

Clase 15: Criterios de Comparación de Familias Lógicas.

Características del Inversor Real

Cuando comenzamos a trabajar con un inversor real comienzan a aparecer algunos inconvenientes que no teníamos en cuenta cuando estudiábamos la lógica solamente.

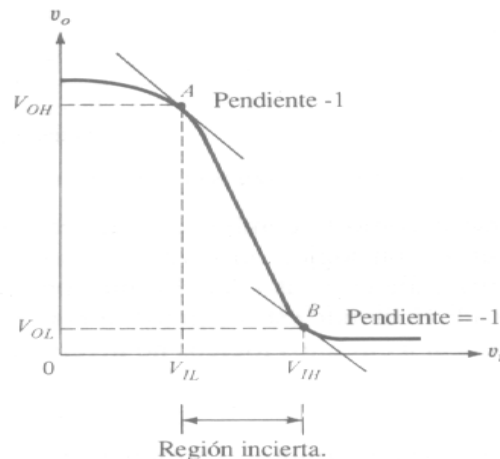


Fig 4-7 Curva característica de un inversor real

La curva de transferencia como se ve en la Figura 4-7 es más acampanada y no se hace tan fácil determinar algunos valores de tal manera que hay que redefinir los valores de la tensión para la cual se considera que el inversor estará en un estado o en otro. Por conveniencia se toman aquellos valores de tensión en los que la curva de transferencia real tiene pendiente igual a uno, obtenemos entonces los valores:

V_{OH} : Será la tensión de salida para la que consideramos que cuando se supera, el estado del dispositivo está en V(1).

V_{OL} : Cuando la tensión es inferior a éste valor el dispositivo estará en V(0)

V_{IL} : Es la tensión de entrada por debajo de la cual considero que la entrada está en estado 0.

V_{IH} : Es la tensión de entrada por encima de la cual considero que la entrada está en estado 1.

Los valores comprendidos entre V_{IH} y V_{IL} y entre V_{OH} y V_{OL} determinan zonas inciertas de tensión.

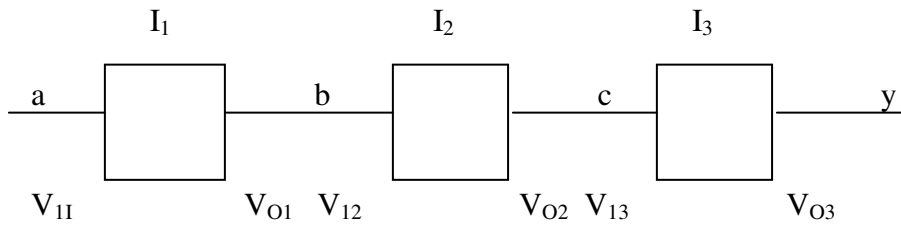
Puesto que la salida de la puerta 1 sirve de entrada a la puerta 2 es necesario que $V_{OH} > V_{IH}$ y que $V_{OL} < V_{IL}$ para que la puerta cumpla la función.

Estudio de la curva de tensiones de salida como función de las tensiones de entrada de una puerta inversora.

Problema: En el circuito de la figura 4-8 en el que se representan tres puertas inversoras reales, resolver las situaciones para distintos valores típicos en la curva característica de un inversor:

O sea, estudie el comportamiento de la cadena de 3 puertas inversoras idénticas I_1, I_2, I_3 en los casos en que: **i)** $V_{OH} > V_{IH}$ y $V_{OL} < V_{IL}$; **ii)** $V_{OH} > V_{IH}$ y $V_{OL} > V_{IL}$; **iii)** $V_{OH} < V_{IH}$ y $V_{OL} < V_{IL}$

Figura 4-8 Representación de tres puertas inversoras reales con sus correspondientes tensiones de entrada y de salida



(Ayuda: asigne un valor nulo a la tensión de entrada de la primer puerta y estudie el comportamiento del sistema a medida que ésta tensión aumenta.)

Tabla 4-1 Valores de tensión de entrada y salida de cada uno de las puertas inversoras reales.

V_{I1}	A	v_{O1} ♦	$I_1 = b$	v_{I2}	v_{O2} ♥	$I_2 = c$	v_{I3}	V_{O3} ♣	Y
$<V_{IL}$	0	$>V_{OH}$	1	$>V_{IH}$ *	$<V_{OL}$	0	$<V_{IL}$ **	$>V_{OH}$	1
$V_{IL} < x < V_{IH}$	¿?								
$>V_{IH}$	1								

- ♦♥ por observación de la curva característica
- * por i) 1
- ** por i) 2

Complete la tabla 4-1 para la otra situación y para los casos ii) y iii)

Margen de Ruido

Debido a que en cualquier sitio existe radiación electromagnética, y que ésta induce tensiones eléctricas, los circuitos pueden verse afectados produciéndose cambios de estados no deseados. Cualquier antena cercana, ya sea de televisión o de teléfono celular, emite este tipo de radiación. Otra fuente de tensiones no deseadas es el ripple que puede tener los generadores de tensión que comandan las diferentes puertas, es lógico pensar que tiene que haber un margen para las definiciones de tensión que necesitamos trabajar. Si llamamos ruido al conjunto de tensiones que aparecen en los circuitos, que no se ha provocado con un fin específico, definiremos margen de ruido (NM noise margin) a las diferencias

$$NM_H = V_{OH} - V_{IH}$$

$$NM_L = V_{IL} - V_{OL}$$

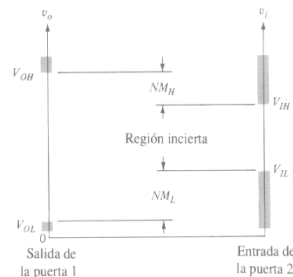


Figura 4-9 Representación de las tensiones correspondientes a la definición de margen de ruido

Correspondientes a los valores de $V(1)$ y $V(0)$ La importancia del margen de ruido radica en que una señal que sea menor a éstos valores no alterará el estado del dispositivo mientras que los valores que sean mayores provocarán transiciones no deseadas.

Fan - Out

Una puerta lógica debe ser capaz de suministrar la entrada a varios circuitos semejantes. Fan-out es el término empleado para indicar el número de circuitos que una puerta puede excitar. Si tenemos un circuito como el de la figura siguiente en el estado 1.

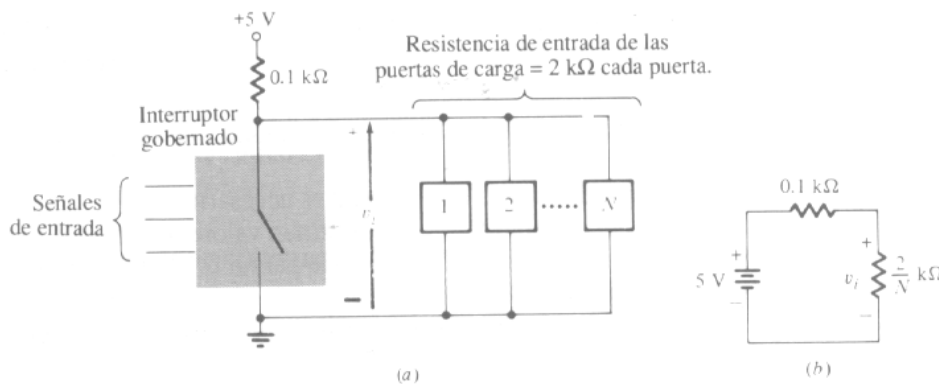


Figura 4-10 Representación del Fan-Out de un Interruptor gobernado.

La carga consiste en N entradas idénticas, cada una de ellas con una resistencia de entrada de 2 KΩ. Para asegurar un funcionamiento correcto, la tensión V_i de entrada a las puertas de carga debe ser por lo menos de 3,5 V. Determinar el número de puertas que se pueden atender, es decir determinar el Fan - out:

La tensión de entrada dependerá de la cantidad de puertas agregadas la resistencia equivalente del paralelo será igual a $2\Omega / N$ con N la cantidad de puertas. Así la tensión de entrada será

$$V_i = \frac{2/N}{0.1 + 2/N} * 5 \geq 3.5V$$

Despejando tenemos que N es 8.57, pero como tiene que ser un número natural serán admitidas 8 puertas, el fan out será 8.

Fan - in

Se define como el fan - in al número de puertas que un circuito lógico puede admitir. Si se excede éste valor, la puerta lógica producirá una salida en estado indeterminado o incorrecto. Además, las señales de entrada pueden resultar deterioradas por la carga excesiva.

Dado que la potencia disipada es el producto instante a instante de la tensión de salida por la corriente de salida, es interesante estudiar estas curvas para el caso de un circuito inversor real y diferenciarlas del ideal.

Notamos dos diferencias fundamentales, 1) La corriente y la tensión mas baja es distinta de cero. 2) Los tiempos de conmutación no son nulos. Hay un lapso desde que el inversor pasa de la tensión de salida superior hasta que alcanza la inferior y en sentido inverso igual, en dichos lapsos la corriente es distinta de cero, ya sea creciendo o disminuyendo de valor. El producto entre ambas es considerable.

En el consumo total de potencia de la puerta contribuyen tanto la disipación estática como la dinámica. A veces el factor dinámico es el más importante éste es el caso de sistemas VLSI fabricadas con tecnologías CMOS en los que la disipación en potencia estática es mucho menor que la dinámica.

El factor de potencia disipada se lo calcula para el 50% del ciclo de trabajo realizado y es la potencia disipada por una lógica en esas condiciones.

$$f_p = \frac{\int_0^{\tau} v(t).i(t).dt}{2.\tau}$$

Con τ el tiempo que dura un ciclo entero. Ésta fórmula final es independiente del tipo de puerta que estemos considerando y se usará para definir cualidades de circuitos integrados en general.

La velocidad a la que puede operar una puerta depende del tiempo necesario para que una señal en la entrada se traduzca en una señal en la salida, lo que depende, entre otras cosas, de los tiempos de transición de un estado a otro. En la figura se representa ésta situación para un inversor real. Con los tiempos de subida t_r (rise) y de bajada t_f (fall) se mide los lapsos correspondientes para las variaciones de las tensiones de entrada. Ambos tiempos se toman para el lapso transcurrido desde que la tensión toma desde el 10% al 90% de la diferencia entre $V(1) - V(0)$.

Por otro lado se encuentra el retardo en que comienza a responder la puerta cambiando la tensión de salida. Esto se mide con t_p que es el lapso desde que la tensión de entrada cambia un 50% de $[V_i(1) - V_i(0)]$ hasta que la tensión de salida realiza el cambio correspondiente de un 50% de $[V_o(1) - V_o(0)]$.

Tengo así definidos los valores de retardo de subida t_{pLH} y de bajada t_{pHL} , definiéndose como tiempo de retardo t_p al promedio entre ambos

$$t_p = (t_{pLH} + t_{pHL}) / 2$$

Se define como factor de mérito de una puerta lógica al producto del tiempo de retardo por el factor de potencia disipada definida en el tema anterior. Cuanto menor es el factor de mérito f_m , mejor es la técnica de realización de la familia considerada.

$$f_m = f_p \times t_p$$

En la tabla siguiente se exponen datos de funcionamiento de los circuitos clásicos para cada una de las familias lógicas mencionadas. Todos los valores expresados corresponden a una temperatura de trabajo de 25 C. El recorrido lógico, es la diferencia entre V_{OH} y V_{OL} . Los valores de margen de ruido se corresponden con los peores de cada caso. Todos los valores fueron definidos en clases anteriores

Familia Serie N°	TTL			CMOS		ECL	
	74 LS	74 AS	74 ALS	74 C	74 HC	10 K	100 K
Tensión nominal de alimentación [V]	5	5	5	5	5	-5.2	-4.5

V_{OL} máximo [V]	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	-1.7	-1.7
V_{OH} mínimo [V]	2.7	2.7	2.7	4.2	4.2	-0.9	-0.9
V_{IL} máximo [V]	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	-1.4	-1.4
V_{IL} mínimo [V]	2.0	2.0	2.0	3.5	3.5	-1.2	-1.2
NM_H [V]	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.3	0.3
NM_L [V]	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.3	0.3
Recorrido [V]	2.0	2.0	2.0	3.8	3.8	0.8	0.8
Potencia Disipada por puerta [mW]	2	20	1	~0	~0	24	40
Factor de mérito [pJ]	10	1.5	0.4	30	10	2	0.75
Fan-out	100	10	100	>100	>100	10	10

De la comparación entre familias se obtienen las siguientes conclusiones generales:

1. La familia ECL tiene los menores retardos de propagación, lo que representa que son los circuitos lógicos más rápidos disponibles.
2. La familia TTL 54/74 ALS tiene el menor factor de mérito.
3. Los circuitos CMOS son los que disipan menor potencia.