

---

# Ejercicios resueltos de tecnología electrónica.

## Boletín 2. Circuitos y sistemas analógicos.

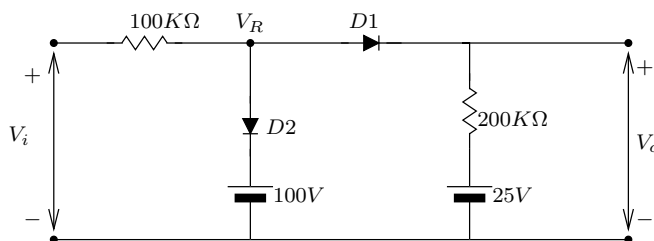
7 de agosto de 2008

All text is available under the terms of the [GNU Free Documentation License](http://www.gnu.org/licenses/fdl.html)

Copyright © 2008 Santa (QueGrande.org)

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is available at <http://www.gnu.org/licenses/fdl.html>

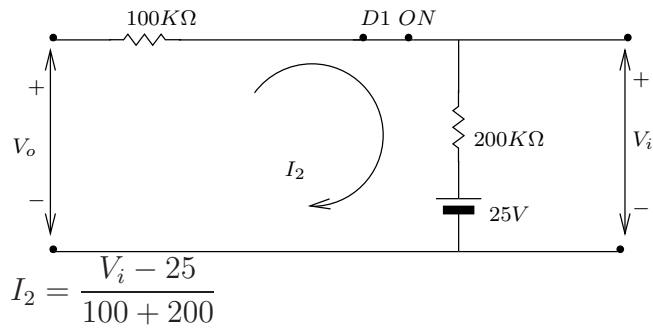
3. a) En el circuito recortador de la figura, D2 compensa las variaciones de temperatura. Admitamos que los diodos tienen una resistencia en inverso infinita, que la resistencia directa es de  $20\Omega$ , y que tienen un punto de ruptura en el origen ( $V_T = 0$ ). Calcular y trazar la característica de transferencia  $V_o$  en función de  $V_i$ . Demostrar que el circuito tiene un punto de ruptura extendido, es decir, dos puntos de ruptura muy próximos entre si.
- b) Hallar la característica de transferencia que resultaría si se eliminase D2 sustituido por la resistencia R.
- c) Demostrar que el doble punto de ruptura del apartado a desaparecería, quedando el único punto del apartado b si las resistencias directas de los diodos fuesen despreciables frente a R.



### Solución:

a) I)  $V_i \leq 25V \Rightarrow D1, D2 \text{ OFF} \Rightarrow V_o = 25V$

II)  $25V \leq V_i \leq V_R \Rightarrow D1 \text{ ON}, D2 \text{ OFF}$



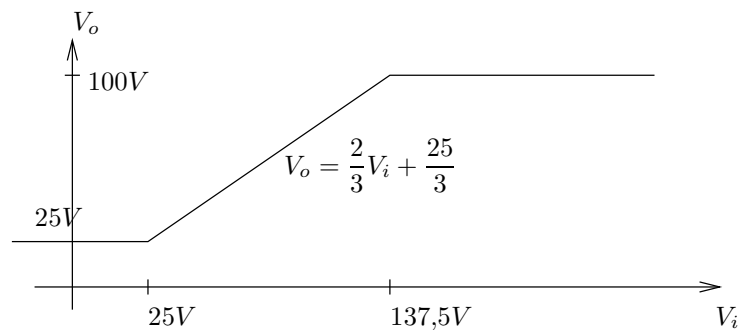
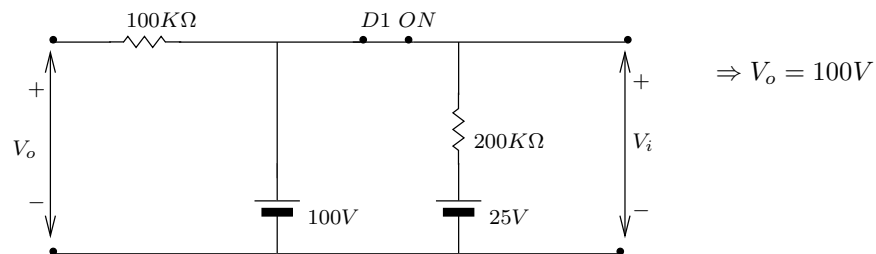
$$I_2 = \frac{V_i - 25}{100 + 200}$$

$$V_o = 25 + I_2 \cdot 200 = 25 + I_2 \left( \frac{V_i - 25}{300} \right) \Rightarrow V_o = \frac{2}{3}V_i + \frac{25}{3}$$

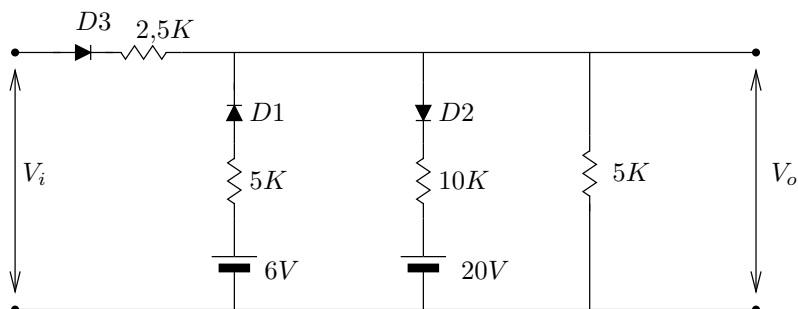
Válido hasta que  $V_o = V_R = 100V$  (D2 empieza a conducir)

$$V_o = 100V \Rightarrow V_i = \dots = 137,5V$$

III)  $V_i \geq 137,5V \Rightarrow D1 = D2 = ON$



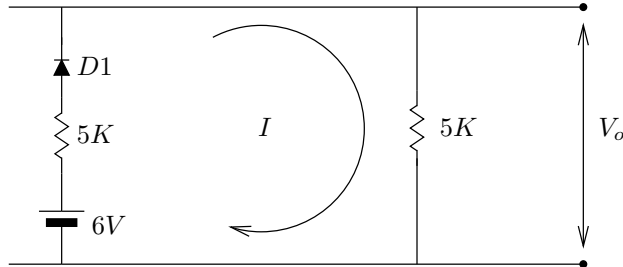
7. Supóngase que los diodos de la figura son ideales. Trazar la curva de  $V_o$  en función de  $V_i$  para valores de  $V_i$  comprendidos entre 0 y 50 Voltios. Indicar todas las pendientes y niveles de tensión. Indicar cuáles conducen en cada región.



**Solución:**

Diodos ideales. Hallar  $V_o = f(V_i)$  para  $0 \leq V_i \leq 50V$

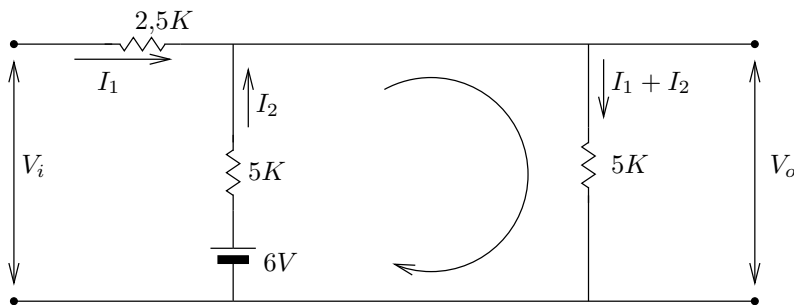
a)  $0 \leq V_i \Rightarrow \begin{cases} D3, D2 \text{ OFF} \\ D1 \text{ ON} \end{cases}$



$$I = \frac{6}{5 + 5}$$

$$\begin{cases} V_o = I \cdot 5 = 3V \\ 0 \leq V_i \leq 3V \end{cases}$$

b)  $3 \leq V_i \leq ?$



Malla 1ª:  $V_i - 6 = 2,5I_1 + 5I_2$  [1]

Malla 2ª:  $6 = 5I_2 + 5(I_1 + I_2)$  [2]

$$2 \cdot [1] + [2] \rightarrow I_1 = \frac{V_i - 2}{5}$$

$$2 \cdot [1] + [2] \rightarrow I_2 = \frac{9 - V_i}{10}$$

$$V_o = 5(I_1 + I_2) = \frac{V_i + 3}{2}$$

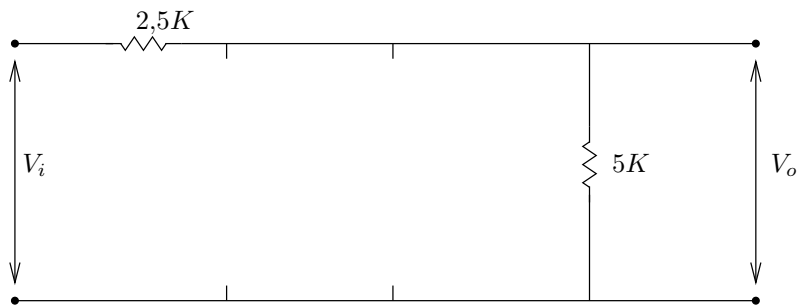
Válido hasta que  $I_2 = 0 \rightarrow D1 \text{ OFF}$

$$I_2 = 0 \Rightarrow V_i = 9V \Rightarrow V_o = \frac{V_i + 3}{2}$$

$$3V \leq V_i \leq 9V$$

c)  $9V \leq V_i \leq ?$

$$\begin{cases} D1, D2OFF \\ D3ON \end{cases}$$



$$V_o = 5 \cdot \frac{V_i}{5 + 2,5}$$

$$V_o = \frac{V_i}{1,5}$$

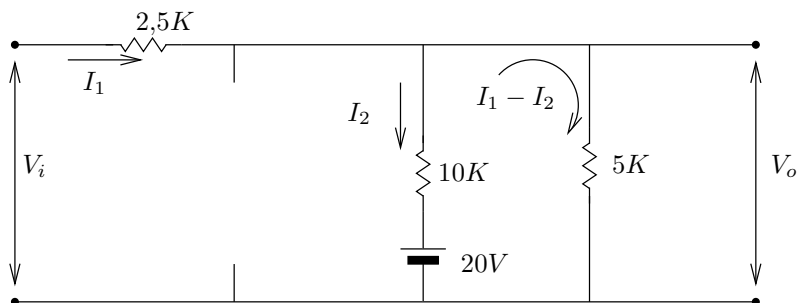
Válido hasta que D2 empieza a conducir, lo que ocurre cuando  $V_o = 20V$ .

$$V_o = 20V \Rightarrow V_i = V_o \cdot 1,5 = 30V$$

$$V_o = \frac{V_i}{1,5} \quad 9V \leq V_i \leq 30V$$

d)  $30V \leq V_i \leq ?$

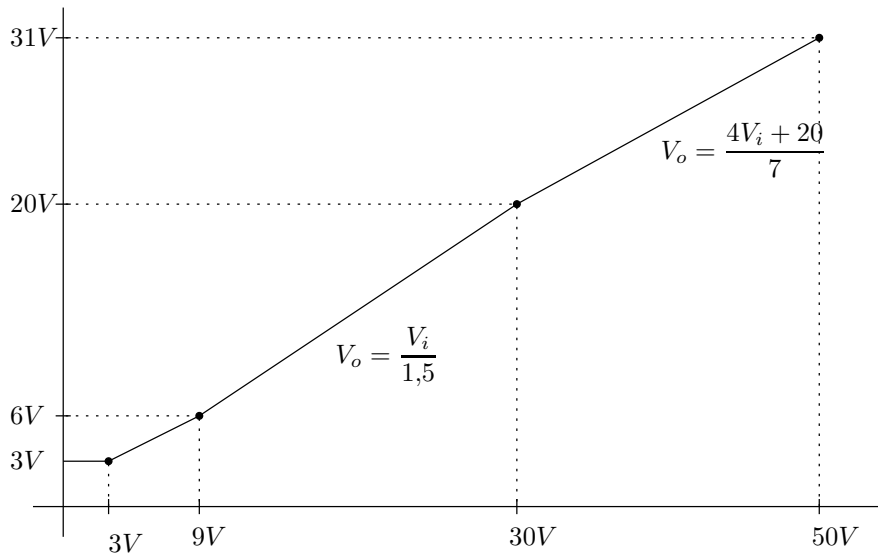
$$\begin{cases} D3, D2ON \\ D1OFF \end{cases}$$



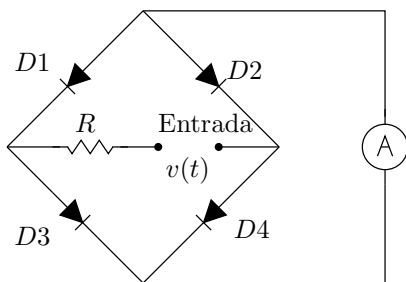
$$\text{Malla 1ª: } V_i - 20 = 2,5I_1 + 10I_2$$

$$\text{Malla 2ª: } 20 = -10I_2 + (I_1 - I_2) \cdot 5$$

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \frac{6V_i - 40}{35} \\ I_2 &= \frac{2V_i - 6}{35} \end{aligned} \right\} V_o = (I_1 - I_2) \cdot 5 = \frac{4V_i + 20}{7}$$



10. El sistema de puente rectificador de la figura se emplea para construir un voltímetro de alterna. La resistencia directa de los diodos es de  $100\Omega$ , la de  $R$  es de  $500\Omega$  y la del amperímetro es despreciable. La señal de tensión viene dada por  $v_s = 100\text{sen}(\omega t)$ .
- Esbozar la onda de la corriente  $i_L$  a través del amperímetro. Calcular los valores máximos instantáneos.
  - Escribir una integral cuyo valor dé la lectura del amperímetro de continua. Evaluar esta expresión y hallar  $I_{dc}$ .
  - Dibujar realísticamente la onda de tensión a través del diodo D1. Indicar los valores instantáneos máximos.
  - Escribir una integral cuyo valor nos dé la lectura de un voltímetro de valor eficaz, colocado en paralelo con D1. (este apartado no tiene en serie un condensador de bloqueo) Hallar el valor eficaz de esta tensión del diodo.



**Solución:**

$$R = 50\Omega$$

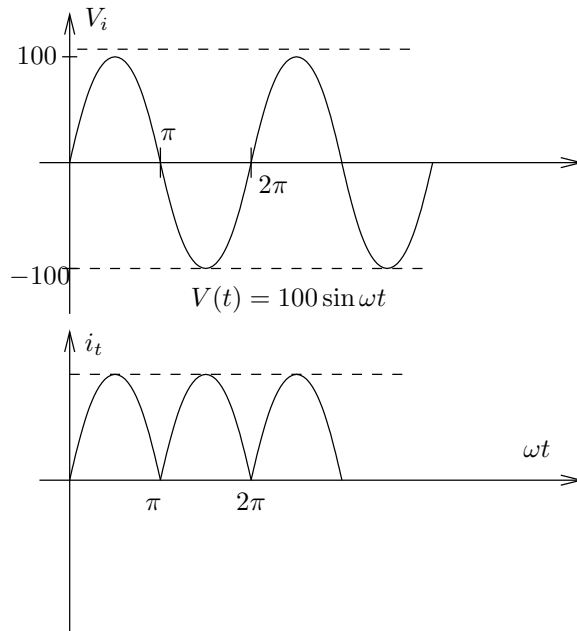
$$R_{f \text{ diodos}} = 100\Omega$$

$$R_{amp} \simeq 0$$

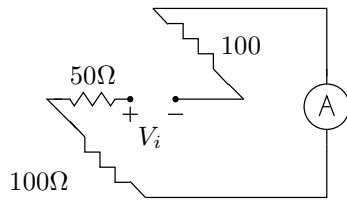
$$v(t) = 100 \sin(\omega t)$$

Se usa el puente para hacer un voltímetro de alterna.

- Dibujar la forma de la onda de corriente  $i_L$  a través del amp.



Circuito equivalente en el semiciclo positivo:



$$I_{l \max} = \frac{V_{i \max}}{100 + 100 + 50} = \frac{V_{i \max}}{250} = \frac{100}{250} = 0,4A$$

$$i_l(t) = |0,4 \sin \omega t|$$

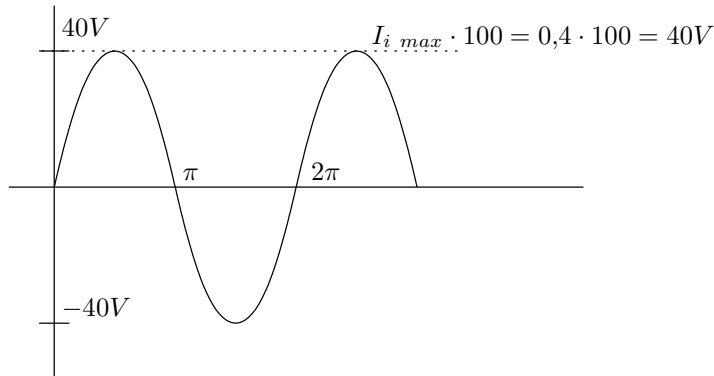
- b) Escribir una integral cuyo valor dé la lectura del amperímetro en continua. Evaluarla y hallar  $I_{DC}$ .

$$I_{DC} = \overline{i(t)} = \frac{1}{T} \int_0^T i(t) dt = 2 \left[ \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi 0,4 \sin \alpha d\alpha \right] = \frac{0,4}{\pi} [-\cos \alpha]_0^\pi = \frac{0,4 \cdot 2}{\pi} = 254,6mA$$

- c) Dibuja la onda de tensión a través de D1.

$$D1 = ON \Rightarrow V_D = I_C \cdot 100$$

$$D1 = OFF \Rightarrow V_D = I_C \cdot 100$$



- d) Escribir una  $f$  cuyo valor nos dé la tensión de un voltímetro de  $V_{ef}$  conectados en  $\parallel$  con  $D1$ , y hallar dicho valor.

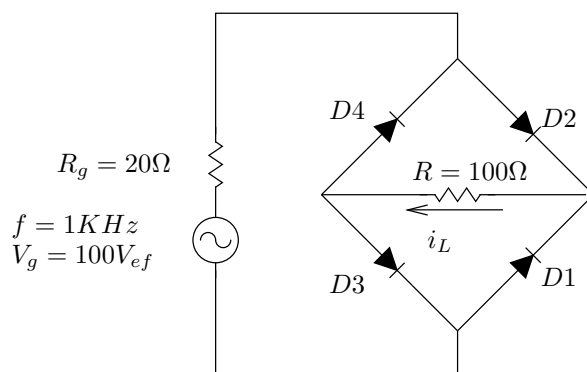
$$V_{D1}(t) = 40 \sin \omega t$$

$$V_{ef} = \sqrt{x^2(t)} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_T x^2(t) \cdot dt} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} 40^2 \sin^2 \alpha \cdot d\alpha} = \frac{A}{\sqrt{2}} = \frac{100}{\sqrt{2}} = 28,28 V_{ef}$$

$$V_{ef} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} = \frac{V_{pp}}{2\sqrt{2}}$$

Feb-92. En el circuito de la figura, donde los diodos presentan:  $R_F = 10\Omega$ ,  $V_\gamma = 0V$ ,  $R_r \rightarrow \infty$ , se pide:

- Dibujar un periodo completo de la forma de onda correspondiente a  $i_L$ . Indicar el valor máximo y el valor del periodo de esta señal.
- Valor de continua y eficaz de la tensión en  $R_L$ .
- Potencia disipada y tensión inversa máxima soportada por cada diodo.



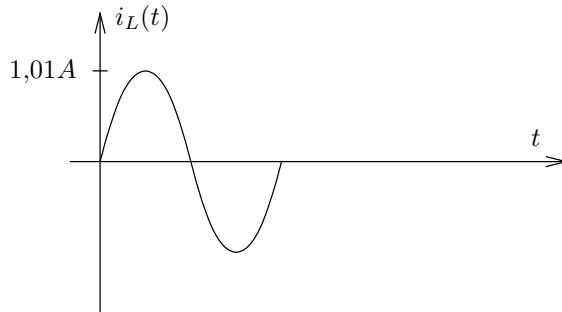
### Solución:

- Dibujar 1T de la forma de onda de  $i_L$ .

$$f = 1KHz \Rightarrow T = \frac{1}{10^3} = 1ms$$

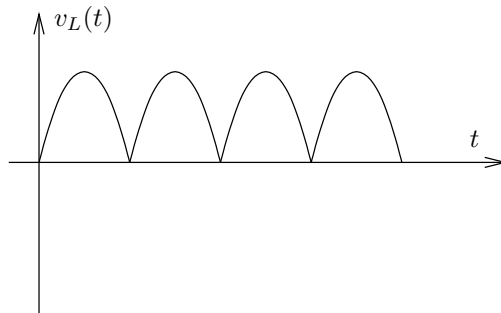
$$V_g = 100V_{ef} \Rightarrow V_g = \frac{V_p}{\sqrt{2}} \Rightarrow V_p = V_g \cdot \sqrt{2} = 141,42V$$

$$i_{Lmax} = \frac{V_g \max}{\sum R} = \frac{141,42V}{100 + 10 + 10 + 20} = 1,01A$$



b) Valor de continua y eficaz de la tensión en  $R_L$ .

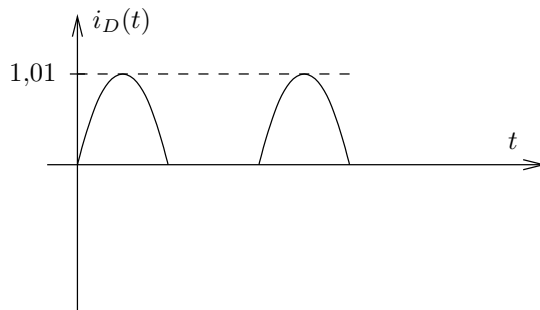
$$V_{L \max} = I_{L \max} \cdot R_L = 1,01A \cdot 100\Omega = 101,015V$$



$$V_{dc} = \overline{v(t)} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) \cdot dt = 2 \frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} v(t) \cdot dt = \dots = V_{dc} = \frac{2V_{Lmax}}{\pi} = 64,3V$$

$$V_{ef} = \frac{V_{Lmax}}{\sqrt{2}} = 71,42V$$

c) Potencia disipada y  $V_{inv.maxima}$  soportada por cada diodo.



$$P = I_{ef}^2 \cdot R_D$$

$$I_{ef} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^\pi I_m^2 \sin^2 \alpha d\alpha} = \frac{I_{Lmax}}{2} = 0,505A$$

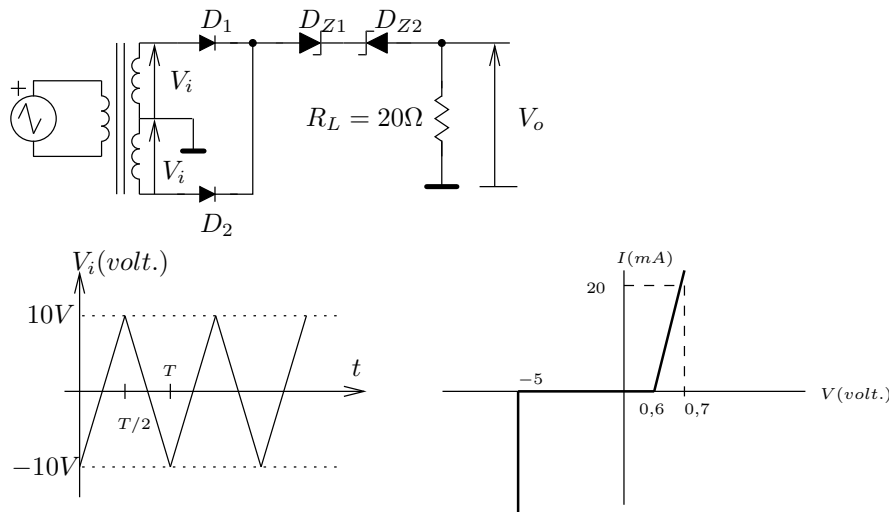


$$P = I^2 R = 0,505^2 \cdot 10 = 2,55W$$

$$V_{inv.max} = I_{Lmax}(10\Omega + 100\Omega) = 111,1V$$

Feb-93. Considérese el circuito de la figura en el que los diodos  $D_1$  y  $D_2$  son ideales, y los diodos zéner tienen la característica de la figura. Se pide:

- Característica de transferencia  $V_o = f(V_i)$  y su representación gráfica.
- Representación gráfica de la tensión de salida  $V_o(t)$  cuando se inyecta a la entrada una señal triangular  $V_i(t)$  como la de la figura.

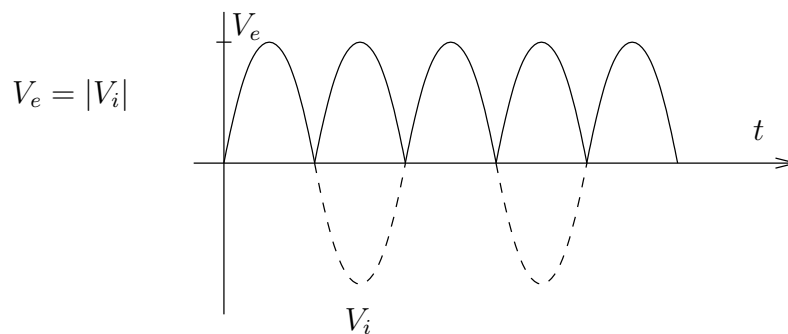


### Solución:

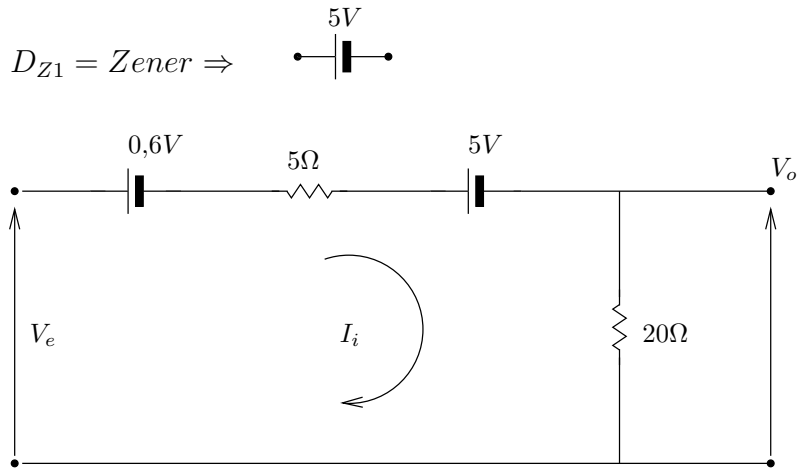
- Hallar la característica de transferencia y representar la gráfica.

De la segunda gráfica sacamos:

$$\begin{cases} R_f = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0,7 - 0,6}{20} = 5\Omega \\ V_\gamma = 0,6V \\ V_Z = -5V \\ R_{rz} = 0 \text{ (Zéner)} \\ R_r \rightarrow \infty \text{ OFF} \end{cases}$$



$D_{Z1} = ON \Rightarrow$

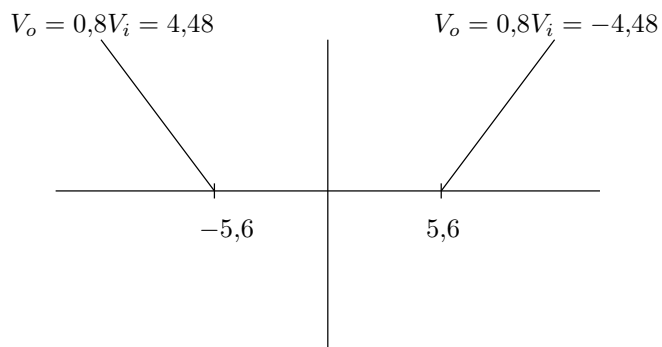


Válido para  $V_e = |V_i| \geq 5,6V$

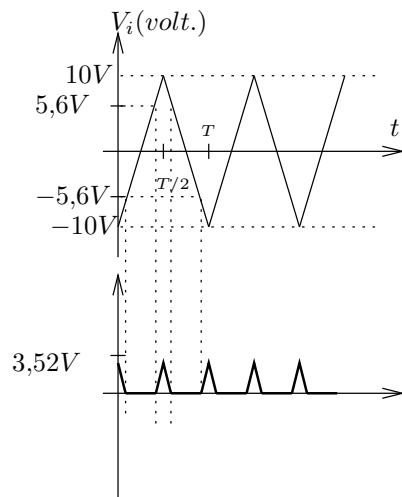
$$I_L = \frac{V_e - 0,6 \cdot 5}{20 + 5}$$

$$V_o = I_L \cdot R_L = \frac{V_e - 5,6}{25} \cdot 20$$

$$V_o = 0,8V_e - 4,48 \quad (V_e \geq 5,6)$$



b) Representación gráfica de  $V_o(t)$  para la  $V_i(t)$  de la figura.



$$V_o = 0,8|V_i| - 4,48$$

$$V_i = 10V \Rightarrow V_o = 3,52V$$

$$0 \leq t \leq \frac{T}{2} \quad V_i(t) = -10 + \frac{20}{T/2} \cdot t$$

$$V_i(t) = -5,6 \Rightarrow t_1 = 0,11T$$

$$V_i(t) = 5,6 \Rightarrow t_2 = 0,39T$$