



Dpto. Electrónica y Tecnología
 de Computadores
 Universidad de Granada

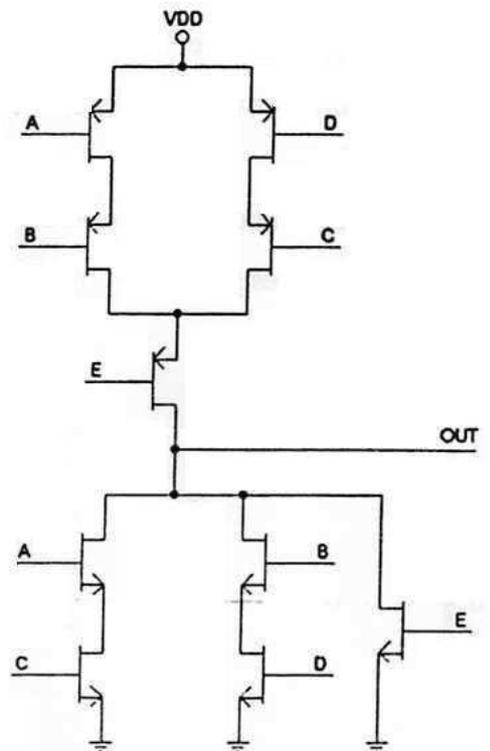
FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS DE LOS COMPUTADORES

Ingeniería Informática
 Examen Junio 2004

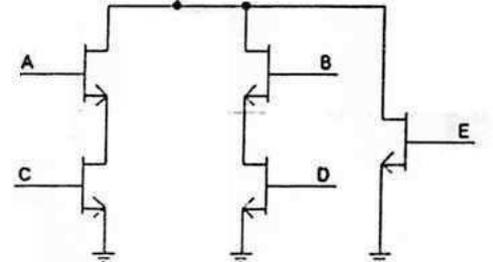
Duración: 2 horas 30 minutos

Nombre _____ D.N.I. _____ Grupo _____

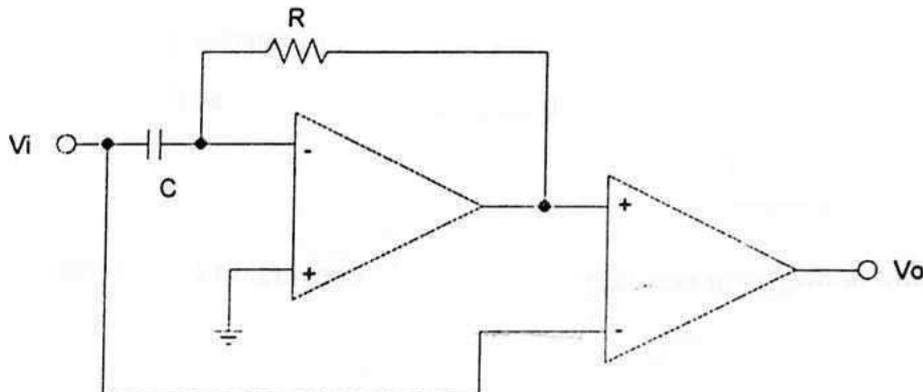
1. Diseñe una puerta CMOS con el mínimo número posible de transistores, estando disponibles únicamente las señales A, B, C, D y E , que realice la función $(A + \overline{B})\overline{C}(A + \overline{E} + D)$. (1 punto)



2. Obtenga la función lógica que realiza el circuito de la figura adjunta. Si considera que la estructura del mismo no es correcta, modifique la parte p como considere oportuno para convertir el circuito en una puerta lógica válida. (1 punto)



3. En el circuito de la figura, suponiendo que la entrada es una señal triangular de amplitud 3V y frecuencia 10KHz ($R=10\text{ K}\Omega, C=1\text{ }\mu\text{F}$):



- a) Represente un periodo de la tensión de salida. (1 punto)
- b) Comente la posible aplicación del circuito. (0.5 puntos)

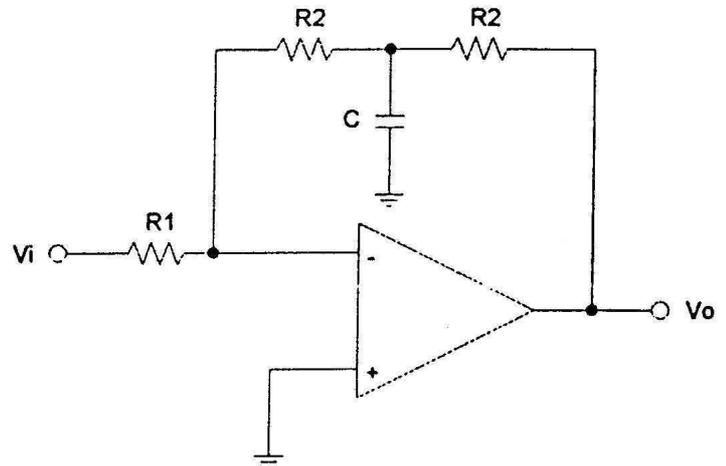
1. LEA CON DETENIMIENTO EL ENUNCIADO ANTES DE COMENZAR A CONTESTAR
 2. RESPONDA DE MANERA CLARA Y CONCISA LOS DIFERENTES APARTADO

4 Dado el circuito de la figura adjunta ($R_1=10\text{ K}\Omega$, $R_2=1\text{ K}\Omega$, $C=31.84\text{ nF}$):

a) Calcule la función de transferencia.
 (1.5 puntos)

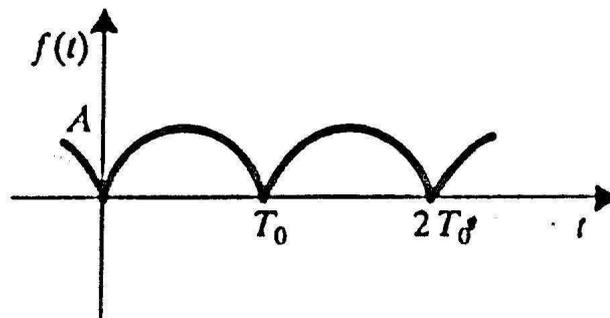
b) Represente el diagrama de Bode en amplitud. (1 punto)

c) Calcule la frecuencia de corte del diagrama de Bode. (0.5 puntos)



d) Calcule la tensión de salida si la entrada es la señal $f(t)$ de la figura siguiente (sólo para los tres primeros armónicos, si $\omega_0=5.65 \cdot 10^3\text{ rad/s}$). (1 punto)

$$f(t) = \frac{2}{\pi} + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{4}{\pi(1-4n^2)} \cos(m\omega_0 t)$$



5. Se necesita convertir a digital una señal analógica en el rango $[-100\text{mV}, +300\text{mV}]$ utilizando un conversor A/D de 12 bits con rango de entrada $[0\text{V}, +5\text{V}]$.

a) Diseñe un circuito que permita usar el conversor anterior para la adquisición de la señal analógica aprovechando todo su rango dinámico, si se dispone de una señal DC de 12V. (1.5 puntos)

b) Calcule la precisión con la que se realiza la conversión de la señal analógica. (0.5 puntos)

1. LEA CON DETENIMIENTO EL ENUNCIADO ANTES DE COMENZAR A CONTESTAR
 2. RESPONDA DE MANERA CLARA Y CONCISA LOS DIFERENTES APARTADO

- FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS DE LOS COMPUTADORES -
- EXAMEN JUNIO 2004 -

1.)

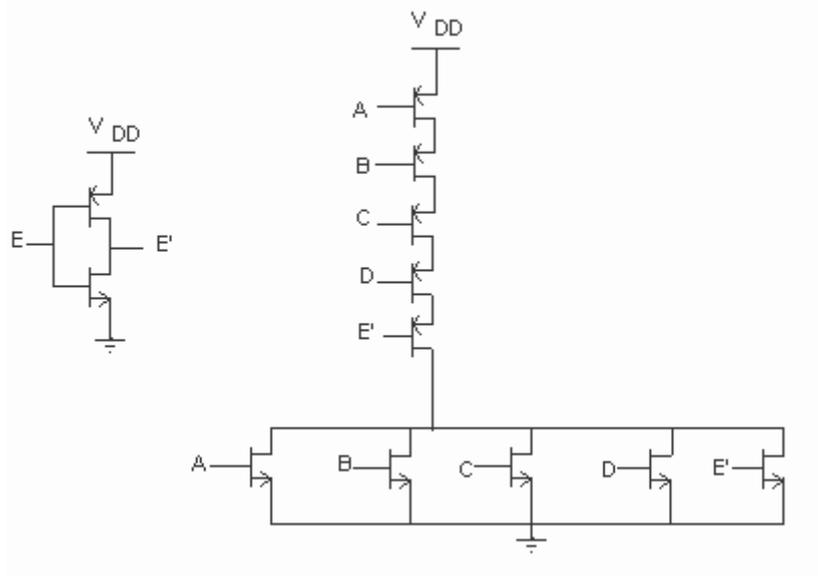
Simplificamos la función:

$$(A+B')C'(A+E'+D)' = (C'A+C'B')(A'ED') = C'AA'ED' + C'B'A'ED' = A'B'C'D'E$$

El circuito quedaría entonces:

$$F'1' = A'B'C'D'E$$

$$F'0' = A+B+C+D+E'$$



2.)

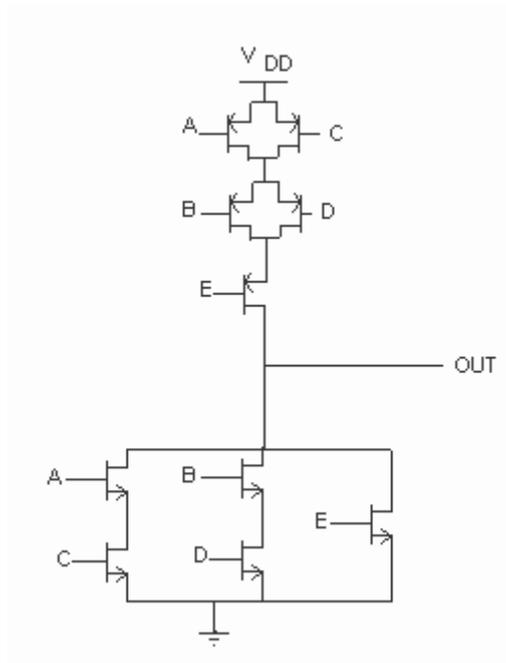
Al tratarse de un circuito CMOS, los transistores que en la parte P están en paralelo en la parte N estarán en serie y los que están en serie en la parte P, en la N estarán en paralelo.

El bloque de transistores A,B,C,D está en serie con E en la parte P y, en la parte N, correctamente está en paralelo. A su vez, A y B están en paralelo con D y C. En la parte N deberían de estar en serie pero no es así. Por lo tanto el circuito no realiza ninguna

función lógica puesto que en OUT, unos transistores intentarán “poner” un ‘1’ y otros a la vez un ‘0’, lo que provocará un sobrecalentamiento de los mismos e incluso la ruptura de éstos.

Modificamos la parte P, para que el circuito realice una función lógica:

A,C y B,D en la parte P deben estar en serie. A su vez, también en la parte P, A y C deben estar en paralelo al igual que B y D. A,B,C,D deben estar en serie con E. Así el circuito queda:



3.)

El primer AO tiene la configuración de un inversor, por lo tanto su función de transferencia es $-R/(1/Cs) = -RCs$. El segundo AO tiene configuración de comparador por lo que la salida V_o será o $+V_{sat}$ o $-V_{sat}$ según las tensiones en sus terminales inversor y no inversor.

El primer AO, de función de transferencia $-RCs=0.01s$, actúa como un derivador. El período de la señal triangular es $T=1/f=1\cdot 10^{-4}$ s. Por actuar como derivador, la salida de éste será de la forma $V_o(t)=-0.01 dV_i(t)/dt$.

La derivada de $V_i(t)$ es:

$3/2.5 \cdot 10^{-5} = 120000$ si la señal de entrada está en la fase de aumento el voltaje.

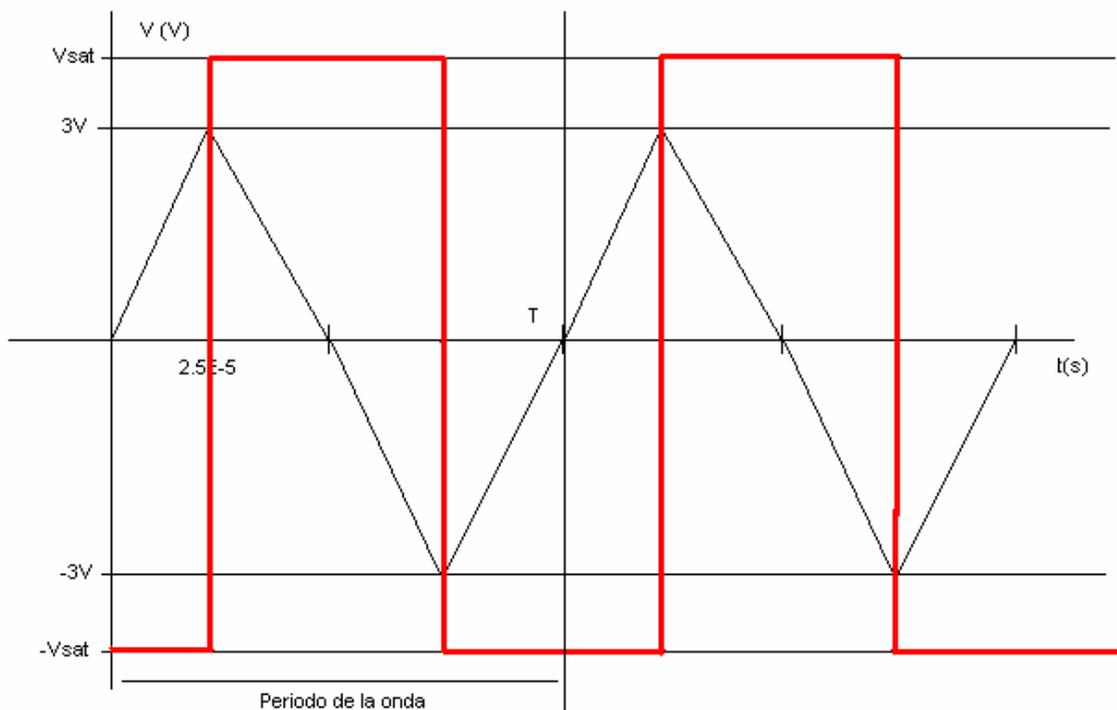
$-3/2.5 \cdot 10^{-5} = -120000$ si la señal de entrada está en la fase de disminución de voltaje.

Por lo tanto:

$V_o(t) = -0.01 \cdot 120000 = -1200$ V (que en realidad supone que $V_o(t) = -V_{sat}$), si la señal de entrada está en la fase de aumento el voltaje.

$V_o(t) = -0.01 \cdot (-120000) = 1200$ V (que en realidad supone que $V_o(t) = +V_{sat}$) si la señal de entrada está en la fase de disminución de voltaje.

Si suponemos que los dos AO están conectados a iguales voltajes en sus terminales de alimentación, entonces las salidas del primer y segundo AO (inversor y comparador) resultan tomar iguales valores, por lo que la representación de la salida (de rojo), sería la siguiente:



b) El oscilador que representa el circuito puede tener diversas aplicaciones, desde su utilización como fuente de alimentación para distintos circuitos, así como para usarse en aplicaciones que requieran pulsos de reloj, como pueden ser los sistemas combinatoriales lógicos (flip-flops, contadores...), o en otros dispositivos que requieran de fuentes de tensión variables o señales de control.

4.)**a)** Analizando el circuito por el método de las tensiones en los nudos:

En el nudo A se tiene:

$$I_1 = I_2$$

$$\frac{V_i - 0}{R_1} = \frac{0 - V_B}{R_2} \rightarrow V_B = \frac{-V_i \cdot R_2}{R_1}$$

En el nudo B se tiene:

$$I_2 = I_3 + I_4$$

$$\frac{-V_B}{R_2} = V_V C s + \frac{V_B - V_O}{R_2}$$

Y sustituyendo V_B , que se ha despejado en (1) en (2), se obtiene finalmente la función de transferencia:

$$T(s) = \frac{-2R_2 - R_2^2 C s}{R_1}$$

y sustituyendo por los valores dados en el enunciado:

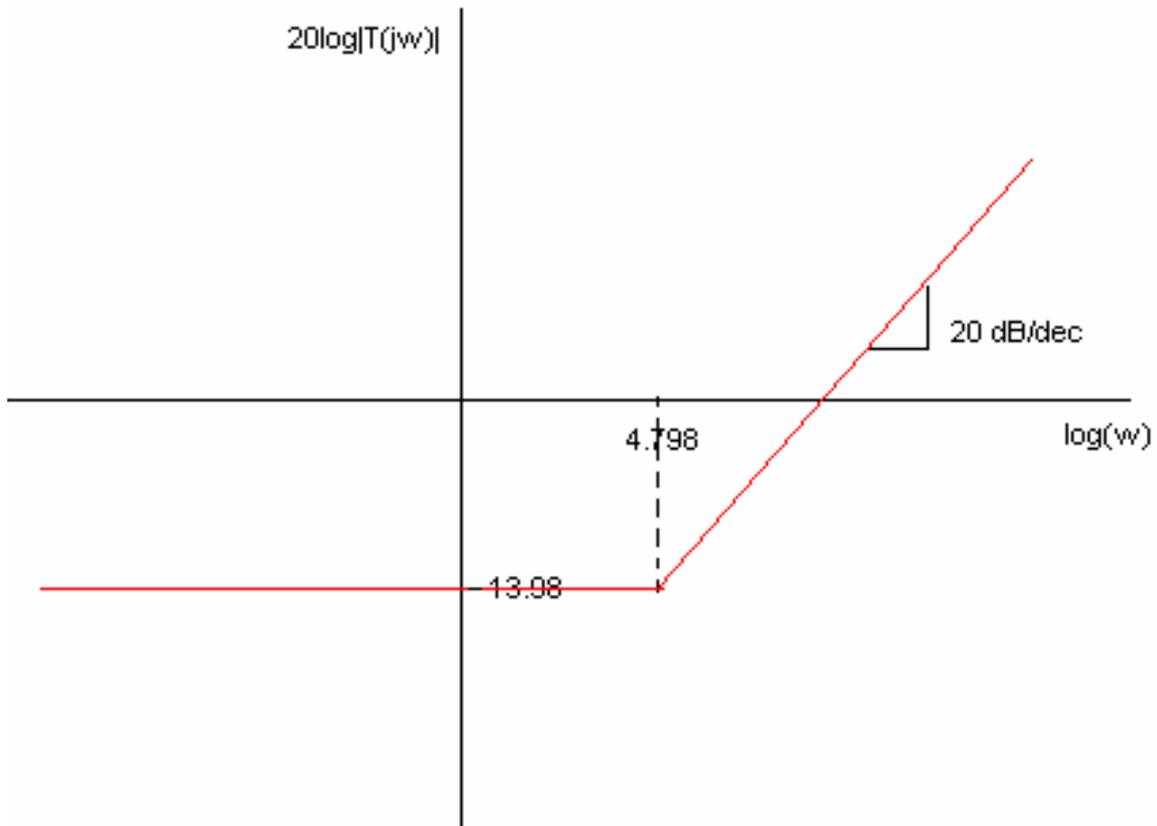
$$T(s) = \frac{-2000 - 0.03184 s}{10000}$$

b)

$$T(s) = \frac{-2000 - 0.03184 s}{10000} = T(s) = \frac{-1}{10000} (2000 + 0.03184 s) =$$

$$T(s) = -0.2 \cdot \left(1 + \frac{s}{62814.07}\right)$$

El diagrama de Bode en amplitud correspondiente al circuito es:



c) La frecuencia de corte es 62814.07 rad

d) Para los tres primeros armónicos:

$$V_i(t) = (2/\pi) - 0.424 \cdot \cos(5.65 \cdot 10^3 t) - 0.0848 \cdot \cos(11300t) - 0.0364 \cdot \cos(16950t)$$

Puesto que el circuito es lineal podemos aplicar superposición:

·) Para la entrada $V_i(t) = 2/\pi$

Entonces $\omega = 0$.

Calculamos en módulo de la salida:

$$|V_i(t)| = 2/\pi$$

$$|T(0 \cdot j)| = 0.2$$

$$|V_o(t)| = |V_i(t)| \cdot |T(0 \cdot j)| = 0.127$$

Calculamos la fase:

$$\arg(V_i(t)) = 0$$

$$\arg(T(0 \cdot j)) = \pi \text{ rad}$$

$$\arg(V_o(t)) = \arg(V_i(t)) + \arg(T(5.65 \cdot 10^3 j)) = \pi \text{ rad}$$

Entonces $V_{O1}(t) = 0.127 \cdot \cos(\Pi) = -0.127$

·) Para la entrada $V_i(t) = -0.424 \cdot \cos(5.65 \cdot 10^3 t)$

Entonces $w = 5.65 \cdot 10^3$.

Calculamos en módulo de la salida:

$$|V_i(t)| = 0.424$$

$$|T(5.65 \cdot 10^3 j)| = 0.2$$

$$|V_o(t)| = |V_i(t)| \cdot |T(5.65 \cdot 10^3 j)| = 0.0848$$

Calculamos la fase:

$$\arg(V_i(t)) = 0$$

$$\arg(T(5.65 \cdot 10^3 j)) = 3.231 \text{ rad}$$

$$\arg(V_o(t)) = \arg(V_i(t)) + \arg(T(5.65 \cdot 10^3 j)) = 3.231 \text{ rad}$$

Entonces $V_{O2}(t) = 0.0848 \cdot \cos(5.65 \cdot 10^3 t + 3.231)$

·) Para la entrada $V_i(t) = -0.0848 \cdot \cos(11300t)$

Entonces $w = 11300$.

Calculamos en módulo de la salida:

$$|V_i(t)| = 0.0848$$

$$|T(11300j)| = 0.203$$

$$|V_o(t)| = |V_i(t)| \cdot |T(11300j)| = 0.017$$

Calculamos la fase:

$$\arg(V_i(t)) = 0$$

$$\arg(T(11300j)) = 3.32 \text{ rad}$$

$$\arg(V_o(t)) = \arg(V_i(t)) + \arg(T(11300j)) = 3.32 \text{ rad}$$

Entonces $V_{O3}(t) = 0.017 \cdot \cos(11300t + 3.32)$

·) Para la entrada $V_i(t) = -0.0364 \cdot \cos(16950t)$

Entonces $w = 16950$.

Calculamos en módulo de la salida:

$$|V_i(t)| = 0.0364$$

$$|T(16950j)| = 0.207$$

$$|V_o(t)| = |V_i(t)| \cdot |T(16950j)| = 7.53 \cdot 10^{-3}$$

Calculamos la fase:

$$\arg(V_i(t))=0$$

$$\arg(T(16950j))= 3.41 \text{ rad}$$

$$\arg(V_o(t)) = \arg(V_i(t))+\arg(T(16950j))= 3.41 \text{ rad}$$

$$\text{Entonces } V_{O_4}(t)= 7.53 \cdot 10^{-3} \cdot \cos(16950t + 3.41)$$

Por lo que la salida $V_o(t)$ final será la suma de todas las salidas $V_{O_i}(t)$. Así se tiene que:

$$V_o(t)= -0.127+0.0848 \cdot \cos(5.65 \cdot 10^3 t + 3.231)+ 0.017 \cdot \cos(11300t + 3.32) + \\ 7.53 \cdot 10^{-3} \cdot \cos(16950t + 3.41)$$

5.)

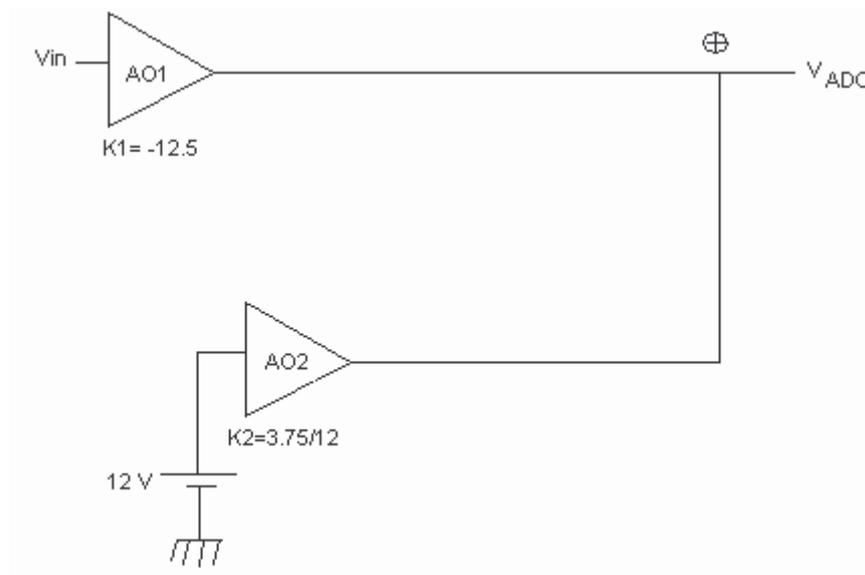
a) Calculemos en primer lugar la expresión que debe seguir el convertor ante una entrada analógica del rango $[-100\text{mV}, 300\text{mV}]$.

$$0 \text{ V}=A(300\text{mV})+B$$

$$5 \text{ V}=A(-100\text{mV})+B$$

de donde se obtiene que $A= -12.5$ y $B=3.75$, por lo que $V_{ACD}=-12.5 \cdot V_{in}+3.75$

El esquema del circuito a realizar sería similar a este



Este esquema puede desarrollarse mediante el uso de un amplificador operacional sumador-restador. La expresión de la tensión de salida sería:

$$V_o = \frac{-R_4}{R_3} V_{in} + \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \left(\frac{12R_2}{R_1 + R_2}\right),$$

por lo que $R_4/R_3=12.5$. Dando a R_3 , por ejemplo, 10 K Ω , entonces $R_4=125$ K Ω

La segunda parte de la expresión, $\left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \left(\frac{12R_2}{R_1 + R_2}\right)$, debe ser igual a 3.75, por lo tanto

se tiene:

$$3.75 = 13.5 \cdot \left(\frac{12R_2}{R_1 + R_2}\right), \text{ y dando a } R_1, \text{ por ejemplo, } 10 \text{ K}\Omega, \text{ se tiene que } R_2 = 236.967 \Omega$$

El circuito queda finalmente:

