

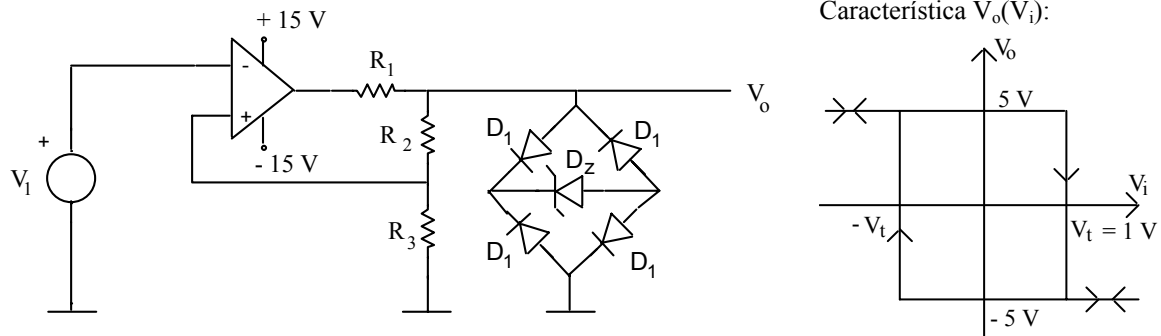
CAPÍTULO IV

APLICACIONES NO LINEALES CON AMPLIFICADORES OPERACIONALES

05/04/2003

Problema 1

A partir del circuito de la figura siguiente, diseñar un comparador trigger-Schmitt con la característica que se muestra a continuación:



Datos:

- Tensión de ruptura del diodo zener: $V_z = 3,6 \text{ V}$
- Tensión de conducción de los diodos: $V_{on} = 0,7 \text{ V}$
- Corriente máxima a la salida del A.O.: $I_{sc} = 25 \text{ mA}$
- $R = R_2 + R_3 = 10 \text{ k}\Omega$

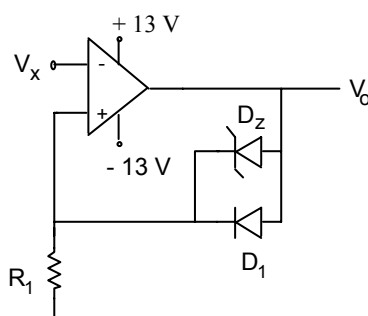
- a) Demostrar que la salida solo acepta valores $+5\text{V}$, -5V .
- b) Calcular los valores de las resistencias del circuito para $V_t = 1\text{V}$.
- c) A partir de la corriente máxima a la salida del A.O., calcular R_1
- d) Buscar una solución alternativa para estabilizar la salida con dos diodos zener.

Resultado

- b) $R_1 > 400\Omega$, $R_2 = 8 \text{ k}\Omega$ c) $R_3 = 2 \text{ k}\Omega$

Problema 2

Se desea diseñar un comparador con histéresis con una anchura de ciclo de 1 V centrado a 0 V . Para ello se parte de un circuito previo que se desea aprovechar y que es el que se presenta en la siguiente figura:

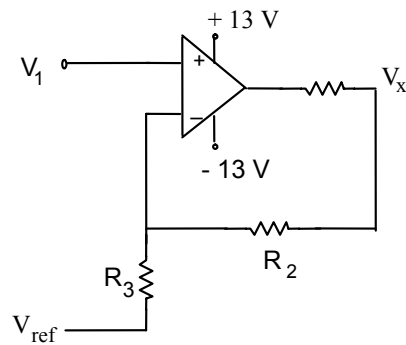


Datos:

- Tensión umbral del diodo $V_{on} = 0,6 \text{ V}$
- Tensión ruptura zener $V_z = 5,1 \text{ V}$

- a) Dibujar la característica (V_x, V_o)
- b) Calcular la anchura y el centro del ciclo de histéresis.
- c) Calcular R_1 para que la potencia máxima disipada sea inferior a $0,1 \text{ W}$ en el diodo y de $0,3 \text{ W}$ en el Zener.

Para poder conseguir un ciclo de histéresis con centro en 0 V y anchura 1 V , se sugiere el empleo del siguiente circuito previo al anterior:



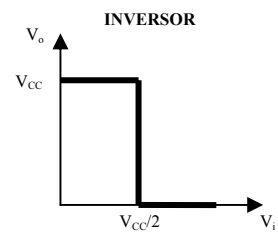
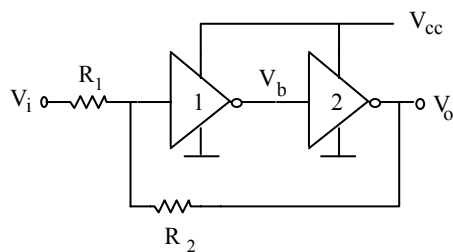
d) Calcular R_2 , R_3 y V_{ref} para que el conjunto de este circuito y el de la figura anterior tenga una característica (V_i , V_o) con un ciclo de histéresis centrado en 0 V y anchura de 1 V. Dibujar la característica (V_i , V_o).

Resultado

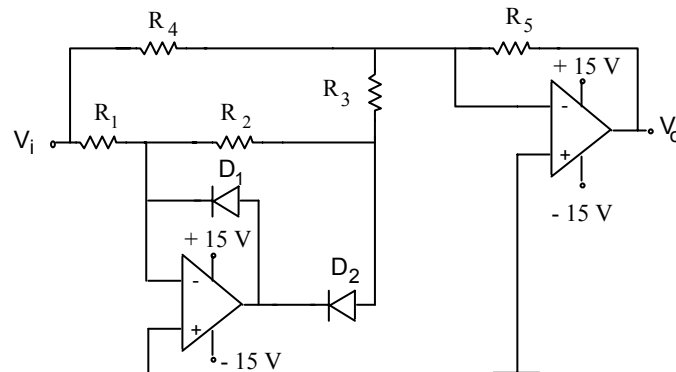
b) Anchura = 20,3 V, centro = 2,25 V c) $R_1 > 134,3 \Omega$ d) $R_2/R_3 = 19,3$ $V_{ref} = -0,116$ V

Problema 3

Calcular la característica $V_o = f(V_i)$ de los circuitos siguientes:



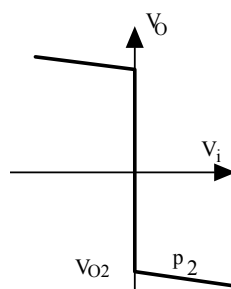
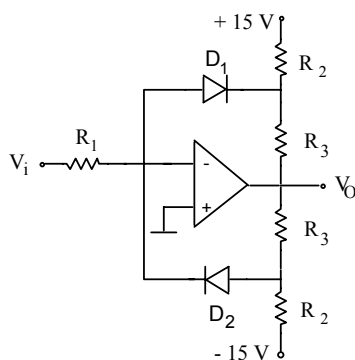
Datos: $R_1 = 1\text{ k}\Omega$, $R_2 = 4\text{ k}\Omega$, $V_{cc} = 5$ V.



Dato: Suponga los diodos ideales.

Problema 4

El circuito de la figura siguiente es un comparador en el que la relación entre la señal de entrada y la de salida es la de la figura. Demostrar que $V_{o2} = -8,55$ V y que la pendiente $p_2 = -0,01$.



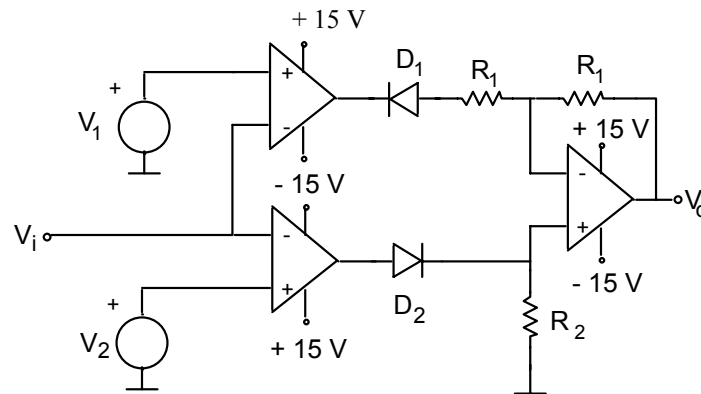
Datos:

Tensión umbral del diodo $V_{on} = 0,7$ V

$R_1 = 100\text{ k}\Omega$, $R_2 = 2\text{ k}\Omega$, $R_3 = 1\text{ k}\Omega$

Problema 5

Dado el circuito de la figura y suponiendo que los diodos y los amplificadores operacionales son ideales.

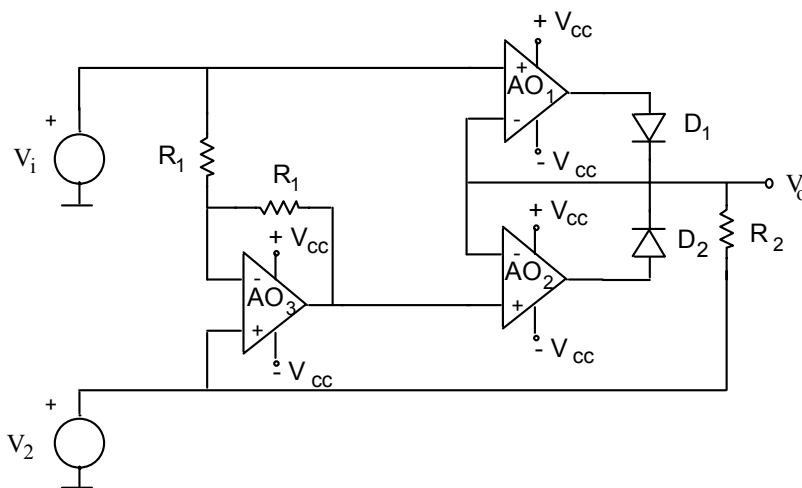


Suponiendo $V_1 > V_2$

- ¿Cuáles son los diferentes estados de funcionamiento?
- ¿Qué condición debe cumplir la tensión de entrada y la tensión de salida en cada estado de funcionamiento?
- Dibuja la característica entrada/salida del circuito $V_o = f(V_i)$.

Problema 6

Dado el circuito de la figura siguiente:



Datos:

Tensión umbral del diodo
 $V_{on} = 0.6 \text{ V}$
 Tensión de referencia V_2
 constante y mayor que cero.

- Justificar los posibles estados de funcionamiento y el margen de la tensión de entrada V_i para el que se producen. Obtener para cada estado la tensión de salida V_o del circuito y las tensiones en los terminales de salida de los amplificadores operacionales AO_1 y AO_2 .
- Dibujar la característica $V_o = f(V_i)$, indicando en ella la evolución de las tensiones de salida de los amplificadores AO_1 y AO_2 en función de V_i .
- Dibujar la evolución temporal de V_o para $V_i = V_2 + \sin(2\pi t/T)$ (voltios)

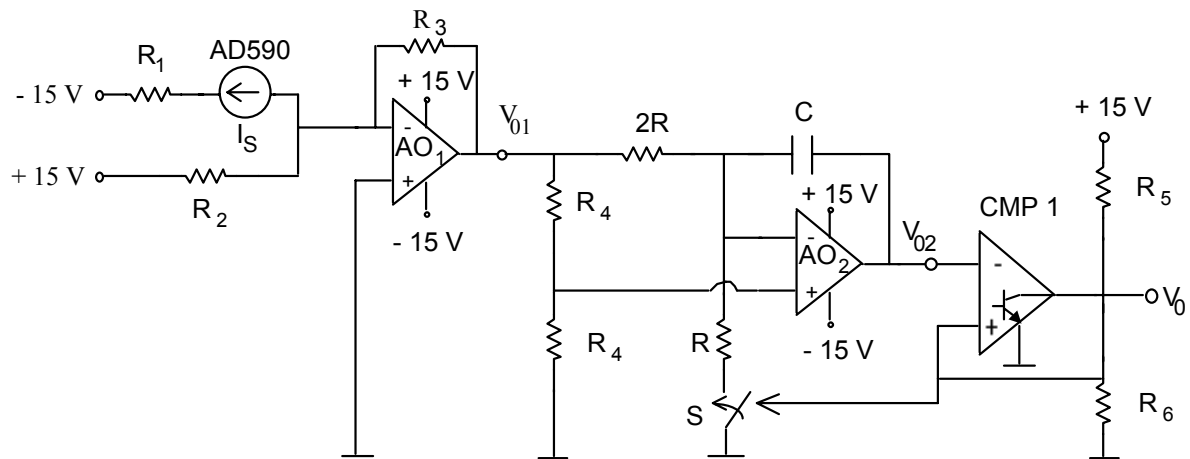
Resultado

$D_1 \text{ on, } D_2 \text{ off}$	$V_i > V_2$	$V_o = V_i$
$D_1 \text{ off, } D_2 \text{ on}$	$V_i \leq V_2$	$V_o = 2V_2 - V_i$

Problema 7

Se desea realizar un detector remoto de temperatura desde 0 a 100 °C. Está basado en un circuito integrado AD590 que se comporta como una fuente de corriente que proporciona 1 μA por cada grado de temperatura ambiente. El resto del circuito genera una señal cuya frecuencia depende de esta temperatura.

$$I_s (\mu\text{A}) = 273 + T (^\circ\text{C})$$



Datos: $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 54.9 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_4 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_5 = 1.8 \text{ k}\Omega$, $R_6 = 3.6 \text{ k}\Omega$

El interruptor S está cerrado si V_0 está a nivel alto y abierto si V_0 está a nivel bajo.

- Hallar la expresión de V_{01} en función de la temperatura en $^{\circ}\text{C}$ y el rango de valores de la misma para el rango de medida deseado.
- Hallar la expresión de $V_{02}(t)$ en función de la tensión V_{01} cuando el interruptor S está cerrado y cuando está abierto.
- Dibujar la característica salida/entrada del comparador CMP1 $V_0 = f(V_{02})$
- Dibujar la evolución temporal de las tensiones V_{02} y V_0 . Suponer que en el instante inicial $t=0$ el interruptor S está cerrado y la tensión $V_{02} (t=0)=0$.
- Hallar las expresiones del periodo y la frecuencia en función de la temperatura.

Resultado

a) $V_{01} = T/100$, $0 < V_{01} < 1 \text{ V}$

b) S cerrado $V_{02} = V_{01}/2 + V_{01}/4RC * (t-t_i) + V_{02}(t_i)$
 S abierto $V_{02} = V_{01}/2 - V_{01}/4RC * (t-t_i) + V_{02}(t_i)$

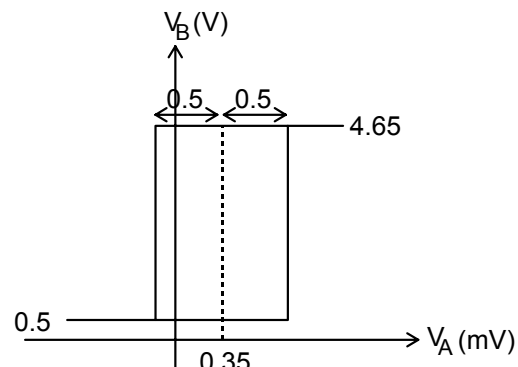
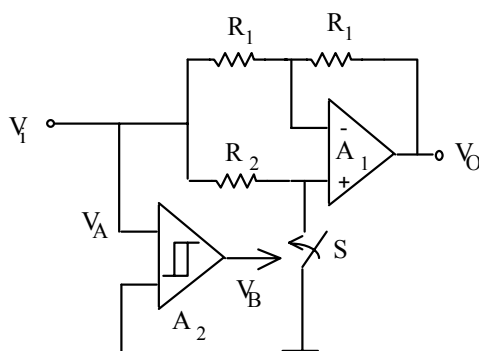
d) $V_{02} < 10 \text{ V} \rightarrow V_0 = 10 \text{ V}$

$V_{02} > 0 \text{ V} \rightarrow V_0 = 0 \text{ V}$

e) $T_{\text{osc}} = 8 \cdot 10^3 RC/T$, $f_{\text{osc}} = 1.25 \cdot 10^{-4} T/RC$

Problema 8

El circuito de la figura es un rectificador de precisión no inversor que utiliza un amplificador operacional convencional A_1 y un comparador con histéresis A_2 cuya característica está representada en la figura. La salida del comparador controla un interruptor S supuesto ideal.

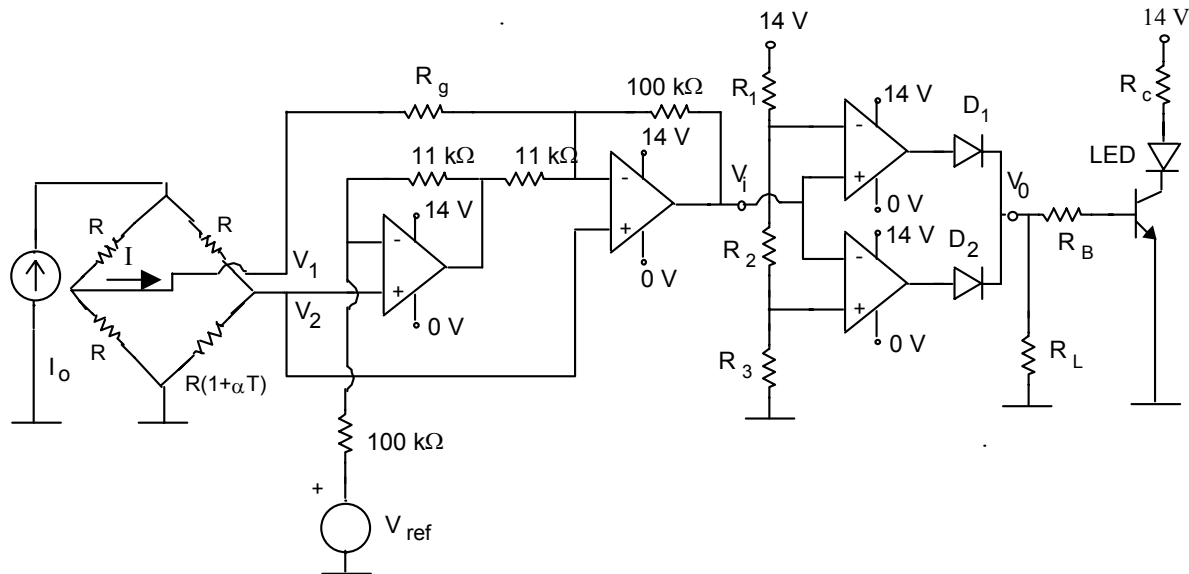


Datos: $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 20 \text{ k}\Omega$

- Para que el funcionamiento sea el previsto (rectificador de precisión) deduzca cual de los dos niveles de salida del comparador (alto o bajo) es el que cierra el interruptor.
- Calcular la función $V_0(V_i)$ para valores positivos y negativos de la entrada.
- ¿Qué misión cumple la histéresis que tiene el comparador?

Problema 9

El circuito de la siguiente figura se diseña de manera que el LED se encienda cuando la temperatura sea menor que 10 °C o mayor que 50 °C:



Datos: Diodos D_1 y D_2 ideales.

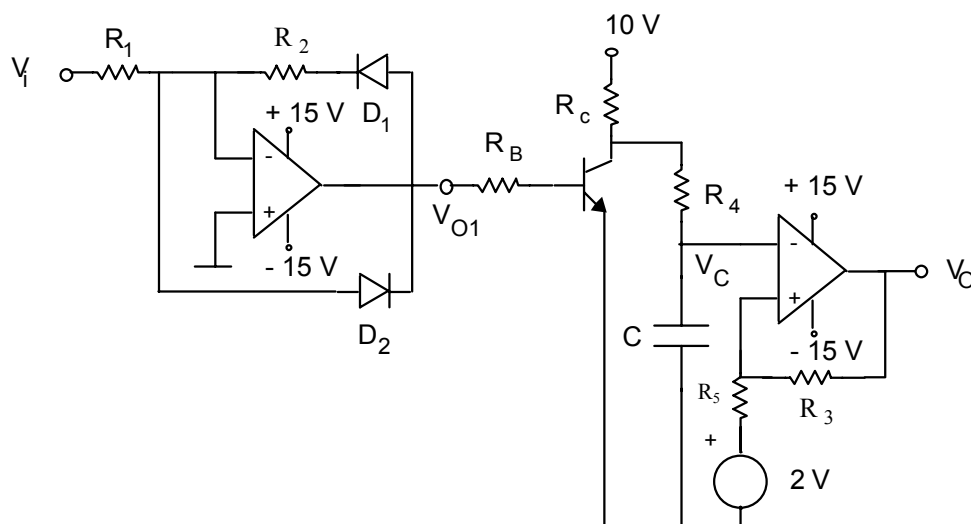
- Calcular la expresión de la tensión $(v_2 - v_1)$ en función de la temperatura T , suponiendo $\alpha T \ll 1$, y siendo I despreciable frente a la corriente que circula por R .
- Si α es igual a $0,004 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ y $R = 100 \text{ } \Omega$ calcular el valor de I_0 para que $(v_2 - v_1)$ varíe entre 20 mV y 100 mV cuando la temperatura varía entre 10 y 50 °C.
- Calcular v_i en función de $(v_2 - v_1)$, V_{ref} y R_g en el circuito de la figura.
- Obtener el valor de V_{ref} y R_g para que V_i valga 4 V cuando $(v_2 - v_1) = 20 \text{ mV}$ y 12 V cuando $(v_2 - v_1) = 100 \text{ mV}$.
- Calcular la característica de transferencia $V_0 = f(V_i)$ y las expresiones de las tensiones umbrales.
- Sabiendo que $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$. Calcular R_2 y R_3 para que el led se encienda cuando la temperatura es menor que 10 °C o mayor que 50 °C.
- Calcular el valor de las resistencias R_B y R_C si cuando el led se enciende se sabe que: $I_C = 10 \text{ mA}$, $V_{BE} = 0,8 \text{ V}$, $V_{CE} = 0,4 \text{ V}$, $V_{\text{led}} = 1,6 \text{ V}$, $\beta_F = 20$.

Resultado

- | | | |
|--|---|---|
| a) $v_2 - v_1 = RI_0/2 \cdot \alpha T$ | c) $v_i = 100/R_g(\text{k}\Omega) \cdot (v_2 - v_1) + V_{\text{ref}}$ | f) $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 2 \text{ k}\Omega$ |
| b) $I_0 = 10 \text{ mA}$ | d) $V_{\text{ref}} = 2 \text{ V}$, $R_g = 1 \text{ k}\Omega$ | g) $R_B = 26,4 \text{ k}\Omega$, $R_C = 1,2 \text{ k}\Omega$ |

Problema 10

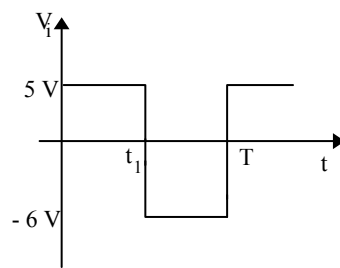
Dado el circuito de la figura:



Datos:

- $R_1 = R_2 = R_3 = 1 \text{ k}\Omega$
 $R_4 = 2 \text{ k}\Omega$
 $\beta = 100$
 $V_{ce, \text{sat}} = 0 \text{ V}$
 $V_{be, \text{sat}} = 0,8 \text{ V}$
 $I_{c, \text{sat}} = 200 \text{ mA}$
 $C = 100 \text{ nF}$

- a) Calcular V_{01} para $V_i > 0$ V y para $V_i < 0$ V, indicar el estado de los diodos.
b) Si V_i es una señal como la representada en la figura siguiente, dar valores a R_b y R_c para que el transistor trabaje en corte y saturación.



Datos
 $t_1 = 0,4$ ms
 $T = 1$ ms

- c) Dibujar $V_c(t)$ y $V_0(t)$. $V_c(0) = 10$ V

Resultado

- a) $V_i > 0$ $V_{01} = 0$ V, $V_i < 0$ $V_{01} = -V_i$
b) $R_b = 2.1$ k Ω , $R_c = 50$ Ω