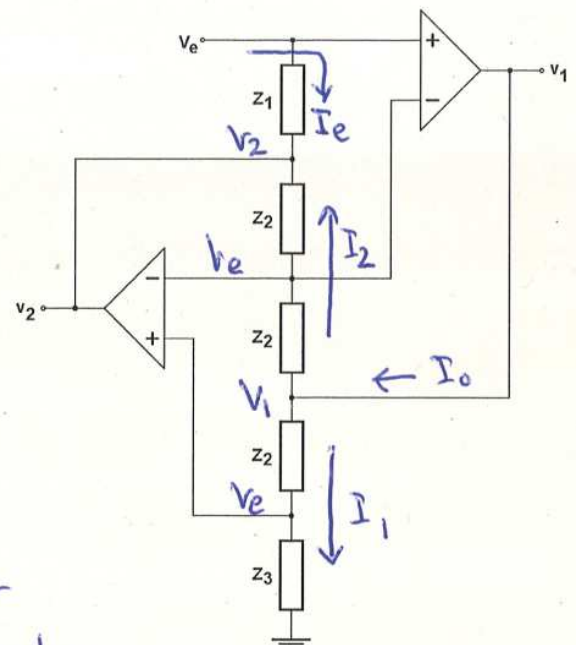


Apellidos.....Nombre.....  
 Grupo.....

Nota importante: Toda corriente o tensión que se utilice en las ecuaciones ha de estar necesariamente identificada en el circuito correspondiente

1) (4/12) Considerando ideales los amplificadores operacionales del circuito, obtener:

- Las tensiones  $v_1$  y  $v_2$  en función de la tensión de entrada  $v_e$ .
- La corriente suministrada por el primer operacional en función de  $v_e$ .
- La expresión de la impedancia de entrada del circuito cuando  $Z_1 = Z_3 = R$ , y  $Z_2$  son tres condensadores iguales de capacidad  $C$ .



- En los dos operacionales  $v_+ = v_- = v_e$
- Al ser  $I_+ = I_- = 0$ , podemos asignar las corrientes  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_e$  mostradas.

$$a) \quad \boxed{v_1 = v_e + I_1 Z_2 = v_e + v_e \frac{Z_2}{Z_3} = v_e \left(1 + \frac{Z_2}{Z_3}\right)}$$

$$\boxed{v_2 = v_e - I_2 Z_2 = v_e - (v_1 - v_e) \frac{Z_2}{Z_2} = 2v_e - v_1 = v_e \left(1 - \frac{Z_2}{Z_3}\right)}$$

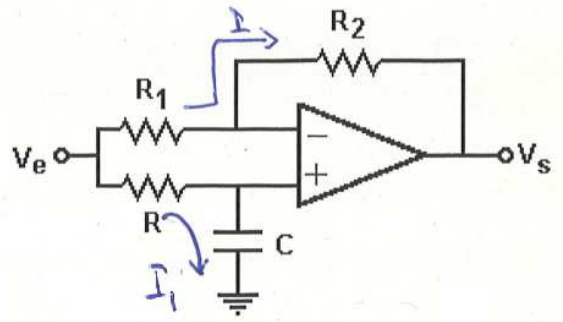
$$b) \quad \boxed{I_0 = I_1 + I_2 = 2 \frac{v_1 - v_e}{Z_2} = \frac{2v_e}{Z_3}}$$

$$c) \quad I_e = \frac{v_e - v_2}{Z_1} = v_e \frac{Z_2}{Z_1 Z_3} \quad ; \quad \boxed{Z_e = \frac{v_e}{I_e} = \frac{Z_1 Z_3}{Z_2} = f \omega C R^2}$$

2) (4/12) a) Para el circuito de la figura determinar la ganancia de tensión ( $V_s/V_e$ ), en función de las impedancias del circuito.

b) Suponiendo  $R_1=R_2$ , expresar el módulo y la fase de la ganancia anterior en función de la frecuencia.

c) Suponiendo además que  $R=1\text{kohm}$  y  $C=1\mu\text{F}$  ¿a qué frecuencia el desfase vale  $-60^\circ$ ?



a)

$$V_+ = Z_c I_1 = \frac{V_e Z_c}{R + Z_c}$$

$$V_s = V_+ - I R_2 = \frac{V_e Z_c}{R + Z_c} - \frac{R_2}{R_1} (V_e - V_+) = \frac{V_e Z_c}{R + Z_c} - \frac{R_2}{R_1} \frac{V_e R}{R + Z_c}$$

$$\boxed{A_v = \frac{V_s}{V_e} = \frac{Z_c}{R + Z_c} - \frac{R_2}{R_1} \frac{R}{R + Z_c}} = \frac{R_1 Z_c - R_2 R}{R_1 Z_c + R_1 R}$$

b)  $R_1 = R_2$

$$A_v = \frac{Z_c - R}{Z_c + R} = \frac{1 - j\omega CR}{1 + j\omega CR}$$

$$\boxed{|A_v| = \frac{(1 + \omega^2 C^2 R^2)^{1/2}}{(1 + \omega^2 C^2 R^2)^{1/2}} = 1} : \varphi = 2 \arctan(-\omega CR) - 2 \arctan(\omega CR) = -2 \arctan(\omega CR)$$

c)

$$\omega_0 = \frac{1}{CR} = 10^3 \text{ rad/s}$$

$$\varphi = -2 \arctan\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right) = -60^\circ$$

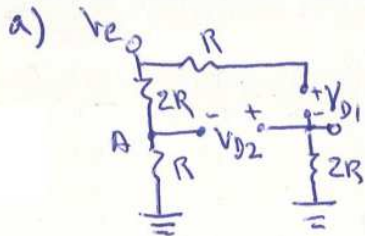
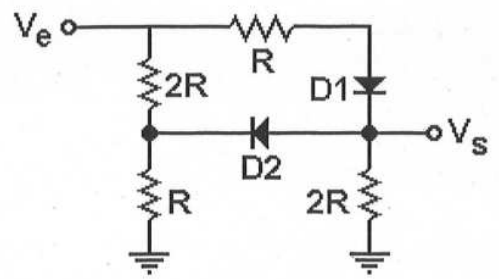
$$\omega = \omega_0 \tan(30^\circ) = \frac{\omega_0}{\sqrt{3}} = \frac{10^3}{\sqrt{3}} = 577 \text{ rad/s} \rightarrow \boxed{f = 92 \text{ Hz}}$$

3) (4/12) En el circuito de la figura los diodos, iguales, se comportan según el modelo lineal de la tensión umbral con una tensión  $V_r$

Para cada una de las situaciones en las que:

- a) no conduce ningún diodo,
- b) conduce D1 y no conduce D2, y
- c) no conduce D1 y conduce D2,

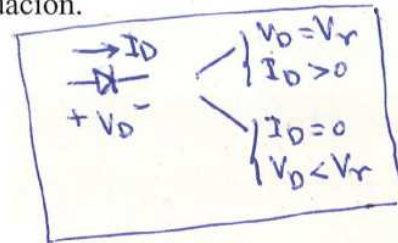
dibujar el correspondiente circuito sustituyendo cada diodo por su modelo lineal, determinar la dependencia de la tensión de salida con la de entrada, y el rango de valores de entrada en el que se da la correspondiente situación.



$$V_s = 0$$

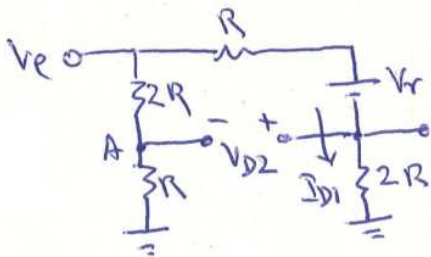
$$V_{D1} = v_e - 0 < V_r \quad ; \quad v_e < V_r$$

$$V_{D2} = 0 - v_A = -\frac{v_e}{3} < V_r \quad ; \quad v_e > -3V_r$$



$$-3V_r < v_e < V_r$$

b)



$$V_s = 2R I_{D1} = 2R \frac{v_e - V_r}{3R} = \frac{2}{3} v_e - \frac{2}{3} V_r$$

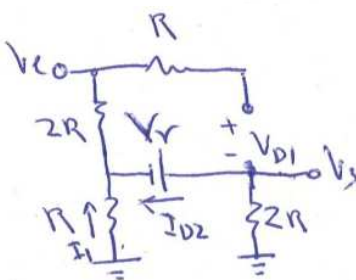
$$I_{D1} > 0 \rightarrow \frac{v_e - V_r}{3R} > 0 \rightarrow v_e > V_r$$

$$V_{D2} < V_r \rightarrow v_s - v_A < V_r \rightarrow \frac{2}{3} v_e - \frac{2}{3} V_r - \frac{1}{3} v_e < V_r$$

$$\frac{1}{3} v_e < \frac{5}{3} V_r \rightarrow v_e < 5V_r$$

$$V_r < v_e < 5V_r$$

c)



$$V_s = -I_{D2} \cdot 2R$$

$$-I_{D2} \cdot 2R - V_r = -I_1 R$$

$$v_e = -I_1 R - 2R(I_1 + I_{D2}) = -3I_1 R - 2I_{D2} R$$

$$v_e = -6I_{D2} R - 3V_r - 2I_{D2} R = -8I_{D2} R - 3V_r$$

$$I_{D2} = \frac{-v_e - 3V_r}{8R} \quad ; \quad V_s = \frac{v_e + 3V_r}{4}$$

$$I_{D2} > 0 \rightarrow v_e < -3V_r$$

$$V_{D1} < V_r \rightarrow v_e - v_s < V_r \rightarrow v_e - \frac{1}{4} v_e - \frac{3}{4} V_r < V_r \rightarrow \frac{3}{4} v_e < \frac{7}{4} V_r \rightarrow v_e < \frac{7}{3} V_r$$

$$v_e < -3V_r$$