

Dispositivos Electrónicos

Guía Trabajo Práctico N° 10

Tema: SCR - NMOS y CMOS

- 1 – Dibuje la estructura física de un diodo de 4 capas y la característica tensión – corriente. Indique: zona de bloque directo - zona de bloqueo inverso - zona de conducción directa - zona de ruptura inversa. Que junturas soportan: el bloqueo directo y el bloqueo inverso.
- 2 – Dibuje el modelo del diodo de 4 capas utilizando TBJs. En el modelo dibujado demuestre la condición de conducción directa. Explique.
- 3 – En la característica V – I de un diodo de 4 capas, que es la corriente I_H (corriente de hold). Explique. En un circuito, como llevo un diodo de 4 capas de bloqueo directo a conducción directa y luego de conducción directa a bloqueo directo. Explique.
- 4 – Dibuje la estructura del RECTIFICADOR CONTROLADO DE SILICIO (SCR o Tiristor). Que diferencia tiene con el diodo de 4 capas. Dibuje el símbolo circuital y defina las tensiones y corrientes. Porque el terminal de compuerta define la tensión de bloqueo directo. Justifique.
- 5 – Que es el efecto dV/dt . Que limitación me impone en el Rectificador controlado de Silicio (SCR). Que es el efecto dI/dt . Que limitación impone al SCR. Que es la zona de disparo segura. Dibújela.
- 6 – Para un SCR cuales parámetros figuran en la especificación de MÁXIMOS ABSOLUTOS y cuales en las CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.
- 7 – Cual es la diferencia entre un SCR, un TRIAC y un SIDAC. Explique. Dibuje la característica V-I y el símbolo circuital de cada dispositivo.
- 8 – Dibuje un circuito de control de potencia sobre un resistor de $10[\text{ohm}]$ utilizando un SCR y una fuente de tensión senoidal de 220 V 50 Hz. Dibuje las formas de onda de V, I_G , I_{RL} , V_{AK} vs t.
- 9 – Para el circuito del problema anterior calcular entre que valores debe variar el ángulo de conducción para controlar la potencia entre 0 y 40% de la potencia.
- 10 – Utilizando un SCR diseñe un circuito para controlar la potencia de una estufa. El circuito debe ser capaz de variar el ángulo de conducción entre 90° y 180° . Especifique todos los componentes incluyendo los del circuito de encendido del tiristor a partir de los siguientes datos:
 $R_L=10[\text{ohm}]$, $V_s=220[\text{V}]$, $f=50[\text{hz}]$, $I_{g\text{min}}=10\text{mA}$ $I_{g\text{max}}=500\text{mA}$
- 11 – ¿Qué condiciones debe cumplir una llave para considerarse Ideal? Explique
- 12 – Utilizando resistores y llaves ideales implemente:
 - Una compuerta NAND de 3 entradas
 - La función lógica $F = \overline{(A.B) + C + D}$
- 13 – La salida de una compuerta digital entrega los siguientes niveles de tensión:
Nivel bajo $V_L : 0 < V_{OL} < 0.5 \text{ V}$
Nivel alto $V_H : 4.5 < V_{OH} < 5 \text{ V}$
De la siguiente tabla, que compuertas son compatibles para funcionar con los niveles lógicos indicados.
 - a) Justificar sus respuestas.
 - b) Calcular el margen de ruido de cada caso.

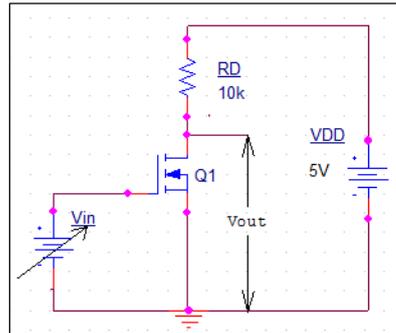
Compuerta 1	$V_{IL} < 0.3 \text{ V}$	$V_{IH} > 4 \text{ V}$
Compuerta 2	$V_{IL} < 0.6 \text{ V}$	$V_{IH} > 3.5 \text{ V}$
Compuerta 3	$V_{IL} < 0.5 \text{ V}$	$V_{IH} > 4.8 \text{ V}$
Compuerta 4	$V_{IL} < 0.7 \text{ V}$	$V_{IH} > 4.5 \text{ V}$

14 – Dibujar la función de transferencia V_o vs V_i de un inversor ideal que trabaja con tensiones entre 0 y 5 V. Dibujar y definir el nivel de tensión del “umbral lógico” del inversor.

15 – El circuito de la figura cumple la función de un inversor lógico.

- Calcular los niveles lógicos V_{IL} , V_{IH} , V_{OL} , V_{OH} , V_{MIN} y V_{MAX}
- Para la tensión V_{in} variando desde cero hasta V_{DD} . Calcular y graficar V_o vs. V_{in}
- Calcular el valor de la tensión de umbral lógico

Q1: $\beta = 1 \text{ mA/V}^2$
 $V_{TH} = 1.5 \text{ V}$
 $C_{gs} = 10 \text{ fF}$



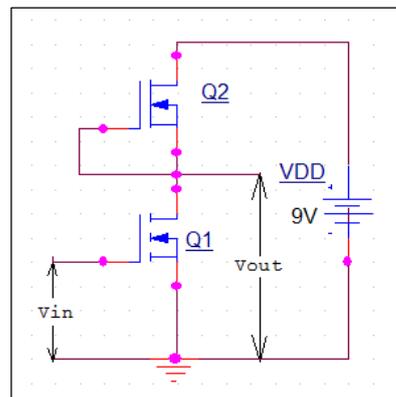
16 – Para el circuito del problema anterior indicar el rango de V_{in} en el que Q1 se encuentra:

- Cortado – b) Saturado – c) Óhmico

17 – El circuito de la figura trabaja como un inversor NMOS. Donde Q1 es un transistor de depleción canal N y Q2 es un transistor de enriquecimiento canal N.

- Calcular V_{MIN} , V_{MAX} y el umbral lógico.

Q1: $\beta = 0.15 \text{ mA/V}^2$
 $V_{TH} = -3 \text{ V}$
 Q2: $\beta = 3 \text{ mA/V}^2$
 $V_{TH} = 1.2 \text{ V}$



18 – Compare los circuitos de los problemas 5 y 6.

19 – Para el circuito del inversor del problema 5

- Calcular el tiempo de retardo de la transición de alto a bajo t_{pHL} (tiempo propagación de alto a bajo).
- Calcular el tiempo de retardo de la transición de bajo a alto t_{pLH} (tiempo propagación de bajo a alto).
- ¿Quién es el causante de estos tiempos? Sugiera un cambio para mejorar los tiempos de retardo. Explique
- Calcular la potencia que se disipa en condiciones estáticas y Dinámicas.

- 20 – Polarizar un MOS de canal P de Enriquecimiento para que funcione como inversor electrónico.
- Proponer el circuito a utilizar conectando el Terminal S a fuente positiva.
 - ¿Que datos necesita de MOS? Dispone de una fuente de 5Vcc.
 - Dibujar el modelo y escribir las ecuaciones correspondientes justificando
 - Dibujar I_{DS} vs. V_{DS} con la recta de carga. ¿En qué zona funciona?
 - Dibujar y justificar la característica V_o (tensión de salida) versus V_{in} (tensión de entrada)
Considerar que V_{in} se refiere al 0V de la Fuente. Justificar.
- 21- Para el problema anterior. Dibujar la tensión de salida en sincronismo con la entrada si esta es una onda cuadrada. Resaltar los tiempos de conmutación t_r , t_f y T_{pLH} (tiempo propagación de bajo alto) y T_{pHL} (tiempo propagación de alto a bajo). ¿Quién es el causante de estos tiempos? Calcular la potencia que se disipa en condiciones estáticas y Dinámicas.
- 22 – Dibujar el inversor CMOS
- Analizar su funcionamiento considerando la característica I_{DS} vs. V_{DS} de cada MOS Distinguir las distintas zonas de funcionamiento de cada transistor justificando su respuesta.
 - Analizar su funcionamiento considerando la característica de transferencia V_o vs V_{in}
Distinguir las distintas zonas de funcionamiento de cada transistor justificando su respuesta.
- 23 - Para el inversor CMOS. Dibujar la tensión de salida en sincronismo con la entrada si esta es una onda cuadrada. Resaltar los tiempos de conmutación t_r , t_f y T_{pLH} (tiempo propagación de bajo alto) y T_{pHL} (tiempo propagación de alto a bajo). ¿Quién es el causante de estos tiempos? Calcular la potencia que se disipa en condiciones estáticas y Dinámicas.
- 24 – Si implementa una función lógica utilizando 10000 compuertas como la del problema 5 y la frecuencia de trabajo de la lógica es 100 MHz, calcule la potencia que disipa.
- 25 – Polarizar un MOS de canal P de Enriquecimiento para que funcione como inversor electrónico utilizando una fuente de 5 V.
- Los parámetros del MOS son: $\beta = 2 \text{ mA/V}^2$; $V_{TH} = -2 \text{ V}$ y $C_{gs} = 5 \text{ fF}$
- Proponer el circuito a utilizar conectando el Terminal S a fuente positiva.
 - Dibujar el modelo para calcular los niveles lógicos de la tensión de salida y escribir las ecuaciones correspondientes justificando cada una.
 - Diseñar el circuito para obtener los niveles lógicos
Nivel bajo $V_{MIN} < 0.3 \text{ V}$
Nivel alto $V_{MAX} > 4.5 \text{ V}$
 - Calcular y dibujar la característica V_o (tensión de salida) versus V_{in} (tensión de entrada)
Justificar.
- 26- Para el inversor diseñado en el problema anterior.
- Dibujar la tensión de salida en sincronismo con la entrada si esta es una onda cuadrada.
 - Resaltar los tiempos de conmutación t_{pLH} (tiempo propagación de bajo alto) y t_{pHL} (tiempo propagación de alto a bajo). ¿Quién es el causante de estos tiempos?.
 - Calcular la potencia que se disipa en condiciones estáticas y Dinámicas.
- 27 – Dibujar una compuerta NAND y una NOR de dos entradas utilizando la lógica CMOS

Referencias Bibliográficas:

- <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-01sc-introduction-to-electrical-engineering-and-computer-science-i-spring-2011/>
- <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-002-circuits-and-electronics-spring-2007/>
- <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-012-microelectronic-devices-and-circuits-fall-2005/>
- <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-012-microelectronic-devices-and-circuits-spring-2009/>