



Dpto. Electrónica y Tecnología de Computadores  
Universidad de Granada

# FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS DE LOS COMPUTADORES

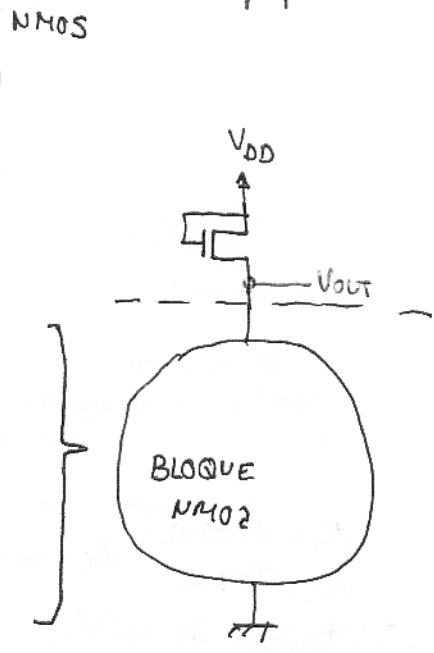
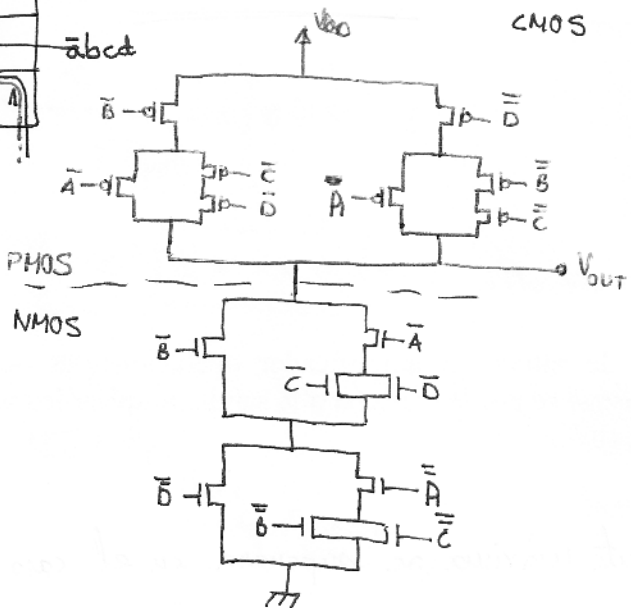
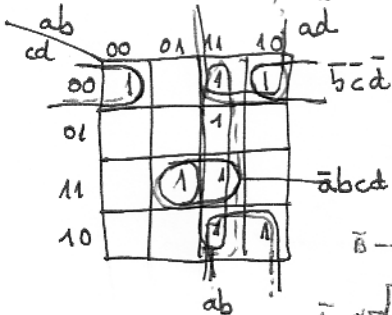
Ingeniería Informática  
Examen Septiembre 2009

SOLUCION

Duración: 2 horas

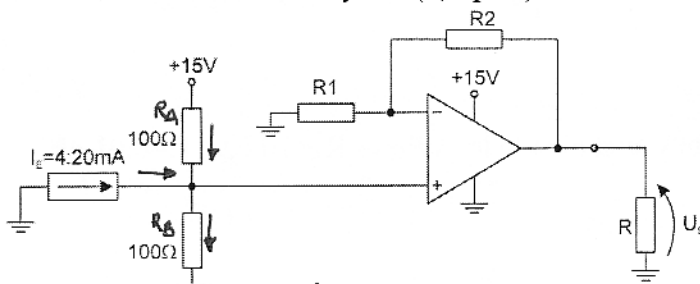
1. Implementa la función lógica  $F = \overline{A}BDC + A(D+B) + D/B/C$  con tecnología NMOS y CMOS usando el mínimo número de recursos suponiendo que no existen las señales negadas (1 pto.)

Solución con método Quine-McCluskey =  $\overline{b}\overline{c}\overline{d} + a\overline{d} + ab + bcd$   
 Elección:  $ab + a\overline{d} + bcd + \overline{b}\overline{c}\overline{d} = a(b+\overline{d}) + bcd + \overline{b}\overline{c}\overline{d}$   
 $= b(a+c\overline{d}) + \overline{d}(a+\overline{b}\overline{c})$  ← más simplificado ⇒ nº MOS ↓



2. Un sensor genera una señal de corriente que varía entre 4 a 20 mA. Se desea amplificar y convertir a tensión utilizando el circuito de la figura:

- Calcular la relación existente entre la tensión de salida  $U_S$  y la corriente de entrada  $I_S$  en función de  $R_1$  y  $R_2$ . (0,5 pto.)



$$i_e + i_{RA} = i_{RB} \Rightarrow i_e + \frac{15 - V^+}{100} = \frac{V^+}{100} \Rightarrow i_e + \frac{15}{100} = \frac{2V^+}{100}$$

$$\Rightarrow V^+ = 50i_e + \frac{15}{2} \Rightarrow U_S = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \cdot V^+ = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \left(50i_e + \frac{15}{2}\right)$$

- Para  $R_1 = 1\text{K}\Omega$  determinar el valor máximo de  $R_2$  sin que se sature el amplificador operacional. (0,5 pto.)

$$v^+ = 50 \cdot i_E + \frac{7.5}{2} \longrightarrow \begin{cases} i_E = 4\text{mA} \longrightarrow v^+ = 50 \cdot 4\text{mA} + 7.5 = 7.7\text{V} \\ i_E = 20\text{mA} \longrightarrow v^+ = 50 \cdot 4\text{mA} \cdot 5 + 7.5 = 8.5\text{V} \end{cases}$$

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1 = 1\text{K}\Omega}\right) (v^+) \quad \text{para no llegar a saturar } V_{out} \leq 15\text{V.}$$

$$15 = \left(1 + \frac{R_2}{1000}\right) \cdot 8.5\text{V} \Rightarrow \underline{\underline{R_2 = 764.706\ \Omega}}$$

- Si la corriente máxima de salida del amplificador operacional es de 50 mA calcular el valor mínimo de  $R$  que se puede conectar a la salida. Emplear los valores de  $R_1$  y  $R_2$  del apartado anterior. (0,5 pto.)

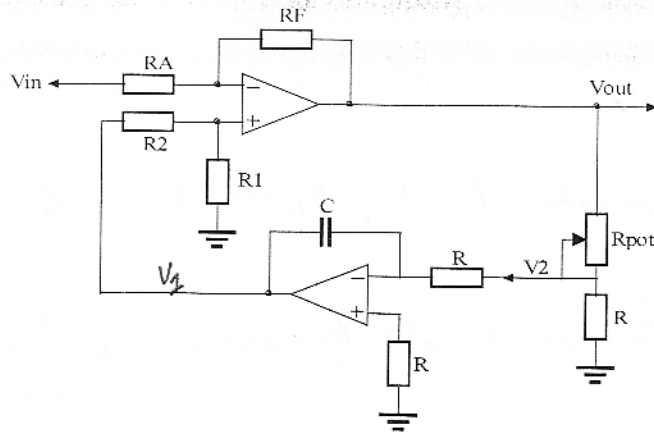
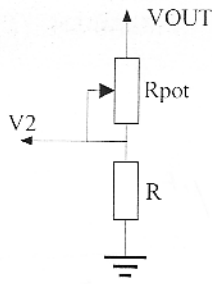
$R_1 = 1000\ \Omega$   
 $R_2 = 764\ \Omega$  la corriente máxima se superará en el caso de mayor tensión de salida

$$\begin{aligned} V_s(20\text{mA}) &= 15\text{V} \longrightarrow R_{\min} = \frac{15\text{V}}{50\text{mA}} = 300\ \Omega \\ V_s(4\text{mA}) &= 13.58\text{V} \end{aligned}$$

3. Dado el circuito de la figura adjunta y suponiendo los valores  $R_A = 10\text{K}\Omega$ ,  $C = 0.01\ \mu\text{F}$ ,

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_F}{R_A}\right) = 1, \quad \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_A R_F}{R_A + R_F} :$$

- a) Diseñe una configuración con resistencia  $R$  y potenciómetro  $R_{POT}$  que permita hacer variar  $K$  entre  $[0,25-1]$  donde  $V_2 = K \cdot V_{OUT}$  y la resistencia máxima entre  $V_{OUT}$  y Masa sea de  $4\text{K}\Omega$  recordando que el potenciómetro elegido tiene un valor comprendido entre  $[0-\text{Valor\_Elegido}]\ \Omega$ . (0.5 pto.)



$$R_{pot} + R = 4k\Omega$$

$$\frac{R}{R + K_p R_{pot}} = [0.25 - 1]$$

Fijamos  $R = 1k\Omega$  a otros valores que nos parezca razonable.

$$\frac{1k\Omega}{1k\Omega + R_{pot}} = 0.25 \Rightarrow R_{pot} = 3k\Omega$$

$K_p = 4$   
cuando el cursor está al máximo

$$\frac{1k\Omega}{0.25} = 1000 + R_{pot}$$

$$4000 = 1000 + R_{pot} \Rightarrow R_{pot} = 3000\Omega$$

Así, con un potenciómetro de valor  $R = 3k\Omega$  moviendo el cursor de un extremo  $K=1$  hasta el otro  $K=0.25$ .

b) Utilizando la configuración anterior donde  $V_2 = K \cdot V_{OUT}$  Calcule la función de

transferencia  $H(s) = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$  (0,5 pto.)

$$V_{OUT} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot \left(1 + \frac{R_F}{R_A}\right) \cdot V_1 - \frac{R_F}{R_A} V_{in} = A_1 \cdot V_1 - A_2 \cdot V_{in}$$

$$V_2 = K V_0 \Rightarrow V_1 = -\frac{1}{R} \cdot \frac{1}{Cs} \cdot K \cdot V_{OUT} = -\frac{K \cdot V_0}{R \cdot C \cdot s}$$

$$V_0 = -\frac{R_1}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_F}{R_A}\right) \frac{K V_0}{R C s} - \frac{R_F}{R_A} V_{in} = -\frac{K \cdot A_1 \cdot V_0}{R \cdot C \cdot s} - A_2 V_{in}$$

$$H(s) = \frac{V_{OUT}}{V_{in}} = -A_2 \frac{s}{s + \frac{K \cdot A_1}{R C}}$$

c) ¿Es un filtro paso bajo? (0.25 pto.)

SI  - NO

Es paso-alto

d) Calcular los valores de  $R_1$ ,  $R_2$ , y  $R_F$  para que el filtro sea paso alto con ganancia de  $K=10$  a una frecuencia 10 y una frecuencia de corte ajustable entre 100 y 400 Hz. (1,25 pts.)

Suponiendo  $A_1 = 1$ ,  $R_A = 10\text{K}\Omega$  y  $C = 0.01\ \mu\text{F}$

• Ganancia de alta frecuencia  $\rightarrow \lim_{s \rightarrow \infty} |H(s)| = \frac{R_F}{R_A} = 10$

$$R_F = 10 \cdot R_A = 100\text{K}\Omega$$

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} \left( 1 + \frac{100\text{K}}{10\text{K}} \right) = 1 \Rightarrow \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot 11 = 1 \Rightarrow 11 \cdot R_1 = R_1 + R_2 \Rightarrow R_2 = 10R_1$$

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_A R_F}{R_A + R_F} = \frac{10\text{K} \cdot 100\text{K}}{110\text{K}} = 9.09\text{K}\Omega \Rightarrow \frac{R_1 \cdot (10R_1)}{R_1 + 10R_1} = 9.09\text{K}\Omega \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10R_1^2 - 11R_1 \cdot 9090 = 0 \Rightarrow R_1 (10R_1 - 100 \cdot 10^3) = 0 \quad \left. \begin{array}{l} R_1 = 0 \\ R_1 = 10\text{K}\Omega \Rightarrow R_2 = 100\text{K}\Omega \end{array} \right\}$$

Frecuencia de corte:

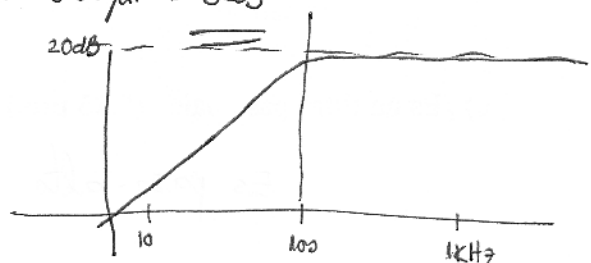
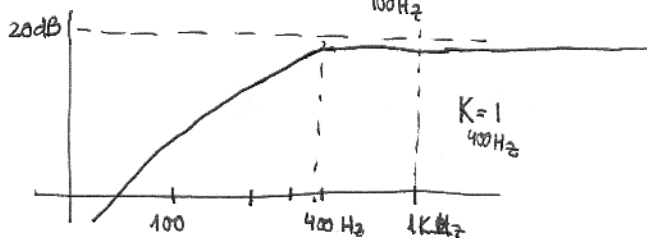
$$s + \frac{K A_1}{R \cdot C} = 0 \Rightarrow \text{Frecuencia de corte máxima en } K=1$$

$$\omega_p = \frac{K \cdot A_1}{R \cdot C} = 2\pi \cdot f_p = 2 \cdot \pi \cdot 400\text{Hz} \Rightarrow R = \frac{1}{2512 \cdot 0.01\ \mu\text{F}} = 39.8\text{K}\Omega$$

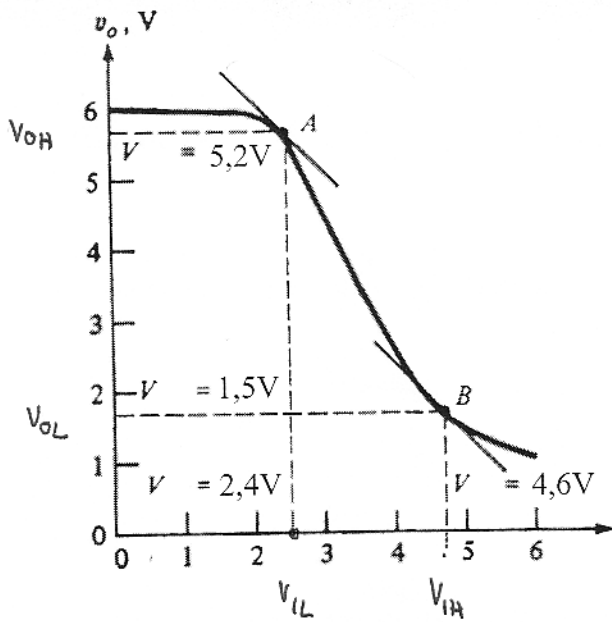
$\Rightarrow$  Frecuencia mínima en  $K=0.25$  ??

$$\frac{K_{100\text{Hz}} \cdot A_1}{39.8\text{K}\Omega \cdot 0.01\ \mu\text{F}} \Rightarrow \frac{K_{??}}{39.8\text{K}\Omega \cdot 0.01\ \mu\text{F}} = 2 \cdot \pi \cdot 100\text{Hz} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K = 2 \cdot \pi \cdot 100 \cdot 39.8\text{K}\Omega \cdot 0.01\ \mu\text{F} = 0.25$$



5. Para el inversor de la figura, rellenar los datos de la tabla: (0.5 pto.)



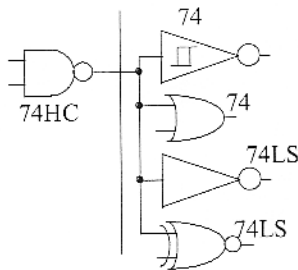
- $V_{IH} = 4'6 \text{ V}$
- $V_{IL} = 2'4 \text{ V}$
- $V_{OH} = 5'2 \text{ V}$
- $V_{OL} = 1'5 \text{ V}$
- $NM_H = 5'2 - 4'6 = 0'6 \text{ V}$
- $NM_L = 2'4 - 1'5 = 0'9 \text{ V}$

*¡¡¡¡¡ no olvidar las unidades!!!*

6. En un diseño de electrónica digital se plantea conectar una salida de una puerta lógica de la familia 74HC con la entrada de varias puertas de la familia 74 y 74LS como se muestra en el gráfico. Mediante los valores de la tabla, demostrar si es correcto o no el

Parámetro	74HC	74	74LS	74S	74AS
$V_{IH}(\text{min})$ (V)	3,15	2	2	2	2
$V_{IL}(\text{max})$ (V)	1	0,8	0,8	0,8	0,8
$V_{OH}(\text{min})$ (V)	4,9	2,4	2,7	2,7	2,7
$V_{OL}(\text{max})$ (V)	0,1	0,4	0,4	0,5	0,5
$I_{IH}(\text{max})$	1 $\mu\text{A}$	40 $\mu\text{A}$	20 $\mu\text{A}$	50 $\mu\text{A}$	200 $\mu\text{A}$
$I_{IL}(\text{max})$	-1 $\mu\text{A}$	-1,6 mA	-400 $\mu\text{A}$	-2 mA	-2 mA
$I_{OH}(\text{max})$	-4 mA	-400 $\mu\text{A}$	-400 $\mu\text{A}$	-1 mA	-2 mA
$I_{OL}(\text{max})$	4 mA	16 mA	8 mA	20 mA	20 mA

montaje propuesto. (0.5 pto.)



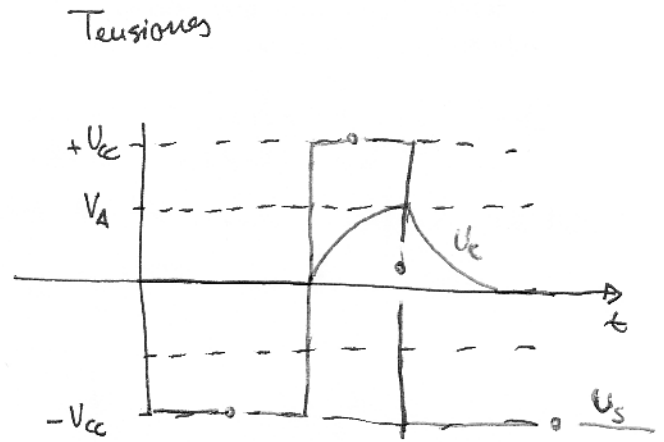
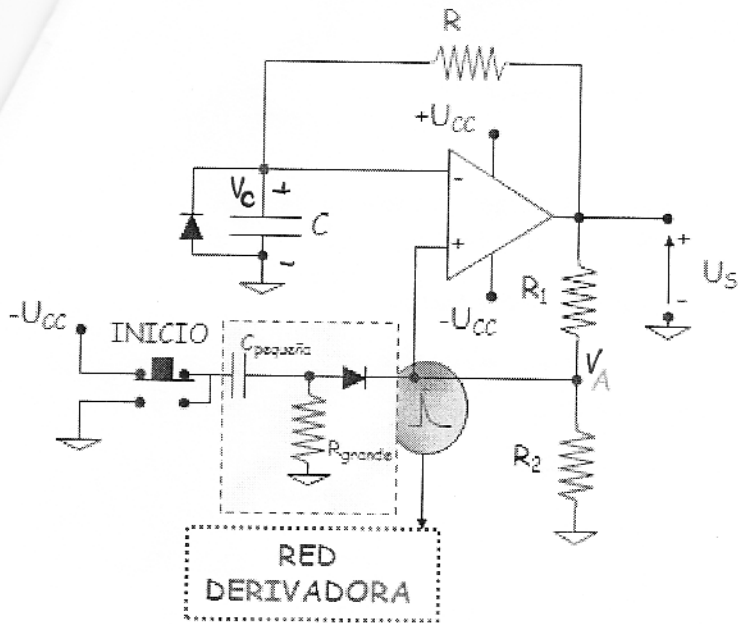
Comprobamos compatibilidad de tensiones

$$\begin{aligned}
 V_{OH}^{74HC} - V_{IH}^{74} &= 4'9 - 2 = 2'9 \text{ V} > 0 \Rightarrow \text{OK} \\
 V_{OH}^{74HC} - V_{IH}^{74LS} &= 4'9 - 2 = 2'9 \text{ V} > 0 \Rightarrow \text{OK} \\
 |V_{OL}^{74HC} + V_{IL}^{74}| &= 0'1 - 0'8 = 0'7 \Rightarrow \text{OK} \\
 V_{IL}^{74LS} - V_{OL}^{74HC} &= 0'8 - 0'1 = 0'7 > 0 \Rightarrow \text{OK}
 \end{aligned}
 \left. \begin{array}{l} \text{OK} \Rightarrow V_{OH} \\ \text{OK} \Rightarrow V_{OL} \end{array} \right\} \text{OK en tensiones}$$

Faltaría comprobar

$$\begin{aligned}
 I_{OH}^{74HC} &\rightarrow 2 \cdot I_{IH}^{74} + 2 \cdot I_{IH}^{74LS} \rightarrow -4 \text{ mA} > 2 \cdot 40 \mu\text{A} + 2 \cdot 20 \mu\text{A} \Rightarrow \text{OK} \\
 I_{OL}^{74HC} &\rightarrow 2 \cdot I_{IL}^{74} + 2 \cdot I_{IL}^{74LS} \rightarrow 4 \text{ mA} < 2 \cdot (-1'6 \text{ mA}) + 2 \cdot (-400 \mu\text{A}) \Rightarrow \text{OK}
 \end{aligned}$$

Dado el siguiente circuito, explicar cómo funciona y evoluciona la salida  $U_S$  cuando se presiona rápidamente el pulsador de INICIO. Representar la señal  $U_S$  y la tensión de carga del condensador en el pin  $V$  del amplificador operacional (1 pto.)

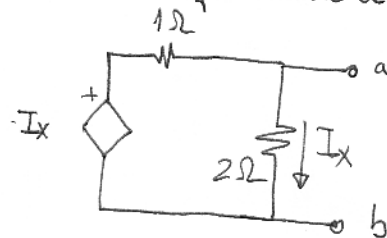
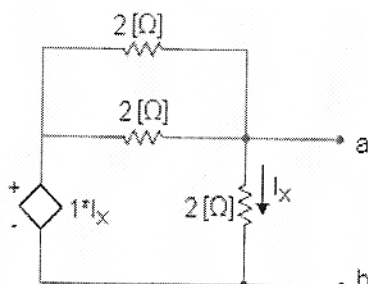


Para  $R_1 \approx R_2$

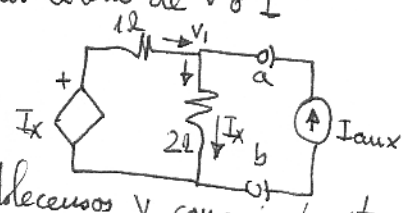
$$t_{\text{Monostable}} = RC \cdot \ln\left(\frac{R_2 + R_1}{R_1}\right) \leftarrow \text{Temporizador analógico}$$

8. Calcular el equivalente *Thevenin* del circuito entre los terminales  $a$  y  $b$  utilizando el análisis nodal. (1 pto.)

Este circuito es equivalente a:



Como no tenemos fuentes independ. introducimos un generador auxiliar externo de  $V$  o  $I$



Como nos piden análisis nodal, establecemos  $V_1$  como incógnita.

La 1ª L.K en el nodo a) sería.

$$\frac{1 \cdot I_x - V_1}{1\Omega} - I_x + I_{aux} = 0 \quad \parallel \quad I_x = \frac{V_1}{2}$$

$$\frac{1 \cdot \left(\frac{V_1}{2}\right) - V_1}{1\Omega} - \frac{V_1}{2\Omega} + I_{aux} = 0 \Rightarrow I_{aux} = \frac{V_1}{1\Omega}$$

$$R_{TV} = \frac{V_1}{I_{aux}} = \frac{V_1}{\frac{V_1}{1\Omega}} = 1\Omega$$

$$V_{TH} = 1V \quad I_{aux} = 1A$$