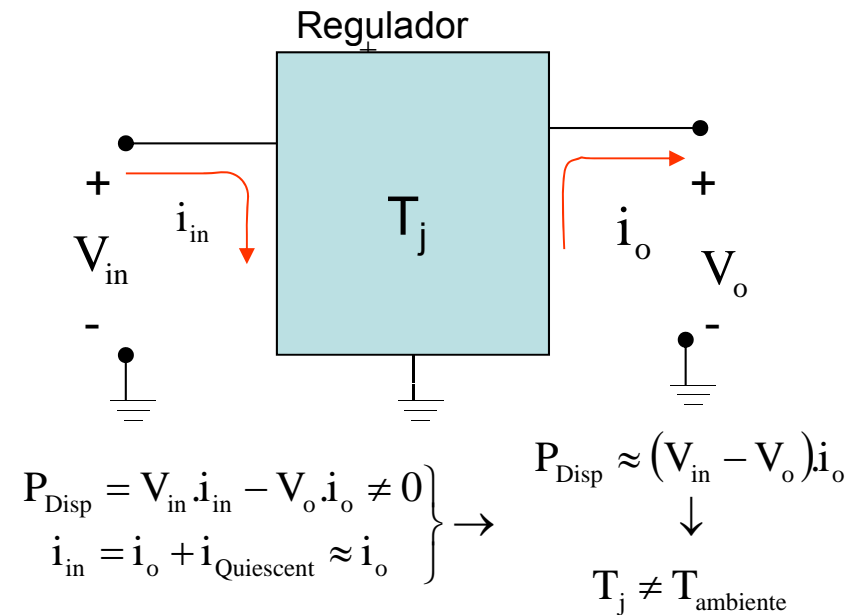
Diferencia de tensión mínima entre V_{in} y V_o para el correcto funcionamiento del regulador

Limitaciones de los reguladores (II)

TEMPERATURAS MÁXIMAS TOLERABLES

Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$)	V_I	35	V
(for $V_O = 24V$)	V_I	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	$^{\circ}C/W$
Operating Temperature Range (KA78XX/A/R)	T_{OPR}	$0 \sim +125$	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	T_{STG}	$-65 \sim +150$	$^{\circ}C$



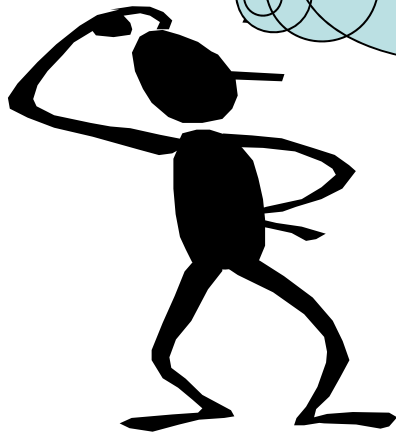
Cálculos en el diseño?

Como afecta la regulación de carga del transformador?

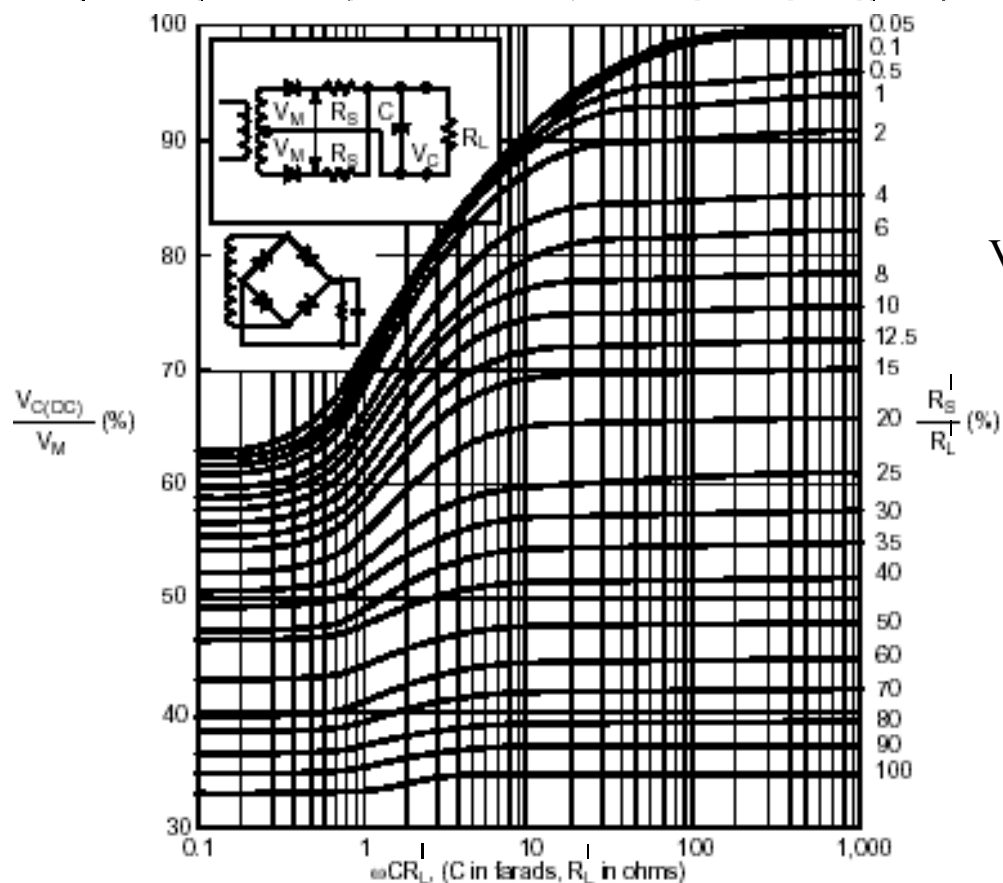
Como cálculo las corrientes en los diodos?

Que capacidad en VA necesito en el transformador?

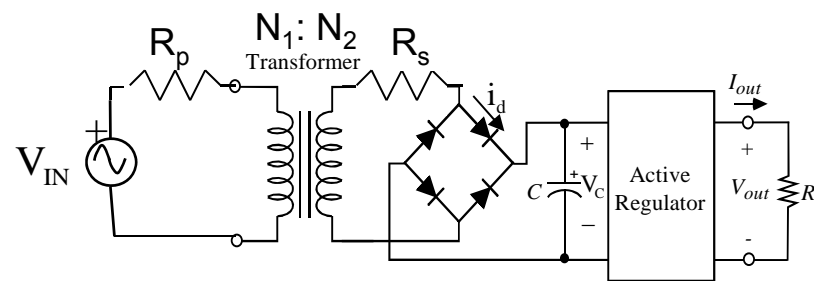
Cual es la temperatura del regulador?



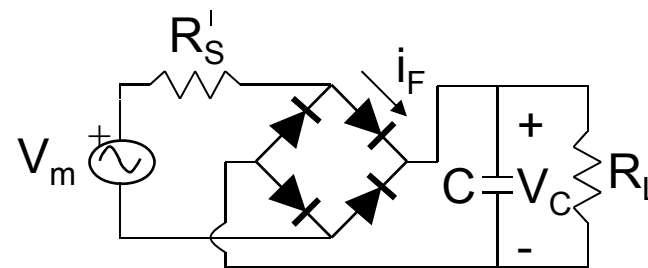
Cálculo de la tensión de entrada al regulador (regulación de carga)



FUENTE LINEAL



CIRCUITO EQUIVALENTE



$$R'_s \equiv R_s + \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 \cdot R_p$$

$$V_m \equiv \frac{N_2}{N_1} V_{IN} = V_M \text{sen}(wt)$$

$$R'_L \approx R_L \frac{V_C(\text{DC})}{V_O(\text{DC})}$$

Rizado de la tensión de entrada al regulador

$$\text{Ripple Factor} \equiv \frac{\sqrt{\langle (V_C - V_C(\text{DC}))^2 \rangle}}{V_C(\text{DC})}$$

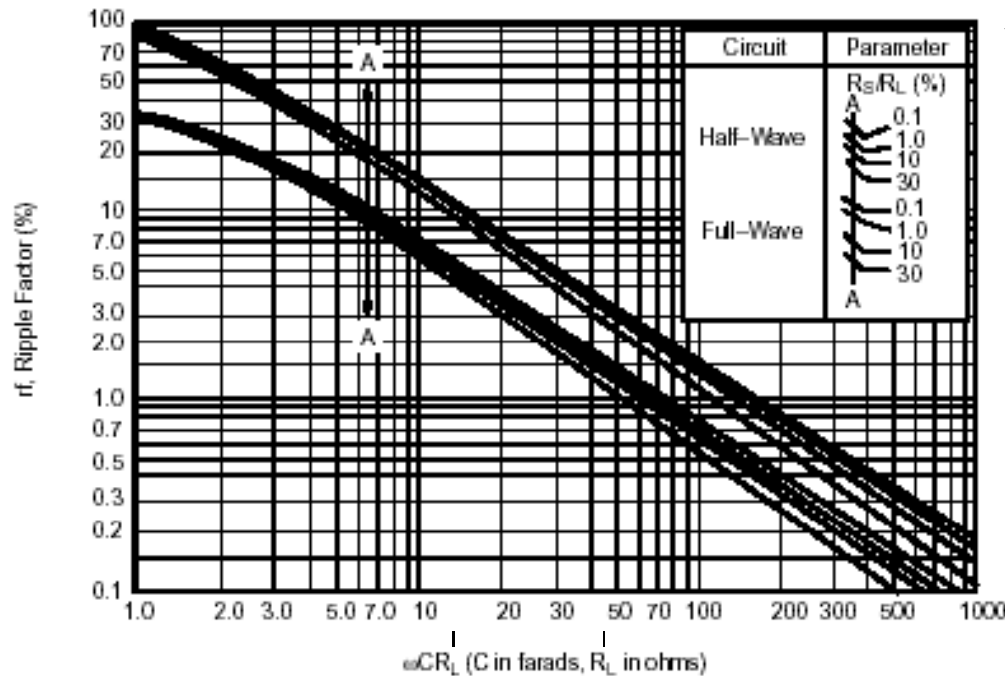
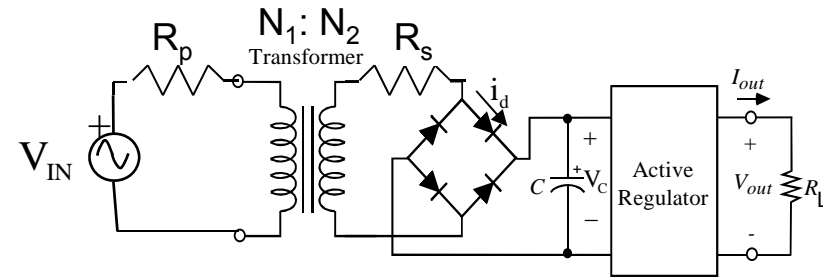
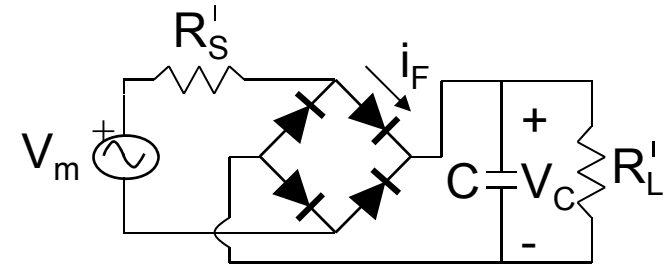


Figure 110. Root-Mean-Square Ripple Voltage for Capacitor-Input Circuits
(From O.H. Schade, Proc. IRE, Vol. 31, 1943, p. 356)

FUENTE LINEAL



CIRCUITO EQUIVALENTE

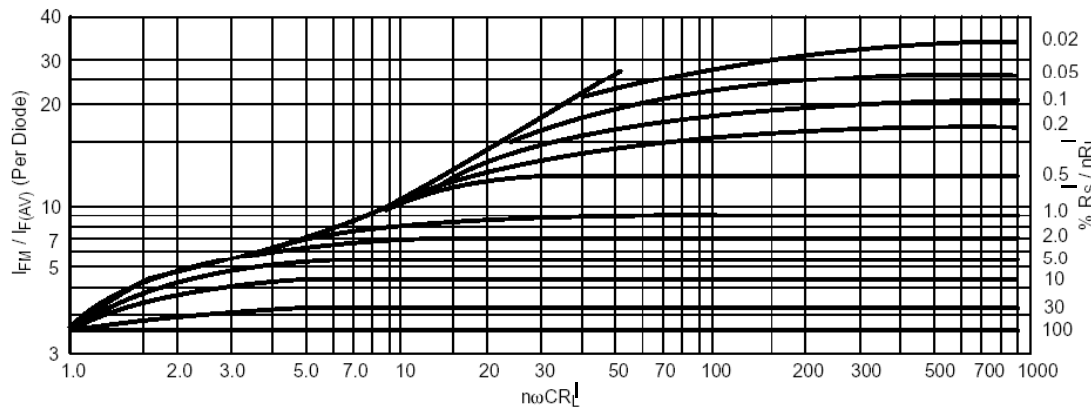
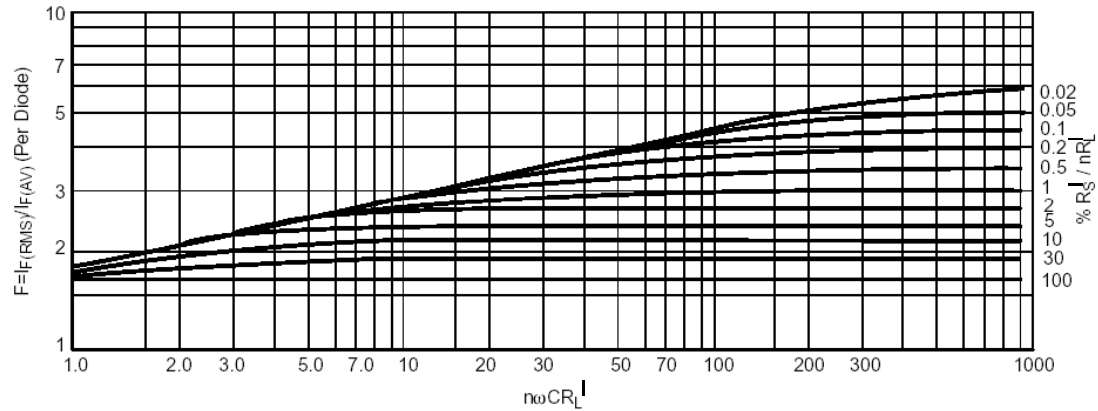


$$R'_S \equiv R_S + \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 \cdot R_P$$

$$V_m \equiv \frac{N_2}{N_1} V_{IN} = V_M \text{sen}(wt)$$

$$R'_L \approx R_L \frac{V_C(\text{DC})}{V_O(\text{DC})}$$

Cálculo de las corrientes en el puente rectificador

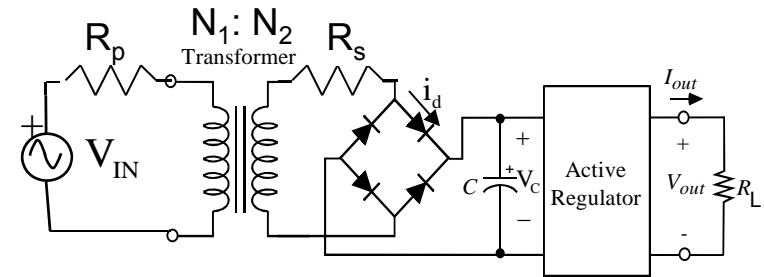


$n = 1$ For Half-Wave Single-Phase Rectifier Circuits
 2 For Full-Wave Single-Phase Rectifier Circuits
 $\omega = 2\pi f$, where f = Line Frequency

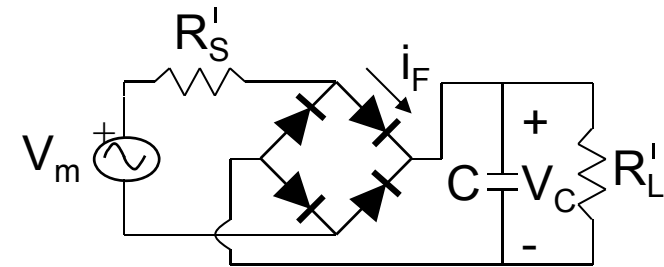
C in Farads
 R_j in Ohms
 R_S = RMD Equivalent Source Resistance

Figure 109. Relation of RMS and Peak to Average Diode Current in Capacitor-Input Circuits
 (From O.H. Schade, Proc. IRE, Vol. 31, 1943, p. 356)

FUENTE LINEAL



CIRCUITO EQUIVALENTE



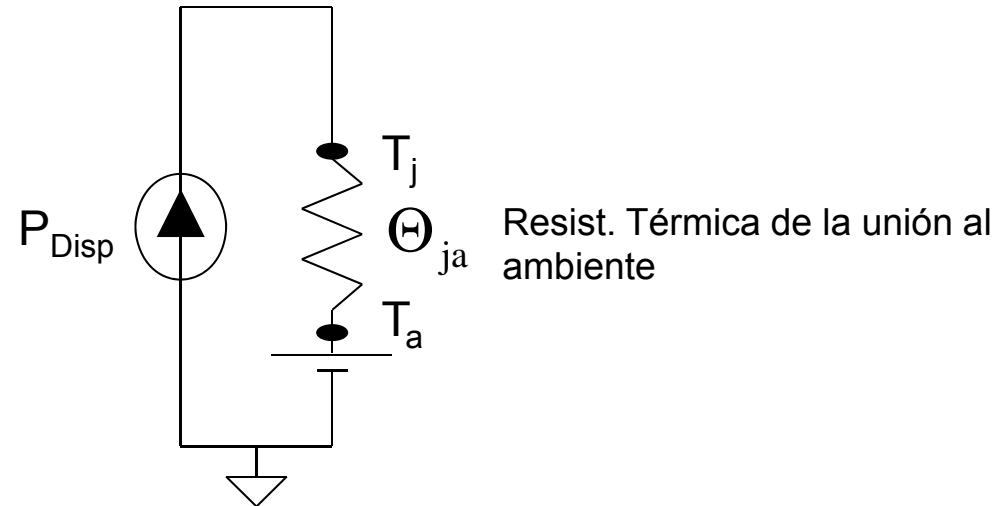
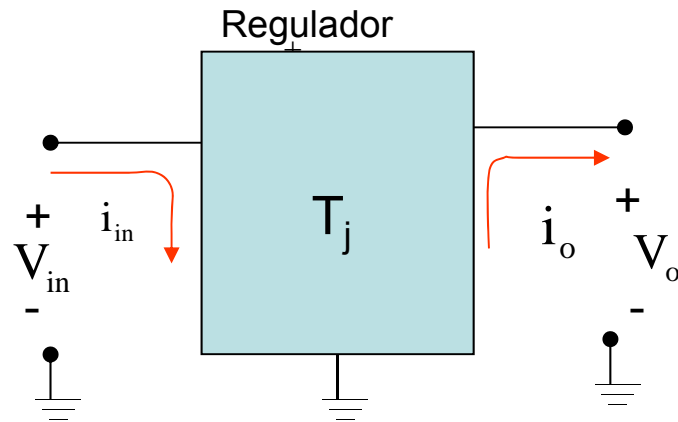
$$R'_S \equiv R_S + \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 \cdot R_P$$

$$V_m \equiv \frac{N_2}{N_1} V_{IN} = V_M \text{sen}(wt)$$

$$R'_L \approx R_L \frac{V_C(\text{DC})}{V_O(\text{DC})}$$

Cálculo de la temperatura del regulador

T_j : Temperatura de la unión.
 T_a : Temperatura ambiente.

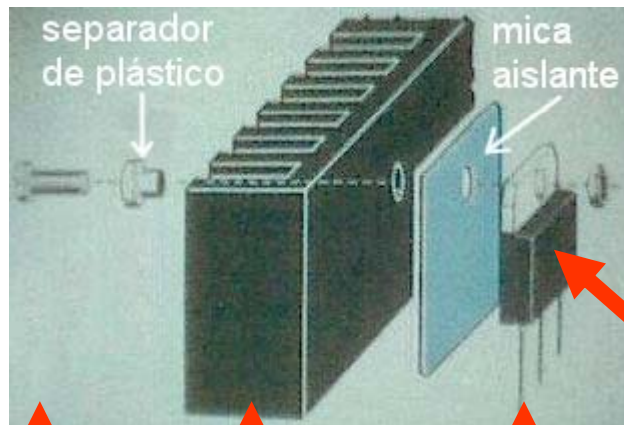


$$P_{\text{Disp}} \approx (V_{\text{in}} - V_{\text{o}}) \cdot i_{\text{o}}$$

$$T_j = T_a + \Theta_{ja} \cdot P_{\text{Disp}}$$

Calentamiento con radiador

$$T_j = T_a + (\Theta_{ra} + \Theta_m + \Theta_{jc}) \cdot P_{Disp}$$



Temperatura Ambiente (T_a)

Temperatura Radiador (T_r)

Temperatura Encapsulador Transistor (T_c)

