

Dispositivos Electrónicos



AÑO: 2010

PROPUESTAS DE EXAMEN



Rafael de Jesús Navas González

1.-Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- Indica cuáles son los principales parámetros que se utilizan para comparar el comportamiento estático de las diferentes familias lógicas. Explica brevemente qué significa cada uno de ellos.
- ¿Qué son las bandas de energía en un sólido cristalino y por qué se forman? Explica brevemente en base a ellas la diferente capacidad de conducción que se aprecia en los cristales aislantes, cristales conductores y cristales semiconductores. Cita algunos ejemplos de cada uno de dichos materiales.
- ¿En qué consiste el proceso de generación-recombinación de huecos y electrones en un material semiconductor? ¿A qué se debe este fenómeno? ¿Cuál es su dependencia de la temperatura?
- Explica la forma de la curva que muestra la dependencia con la temperatura de la concentración de portadores en un semiconductor extrínseco. ¿Cómo se denomina la zona de temperaturas para la que se cumple que la concentración de portadores mayoritarios es aproximadamente igual a la concentración de impurezas?

(1 punto)

2.-Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué explica la gran diferencia entre el valor de la intensidad que circula por un diodo de unión P-N en polarización directa y en polarización inversa?
- El comportamiento dinámico de un diodo de unión p-n se justifica en base a su capacidad de deplexión C_{dep} y su capacidad de difusión C_d .
 - Explica brevemente qué son estas capacidades y cómo influyen en el comportamiento dinámico del diodo.
 - Describe brevemente el modelo dinámico de circuito para el diodo.
- Explica brevemente, y con la ayuda de un esquema, las principales características de la estructura física de los transistores bipolares pnp, y npn.
- Dibuja el esquema del inversor y la puerta NOR de la familia RTL y describe brevemente su funcionamiento en términos de las zonas de operación de los transistores bipolares que los constituyen. Explica cuál es la causa de la limitación en la conexión de puertas lógicas a la salida de una dada en la familia RTL y la condición que permite calcular dicho límite.

(1 punto)

3.- Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- Describe con la ayuda de un esquema y explica brevemente la estructura física de un transistor MOS de enriquecimiento o acumulación. Indica también sus tipologías y sus principales rasgos característicos.
- Cita alguna de las ventajas e inconvenientes de las familias lógicas MOS frente a las familias lógicas bipolares.
- Dibuja y describe el esquema básico de una memoria ROM y de una memoria RAM, de lectura y escritura (R/W memory). Explica brevemente cuáles son las principales semejanzas y diferencias entre los sistemas que representan los términos ROM, RAM estática y RAM dinámica.

(2 puntos)

4.- Para los circuitos de la Figura 1:

- Obtén la expresión matemática en cada uno de sus tramos y representa gráficamente la característica de transferencia entrada-salida del inversor de la Figura 1(b).
- Determina sus niveles lógicos, su margen de ruido y compáralos con los de la familia lógica ideal.
- Determina su consumo estático para $V_i = 0$ y para $V_i = 5V$.
- Para el circuito de la Figura 1(c), teniendo en cuenta las implementaciones de las puertas dadas en las Figuras 1(a) y 1(b), calcula n , esto es, el número máximo de inversores de tipo B que pueden conectarse a una puerta OR de tipo A. Como límite, tomar la condición de que Q_o en los inversores B salga de su región de corte. ¿Por qué es peligroso que Q_o salga de corte?

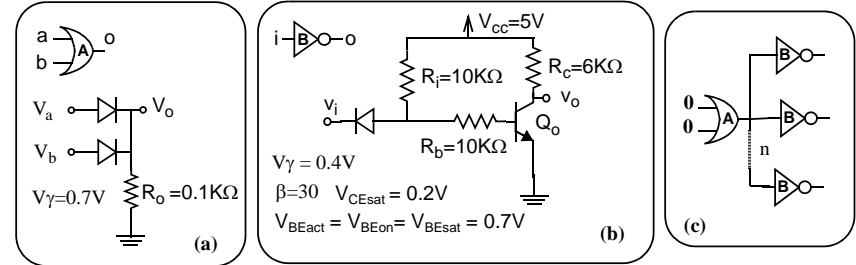


Figura 1

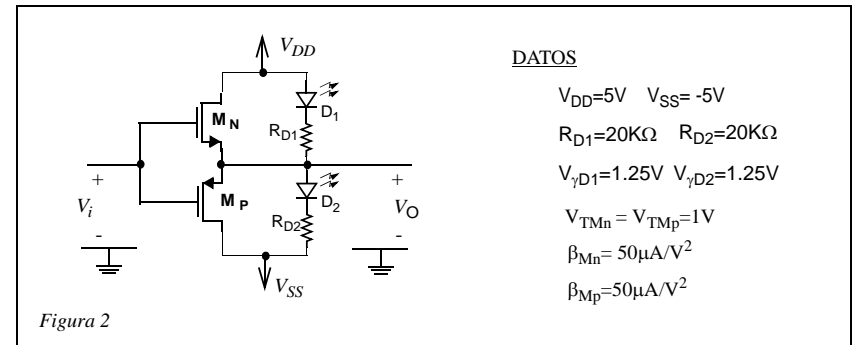
Nota: Probar que los dispositivos trabajan en las regiones que se suponen.

(3 puntos)

5.- En el circuito de la Figura 2 calcula el valor de la tensión de salida V_o y el consumo de potencia para los valores de entrada siguientes:

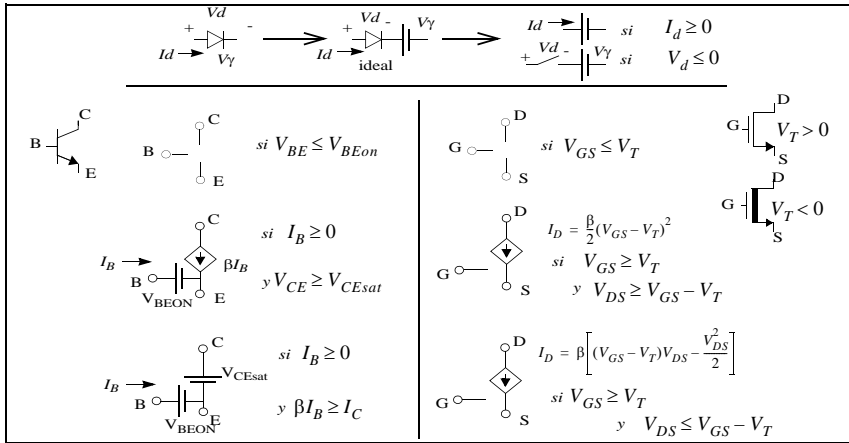
- $V_i = 0V$
- $V_i = V_{DD}$
- $V_i = V_{SS}$

(3 puntos)



Nota: En cada uno de los apartados anteriores, indica y justifica adecuadamente el estado de conducción de todos los dispositivos semiconductores. Utiliza para los diodos el modelo tensión umbral

FORMULARIO:



1.- Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuáles son los principales factores que permiten caracterizar el comportamiento dinámico de una puerta lógica?
- ¿Por qué se diferencia entre consumo estático y dinámico al estudiar el consumo eléctrico de una familia lógica?
- La resistencia es una propiedad de los materiales que puede expresarse como $R = \frac{1L}{\sigma A}$, donde σ hace referencia la conductividad del material, L a su longitud y A al área de su sección transversal. Además, la resistencia de un material depende de la temperatura. ¿Cuál es la causa de esta dependencia? ¿Cómo influye un pequeño incremento de temperatura sobre el valor nominal de la resistencia R a una temperatura de referencia dada? ¿Qué parámetro caracteriza a esta dependencia?
- Para el silicio a temperatura ambiente (25°C) $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$. ¿Cuánto valen las concentraciones de electrones libres y huecos en el silicio intrínseco? ¿Y en silicio dopado con 10^{15} átomos de fósforo por cm^3 ? ¿Y en silicio dopado con 10^{16} átomos de Galio por cm^3 ? Indicar que tipo de semiconductor se tendrá en cada caso.

(1 punto)

2.- Responde a las siguientes cuestiones:

- ¿Cómo podrías justificar la dependencia con la temperatura de la corriente inversa de saturación de un diodo?
- ¿Qué es un diodo Zener?. Cuáles son sus principales características. Cita alguna de sus principales aplicaciones. Describe y justifica el modelo básico empleado en el análisis de circuitos.
- Esboza y describe brevemente las curvas que caracterizan el comportamiento de un transistor bipolar en configuración emisor común. Señala sobre ellas las diferentes regiones de trabajo y las condiciones que las determinan en su correspondiente modelo.
- Dibuja el esquema del inversor y la puerta NAND de la familia DTL y describe brevemente su funcionamiento en términos de las zonas de operación de los transistores bipolares que los constituye. Indicar cuáles resultan ser sus características más débiles.

(1 punto)

3.- Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- Describe con la ayuda de un esquema y explica brevemente la estructura física de un transistor MOS de enriquecimiento o acumulación. ¿Cuál es la principal característica que diferencia a un transistor MOS de enriquecimiento de otro de empobrecimiento?
- Justifica la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:
 - "Cuando funciona en su región de saturación el transistor MOSFET se comporta como un amplificador de transconductancia"
 - "En commutación un transistor bipolar funciona en su región de corte o en su región lineal u óhmica"
- Dibuja un esquema y describe brevemente la celda básica de las memorias RAM estática NMOS. Ilustra cómo se lee y escribe una memoria RAM estática NMOS.

(2 puntos)

4.- Para los circuitos de las Figura 1:

- Obtén la expresión matemática en cada uno de sus tramos, y representa gráficamente, la característica de transferencia entrada-salida del inversor de la Figura 1(b).
- Determina sus niveles lógicos, su margen de ruido y compáralos con los de la familia lógica ideal.
- Determina su consumo estático para $V_i = 0$ y para $V_i = 5V$.
- Para el circuito de la Figura 1(c), teniendo en cuenta las implementaciones de las puertas dadas en las Figuras 1(a) y 1(b), calcula n , esto es, el número máximo de inversores de tipo B que pueden conectarse a una puerta AND de tipo A. Como límite, tomar la condición de que Q_o en los inversores B salga de saturación. ¿Por qué es peligroso que Q_o salga de saturación?

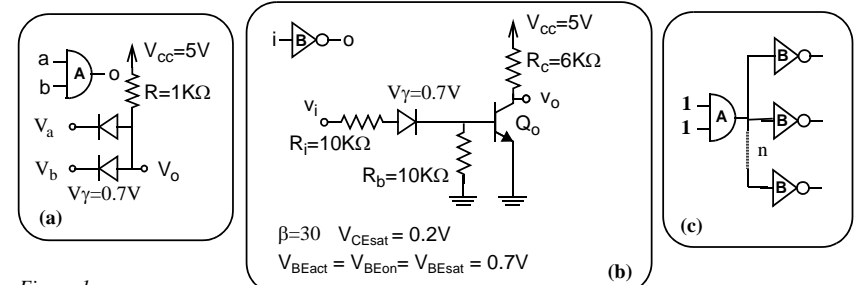


Figura 1

Nota: Probar que los dispositivos trabajan en las regiones que se suponen.

(3 puntos)

5.- El circuito electrónico cuyo esquema se muestra en la Figura 2b es una realización con transistores BJT y MOSFET del sistema electrónico digital de la Figura 2a. Este esquema corresponde a un interfaz entre dos sistemas digitales, uno de los cuales está realizado con lógica CMOS y el otro con lógica DTL, y donde el diodo LED es utilizado como testigo de la transmisión de información.

- Analiza el circuito y calcula los valores de tensión señalados como V_A y V_O , así como el consumo de potencia para cada uno de los dos valores de tensión a la de entrada: $V_i = V_{DD}$ y $V_i = 0V$.
- Determina el rango de valores de tensión de entrada V_i para los que el diodo LED está iluminado.

Nota: En cada uno de los apartados anteriores, y en cada caso, indica y justifica adecuadamente el estado de conducción de todos los dispositivos semiconductores. Utiliza para los diodos el modelo tensión umbral.

(3 puntos)

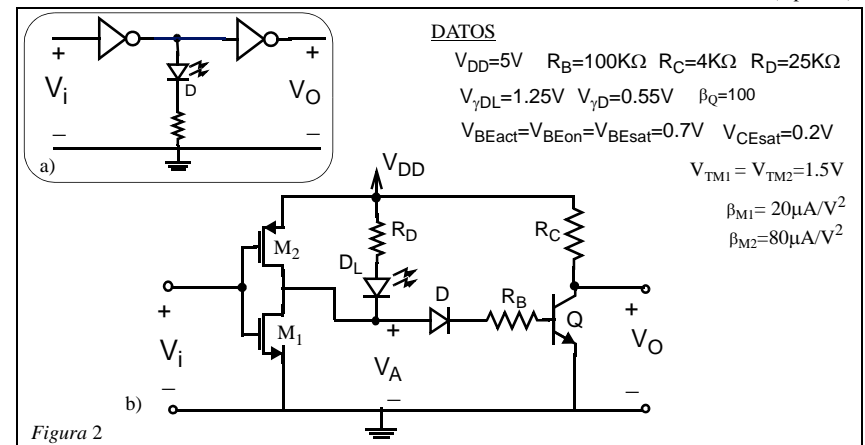
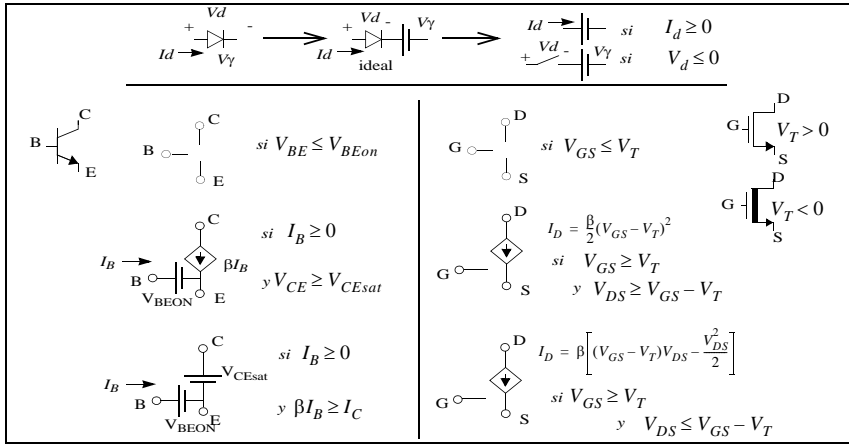


Figura 2

FORMULARIO:



1.- Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué aspectos comunes en un conjunto de circuitos capaces de realizar diferentes funciones booleanas permiten identificarlos como pertenecientes a una misma familia lógica? Cita al menos tres ejemplos de familias lógicas e indica alguna de las cualidades que las caracterizan.
- ¿Qué son las bandas de energía en un sólido cristalino y por qué se forman? ¿Cómo se clasifican los niveles de energía que pueden poseer los electrones en un cristal? ¿Cómo intervienen en la capacidad de conducción eléctrica del material los electrones que se encuentran en cada uno de esos niveles?
- La ecuación $J = \sigma E$ es otra forma de representar la conocida Ley de Ohm. Explica el significado de cada uno de sus términos y ponlo en relación con el comportamiento microscópico de un material conductor sometido a la acción de un campo eléctrico.
- ¿A qué se denomina corriente de arrastre y corriente de difusión en un semiconductor? Explica su fundamento físico.

(1 punto)

2.- Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- Explica brevemente y con ayuda de un esquema los principales fenómenos físicos relativos al movimiento de portadores que se producen en una unión P-N:
 - a) en equilibrio,
 - b) en polarización directa
- ¿Qué es un diodo LED? ¿Y un diodo Schottky? Destaca sus principales características. Cita alguna de sus principales aplicaciones.
- Justifica la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones:
 - "Cuando funciona en su región activa el transistor bipolar se comporta como un amplificador de corriente"
 - "En conmutación un transistor bipolar funciona en su región de corte o en su región de saturación"
- Dibuja el esquema del inversor de la familia TTL y describe brevemente su funcionamiento en términos de las zonas de operación de los transistores bipolares que los constituye. ¿Cuál es la principal mejora en cuanto a las características de las familias lógicas que introduce la familia TTL respecto a la DTL?

(1 punto)

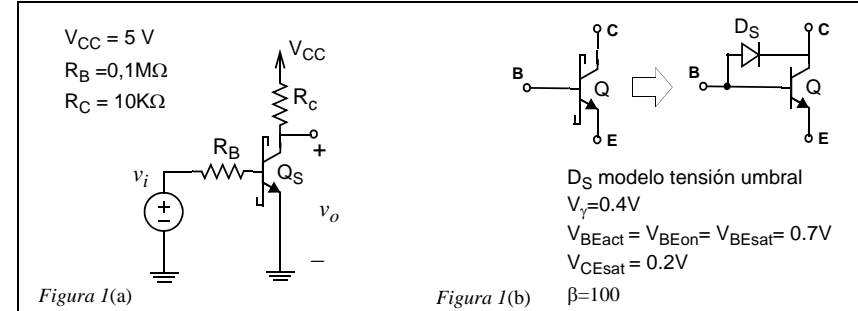
3.- Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- Describe brevemente las regiones de funcionamiento de un transistor MOS (NMOS o PMOS). Muestra cómo hay que polarizar el dispositivo para que trabaje en cada una de ellas y explica de forma cualitativa su funcionamiento.
- Realiza una comparación entre las familias lógicas NMOS y CMOS, destacando sus principales ventajas e inconvenientes.
- Dibuja un esquema y explica brevemente el principio de funcionamiento de una celda básica de la memoria RAM dinámica. Ilustra cómo se lee y cómo se escribe una memoria RAM dinámica. ¿En qué consiste el *refresco de memoria* en una RAM dinámica, y por qué se hace necesario en este tipo de dispositivos y no en una RAM estática?

(2 puntos)

4.- En el inversor de la *Figura 1(a)* el transistor bipolar Q_S , denominado también transistor Schottky, puede ser modelado según el esquema de la *Figura 1(b)*, donde Q es un transistor BJT normal y D_S un diodo Schottky cuya tensión umbral es más pequeña que la de un diodo de unión pn:

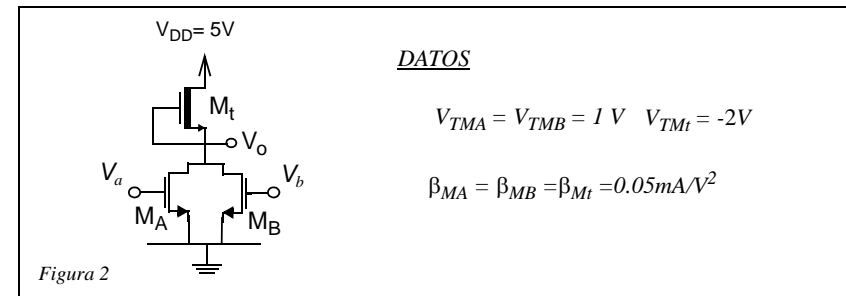
- Obtener su característica de transferencia, (curva $v_o - v_i$).
- Determinar sobre ella sus niveles lógicos y su margen de ruido.
- Determinar la potencia aportada por la fuente V_{CC} , para $v_i = 0V$ y para $v_i = 5V$.
- Calcula el número máximo de inversores de este tipo que pueden conectarse a la salida de uno dado.



Nota: Justificar el estado de los dispositivos semiconductores en cada caso. (3 puntos)

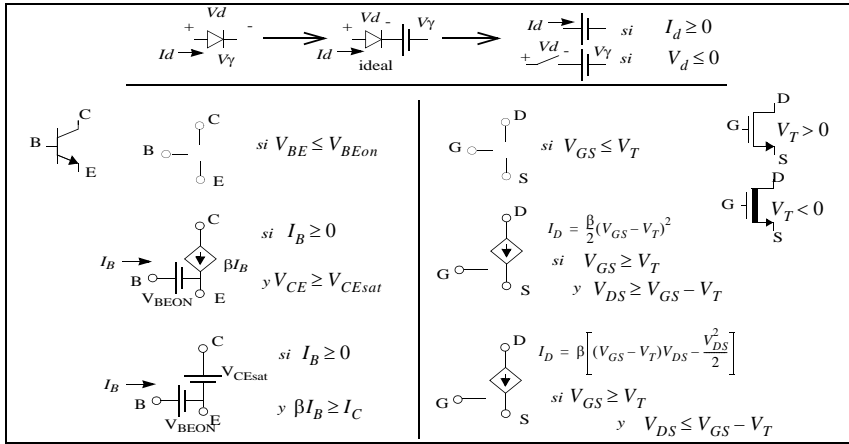
5.- Para el circuito de la *Figura 2*:

- Indica a qué familia lógica pertenece y describe brevemente de forma cualitativa su comportamiento en términos del estado de conducción de los transistores en cada una de las cuatro posibles combinaciones de las variables de entrada.
- Determina sus niveles lógicos y su margen de ruido y compáralos con los de la familia lógica ideal
- Calcula el valor de la potencia consumida para las dos combinaciones de entrada siguientes: ($V_a = V_{IH}, V_b = 0$) y ($V_a = 0, V_b = V_{IL}$).



Nota: Justificar el estado de los dispositivos semiconductores en cada caso. (3 puntos)

FORMULARIO:



1.- Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué es una puerta lógica? ¿Y una familia lógica?
- ¿En función de qué parámetros de las puertas lógicas se evalúa la velocidad de operación de una familia lógica?
- ¿Qué es μ , movilidad de un portador de carga en un material y cuál es su dependencia con la temperatura? ¿Cuál es su relación con σ , la conductividad del material?
- ¿Qué son las impurezas donadoras yceptoras y para que se introducen en un material semiconductor? ¿En qué consiste el proceso de compensación de semiconductores dopados?

(1 punto)

2.- Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- Explica brevemente y con ayuda de un esquema los principales fenómenos físicos relativos al movimiento de portadores que se producen en una unión P-N:
 - a) en equilibrio,
 - b) en polarización inversa.
- ¿Qué es un fotodiodo? Destaca sus principales características. Cita alguna de sus principales aplicaciones.
- Enuncia las regiones de funcionamiento de un transistor bipolar (pnp o npn). Indica qué tensión hay que aplicar en sus terminales para polarizar el transistor de forma que trabaje en cada una de ellas y explica de forma cualitativa su funcionamiento.
- Dibuja el esquema del inversor y la puerta NAND de la familia DTL y describe brevemente su funcionamiento en términos de las zonas de operación de los transistores bipolares que los constituyen. Explica brevemente cuál es la causa de la limitación en la conexión de puertas lógicas a la salida de una dada en la familia DTL y determina la condición que permite calcular dicho límite.

(1 punto)

3.- Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- Esboza y describe brevemente las curvas que caracterizan el comportamiento de un transistor MOSFET en configuración fuente común. Señala sobre ellas las diferentes regiones de trabajo y las condiciones que las determinan en su correspondiente modelo.
- ¿Cuál es la causa fundamental de que un transistor MOS entre en saturación?
- ¿Qué es una memoria semiconductor? Da algunos ejemplos de aplicación, y cita alguna de sus principales ventajas frente a otros sistemas de almacenamiento de información. Realiza una clasificación de las memorias semiconductoras y describe brevemente sus principales rasgos característicos.

(2 puntos)

4.-El comportamiento dinámico de una puerta lógica puede ser modelado en diferentes situaciones mediante la adición al modelo estático de capacidades parásitas. Esto es lo que se hace en el inversor RTL de la Figura 1(a), donde se ha añadido un condensador entre los terminales de base y emisor del BJT. En las transiciones de entrada en las que el transistor ha de pasar del estado de corte a saturación, esta transición, que en un modelo estático se considera instantánea, en el modelo dinámico de la figura se producirá después de que el condensador C_{BE} se haya cargado hasta el valor final V_{BEon} , según la dinámica del circuito $R_b C_{BE}$. De igual forma, en las transiciones de entrada en las que el transistor ha de pasar del estado de saturación a corte, esta transición, que en un modelo estático se considera instantánea, en el modelo dinámico de la figura se considera que ésta no se ha completado hasta después de que el condensador C_{BE} se haya descargado desde el valor inicial V_{BEon} , según la dinámica del circuito $R_b C_{BE}$. Así en ambos casos se introduce el consiguiente retardo de propagación, asociado claramente a la carga y descarga de la capacidad parásita.

- Utilizando la equivalencia en el sombreado de la Figura 1(b), encuentra la expresión de la constante de tiempo, asociada a la salida y a la transición entrada alta - entrada baja, de un inversor RTL al que se le conectan N inversores del mismo tipo. Supón que el transistor del primer inversor (A) se corta instantáneamente cuando la entrada del inversor se pone a cero, y observa que los transistores de los inversores restantes están también cortados en este instante inicial (¿por qué?).
- Si asimilamos los tiempos de subida y bajada al retardo del inversor, determina cuál será éste en el circuito propuesto.

(3 puntos)

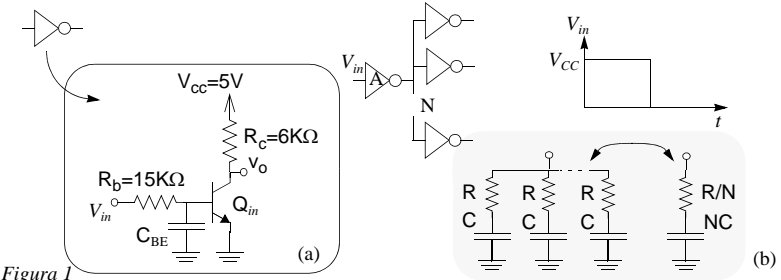


Figura 1

5.-El circuito electrónico cuyo esquema se muestra en la Figura 2b es una realización con transistores BJT y MOSFET del sistema electrónico digital de la Figura 2a. Este esquema corresponde a un interfaz entre dos sistemas digitales, uno de los cuales está realizado con lógica con lógica NMOS y el otro con lógica RTL, y donde el diodo LED es utilizado como testigo de la transmisión de información.

- Analiza el circuito y calcula los valores de tensión señalados como V_A y V_O , así como el consumo de potencia para cada uno de los dos valores de tensión a la de entrada: $V_i = V_{DD}$ y $V_i = 0V$.
- Determina el rango de valores de tensión de entrada V_i para los que el diodo LED está iluminado.

(3 puntos)

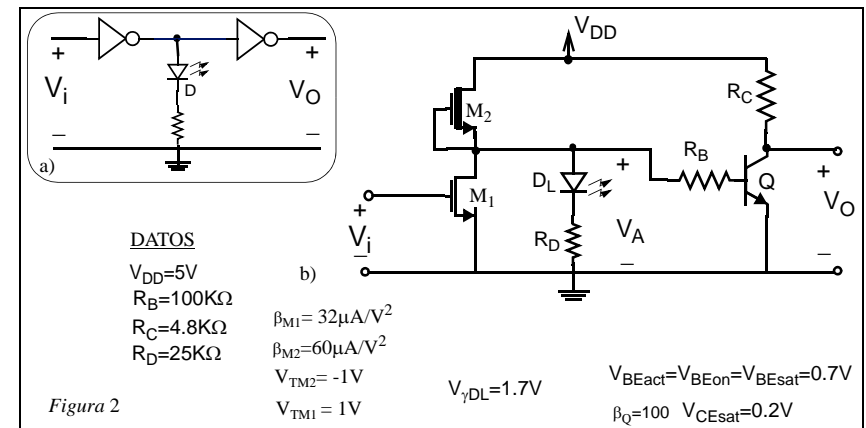
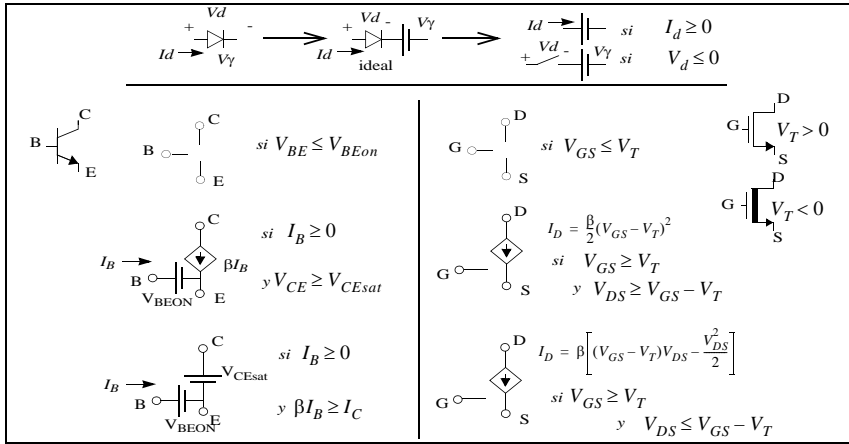


Figura 2

Nota: En cada uno de los apartados anteriores, y en cada caso, indica y justifica adecuadamente el estado de conducción de todos los dispositivos semiconductores. Utiliza para los diodos el modelo tensión umbral.

FORMULARIO:



1.- Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- Indica cuáles son los principales parámetros que se utilizan para comparar el comportamiento estático de las diferentes familias lógicas. Explica brevemente qué significa cada uno de ellos.
- ¿Qué parámetro de una familia lógica permite evaluar de manera conjunta los dos principales aspectos del comportamiento dinámico de una familia lógica, y que significado físico podría atribuirsele?
- ¿Qué es σ , la conductividad de un material, y cuál es su relación con μ , la movilidad de los portadores de carga en dicho material? ¿Por qué la conductividad de un material depende de la temperatura?
- ¿Qué es un semiconductor intrínseco? ¿Y un semiconductor extrínseco? Indica tres diferencias entre ellos y cita al menos tres ejemplos de cada uno.

(1 punto)

2.- Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- El comportamiento dinámico de un diodo de unión p-n se justifica en base a su capacidad de deplexión C_{dep} y su capacidad de difusión C_d .
 - Explica brevemente qué son estas capacidades y como influyen en el comportamiento dinámico del diodo.
 - Describe brevemente el modelo dinámico de circuito para el diodo.
- ¿Qué es un diodo Varactor?. Cuáles son sus principales características. Cita alguna de sus principales aplicaciones.
- Para caracterizar el comportamiento dinámico de un transistor BJT trabajando en conmutación se definen los parámetros: tiempo de retardo, tiempo de subida, tiempo de almacenamiento y tiempo de bajada. Explica en qué consiste cada uno de ellos.
- ¿Qué ventaja introduce el transistor Schottky frente a un transistor BJT? Y por tanto ¿qué ventaja tiene la familia TTL Schottky frente a la TTL original?

(1 punto)

3.- Responde de forma justificada a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuáles son las principales capacidades parásitas asociadas a la estructura física de un transistor MOS? Justifica su origen y cual es su principal efecto sobre el funcionamiento del transistor como elemento de circuito.
- Decir cómo se puede introducir programabilidad en las memorias ROM bipolares y MOS. Se pide el efecto que tiene el proceso de programación, no explicar éste.
- Dibuja un esquema y explica brevemente el principio de funcionamiento de la celda básica de la memoria RAM estática. ¿Qué se quiere decir cuando se afirma que una memoria RAM es *volátil*? Cita algunos ejemplos de memorias volátiles.

(2 puntos)

4.- El circuito de la Figura 1(a) representa a una memoria ROM programable de tres entradas AD[2:0] y n+1 salidas S[n:0]. El decodificador esta formado por puertas AND de la familia RTL según ilustra el circuito de la Figura 1(b). Mientras que los diodos de la matriz OR programable se realizan mediante un transistor BJT y un fusible, según el esquema de la Figura 1(c).

- Estima cuál será el mayor número de salidas que puede tener este dispositivo para que, cualquiera que sea la programación que se haga de la memoria, su salida proporcione señales cuyos niveles lógicos que puedan ser interpretados correctamente por circuitos de la misma familia lógica RTL, que la empleada en el diseño del Decodificador.
- Estima el máximo consumo de potencia en condiciones estáticas. (3 puntos)

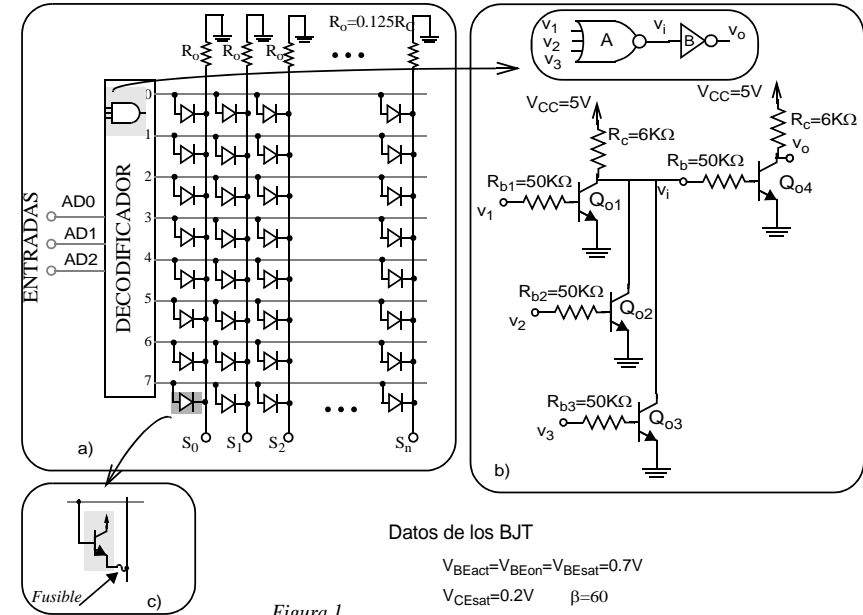


Figura 1

6.- Para el inversor de la Figura 2:

- Indica a qué familia lógica pertenece y describe brevemente de forma cualitativa su comportamiento en términos del estado de conducción de los transistores en cada uno de los dos posibles estados lógicos.
- Determina sus niveles lógicos y su margen de ruido y compáralos con los de la familia logica ideal
- Calcula el valor de la potencia consumida para los valores de $V_i = V_{IH}$ y $V_i = V_{IL}$. (3 puntos)

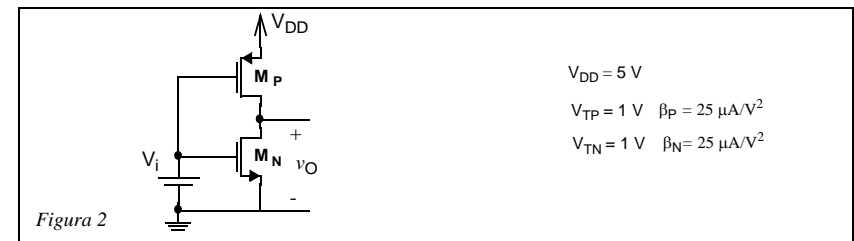


Figura 2

FORMULARIO:

