

**CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DIGITALES**  
**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR – UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID**

**Guía de problemas: Aspectos Eléctricos del Diseño Digital**

© E. Boemo

**Problema 1:** Los siguientes datos corresponden al 74HC04 utilizado en el Lab.

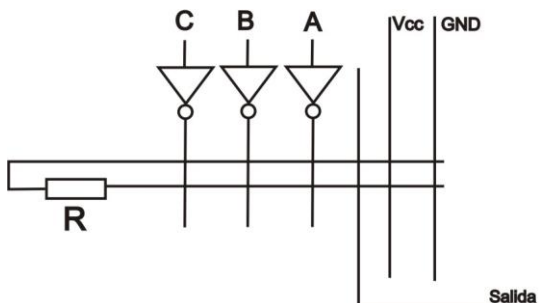
		SN54HC04			SN74HC04			UNIT
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
$V_{CC}$	Supply voltage	2	5	6	2	5	6	V
$V_{IH}$	High-level input voltage	$V_{CC} = 2\text{ V}$		1.5	1.5		V	
		$V_{CC} = 4.5\text{ V}$		3.15	3.15			
		$V_{CC} = 6\text{ V}$		4.2	4.2			
$V_{IL}$	Low-level input voltage	$V_{CC} = 2\text{ V}$		0.5		0.5	V	
		$V_{CC} = 4.5\text{ V}$		1.35		1.35		
		$V_{CC} = 6\text{ V}$		1.8		1.8		
$V_I$	Input voltage	0	$V_{CC}$		0	$V_{CC}$		V
$V_O$	Output voltage	0	$V_{CC}$		0	$V_{CC}$		V
$\Delta t/\Delta v$	Input transition rise/fall time	$V_{CC} = 2\text{ V}$		1000		1000	ns	
		$V_{CC} = 4.5\text{ V}$		500		500		
		$V_{CC} = 6\text{ V}$		400		400		
$T_A$	Operating free-air temperature	-55	125		-40	85		°C

**SN54HC04, SN74HC04**  
**HEX INVERTERS**

Se pide responder a las siguientes preguntas:

- 1.1. Qué diferencia observa entre los datos del 74HC04 y el 54HC04.
- 1.2. Indicar para que rango de tensiones de alimentación funcionan los circuitos.
- 1.3. Porqué  $V_{IH}$  se especifica como un valor mínimo.
- 1.4. Porqué  $V_{IL}$  se especifica como un valor máximo.

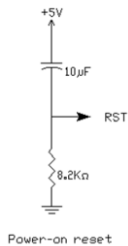
**Problema 2:** Los inversores de la figura son del tipo *open-collector* / *open-drain*. Marque con una cruz todas las conexiones entre cables que se cruzan en el circuito, de manera que la salida sea "0" si cualquiera de las entradas C, B o A son 1.



**Problema 3:** Explique qué significa VIH VIL VOH VOL. Defina 4 valores numéricos cualesquier entre 0 y 5 voltios para estas tensiones de modo que el margen de ruido sea 1,7 voltios.

**Problema 4:** En la figuras se muestran dos circuitos de *reset*. Se pide contestar las siguientes preguntas:

1. Cuánto tarda el capacitor del circuito en llegar a 1,8 voltios ( $V_{IL}$ ) si en  $t=0$  se conecta la tensión de +5v.
2. Cuánto vale la corriente en el circuito en  $t=0+$ , cuando se conecta la tensión de +5v.
3. Cuánto vale la tensión en RST en el circuito en  $t=0+$ , cuando se conecta la tensión de +5v.
4. Cuánto vale la tensión en RST en el circuito en  $t=10$  ms, si en  $t=0$  se conecta la tensión de +5v.
5. Qué valor de R habría que poner en serie con 8K2 si se desea que se alcance 1,8 v ( $V_{IL}$ ) en 2 segundos?



**Problema 5:** En la tabla adjunta se indican los niveles de tensión y corrientes de dos familias de circuitos digitales. Se pide responder a los siguientes puntos:

	TTL 3.3	CMOS 2.5
VOH	2.4V	2.3V
VIH	2V	1.7V
VOL	0.4V	0.2V
VIL	0.8V	0.7V
IOH	-0.4mA	-4mA
IIH	40µA	1µA
IOL	16mA	4mA
IIL	-1.6mA	-1µA

- a) ¿Si la entrada de una puerta CMOS se conecta a la salida de una puerta TTL puede haber incompatibilidad de niveles lógicos? Es decir, ¿siempre un 1 entregado por la primera puerta se entenderá como tal en la segunda? Verifique la misma pregunta pero con los ceros lógicos. Explique detalladamente todos los casos posibles.
- b) Calcular cuantas entradas de una puerta CMOS pueden conectarse sin problemas a una salida TTL (el signo menos indica que la corriente sale por la pata del circuito). Justifique la respuesta.

**Problema 6:** Calcule cuánto tarda aproximadamente en operar (como máximo) un sumador de acarreo serio de 8 bits si se realiza con las siguientes tecnologías: 74L y 74S. Considere despreciable el retardo de los cables.

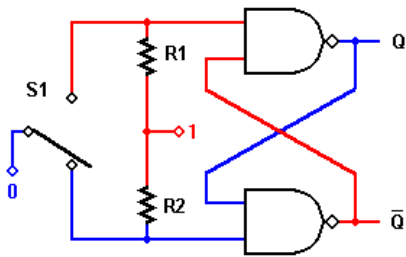
Serie	Retardo de propagación (ns) de una puerta	Disipación de potencia (mW) de una puerta
54L/74L	33	1
54S/74S	3	19

**Problema 7:** En la tabla anterior se evidencia que una baja disipación de potencia implica mayores retardos de propagación. Realice una explicación de lo anterior aplicando ideas elementales de Física.

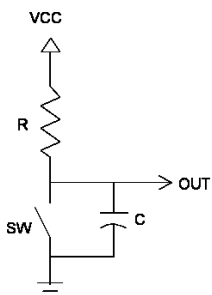
**Problema 8:** Explique que significa que  $I_{IL}$  sea negativa e  $I_{OL}$  sea positiva.

**Problema 9:** Utilizando la tabla del problema 5, indique cuántas puertas pueden conectarse a la salida de una puerta TTL 3.3.

**Problema 10:** Escriba qué se entiende en electrónica como “rebote de un interruptor” y explique cómo funciona el siguiente circuito antirrebote. Considere los siguientes casos: a) El interruptor pasa desde la posición del dibujo hacia S1 sin rebote. B) a) El interruptor pasa desde la posición del dibujo hacia S1 pero rebota golpeando y separándose de S1 varias veces (sin llegar a volver a la posición inicial).



**Problema 11:** Explique cómo funciona el siguiente circuito RC como antirrebote.



**Problema 13:** La tabla adjunta muestra valores de 3 corrientes. Indique:

1. El significado de cada una.
2. Qué familia es más adecuada para manejar una carga elevada? (carga = un LED, un actuador, un relé, etc).

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

PARAMETER	MAX or MIN	AHC	AHCT	LVC 5V	LVC 3.3V	LVC 2.5V	LVC 1.8V	AUC 2.5V	AUC 1.8V	UNIT
$I_{CC}$	MAX	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	mA
$I_{OH}$	MAX	-8	-8	-32	-24	-8	-4	-9	-8	mA
$I_{OL}$	MAX	8	8	32	24	8	4	9	8	mA

**Problema 14:** En la tabla adjunta se muestra el TP (*time-power*) de diversas familias lógicas. Pregunta:

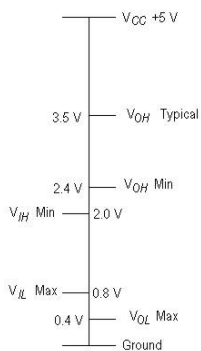
- 1.Cuál consume menos potencia media?
- 2.Cuál es más rápida?
3. Existe una correlación inversa entre Time y Power? Es decir, menos retardo (time) implica más consumo (power).Y una correlación inversa retardo y Vcc (más retardo si Vcc es baja)?

Technology on Gates 00-10; 14; 32; 76; 86;  
and Octals 244; 245; 273; 373; 374; 573; 574

Functions	Family	Technology	Vcc	tpd ns max	Icc
Gates and Octals	5V (and up) CMOS family	CD4000	3.0 to 18V	250,120, 90	5, 10,15 $\mu$ A
Gates and Octals	5-V Bipolar families	LS	4.75 to 5.25V	20	8.8mA
Gates and Octals	5-V Bipolar families	ALS	4.5 to 5.5V	14	4mA
Gates and Octals	5-V Bipolar families	TTL	4.75 to 5.25V	27	33mA
Gates and Octals	5-V Bipolar families	S	4.75 to 5.25V	7.5	57mA
Gates and Octals	5-V Bipolar families	AS	4.5 to 5.5V	5.5	24mA
Gates and Octals	5-V CMOS families	AC	2.0 to 6.0V	8.7	80 $\mu$ A
Gates and Octals	5-V CMOS families	ACT	2.0 to 6.0V	8.7	80 $\mu$ A
Gates and Octals	5-V CMOS families	HC	2.0 to 6.0V	27	40 $\mu$ A
Gates and Octals	5-V CMOS families	HCT	2.0 to 6.0V	27	40 $\mu$ A
Gates and Octals	5-V CMOS families	LV-A/T	2.0 to 5.5V	9	20 $\mu$ A
Gates and Octals	5-V BiCMOS families	ABT	4.5 to 5.5V	4.6	250 $\mu$ A
Gates and Octals	3.3-V CMOS families	LVC	1.65 to 3.6V	5.5	10 $\mu$ A
Gates and Octals	3.3-V BiCMOS families	LVT	2.7 to 3.6V	3.5	190 $\mu$ A
Gates and Octals	3.3-V CMOS families	LV-A	2.0 to 5.5V	14	20 $\mu$ A
Gates and Octals	2.5-V CMOS family	LVC	1.65 to 3.6V	9	10 $\mu$ A
Gates and Octals	1.8-V CMOS family	AUC	0.8 to 2.7V	1.9	10 $\mu$ A

**Problema 15:** Una batería de un móvil tiene una carga de 0,9 ampere-hora. En cuánto tiempo la descargaría un circuito de la familia LVC? ¿Y un circuito LS? Utilice los datos de la tabla anterior.

**Problema 16:** Utilizando los siguientes datos, calcule el valor máximo que puede tener un *pull-up* y un *pull-down*. Considere que el chip se alimenta con  $V_{cc} = 5$  v. Use los datos de corrientes del problema 25.



What does it all mean?

$V_{OH} Min$  = Output voltage high minimum with up to 0.4 mA load A good chip is guaranteed to output a minimum of 2.4 V logic high up to 0.4 mA

$V_{OL} Max$  = Output voltage low maximum with up to 16 mA load A good chip is guaranteed to output a maximum of 0.4 volts up to 16 mA

$V_{IH} Min$  = Input voltage high minimum 2.0 V A good chip will recognize 2.0 V or greater as a logic high and draw no more than 0.04 mA input current.

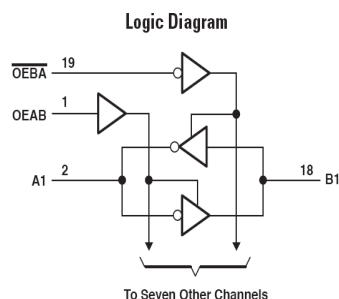
$V_{IL} Min$  = Input voltage low maximum 0.8 V A good chip will recognize 0.8 V or less as a logic low and draw no more than 1.6 mA input current.

**Problema 17:** Indique para que sirve el siguiente circuito:

620

**OCTAL BUS TRANSCEIVERS**

- Local Bus-Latch Capability
- 3-State Inverting Outputs
- 74AC11xxx: Product Available in Reduced-Noise Advanced CMOS (11000 Series)
- 74ACT11xxx: Product Available in Reduced-Noise Advanced CMOS (11000 Series)



FUNCTION TABLE

ENABLE INPUTS		OPERATION
OEBA	OEAB	
L	L	$\bar{B}$ data to Abus
H	H	$\bar{A}$ data to B bus
H	L	Isolation
L	H	$\bar{B}$ data to Abus $\bar{A}$ data to B bus

**Problema 18:** Para los datos del Problema 16 indique cuánto vale el margen de ruido.

**Problema 19:** Indique qué utilidad tiene una puerta de tipo *open-drain* u *open-collector*.

**Problema 20:** Una batería de un móvil tiene 0,9 ampere-hora de carga. En cuánto tiempo se descargaría si se mantiene pulsado un interruptor que está conectado entre GND y una resistencia de *pull-up* de 10KΩ a 5 v.

**Problema 21:** Una tecnología tiene  $I_{IL}$  de valor 1,6 mA. Calcule el valor óptimo de una resistencia de *pull-down*. Indique en cuanto tiempo se descargaría una batería de un móvil con 0,9 ampere-hora de carga, si el pulsador entre VCC y el *pull-down* es activado. Utilice los datos del Problema 1  $V_{CC} = 4,5$  v

**Problema 22:** Una tecnología tiene  $I_{IH}$  de valor 40 μA. Calcule el valor óptimo de una resistencia de *pull-up*. Indique en cuanto tiempo se descargaría una batería de un móvil con 0,9 ampere-hora de carga, si el pulsador entre GND y el *pull-up* es activado. Use los datos de tensión del problema 16.

**Problema 23:** En los trozo de hoja de datos adjuntos se muestran los valores de  $V_i$  y se indica que el pulso mínimo de *clear* de un 74163 es 20 ns. Es decir, dicha señal debe estar a cero lógico durante al menos 20 ns.

Dibuje un circuito RC de *power-on reset* y calcule el valor mínimo de R, si  $C = 10$  pF y  $V_{CC} = 5$  v. Recuerde que la tensión a la que se carga de condensador vale:

$$V_C(t) = V_{CC} (1 - e^{-t/RC})$$

Notas:

n = nano =  $10^{-9}$   
 p = pico =  $10^{-12}$

**recommended operating conditions**

	SN54160, SN54161			SN74160, SN74161			UNIT
	SN54162, SN54163			SN74162, SN74163			
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, $V_{CC}$	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, $I_{OH}$			-800			-800	μA
Low-level output current, $I_{OL}$			16			16	mA
Clock frequency, $f_{clock}$	0		25	0		25	MHz
Width of clock pulse, $t_w(clock)$	25			25			ns
Width of clear pulse, $t_w(clear)$	20			20			ns

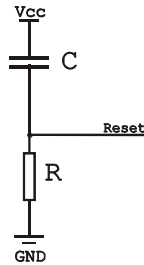
$V_{IH}$ High-level input voltage	$V_{CC} = 2$ V	1.5	1.5	V
	$V_{CC} = 4.5$ V	3.15	3.15	
	$V_{CC} = 6$ V	4.2	4.2	
$V_{IL}$ Low-level input voltage	$V_{CC} = 2$ V		0.5	V
	$V_{CC} = 4.5$ V		1.35	
	$V_{CC} = 6$ V		1.8	

**Problema 24:** En la ecuación  $V_C(t) = V_{CC} (1 - e^{-t/RC})$  despeje R y demuestre que su unidad es el Ω

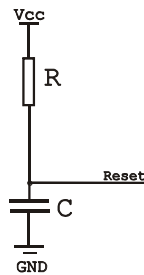
**Problema 25:** Una determinada tecnología TTL tiene los siguientes parámetros eléctricos. Se pide:

$V_{IH}$	$V_{IL}$	$V_{OH}$	$V_{OL}$	$I_{IH}$	$I_{IL}$	$I_{OH}$	$I_{OL}$	$V_{CC}$
2,4 V	0,8 V	2 V	0,4 V	40 $\mu$ A	-1.6mA	-16mA	1,6 mA	5 V

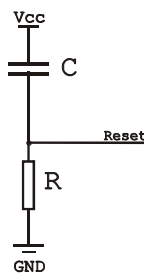
1. Calcular el valor mínimo de C del *power-on reset* de la figura sabiendo que el *reset* del circuito requiere un pulso a "1" de al menos 25 ns y que R=10K



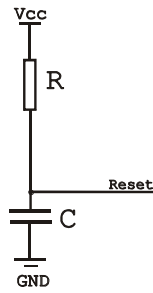
2. Calcular en cuando tiempo agota el circuito de *reset* anterior a una pila de 0,5 A-hora si se quita el condensador del circuito.
3. Calcular el valor mínimo de C del *power-on reset* de la figura sabiendo que el *reset* del circuito requiere un pulso a "0" de al menos 25 ns y que R=10K



4. Calcular la tensión en la pata de *reset* si se quita el condensador del circuito.
5. Calcular el valor mínimo de R del *power-on reset* de la figura sabiendo que el *reset* del circuito requiere un pulso a "1" de al menos 25 ns y que C=10 uF



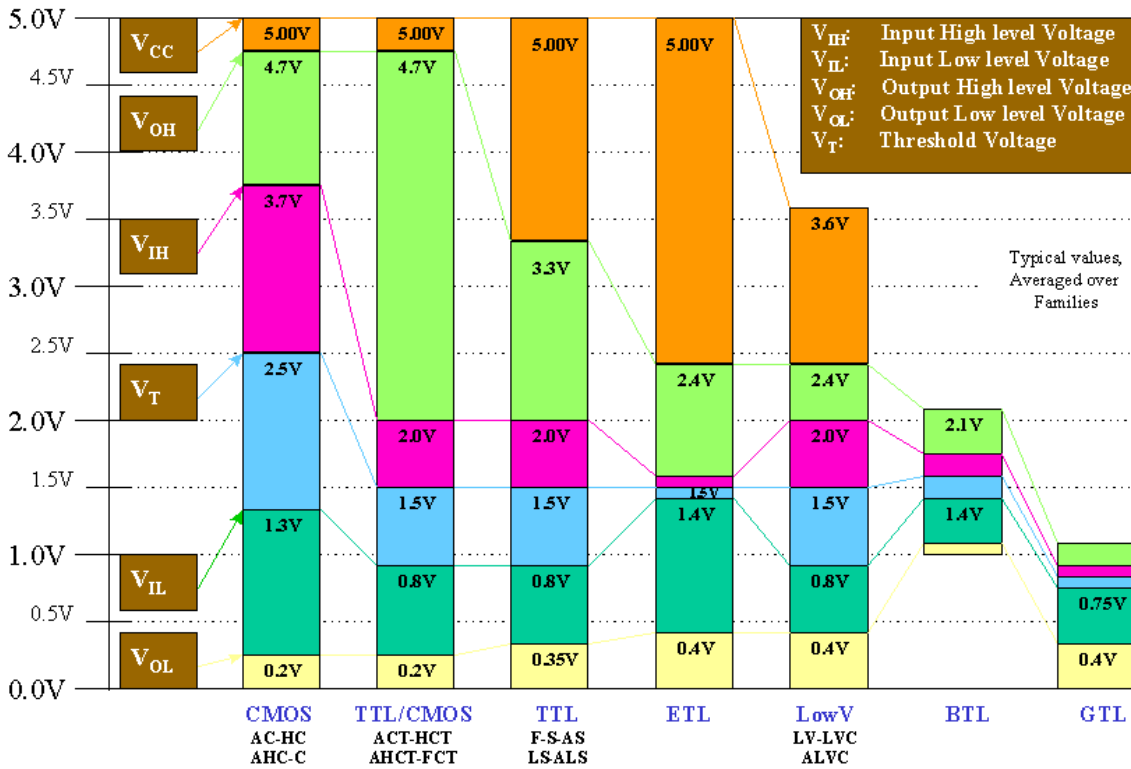
6. Calcular en cuando tiempo agota el circuito de *reset* anterior a una pila de 0,5 A-hora si se quita el condensador del circuito.
7. Calcular el valor mínimo de R del *power-on reset* de la figura sabiendo que el *reset* del circuito requiere un pulso a "0" lógico de al menos 25 ns y que C=10uF



8. Calcular la tensión en la pata de *reset* si se quita el condensador del circuito.

**Problema 26:** En el problema anterior calcular los valores máximos de R una vez que el capacitor se ha cargado completamente.

**Problema 27:** La siguiente figura muestra los valores de  $V_{OH}$ ,  $V_{OL}$ ,  $V_{IH}$  y  $V_{IL}$  para diversas familias de circuitos integrados. Indique familias que sean compatibles a niveles de tensión y familias que no. Justifique su respuesta.



**Problema 25:** Deducir la ecuación de la carga de un condensador a través de una R conectada con una fuente de tensión constante. Repetir el ejercicio si ahora el condensador se carga con una fuente de corriente constante.