



Parámetros eléctricos de los Sistemas Digitales

Dr. Jose Luis Rosselló
Grupo Tecnología Electrónica
Universidad de las Islas Baleares

1



Parámetros eléctricos

- Introducción
- Parámetros estáticos
- Parámetros dinámicos
- Fan-in y Fan-out
- Ejemplos y ejercicios prácticos

2



Introducción

- La información puede ser representada como un conjunto de unos y ceros (nivel lógico)
- En un circuito digital los unos y los ceros están representados por tensiones altas (1) o bajas (0)
- Se podrán construir dispositivos que procesen la información de forma que se pueda operar con números, procesar imágenes, transmitir información, etc.

3

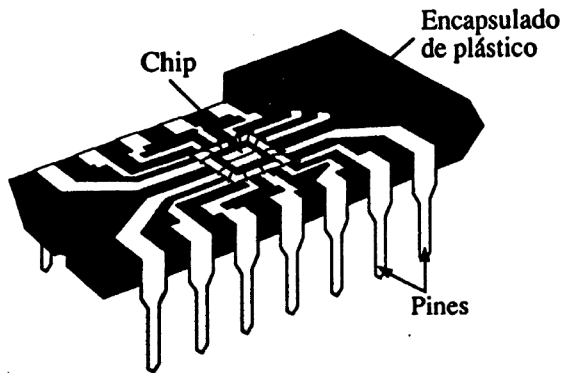


Introducción

- Hay distintas formas de implementar circuitos digitales (tecnologías digitales)
- Existen muchos tipos de tecnologías
 - CMOS
 - TTL
 - ECL
 - BiCMOS
 -
- Dependiendo de las características del circuito a realizar se elegirá una u otra tecnología

4

Dispositivos discretos



5

Familias lógicas

- Bipolar
 - TTL
 - ECL
- MOS
 - CMOS
 - HCMOS (Componentes discretos)
 - NMOS

6

Escalas de integración

- SSI <12 Puertas
- MSI <100 Puertas
- LSI <1000 Puertas
- VLSI >10000 Puertas

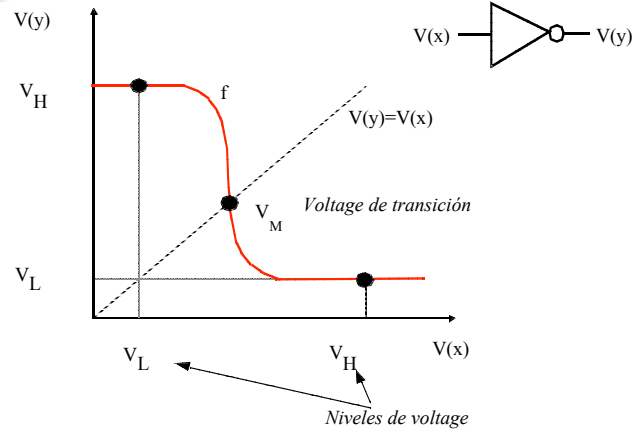
7

Parámetros estáticos

- Niveles lógicos
- Inmunidad al ruido
- Niveles de ruido
- Ejemplos

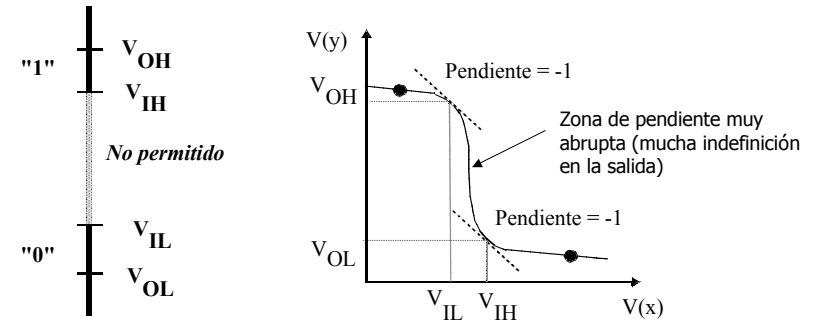
8

Función de transferencia de una puerta



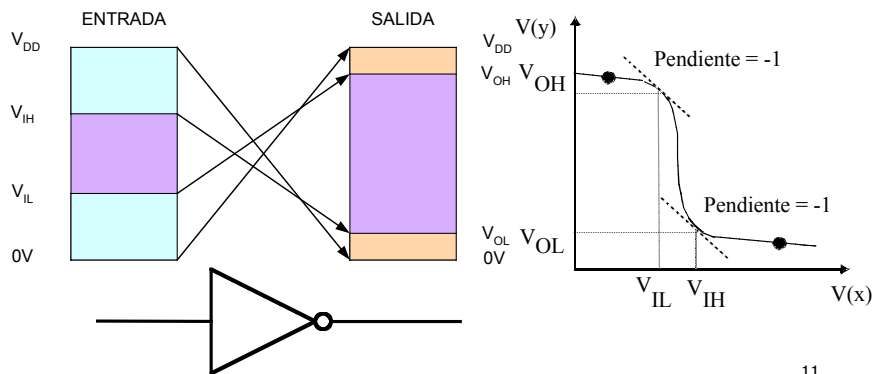
9

Niveles lógicos



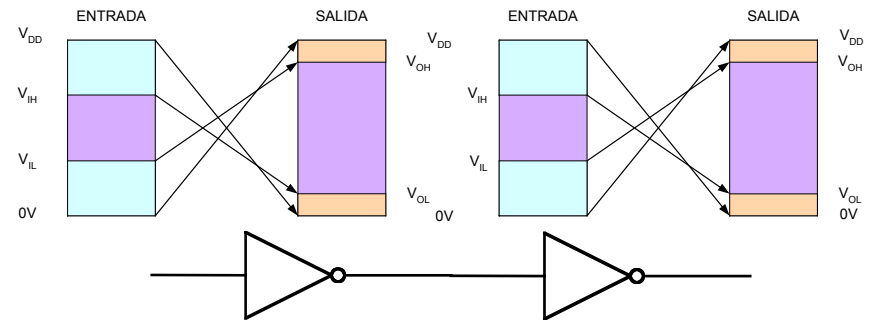
10

Niveles lógicos



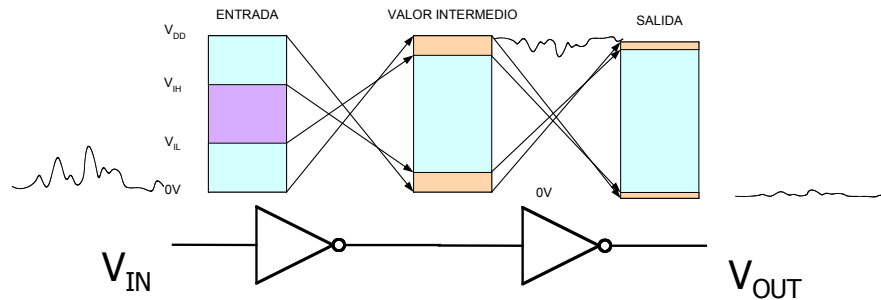
11

Coherencia de niveles



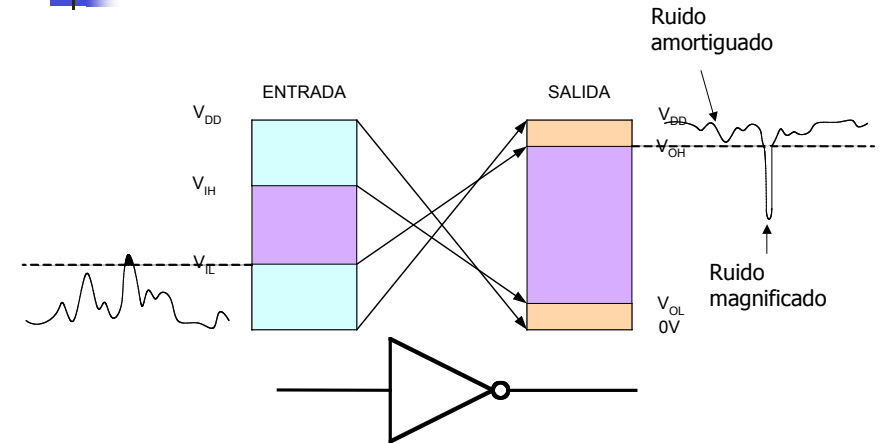
12

Regeneración de los niveles lógicos



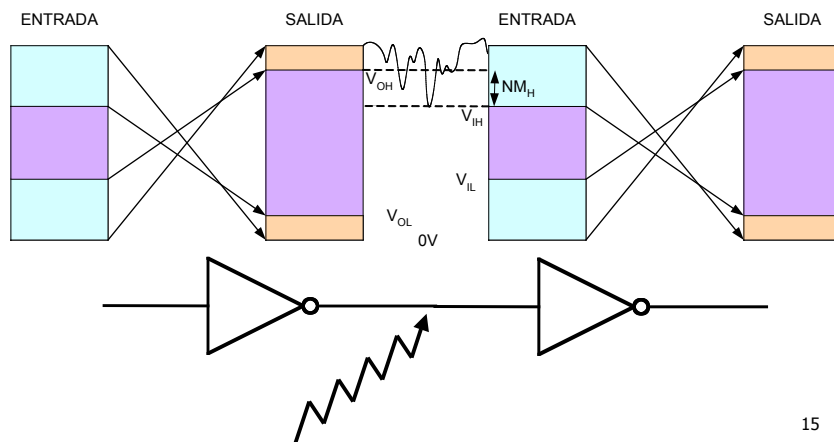
13

Inmunidad al ruido



14

Niveles de ruido



15

Definición de niveles de ruido

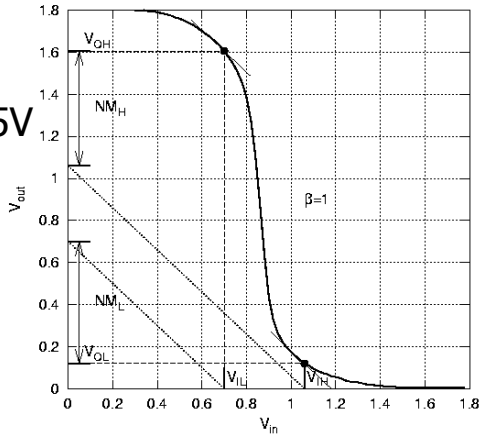
- $NM_H = V_{OH} - V_{IH}$ Nivel de ruido alto
- $NM_L = V_{IL} - V_{OL}$ Nivel de ruido bajo
- Indican en voltios la inmunidad al ruido de una determinada tecnología

16

Ejemplo A: Calcular márgenes de ruido

$$NM_H = 1.6 - 1.05 = 0.55V$$

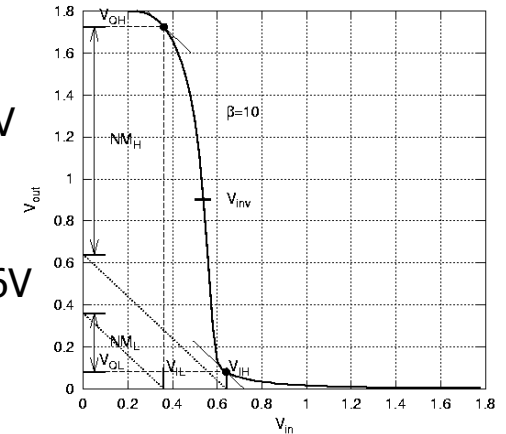
$$NM_L = 0.7 - 0.1 = 0.6V$$



Ejemplo B: Calcular márgenes de ruido

$$NM_H = 1.7 - 0.63 = 1.07V$$

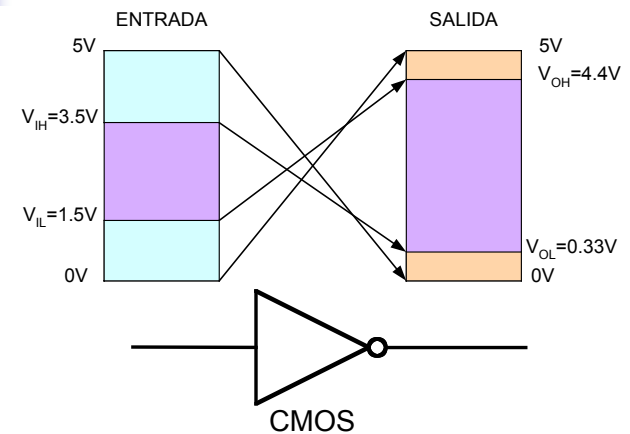
$$NM_L = 0.35 - 0.09 = 0.26V$$



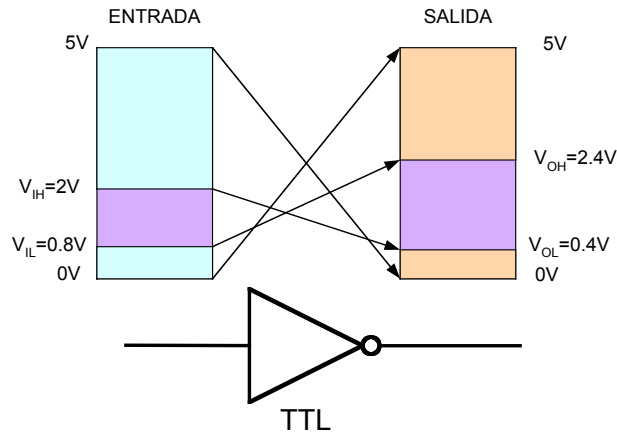
Cálculo de los márgenes de ruido

- Ejemplo A:
 - $NM_H = 0.55V$
 - $NM_L = 0.6V$
- Ejemplo B:
 - $NM_H = 1.07V$
 - $NM_L = 0.26V$

Niveles de ruido CMOS y TTL



Niveles de ruido CMOS y TTL



21

Niveles de ruido CMOS y TTL

- CMOS:
 - $NM_H=0.9V$
 - $NM_L=1.17V$
- TTL:
 - $NM_H=0.4V$
 - $NM_L=0.4V$
- Basándose en estos resultados, ¿que familia de dispositivos (CMOS o TTL) se tienen que usar en un entorno de alto ruido?

22

Parámetros dinámicos

- Disipación de potencia
- Tiempo de propagación
- Producto retraso-potencia

23

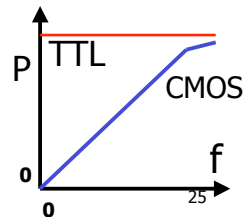
Parámetros dinámicos

- Disipación de potencia
 - I_{CCH} . Corriente de alimentación cuando la salida de la puerta es un nivel alto
 - I_{CCL} . Corriente de alimentación cuando la salida de la puerta es un nivel bajo
 - En un ciclo de trabajo la disipación media será de:
 - $P=V_{CC}(I_{CCH}+I_{CCL})/2$

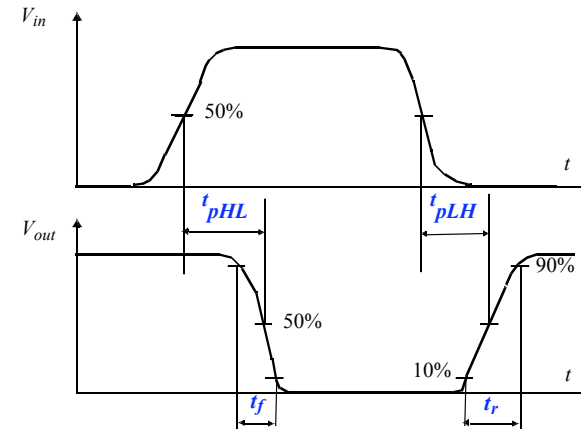
24

Disipación en circuitos CMOS y TTL

- En un circuito TTL la potencia disipada no depende de la frecuencia de operación
- En un circuito CMOS la potencia disipada depende linealmente con la frecuencia de operación



Tiempo de propagación



26

Tiempo de propagación

- El retardo de propagación en una puerta limita la frecuencia a la que puede trabajar ($f \approx 1/t_p$)
- Cuanto menor es el retardo mayor es la frecuencia máxima

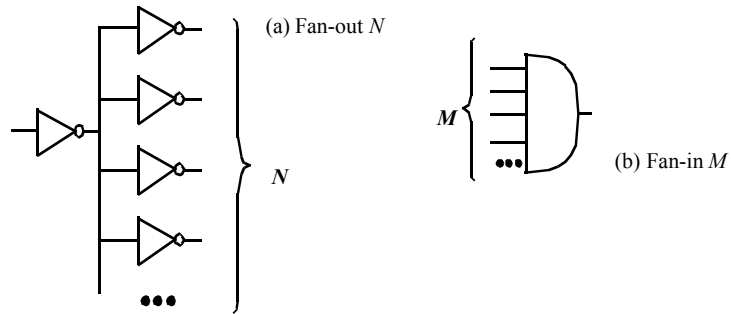
Producto retardo-potencia

- Cuando en una aplicación es importante tanto la velocidad de operación como la potencia consumida el producto retardo-potencia es el factor a tener en cuenta
- Cuanto menor sea el producto, mejor será la tecnología
- Ej. un HCMOS tiene un producto 1.2pJ mientras que un TTL de bajo consumo es de unos 22pJ

27

28

Fan-in y Fan-out



Fan-out: Número máximo de entradas que se pueden conectar a una salida

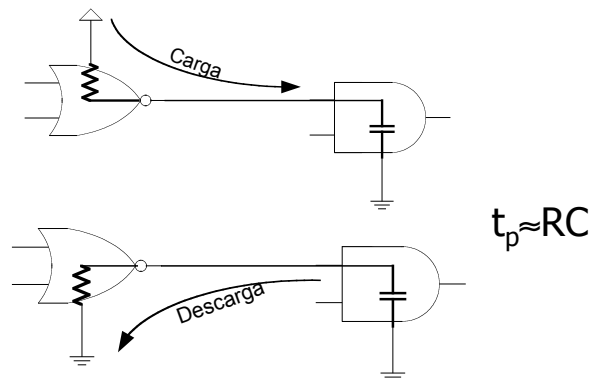
29

Carga CMOS

- La lógica CMOS utiliza transistores MOS con una impedancia de entrada capacitativa
- La limitación viene dada por los tiempos de carga y descarga asociados con la resistencia de salida de la puerta excitadora

30

Carga CMOS



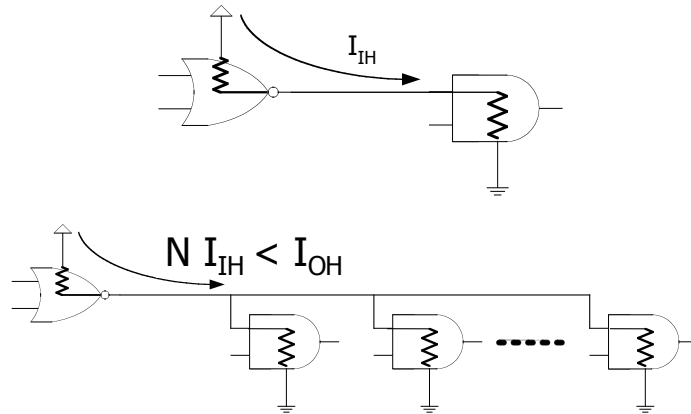
31

Carga TTL

- Una puerta excitadora entrega o absorbe corriente de las puertas de carga que están en estado alto (I_{IH}) o bajo (I_{IL})
- Cuanta más carga a la salida de una puerta mayor es la corriente y menor la tensión de salida
- Existirá un límite de corriente de salida I_{OL} e I_{OH} por encima del cual la puerta se rompe

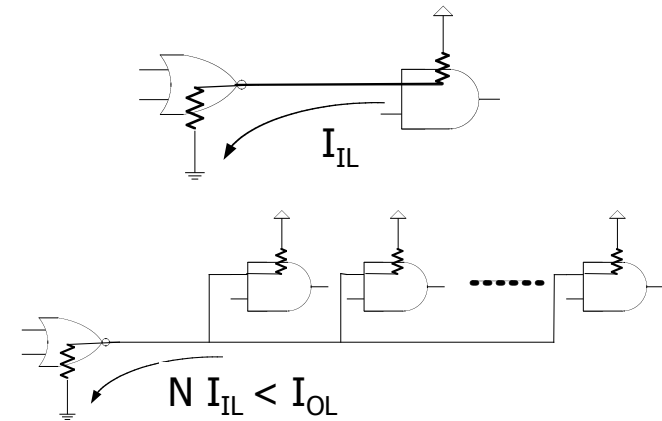
32

Carga TTL



33

Carga TTL



34

Ejemplos y ejercicios prácticos

- ¿Qué es mejor, disponer de un valor de margen de ruido alto o bajo?
- Si la puerta A tiene un retardo de propagación de 1ns y la puerta B lo tiene de 100ps. ¿Que puerta puede trabajar a frecuencia mayor?

35

Ejemplos y ejercicios prácticos

- Por una determinada puerta circulan 2uA cuando su salida está a nivel ALTO y 3.6uA cuando está a nivel BAJO. ¿Cual es la disipación de potencia media si sabemos que se trata de una puerta TTL que funciona con un ciclo de trabajo del 50%?

36

Ejemplos y ejercicios prácticos

Si los tiempos de propagación de cada inversor son $t_{pHL}=10\text{ps}$ y $t_{pLH}=12\text{ps}$ calcula la frecuencia de oscilación del circuito

