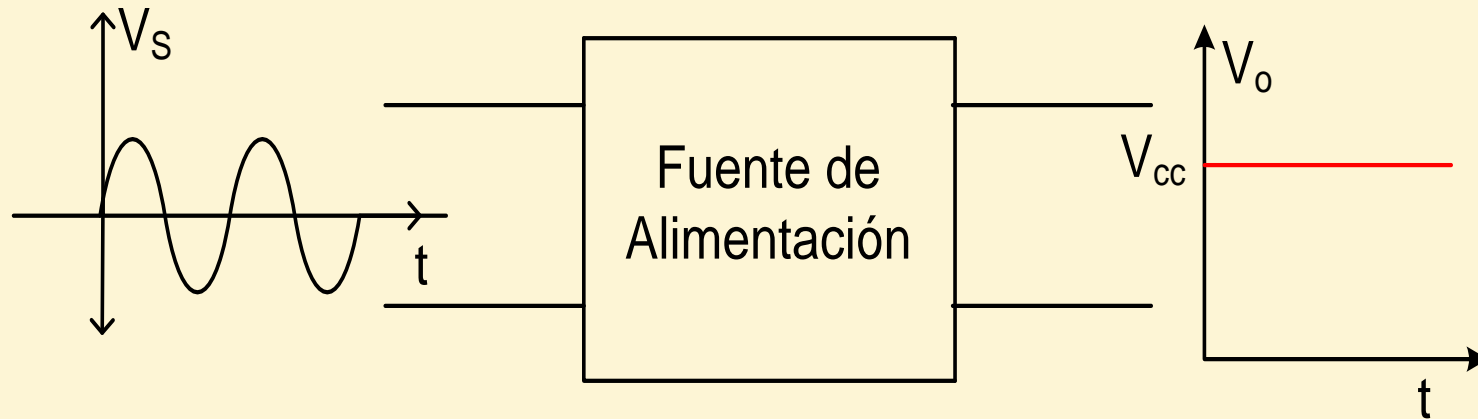


Fuente de Alimentación de Tensión

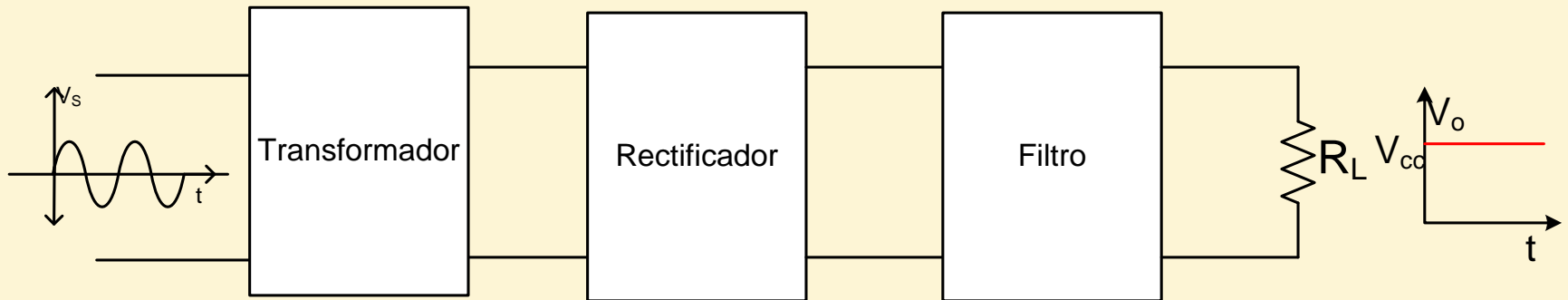
- **Fuente de alimentación:** dispositivo que convierte la tensión alterna de la red de suministro (220 V), en una o varias tensiones, prácticamente continuas, que alimentan a circuitos.



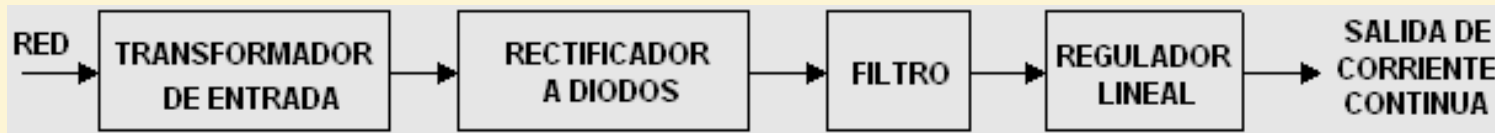
Casi todos los circuitos electrónicos necesitan una fuente de alimentación continua.

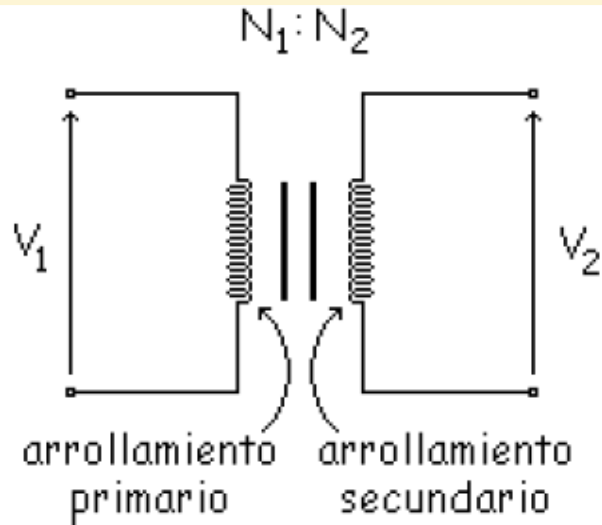
En sistemas portátiles (poca potencia) uso de batería.

Fuente de Alimentación de Tensión



- RECTIFICADOR** {
Media onda
Onda completa
- FILTRO** {
Capacitivo
Inductivo





N_1 = Número de espiras o vueltas del primario
 N_2 = Número de espiras o vueltas del secundario

$$N_1/N_2 = V_1/V_2$$

$$I_2 = I_1 * (N_1/N_2)$$

Tiene una resistencia R_s el trafo propia del devanado compuesta de $R_{sec} + R'_{prim}$.

$$R'_P = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 R_{sec}$$

Adecua la tensión alterna a valores aproximados a la tensión continua que se desea obtener

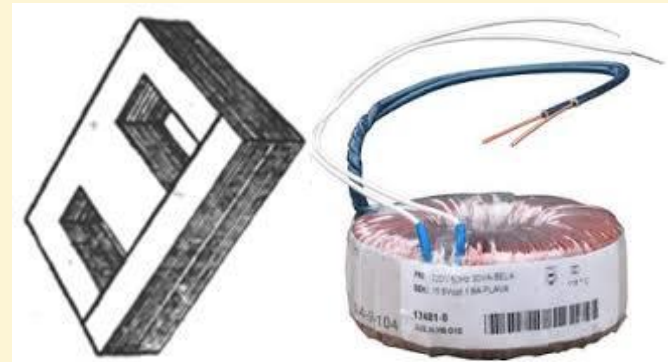


$$S = 1,2\sqrt{V_S I_S}$$

S (sección en mm^2)

δ = Densidad de corriente ($3A/mm^2$)

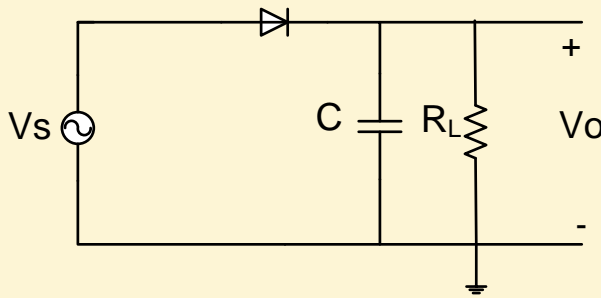
$$I = a.\delta \quad a = \frac{\pi d^2}{4} (mm^2)$$



La tensión en la carga que se obtiene de un rectificador es en forma de pulsos. En un ciclo de salida completo, la tensión en la carga aumenta de cero a un valor de pico, para caer después de nuevo a cero. Esta no es la clase de tensión continua que precisan la mayor parte de circuitos electrónicos. Lo que se necesita es una tensión constante, similar a la que produce una batería. Para obtener este tipo de tensión rectificada en la carga es necesario emplear un filtro.

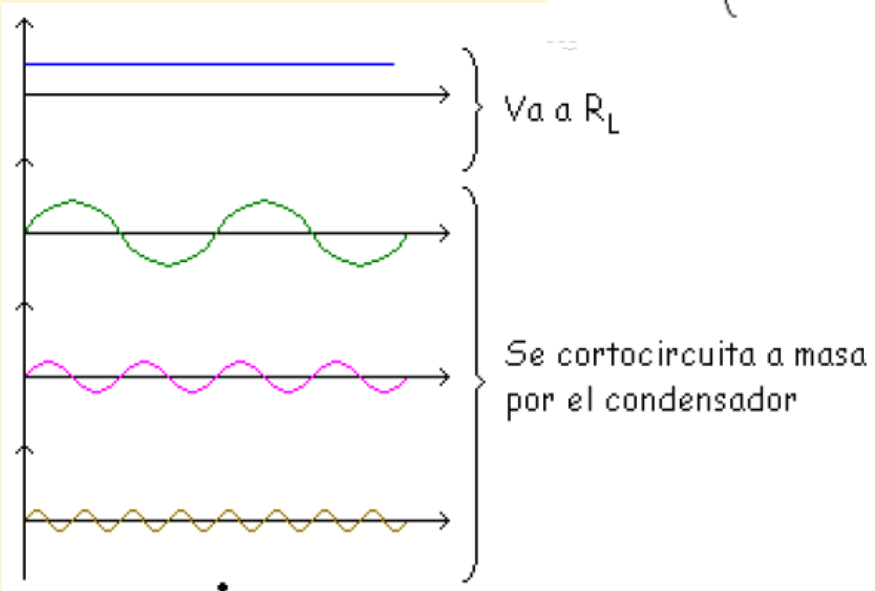
El tipo mas común de filtro es el del condensador a la entrada, en la mayoría de los casos perfectamente válido. Sin embargo en algunos casos puede no ser el adecuado y deberán utilizarse otros elementos

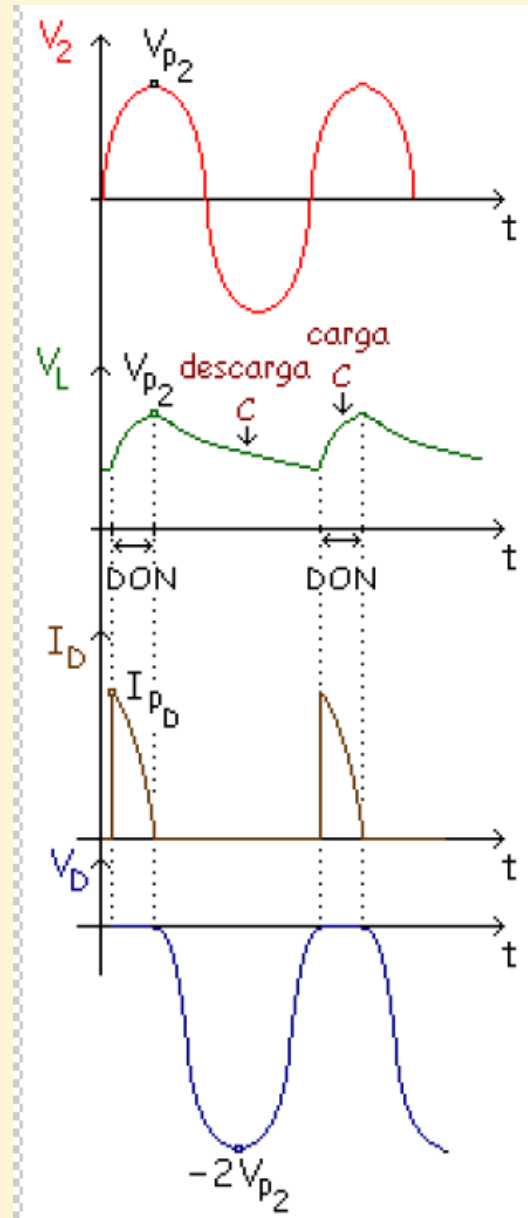
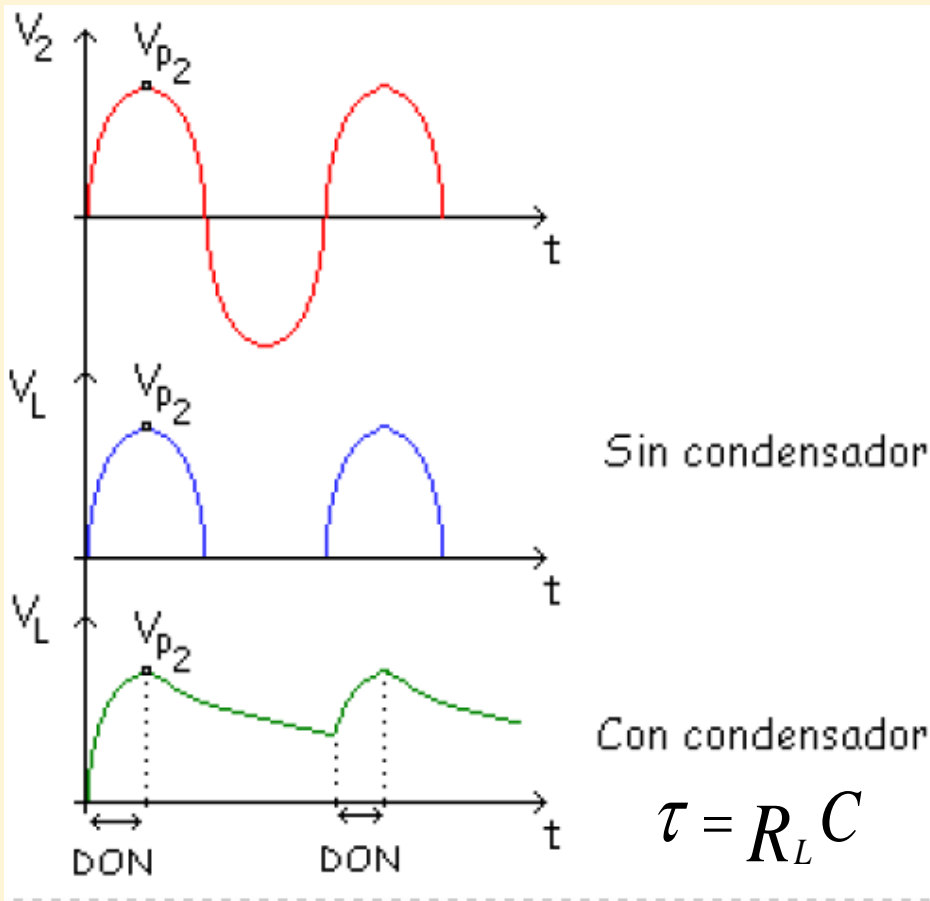
Rectificador de media onda con filtro RC



$$Z = \frac{1}{2\pi f C}$$

$f = 0 \text{ Hz}$	$Z = \frac{1}{2\pi f C} = \infty$	Circuito abierto en continua, todo va a la carga
$f = 50 \text{ Hz}$	$Z = \frac{1}{2\pi f C}$	Depende de la capacidad Valor de menor impedancia
$f = 100 \text{ Hz}$	$Z = \frac{1}{2\pi f C}$	Aunque dependa de la capacidad no es tan problemático como el de 50 Hz
$f = 200 \text{ Hz}$	$Z = \frac{1}{2\pi f C}$	





$$I_{ef.Trafo} = I_{ef.diodo}$$

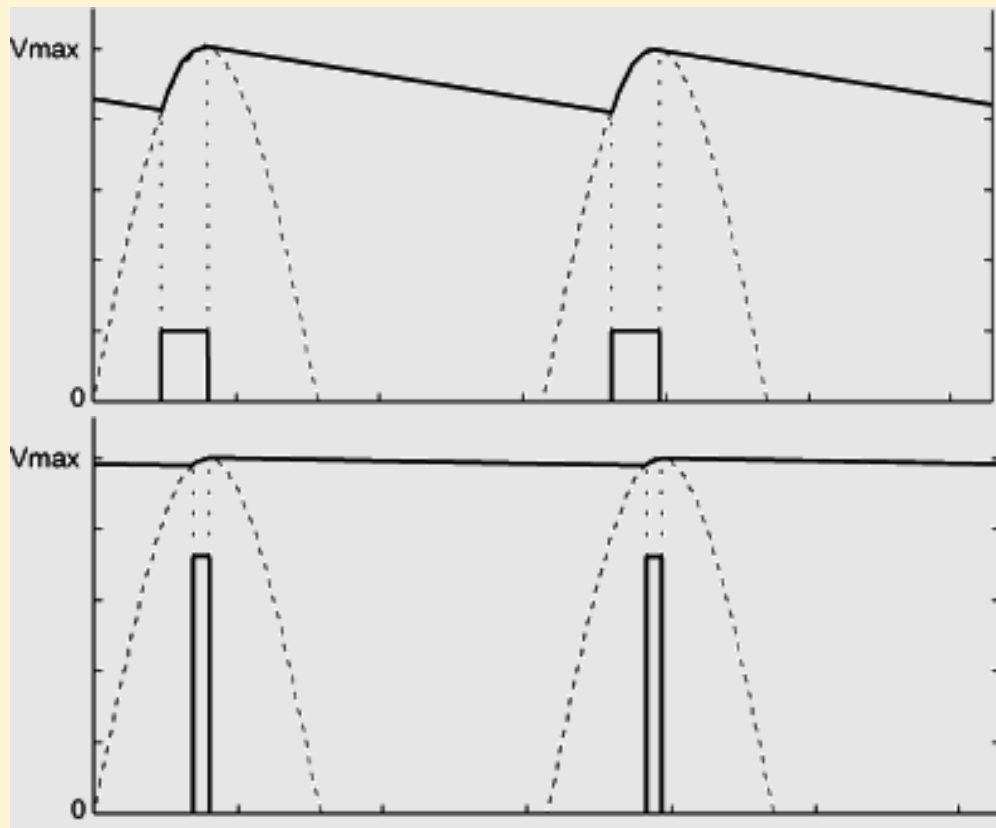
$$\widehat{V}_{inv} = 2\widehat{V}_s$$

Tener en cuenta que

$$V_S = V_2 = V_{sec} \quad V_L = V_0 = V_{salida}$$

Efecto del condensador en la conducción del diodo

La corriente por el diodo es a pulsos, aquí mostrados como rectángulos para simplificar

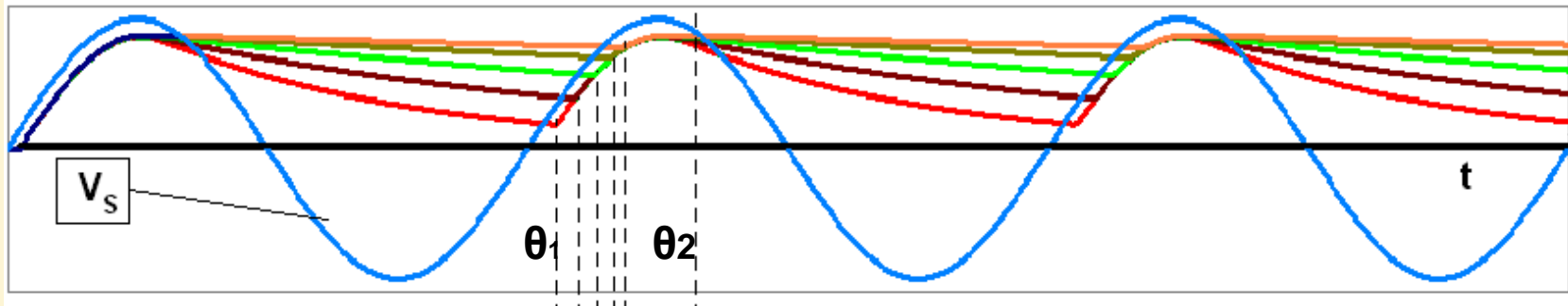


La corriente promedio entregada al C y R_L durante la carga tiene que ser igual a la corriente promedio extraída al C durante la descarga.

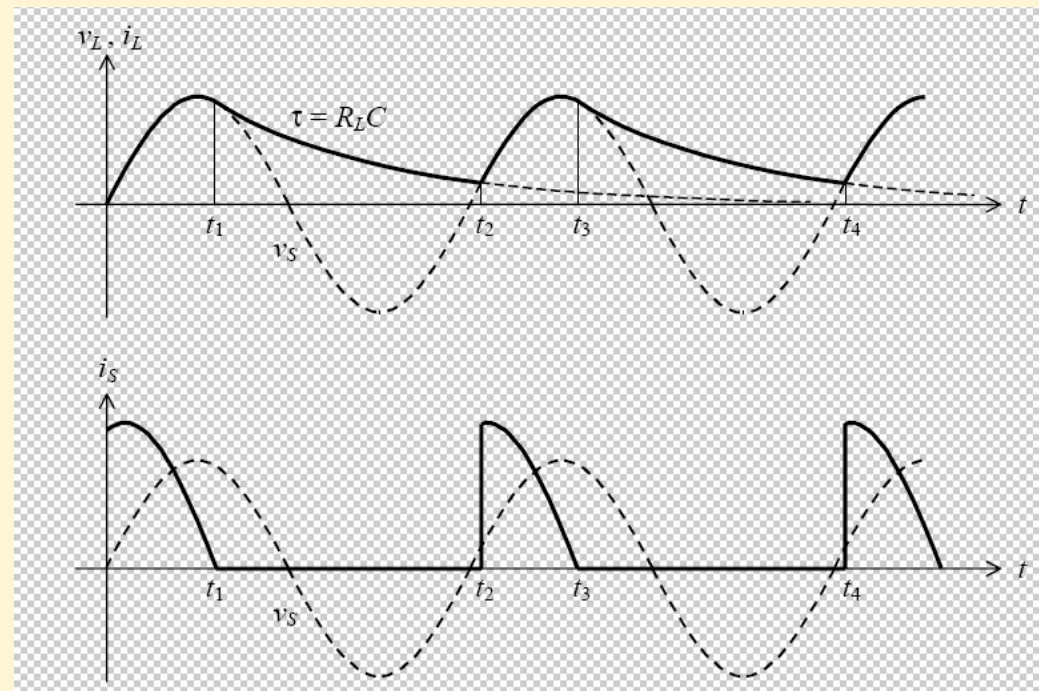
Fuente de tensión con rectificador de media onda y filtro capacitivo

Variación para distintas cargas considerando un trafo real

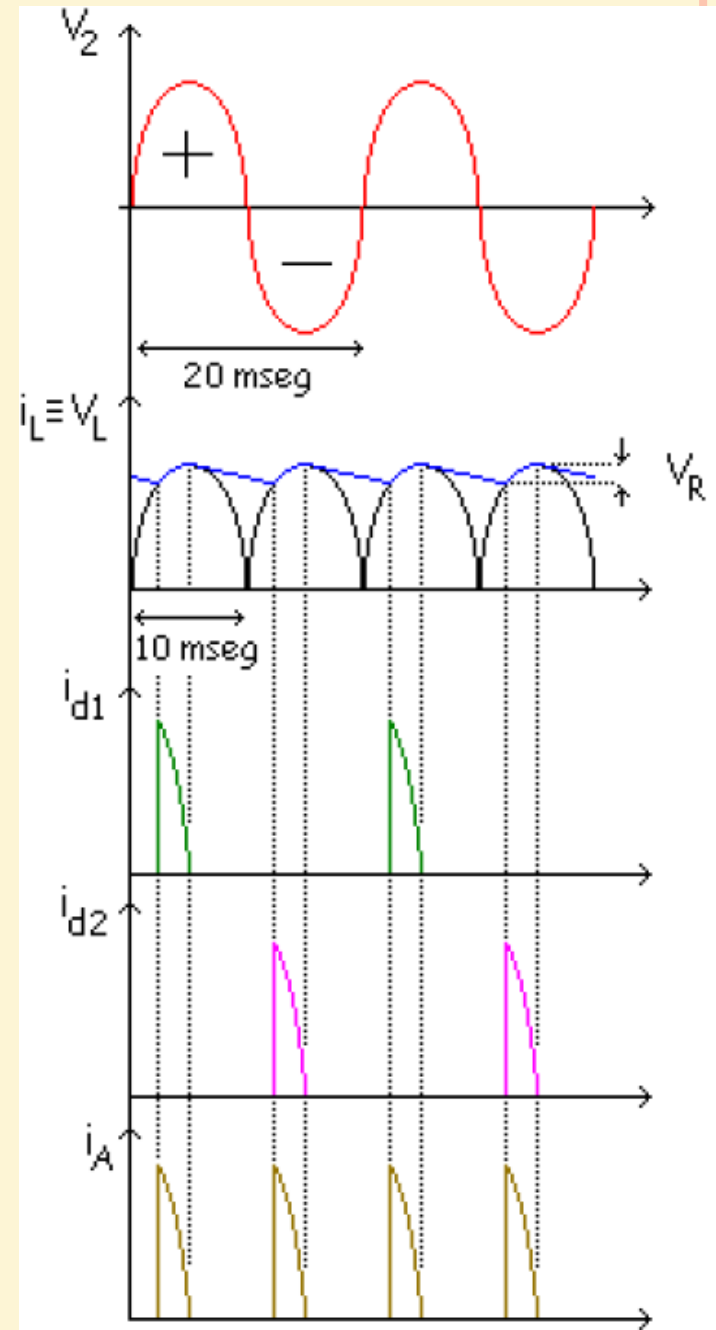
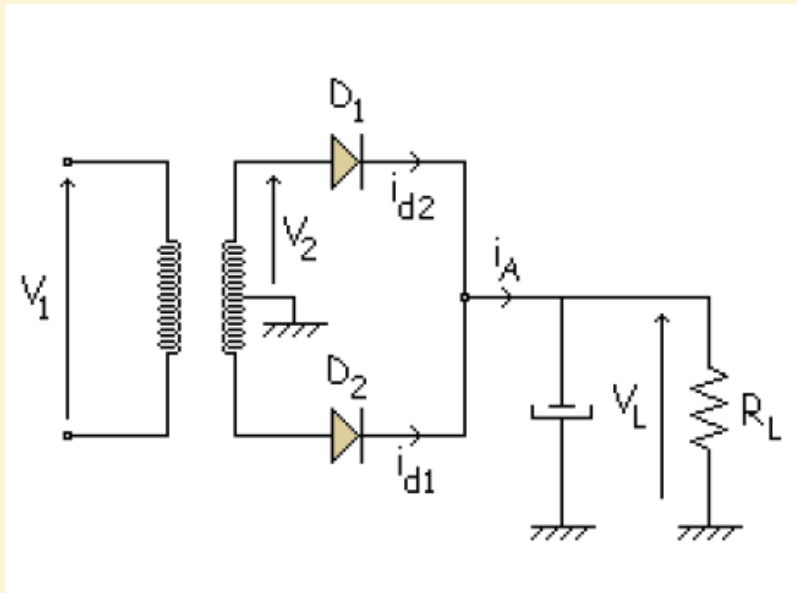
Tensión de entrada - Tensión de salida con R_L Variable



$$R_S = r_{prim} + r_{Sec} + r_d$$



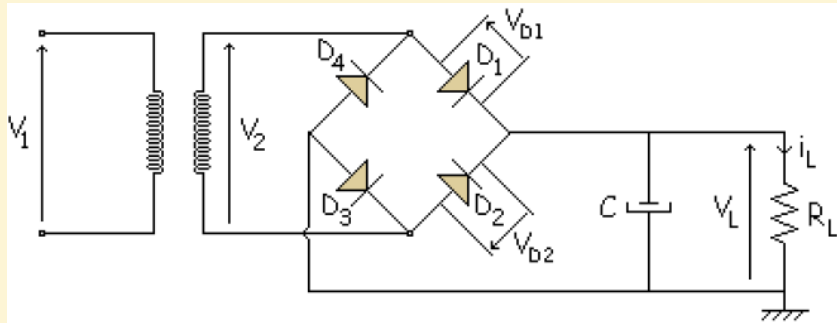
Fuente de tensión con rectificador de onda completa punto medio y filtro capacitivo



$$I_{ef.Trafo} = I_{ef.diodo} \quad \hat{V}_{inv} = 2\hat{V}_s$$

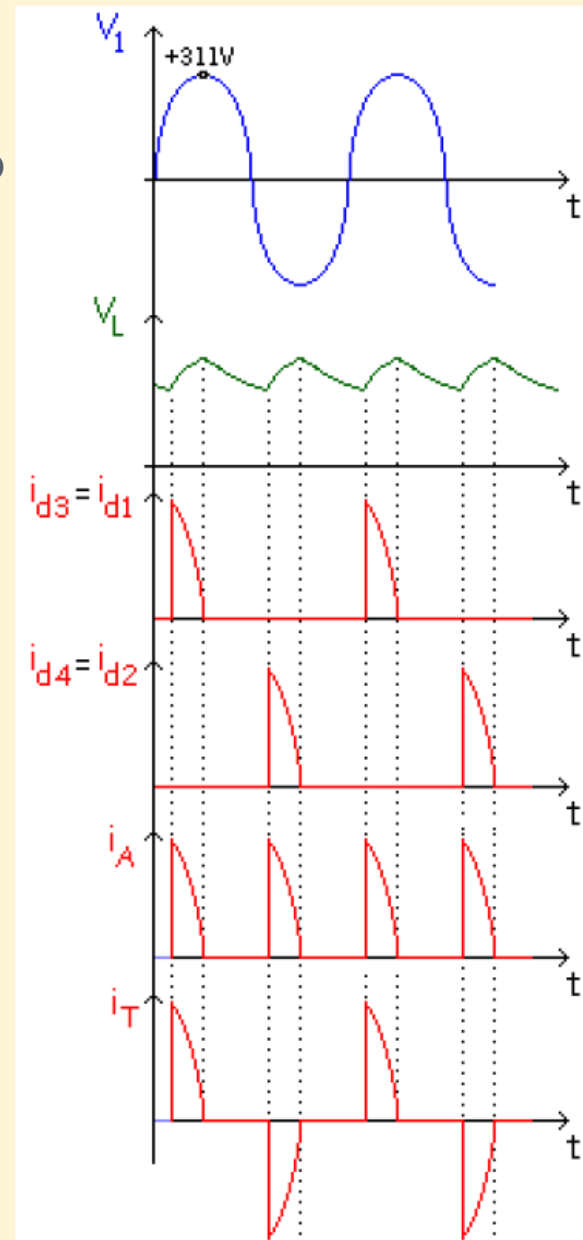
$$\bar{I}_d = \frac{\bar{I}_L}{2}$$

Fuente de tensión con rectificador de onda completa puente y filtro capacitivo



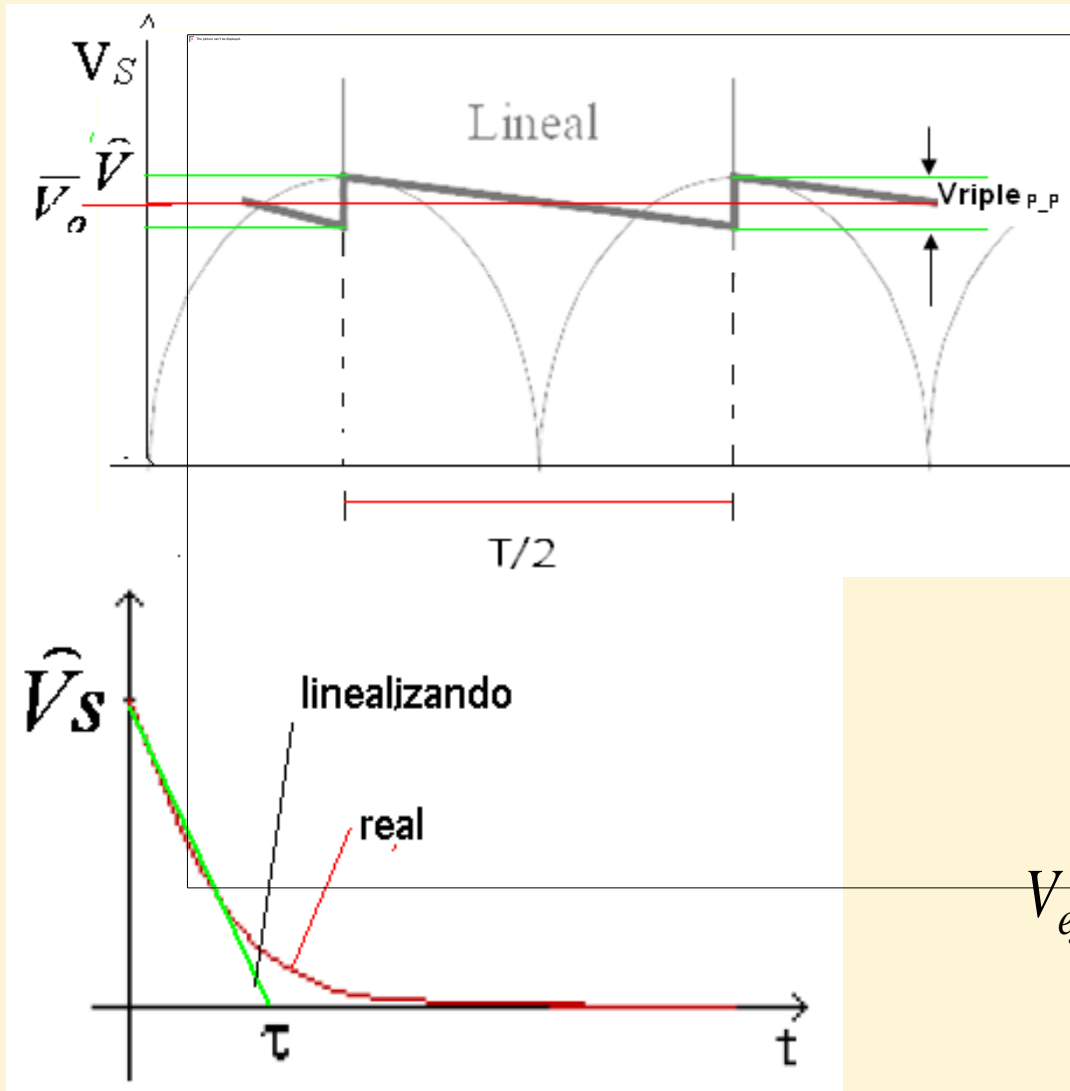
La tensión inversa del pico que soportan los diodos es la mitad del caso anterior

$$I_{ef.Trafo} = \sqrt{2} I_{ef.diodo} \quad \widehat{V}_{inv} = \widehat{V}_S$$



- 1- Calculo por aproximación valido para $\omega CR \geq 12$
- 2- Utilizando ábacos de Shade

Calculo por aproximación valido para $\omega CR \geq 12$



$$\frac{dv_o}{dt} = \frac{\hat{V}_s}{\tau} \Rightarrow \frac{Vr_{p-p}}{T/2} = \frac{\hat{V}_s}{\tau}$$

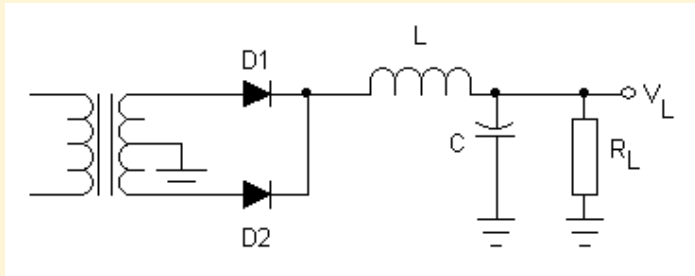
$$\tau = RC \quad T = \frac{1}{f}$$

$$C = \frac{\hat{V}_s}{2 \cdot f \cdot Vr_{p-p} \cdot R_L}$$

$$\bar{V}_L = \hat{V}_s - \frac{Vr_{p-p}}{2}$$

$$V_{efrip} = \frac{Vr_{p-p}}{2\sqrt{3}} \quad r\% = \frac{V_{efrip}}{\bar{V}_L}$$

Fuente con filtro LC



$$R_0 = R'_p + R_s + r_d + R_{bob}$$

- # Para alta corriente las fuentes RC requieren capac. de filtro de alto valor debiendo soportar altas corrientes de ripple y grandes corrientes de pico por los diodos.
- # El ROM no puede emplearse con filtro LC puesto que requeriría un valor infinito de inductancia para mantener el flujo de corriente durante todo el ciclo.
- # Se necesita mayor tensión de entrada al filtro para obtener la misma tensión de salida, el rendimiento es menor del orden del 64 %
- # La inductancia debe presentar alta impedancia a la fundamental y demás armónicos y muy baja a la continua.
- # El valor de la inductancia debe ser tal que permita la conducción de los diodos durante mas de un ciclo de la frec fundamental de ripple, si el periodo de conducción es menor el filtro se comportara como un filtro capacitivo.
- # El valor de inductancia para el cual el rectificador deja de conducir antes de terminar el ciclo se denomina L_c (inductancia critica)

Fuente con filtro LC

La tensión aplicada al filtro puede ser considerada como un ROC puesto que cuando deja de conducir un diodo arranca el otro, entonces podrá emplearse

teoría de circuitos lineales. La $I_L > I_{crit}$

La ecuación siguiente se convierte en la tensión de entrada al filtro

$$v_s = \frac{2\widehat{V}_s}{\pi} - \frac{4\widehat{V}_s}{3\pi} \cos 2\omega t$$

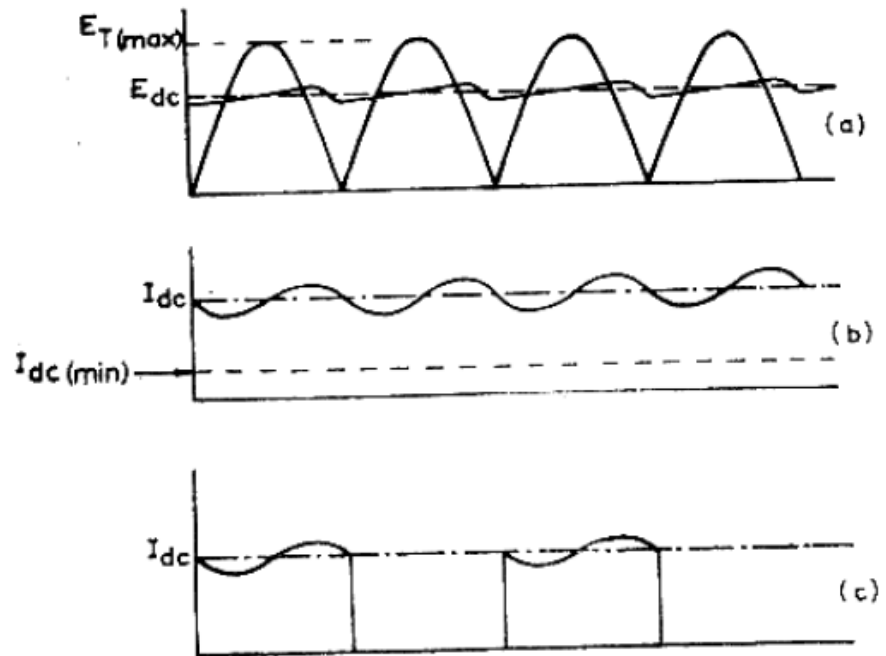


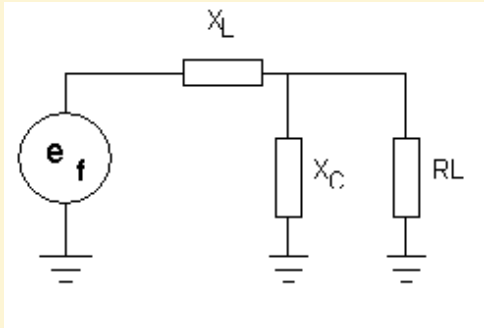
Fig. 24: Formas de onda para el circuito puente de onda completa con filtro de entrada a choke.

(a) tensión de salida.

(b) corriente a través del choke.

(c) corriente a través de los rectificadores (1 y 2) ó (3 y 4)

Modelo para las armónicas



Por diseño $R_0 \ll X_L$

Impedancia para c/ armónica

$$Z_f = j\omega_f L + \frac{R_L}{1 + j\omega_f C}$$

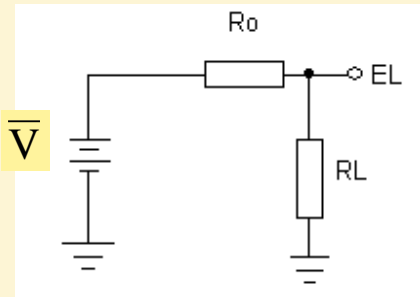
Para un diseño adecuado

$$X_C \ll X_L \quad X_C \ll R_{L\min} \quad \longrightarrow \quad |Z_{2\omega}| \cong 2\omega L$$

La corriente de pico de cada armónico

$$\hat{I}_f = \frac{\hat{V}_f}{Z_f} \quad \hat{I}_{2\omega} = \frac{\hat{V}_{2\omega}}{|Z_{2\omega}|} = \frac{4\hat{V}_s}{3\pi} \frac{1}{2\omega L} = \frac{2\hat{V}_s}{3\pi\omega L}$$

Modelo para continua



La corriente de pico de la fundamental nunca debe exceder de la mínima corriente continua. Entonces podemos escribir que bajo esa condición

$$\bar{I}_L = \frac{\bar{V}}{R_L + R_0} \quad \hat{I}_{2\omega} = \bar{I}_L \quad \longrightarrow \quad \frac{2\hat{V}_s}{3\pi\omega L} = \frac{\bar{V}}{R_L + R_0}$$

$$\hat{I}_{\text{crit}} = \hat{I}_{2\omega} = \bar{I}_L$$

$$\bar{V} = \frac{2\hat{V}_s}{\pi}$$

Reemplazando queda $3\omega L = R_L + R_0$

$$a) \quad L_{\text{crit}} = \frac{R_L + R_0}{3\omega}$$

$$R_{L\max} = R_{\text{drenaje}}$$

$$b) \quad R_{L\text{crit}} = R_0 + R_{L\max} = 3\omega L$$

R_{drenaje} asegura una $\bar{I}_{L\min}$

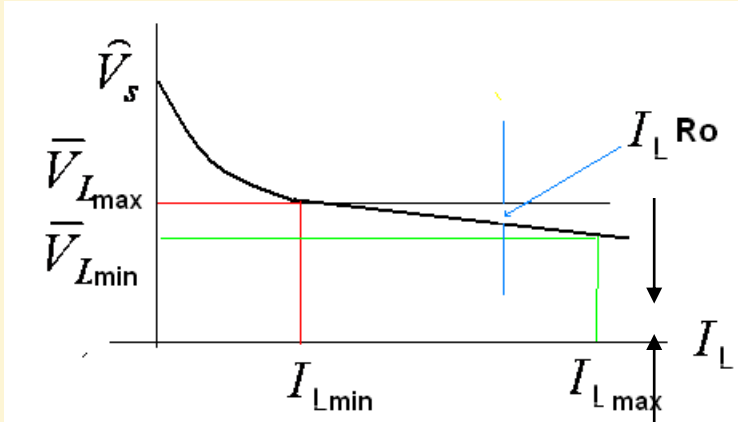
Para diseño $L_{\text{diseño}} = 2L_{\text{crit}}$

Curva tensión vs. corriente

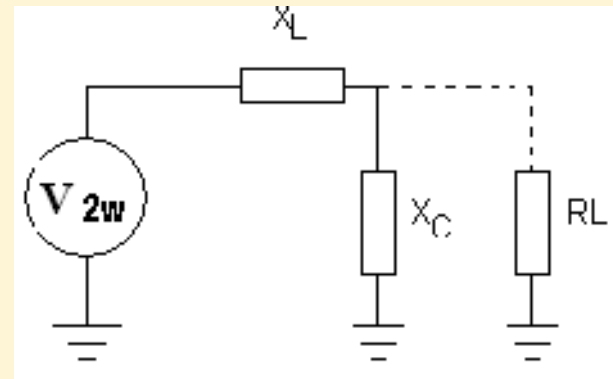
$$\hat{V}_{Lmin} = \bar{V} - I_{Lmax} R_0$$

donde

$$\hat{V}_{Lmax} = \bar{V} - I_{Lmin} R_0$$



Modelo para determinar ripple



$$V_{X_{cef}} = \frac{|X_C|}{|X_C| + |X_L|} \frac{\hat{V}_{2\omega}}{\sqrt{2}}$$

Donde si $X_L \gg X_C$

$$r\% = \frac{V_{X_{cef}}}{\bar{V}} 100 = \frac{1}{4\omega^2 LC} \frac{4\hat{V}_s}{3\pi\sqrt{2}} \frac{\pi}{2\hat{V}_s} 100 \cong \frac{1,2}{LC} 10^{-4}$$

Especificación de los diodos

$$I_d = \frac{\hat{I}_{Lmax}}{2}$$

$$\hat{I}_{2\omega} = \frac{2\hat{V}_s}{3\pi\omega L_{diseño}}$$

$$\bar{I}_{rep} = \bar{I}_{Lmax} + \hat{I}_{2\omega}$$

Para pto. 1/2 $I_{d_{ef}} = I_{Tr_{ef}} = \frac{\sqrt{\bar{I}_L^2 + 0,5 \cdot \hat{I}_{2\omega}^2}}{\sqrt{2}}$

punte $I_{Tr_{ef}} = \sqrt{2} I_{d_{ef}} = \sqrt{\bar{I}_L^2 + 0,5 \cdot \hat{I}_{2\omega}^2}$

Diseño de una fuente de alimentación de onda completa con filtro LC

- ❑ obtener datos de la carga $\longrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \bar{I}_L \\ \bar{V}_L \\ r\% \end{array} \right.$
- ❑ calcular R_L con datos de V_L y I_L
- ❑ Parámetros a obtener

DIODO

- Tensión inversa máxima
- Corriente eficaz que soporta el diodo
- Valor medio de corriente que soporta
- Corriente de pico repetitiva

CAPACITOR e INDUCTANCIA

- Valor del capacitor e inductancia
- Tensión de trabajo que soporta C

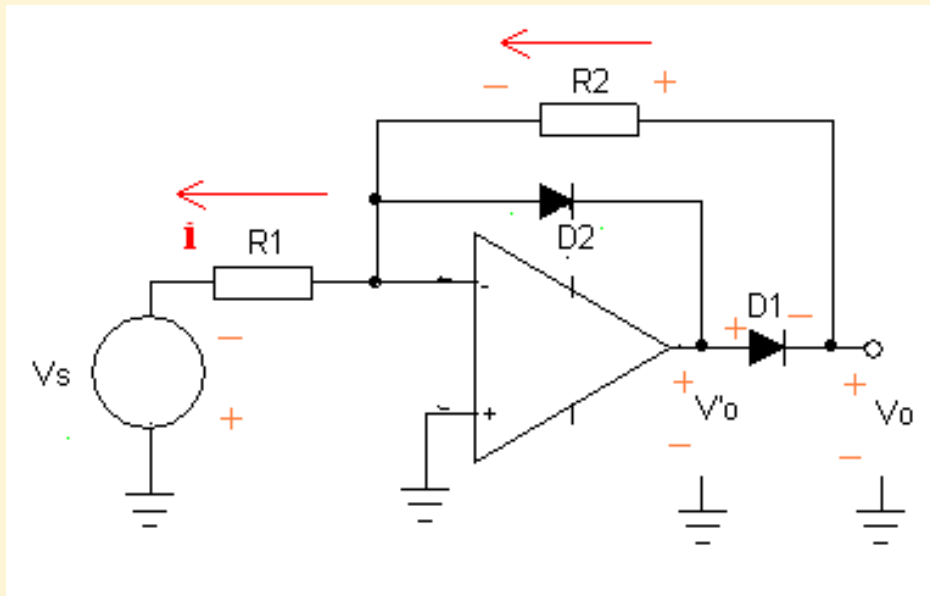
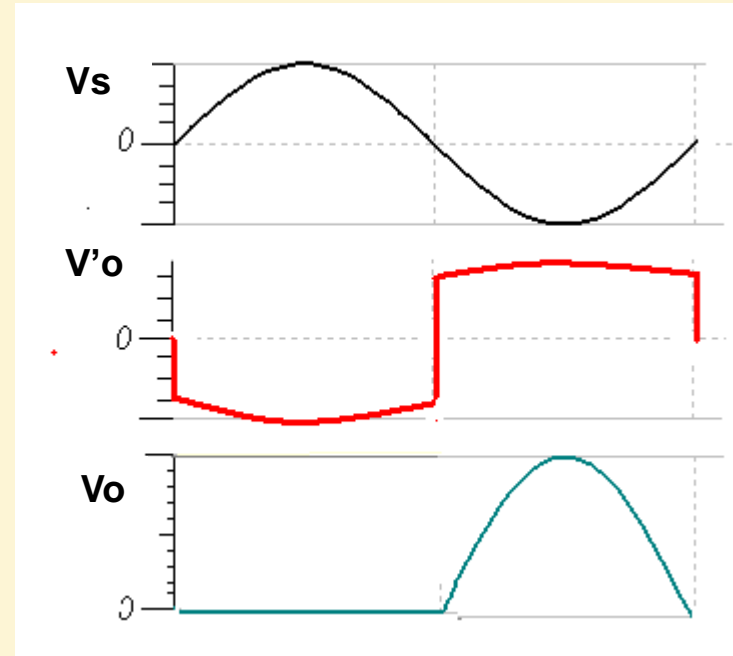
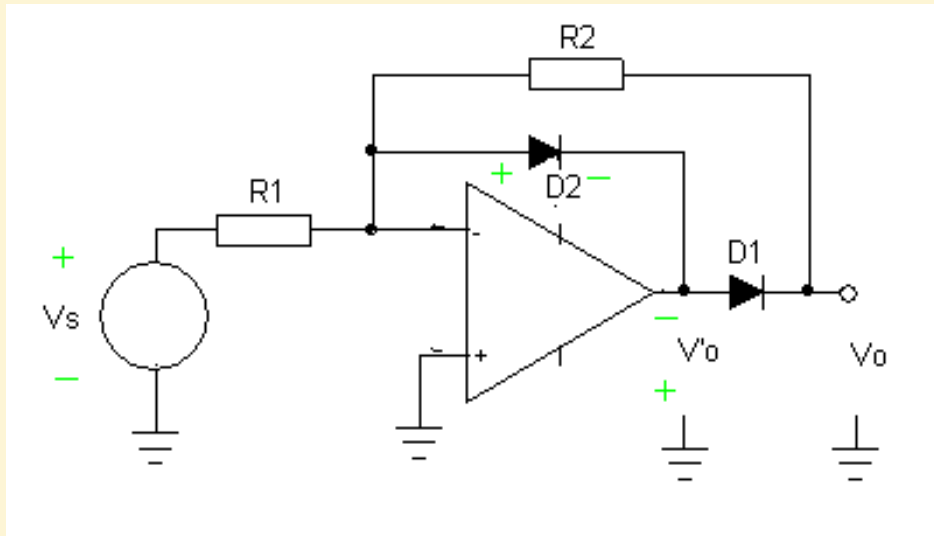
TRANSFORMADOR

- Tensión eficaz del secundario
- Corriente eficaz del secundario

Diseño de una fuente de alimentación de onda completa con filtro LC

- **Calcular R_L y adoptar un R_o**
- **Calcular la tensión de entrada al filtro y de ahí obtener tensión de pico y eficaz del trafo**
- **En base a criterios de diseño calcular C y normalizarlo**
- **Calcular la L crítica y adoptar la de diseño, comprobar que la $X_c \ll X_L$**
- **Calcular parámetros del diodo**
- **Especificar la tensión Inversa por los diodos y la corriente eficaz por el trafo según la configuración del rectificador**
- **Verificar el capacitor e inductancia con el ripple solicitado**

Rectificador de precisión de media onda

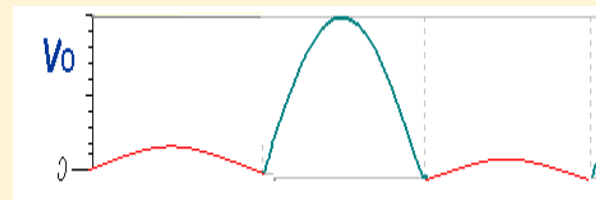


$$V'_o = iR_2 + V_{d_1}$$

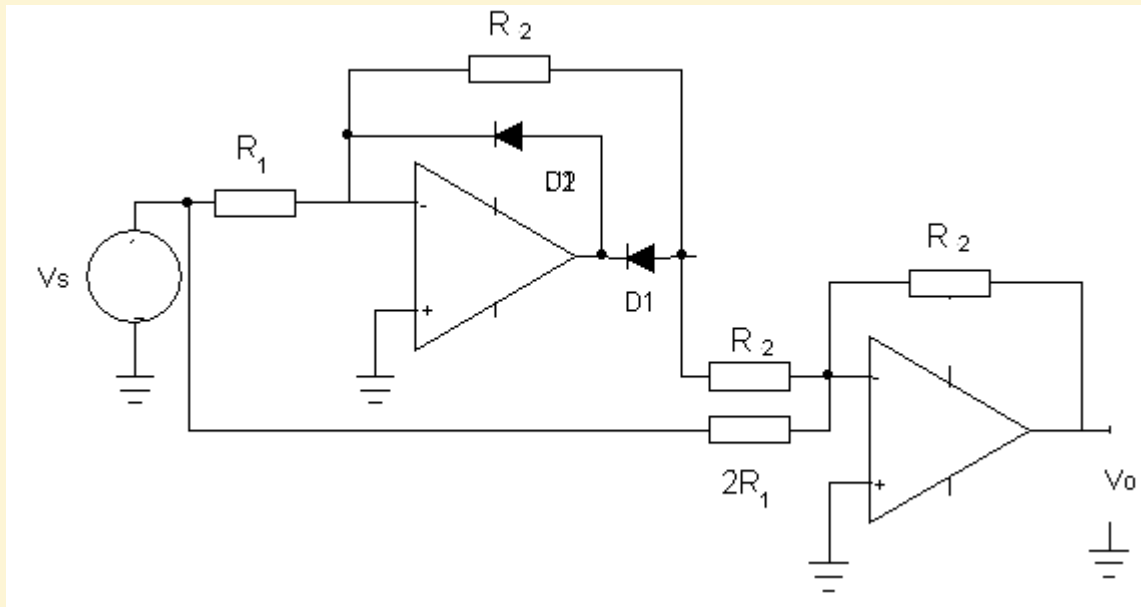
$$V_o = V'_o - V_{d_1} = iR_2 \quad i = -\frac{V_s}{R_1}$$

$$V_o = -V_s \frac{R_2}{R_1}$$

Vo sin diodo D2

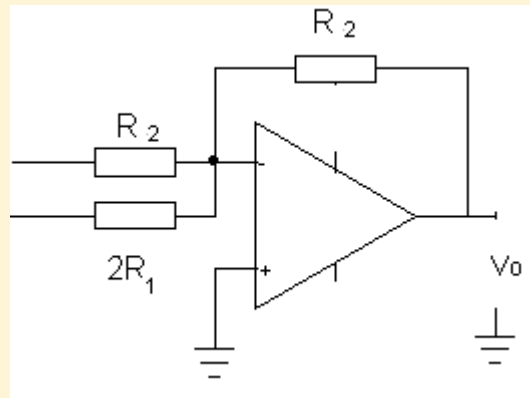


Rectificador de precisión onda completa



$$-V_s \frac{R_2}{R_1}$$

$$V_s$$

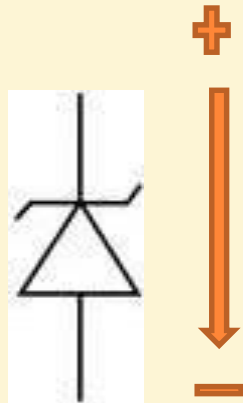


Diodo Zener

Este diodo se diferencia de un diodo semiconductor de propósito general, trabaja en la región de polarización negativa. Es decir que la dirección de la conducción es opuesta a la de la flecha sobre el símbolo.

El voltaje Zener es muchas veces menor que V ruptura de un diodo semiconductor, este control se logra con la variación de los niveles de dopado.

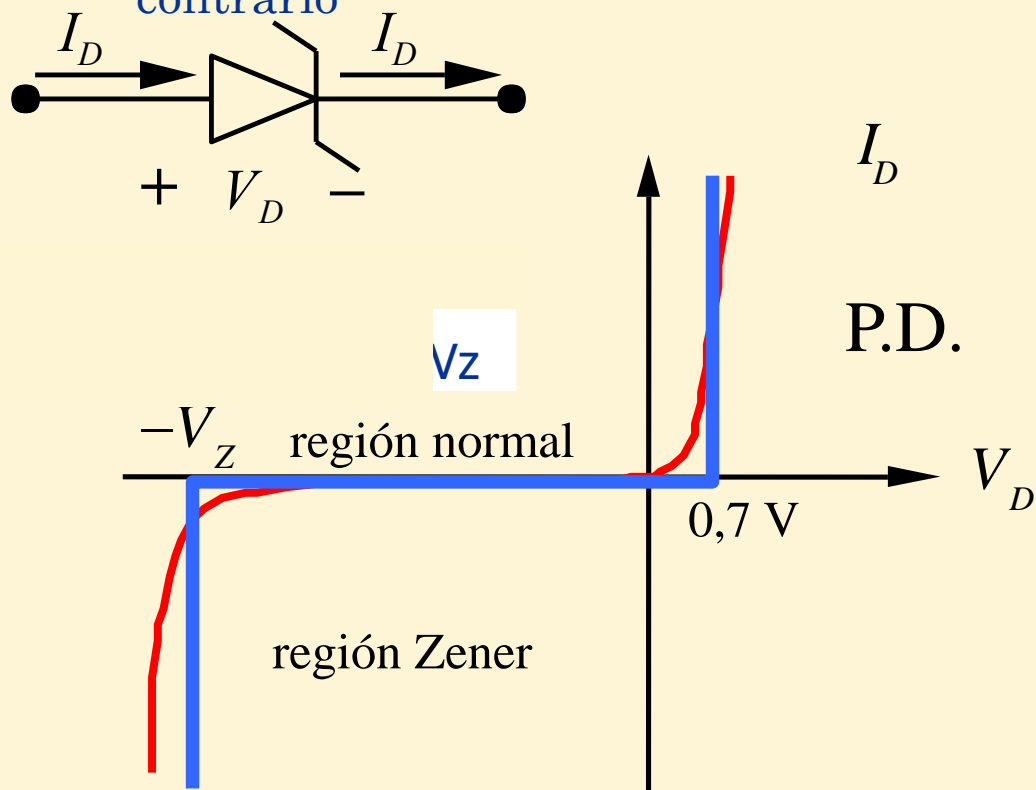
Los voltajes zener van desde 1.8 V. hasta 200V, con rangos de potencia de $\frac{1}{4}$ W hasta 50W.



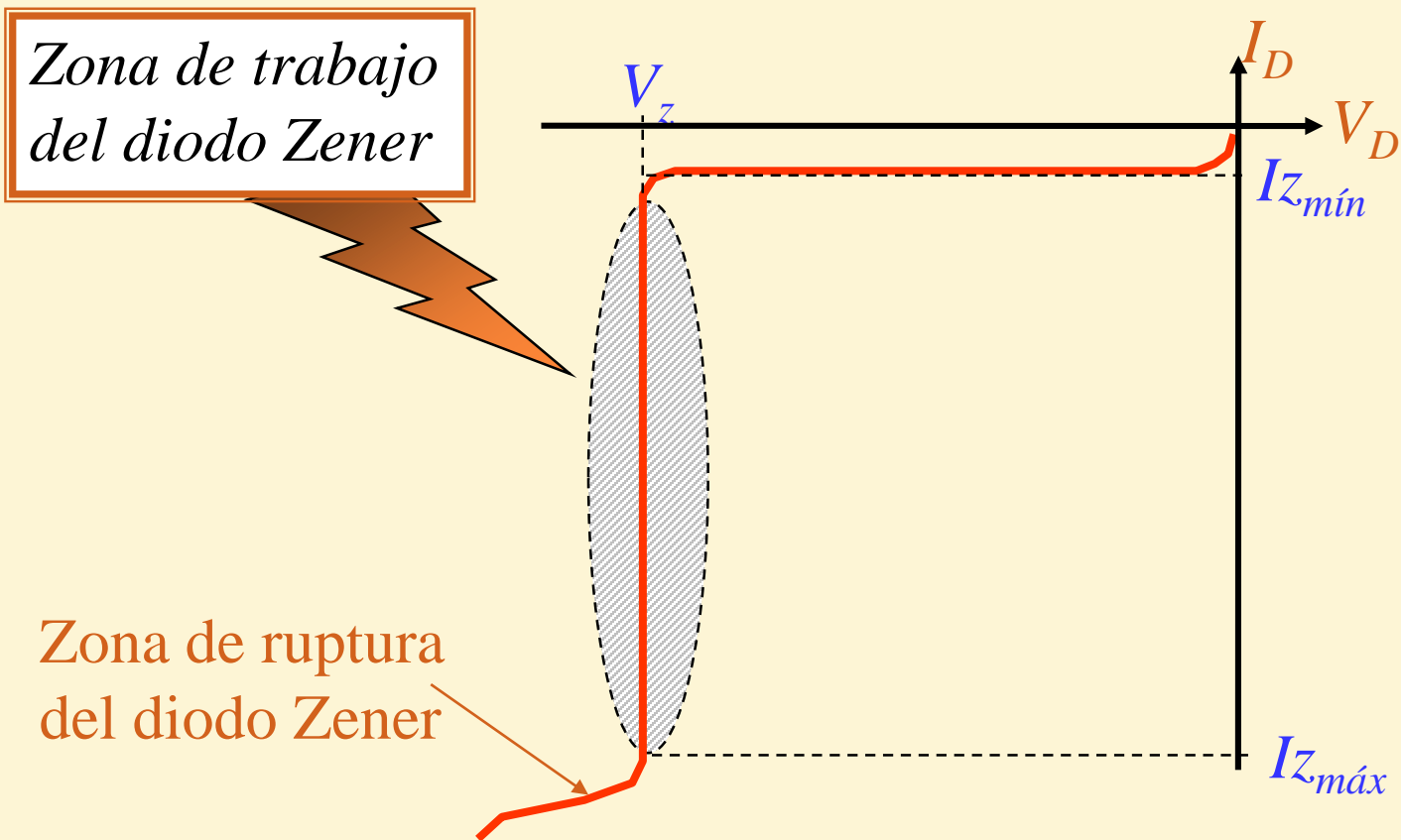
Aproximaciones lineales del diodo Zener

En P.D. se comporta igual a un diodo rectificador

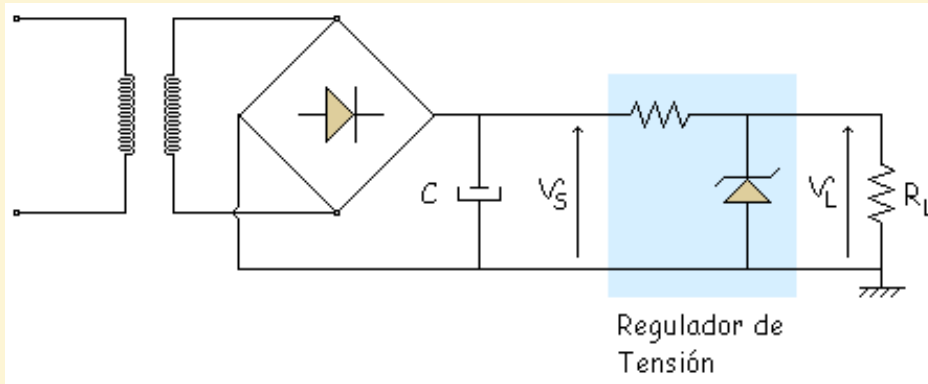
En P.I. al llegar a la tensión Zener, conduce corriente en sentido contrario



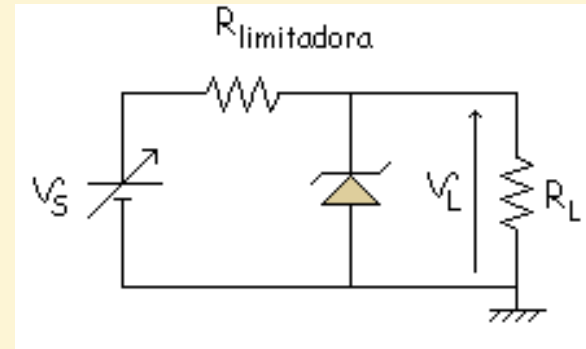
La siguiente representa la curva característica de un diodo Zener:



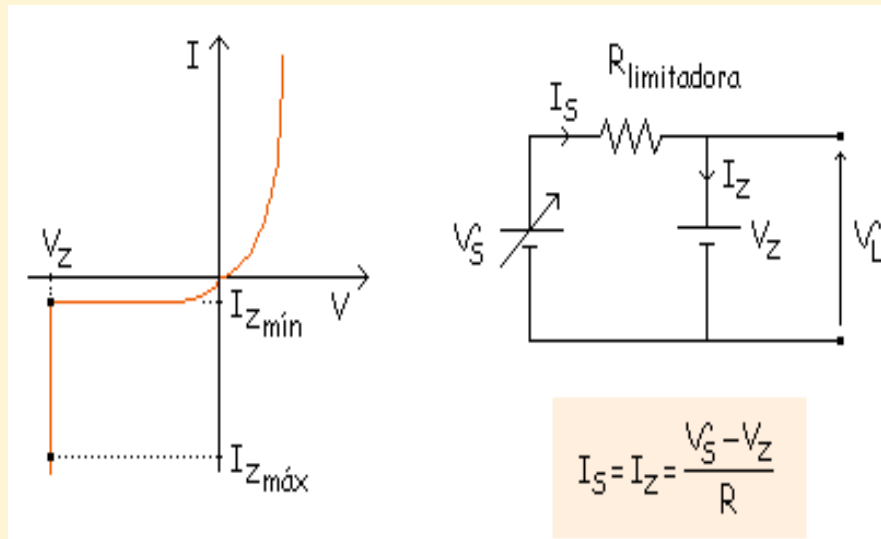
El zener como regulador de tensión



Regulador de tensión en vacío



Corriente de carga despreciable respecto de la corriente del zener $\longrightarrow R_L \rightarrow \infty$

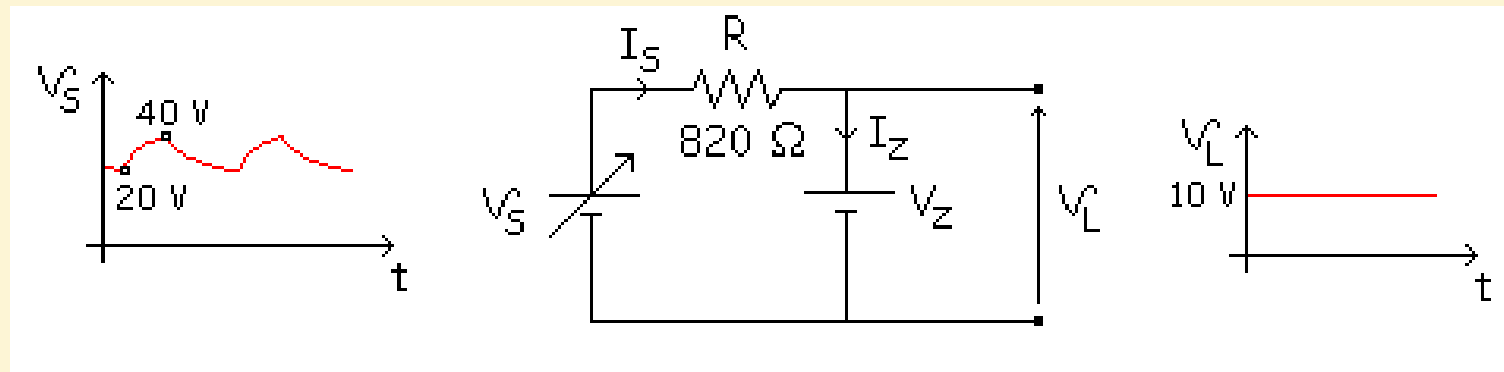


$$V_S > V_Z$$

$$I_{Z\text{mín}} < I_Z < I_{Z\text{máx}}$$



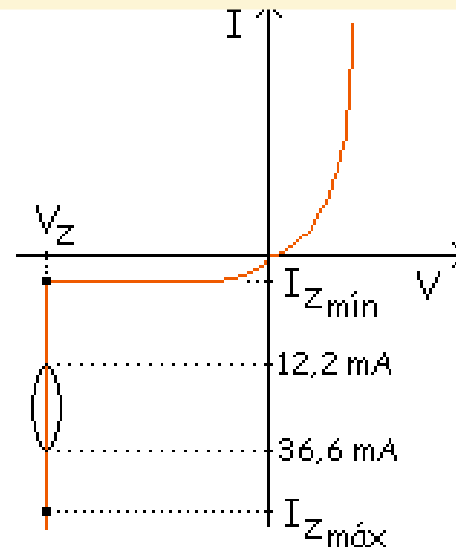
Ejemplo de regulador en vacío



$$V_S > V_Z \Rightarrow \text{Cumple}$$

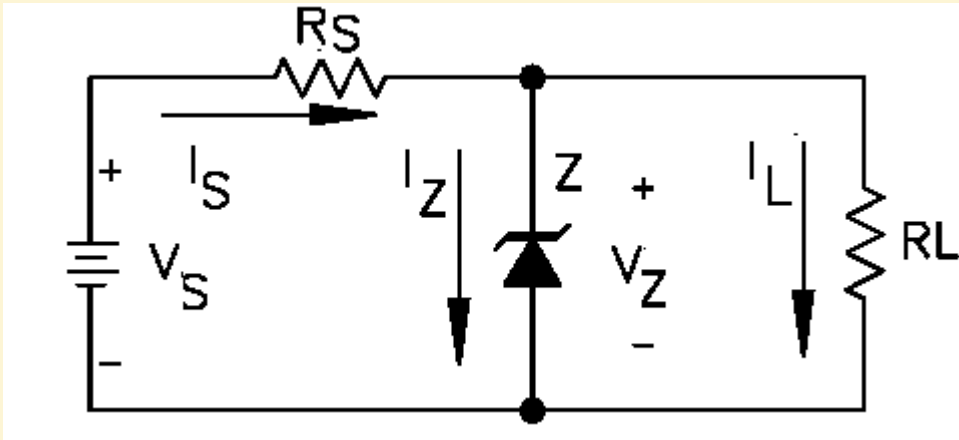
$$I_{S\text{mín}} = I_{Z\text{mín}} = \frac{20 - 10}{0,820} = 12,2 \text{ mA}$$

$$I_{S\text{máx}} = I_{Z\text{máx}} = \frac{40 - 10}{0,820} = 36,6 \text{ mA}$$



REGULADOR DE TENSION CON ZENER CON CARGA

- Objetivo: mantener la tension sobre la carga constante y de valor V_Z .



$$V_{TH} > V_Z$$

$$I_S = I_Z + I_L$$

R_S máximo para que no deje de regular

$$R_S < \frac{V_{S_{MIN}} - V_Z}{I_{L_{MAX}} + I_{Z_{MIN}}}$$

R_S mínimo para que no supere I_Z máx

$$R_S > \frac{V_{S_{MAX}} - V_Z}{I_{L_{MIN}} + I_{Z_{MAX}}}$$

Potencia máxima que disipa la resistencia

$$P_R = (I_{Z_{MAX}} + I_{L_{MIN}})(V_{S_{MAX}} - V_Z)$$

Potencia máxima que disipa el zener

$$P_z = V_Z I_{Z_{MAX}}$$

