

Dispositivos Electrónicos

AÑO: 2010

PRÁCTICAS



Rafael de Jesús Navas González
Manuel Jesús Martín Vázquez
Javier López García

Práctica 1: CIRCUITOS: Medida de variables eléctricas en un circuito real.

Objetivos:

- Montar un circuito resistivo en una placa de prototipos.
- Utilizar el instrumental del laboratorio para excitar el circuito, medir y representar variables eléctricas.
- Verificar el balance energético entre elementos activos y pasivos.
- Verificar la coincidencia entre valores medidos, y calculados aplicando las técnicas de análisis de circuitos

Material e instrumentación a utilizar:

- Placa de prototipos ("Protoboard")
- Resistencias de valor nominal 1K y 5% de tolerancia, cables y un diodo.
- Fuente de alimentación
- Polímetro o multímetro.
- Generador de Señales y Osciloscopio.

Desarrollo de la práctica:

1º TAREAS A REALIZAR CON ANTERIORIDAD A LA SESIÓN DE LABORATORIO Y A ENTREGAR A LA ENTRADA DE LA SESIÓN DE PRÁCTICAS:

- Analiza el circuito de la Fig. 1 y completa las tablas (Tabla 1:, Tabla 2: y Tabla 3:). Utiliza para los cálculos teóricos los valores nominales de las resistencias, esto es, los indicados en la propia Fig. 1. Supón que el diodo conduce, emplea su modelo tensión umbral, con $V_\gamma = 1.75V$.
- Responde brevemente a las siguientes cuestiones:
 - 1.- ¿Que es un multímetro y para qué se utilizará en esta práctica?
 - 2.- ¿Que es una fuente de alimentación y para qué se utilizará en esta práctica?
 - 3.- ¿Que es un generador de señales y para qué se utilizará en esta práctica?
 - 4.- ¿Que es un osciloscopio y para qué se utilizará en esta práctica?
- **Recuerda: Al entrar a la sesión de prácticas se entregaran los datos recogidos en las Tablas 1 a 3, así como las respuestas a las anteriores cuestiones.** No olvides quedarte con una copia de tu entrega.

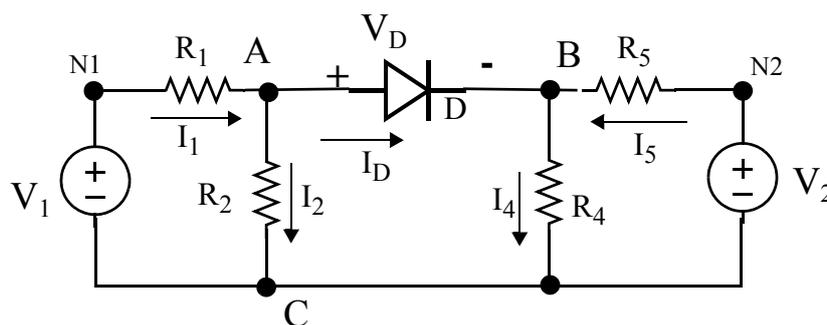


Fig. 1

Datos: $V_1=10V$; $V_2=2V$; $R_1=1k\Omega$; $R_2=1k\Omega$; $R_4=1k\Omega$; $R_5=1k\Omega$

Nombre de Alumno:**Grupo:****Tabla 1: Valores obtenidos del análisis del circuito**

$V_{AC}(V)$	$V_{BC}(V)$	$I_1(mA)$	$I_2(mA)$	$I_D(mA)$	$I_4(mA)$	$I_5(mA)$

Tabla 2: Potencia teórica obtenida del análisis del circuito

$P_{V1}(mW)$	$P_{V1}(mW)$	$P_{R1}(mW)$	$P_{R2}(mW)$	$P_D(mW)$	$P_{R4}(mW)$	$P_{R5}(mW)$

Tabla 3: Balance energético a partir de datos teóricos.

Potencia Suministrada		Potencia Consumida (mW)	
Elemento	P(mW)	Elemento	P(mW)
Total		Total	

Cuestiones:

- 1.- ¿Que es un multímetro y para qué se utilizará en esta práctica?

- 2.- ¿Que es una fuente de alimentación y para qué se utilizará en esta práctica?

- 3.- ¿Que es un generador de señales y para qué se utilizará en esta práctica?

- 4.- ¿Que es un osciloscopio y para qué se utilizará en esta práctica?

2º TAREAS A REALIZAR EN EL LABORATORIO:

- Monta en la placa de prototipos el circuito de la Fig. 1. Trata de reproducir el esquema de la figura sin la necesidad de utilizar cables para la interconexión de las resistencias (ver Fig. 2). Antes de conectar las resistencias, mide su valor con el multímetro y anótalo (Tabla 4:). (Recuerda que las resistencias presentan un 5% de tolerancia respecto de su valor nominal).
- Como fuentes de tensión DC (V_1 y V_2 en el circuito) se emplearán las salidas de la fuente de alimentación del laboratorio, como muestra la Fig. 3. Antes de conectar las fuentes al circuito, ajusta su valor y mídelo con el multímetro. Anota su valor en la Tabla 5:.
- Una vez montado el circuito, utilizar el multímetro para medir las tensiones en los nudos A y B respecto al nudo C (equivalente a considerar C como nudo de tierra). Anota los datos en la Tabla 5: y a partir ellos completa el resto de datos calculando las corrientes en las ramas con la polaridad indicada en Fig. 1. Estima también el valor de la tensión umbral del diodo LED.
- Completa la Tabla 6:; determina qué elementos consumen y que elementos suministran energía en el circuito y verificar que se cumple que la energía proporcionada por los elementos que suministran energía coincide con la consumida por los elementos pasivos, completando la Tabla 7:.
- Invierte la polaridad del diodo, en el esquema de la Fig. 1. Repite las medidas y completa la Tabla 8: y la Tabla 9:; Comenta los resultados.
- **Recuerda: Al terminar la sesión de prácticas se entregaran los datos recogidos en las Tablas (Tablas4-9). No olvides quedarte con una copia de tu entrega.**

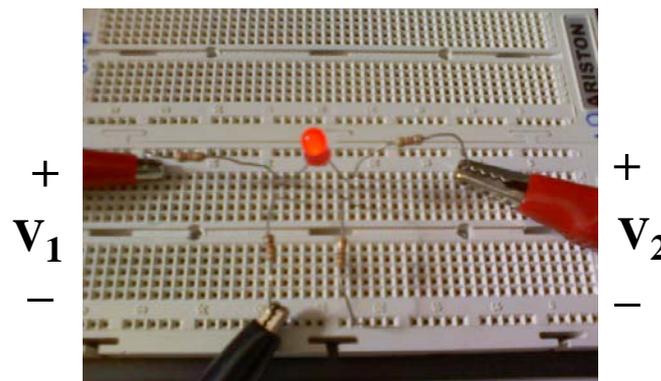


Fig. 2

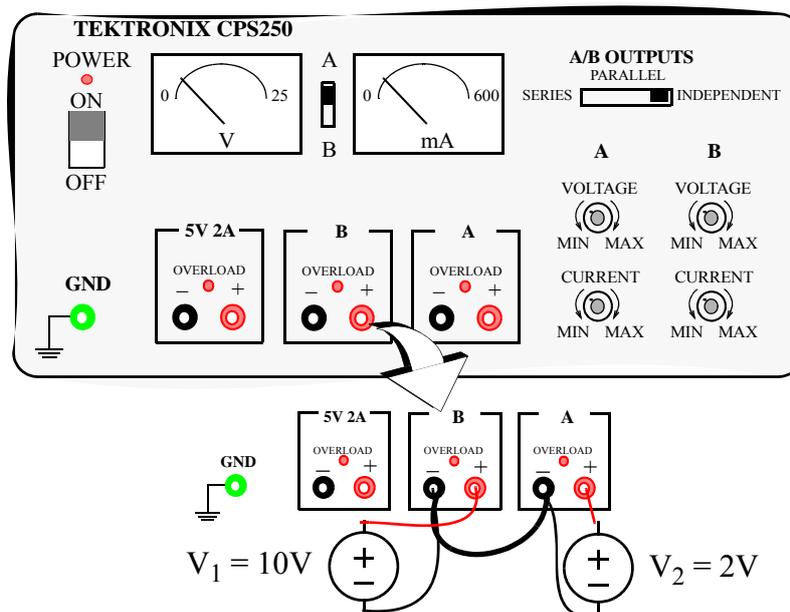


Fig. 3

Nombre de Alumno:

Grupo:

Tabla 4: Valores las resistencias medidos con el polímetro

$R_1(K\Omega)$	$R_2(K\Omega)$	$R_4(K\Omega)$	$R_5(K\Omega)$

Tabla 5: Valores de tensión medidos en el circuito y corrientes calculadas

$V_1(V)$	$V_2(V)$	$V_{AC}(V)$	$V_{BC}(V)$	$I_1(mA)$	$I_2(mA)$	$I_D(mA)$	$I_4(mA)$	$I_5(mA)$	$V_D(V)$

Tabla 6: Potencia en los elementos calculada a partir de las medidas experimentales

$P_{V_1}(mW)$	$P_{V_1}(mW)$	$P_{R_1}(mW)$	$P_{R_2}(mW)$	$P_D(mW)$	$P_{R_4}(mW)$	$P_{R_5}(mW)$

Tabla 7: Balance energético a partir de datos experimentales.

Potencia Suministrada		Potencia Consumida (mW)	
Elemento	P(mW)	Elemento	P(mW)
Total		Total	

Tabla 8: Valores de tensión medidos en el circuito y corrientes calculadas

$V_1(V)$	$V_2(V)$	$V_{AC}(V)$	$V_{BC}(V)$	$I_1(mA)$	$I_2(mA)$	$I_D(mA)$	$I_4(mA)$	$I_5(mA)$	$V_D(V)$

Tabla 9: Balance energético a partir de datos experimentales.

Potencia Suministrada		Potencia Consumida (mW)	
Elemento	P(mW)	Elemento	P(mW)
Total		Total	

3º TAREA COMPLEMENTARIA OPTATIVA.

Objetivos:

- Generar señales y visualizar una curva de transferencia mediante el osciloscopio.

Material e instrumentación a utilizar:

- Generador de señales y Osciloscopio.

Desarrollo

- En el circuito de la Fig. 4, V_i , es una señal de entrada, cuya forma de onda es de tipo triangular. Para realizarla se emplea un *Generador de Señales*, cuya salida se conectará adecuadamente al circuito que has montado en la tarera anterior (ver Fig. 2).
- Como variable de observación, o señal de salida, consideramos la tensión en el nudo B (V_{BC}).
- La señal triangular generada debe ser simétrica, con una amplitud de 20Vpp, y una tensión de OFFset, o nivel de continua nulo. Inicialmente selecciona una frecuencia de 20Khz. Para asegurarse que esto es así, antes de conectar la salida del generador de señales al circuito, visualiza dicha señal en el *Osciloscopio*.
- Conecta la sondas del *Osciloscopio* como se muestra en la Fig. 4 para visualizar ambas señales simultáneamente. Obtendrás una imagen como la que muestra la Fig. 5a). Obseva que la señal de salida es una versión recortada y atenuada de la señal de entrada, y que además tiene un nivel de OFF-set. Mide su valor de pico y su valor mínimo y anótalo en la Tabla 10:.

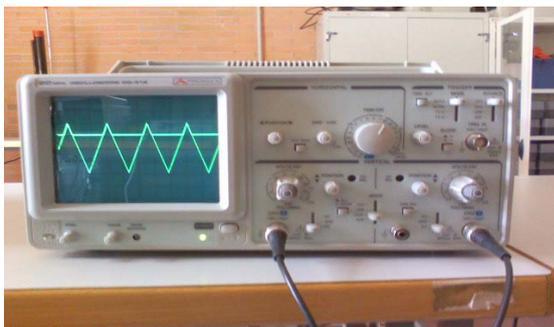
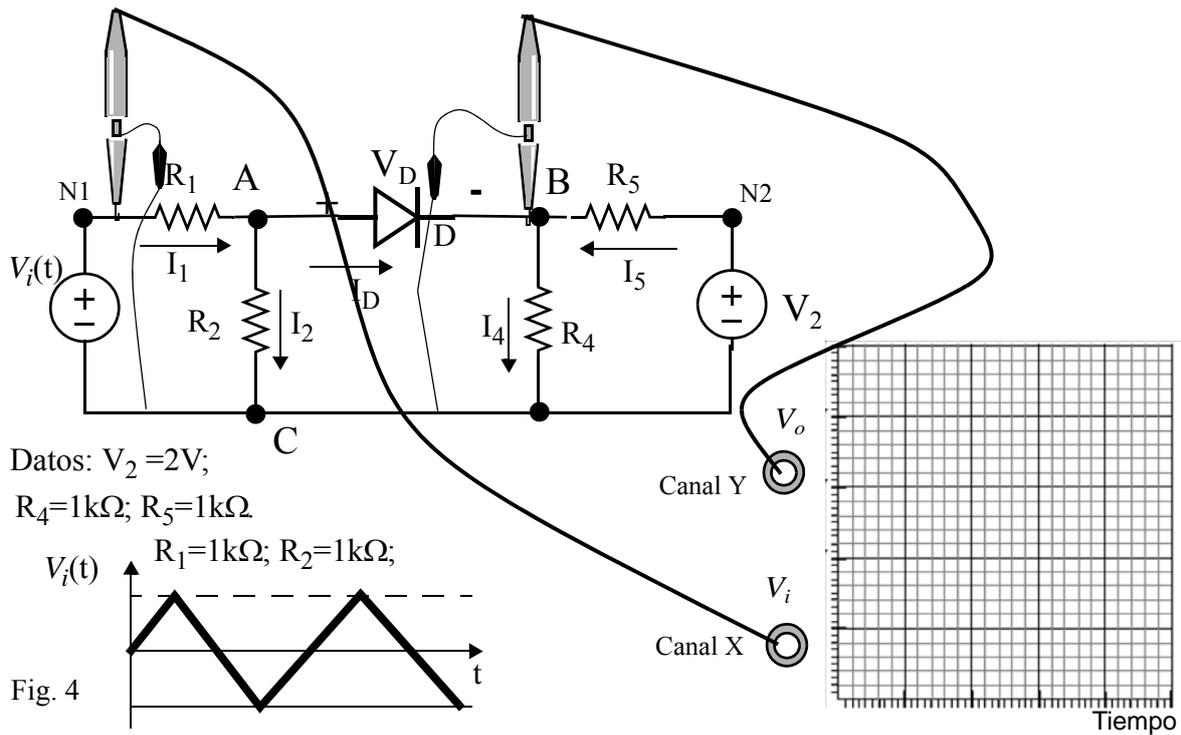
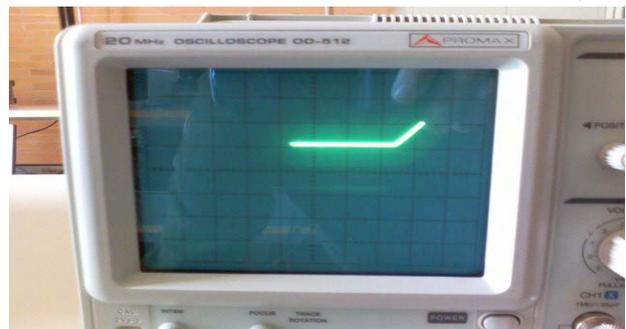


Fig. 5 a)



b)

- Utilizar el modo X-Y para visualizar la curva de transferencia que muestra la Fig. 5b). Recuerda que en este modo, la entrada V_i que ha sido conectada al Canal X se asocia al eje horizontal de la pantalla, mientras que la entrada V_o , que se ha conectado al Canal Y se visualiza en el eje vertical. El resultado es pues un representación grafica de $V_o = f(V_i)$. Mide sobre el osciloscopio las coordenadas de (x,y) del codo de la curva, que corresponde con el punto a partir del cual el diodo empieza a conducir. Anótalo en la tabla.
- Repite los anteriores pasos con el circuito que resulta al invertir la polaridad del diodo LED y obtén en el osciloscopio las imágenes que muestra la Fig. 6. Anota los datos en la Tabla 11:.
- **Recuerda: Al terminar la sesión de prácticas debes entregar tu respuesta a las cuestiones propuestas.**



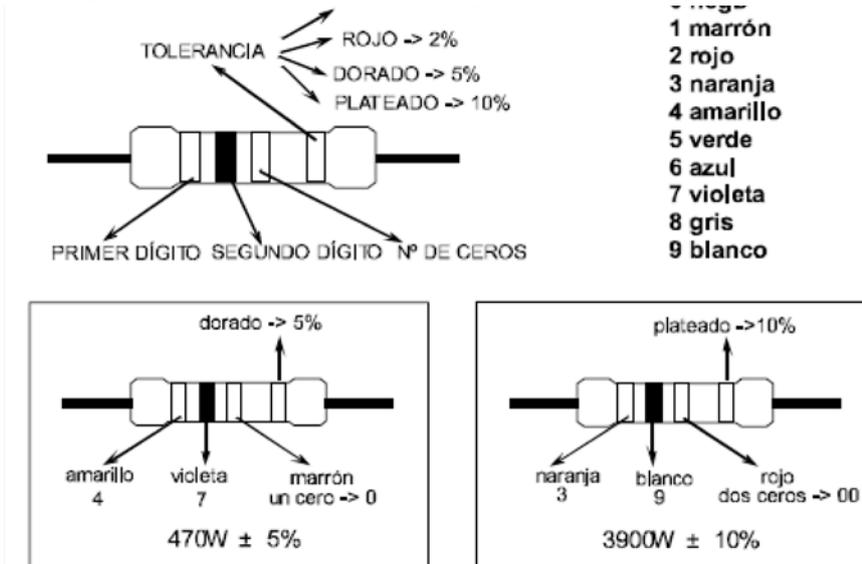
Fig. 6 a)

b)

Bibliografía.

En el campus virtual dispones un Breve Manual de Introducción a los instrumentos del laboratorio.

APENDICE: CÓDIGO DE COLORES PARA IDENTIFICAR EL VALOR DE LAS RESISTENCIAS.



Nombre de Alumno:**Grupo:****Tabla 10: Medidas 1**

$V_{o(\text{pico})}(\text{V})$	$V_{o(\text{min})}(\text{V})$	$V_{o(\text{ycodo})}(\text{V})$	$V_{i(\text{xcodo})}(\text{V})$

Tabla 11: Medidas 2

$V_{o(\text{pico})}(\text{V})$	$V_{o(\text{min})}(\text{V})$	$V_{o(\text{ycodo})}(\text{V})$	$V_{i(\text{xcodo})}(\text{V})$

Cuestiones:

Justifica la forma de onda de la señal de salida de la Fig. 5a) y Fig. 6a) comparandola con la de la señal de entrada.

Justifica la forma de la curva de transferencia la Fig. 5b) y la Fig. 6b). Y ponlas en relación con las anteriores.

Práctica 2: PUERTAS LÓGICAS INTEGRADAS: CARACTERÍSTICAS

Objetivos:

- Obtener y visualizar en el osciloscopio la característica de transferencia de un inversor.
- Obtener a partir de dicha función de transferencia los niveles lógicos y los márgenes de ruido.
- Observar los efectos de carga a la salida del inversor.

Material e instrumentación a utilizar:

- Placa de prototipos (“Protoboard”)
- Circuitos Integrados: 74LS00 y 74HCT04
- Condensadores 47nF.
- Fuente de alimentación
- Generador de señales.
- Osciloscopio.

Desarrollo de la práctica.

1º TAREAS A REALIZAR CON ANTERIORIDAD A LA SESIÓN DE LABORATORIO Y A ENTREGAR A LA ENTRADA DE LA SESIÓN DE PRÁCTICAS:

- Responde brevemente a las siguientes cuestiones:
 - 1.- Busca la información necesaria y cita al menos tres diferencias entre los circuitos integrados 74LS00 y 74HCT04 que van a ser empleados en esta práctica.
 - 2.- ¿Para qué se utiliza en esta práctica el generador de funciones? Indica de forma concreta que señal o señales vas a necesitar generar en esta práctica, y cómo debe ser configurado este instrumento para ello. (Indica que botones deben seleccionarse o accionarse)
 - 3.- Cómo medirás en esta práctica los niveles lógicos. Indica a partir de que experimento los vas a obtener. ¿Que instrumento vas a utilizar y cómo debe estar configurado?
 - 4.- Indica en detalle como hay que utilizar el osciloscopio en esta práctica para visualizar la característica de transferencia del inversor.
- **Recuerda: Al entrar a la sesión de prácticas se entregaran las respuestas a las anteriores cuestiones. No olvides quedate con una copia de tu entrega.**

Nombre:

Curso:

1.- Busca la información necesaria y cita al menos tres diferencias entre los circuitos integrados 74LS00 y 74HCT04 que van a ser empleados en esta práctica.

2.- ¿Para qué se utiliza en esta práctica el generador de funciones? Indica de forma concreta que señal o señales vas a necesitar generar en esta práctica, y cómo debe ser configurado este instrumento para ello. (Indica que botones deben seleccionarse o accionarse)

3.- Cómo medirás en esta práctica los niveles lógicos. Indica a partir de que experimento los vas a obtener. ¿Que instrumento vas a utilizar y cómo debe estar configurado?

4.- Indica en detalle como hay que utilizar el osciloscopio en esta práctica para visualizar la característica de transferencia del inversor.

2º TAREAS A REALIZAR EN EL LABORATORIO:

Propuesta A: Obtener y comparar la característica de transferencia de dos inversores de dos familias lógicas diferentes, medir los niveles lógicos y calcular los márgenes de ruido.

- Utiliza el circuito integrado 74HCT04 que contiene 6 inversores (Fig. 1a) y el circuito 74LS00 que contiene 4 NAND de dos entradas (Fig. 1b). Montalos en la placa de prototipos según el esquema de la Fig. 1e. (Para el caso del 7400LS hacer que una NAND funcione como un inversor siguiendo el esquema de la Fig. 1c). No olvidar alimentar el chip a una tensión V_{CC} de 5V. Además, para filtrar el ruido inducido por la conmutación de la salida conectar entre alimentación y tierra un condensador de 47nF lo más proximo posible a la patita de alimentación del chip (Fig. 1d).
- Como señal de entrada V_i , se empleará la proporcionada por el generador de señales $v_G(t)$. Así, antes de conectar el cable de salida del generador a la entrada de los inversores, deberá fijarse en él una onda triangular de aproximadamente 200Hz, unipolar (es decir, que sea siempre positiva), que recorra el intervalo de 0 a 5 V. (Antes de conectar la salida del generador de señales al circuito, utiliza el osciloscopio para visualizar la señal de entrada y verificar que cumple las anteriores especificaciones.)
- Para visualizar las variables V_i y V_o , conectar apropiadamente cada una de las dos sondas del osciloscopio a la entrada y salida respectivamente del inversor seleccionado. Utiliza el modo de representación X-Y del osciloscopio para visualizar la función de transferencia V_o-V_i (Fig. 1e).
- Mide sobre la pantalla del osciloscopio los niveles lógicos V_{oL} , V_{oH} , V_{iL} y V_{iH} y anótalos en la Tabla 1:. Determina a partir de ellos los márgenes de ruido de cada puesta lógica y completa dicha tabla.
- Dibuja sobre la réplica de la Fig. 1e, que se proporciona en la hoja de entrega, la imagen que ves en la pantalla del osciloscopio, y representar los niveles lógicos medidos sobre el diagrama salida-entrada del tipo de la Fig. 1f.
- **Recuerda: Al terminar la sesión de prácticas se entregaran los datos recogidos en la Tabla 1:. Asi como el esquema de la Fig. 1f. No olvides quedate con una copia de tu entrega.**

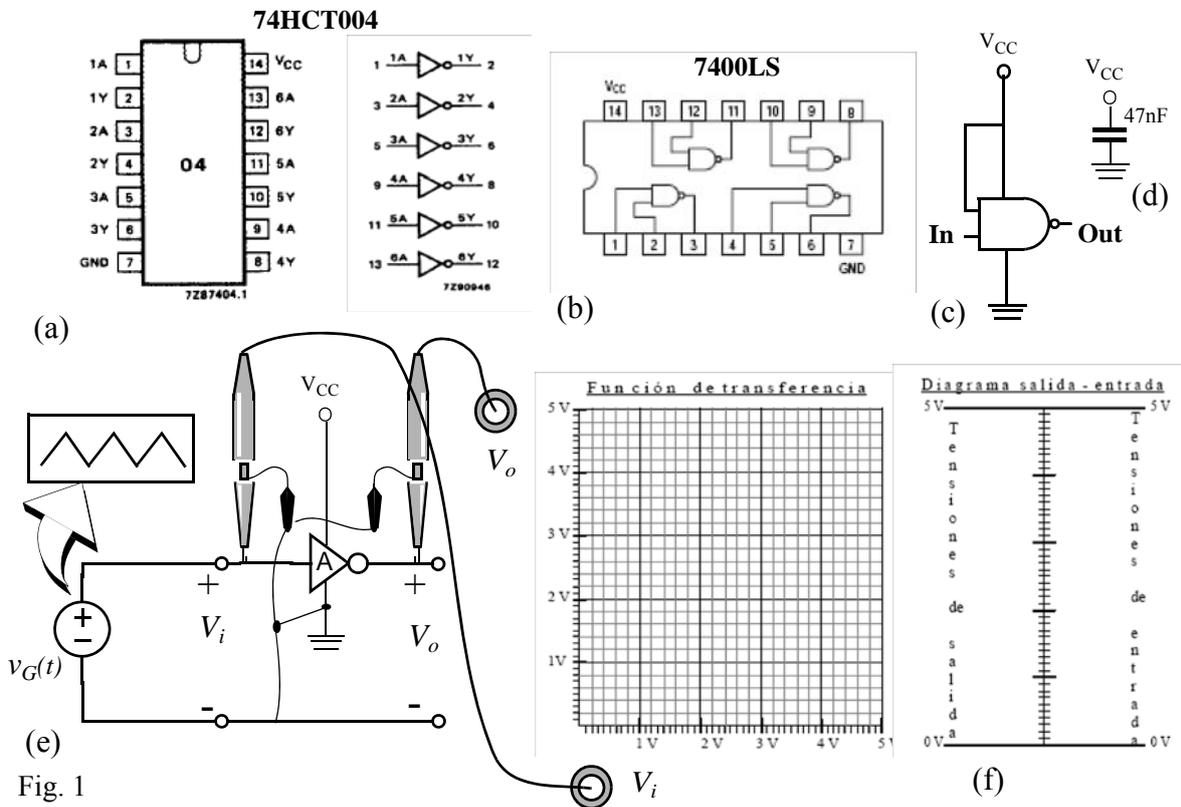


Fig. 1

Propuesta B: Observar los efectos de carga a la salida del inversor.

- Utiliza el circuito integrado 74LS00 que contiene 4 NAND de dos entradas (Fig. 1b). Escoger una de ellas y configuralá como inversor según el esquema de la Fig. 1c) y reproducir en la placa de montaje el esquema de la Fig. 2, en donde se observa que se ha añadido una carga a la salida del inversor formada por un diodo led y una resistencia en serie (conexión con línea continua en la Fig. 2). Escoge $R_{L1} = 1k\Omega$.
- Visualiza ahora la característica de transferencia como en el caso anterior y mide de nuevo los valores de tensión V_{oL} , V_{oH} , V_{iL} y V_{iH} . Justifica las diferencias con lo observado en la Propuesta A. Dibuja sobre la réplica de la Fig. 2, que se proporciona en la hoja de entrega, la imagen que ves en la pantalla del osciloscopio, y representa los niveles lógicos sobre un diagrama salida-entrada de la Fig. 2.
- Mide V_o y determina mediante cálculo la corriente que circula por la resistencia R_{L1} .
- Añadir en paralelo a la salida una nueva carga idéntica a la anterior R_{L2} y repetir la experiencia. Justificar la diferencia (conexión con línea discontinua). Dibuja sobre la réplica de la Fig. 2, que se proporciona en la hoja de entrega, la imagen que ves en la pantalla del osciloscopio, y representar estos valores sobre un diagrama salida-entrada de la Fig. 2.
- Estima el número de cargas de este tipo que es posible conectar a la salida del inversor de forma que el diodo LED siga encendiéndose cuando a la entrada haya un cero lógico (conexión con línea de puntos).
- **Recuerda: Al terminar la sesión de prácticas se entregaran los datos recogidos en la Tabla 2: y Table 3:. Asi como el esquema de la Fig. 2. No olvides quedate con una copia de tu entrega.**

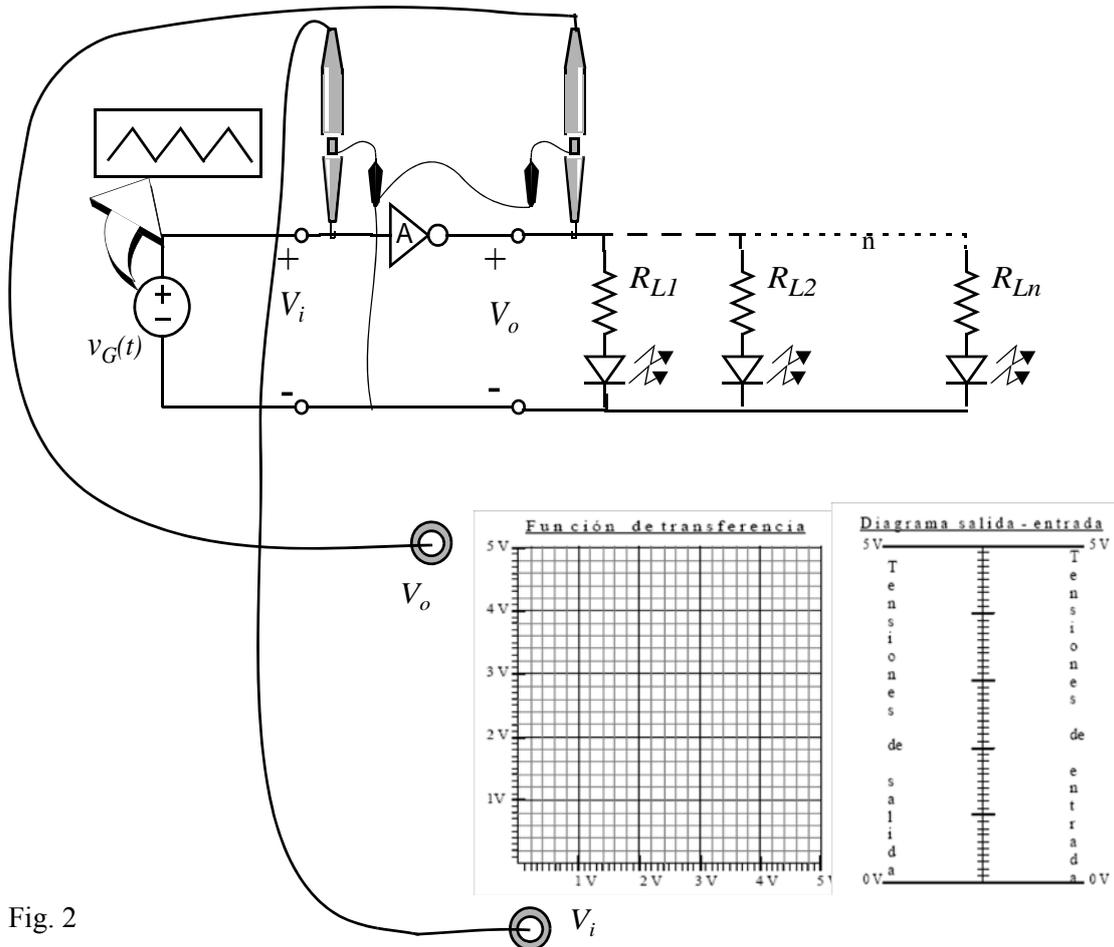


Fig. 2

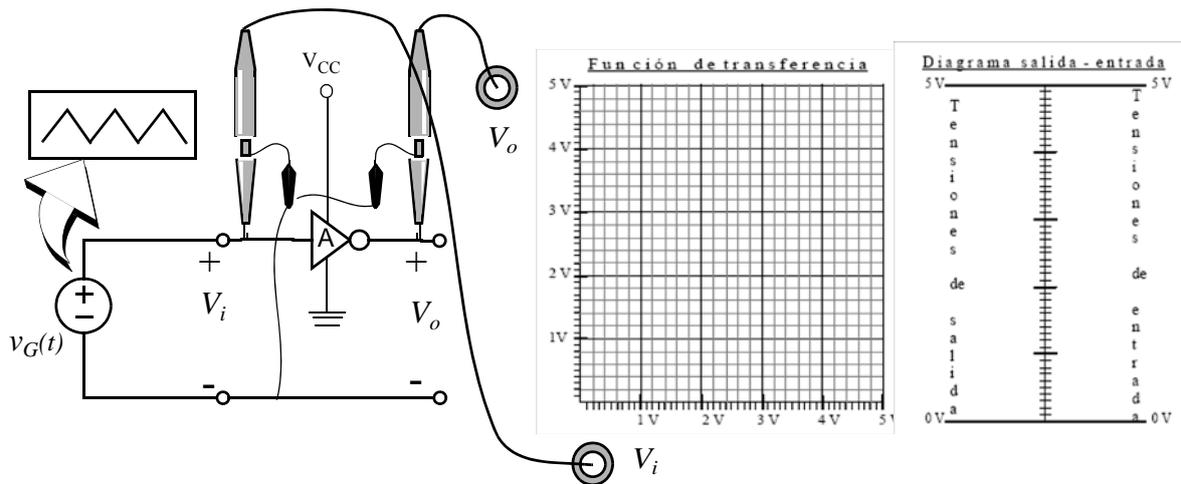
Nombre:

Curso:

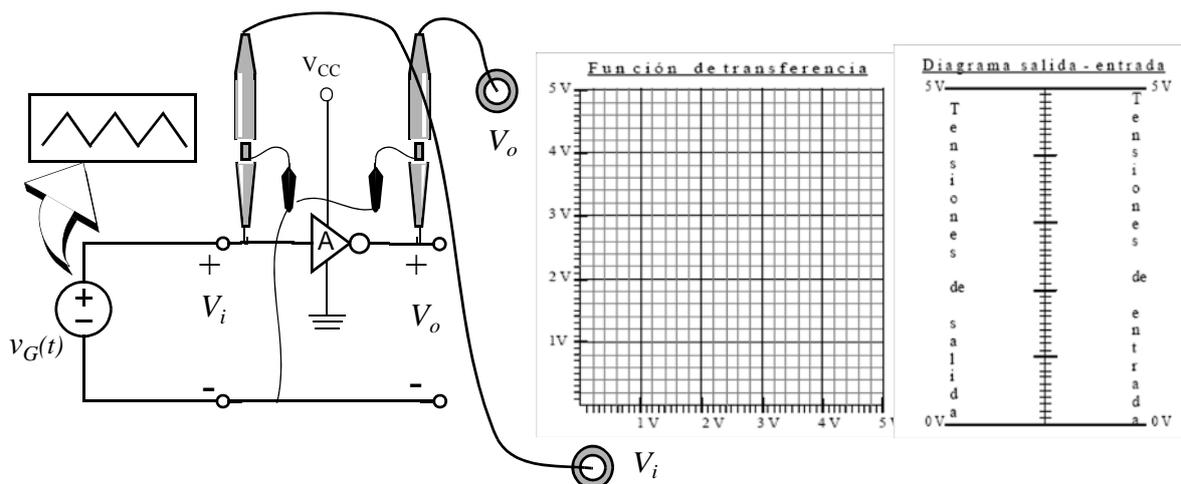
Tabla 1: Valores medidos y calculados a partir de los datos experimentales

	$V_{OL}(V)$	$V_{OH}(V)$	$V_{IL}(V)$	$V_{IH}(V)$	$MR_L(V)$	$MR_H(V)$	$MR(V)$
74CHT04							
74LS00							

Resultados con el integrado 74CHT04



Resultados con el integrado 74LS00



Nombre:

Curso:

Tabla 2: Valores medidos con el integrado 74LS00 y una etapa de carga

$V_{OL}(V)$	$V_{OH}(V)$	$V_{IL}(V)$	$V_{IH}(V)$	$MR_L(V)$	$MR_H(V)$	$MR(V)$	$R_{L1}(\Omega)$	$I_{RL1}(mA)$

Resultados con el integrado 74LS00

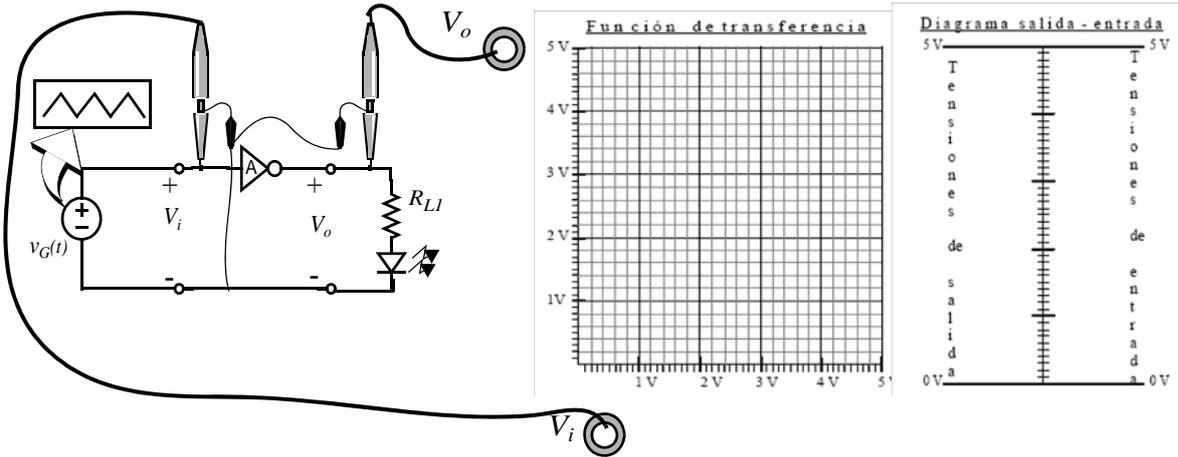
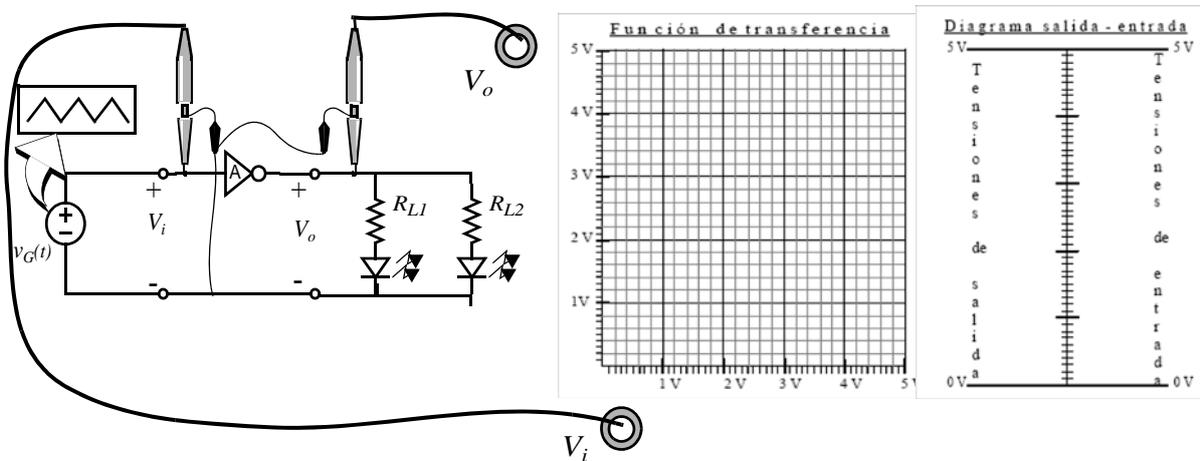


Tabla 3: Valores medidos con el integrado 74LS00 y dos etapas de carga

$V_{OL}(V)$	$V_{OH}(V)$	$V_{IL}(V)$	$V_{IH}(V)$	$MR_L(V)$	$MR_H(V)$	$MR(V)$	$R_{L1}(\Omega)$	$R_{L2}(\Omega)$	$I_{RL1}(mA)$	$I_{RL2}(mA)$

Resultados con el integrado 74LS00



Práctica 3: EL TRANSISTOR BIPOLAR: FAMILIAS LÓGICAS BIPOLARES

Objetivos:

- Montar un circuito electrónico correspondiente a una puerta RTL en una placa de prototipos
- Caracterizar eléctricamente el inversor RTL
- Mostrar como varía eléctricamente la salida del inversor RTL al variar el número de puertas RTL conectadas a su salida (aproximación al FANOUT)
- Caracterización del transistor usado en la práctica
- Simulación de la puerta RTL y comparación con los resultados experimentales.

Desarrollo de la práctica:

- **IMPORTANTE** : Debes traer al laboratorio toda la documentación suministrada para realizar las prácticas anteriores, tanto el enunciado como otros documentos, te servirán de referencia.

1º Tareas a realizar antes de entrar a la sesión de practicas. Su resultado se entregará al entrar al laboratorio.

Propuesta A : Característica de transferencia del inversor RTL

- Simula el circuito de la figura 1 para obtener su curva característica de transferencia.

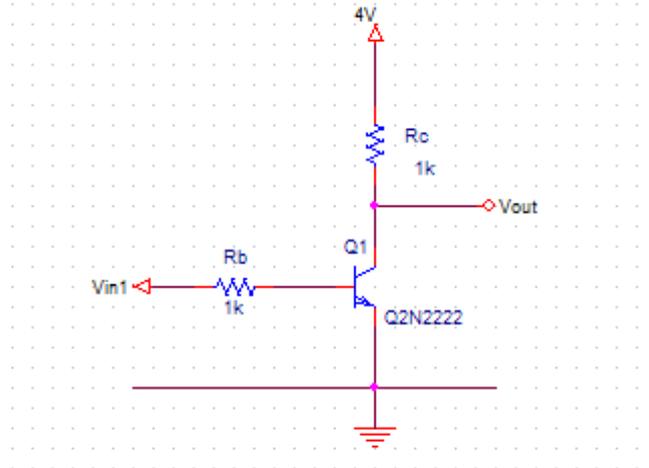
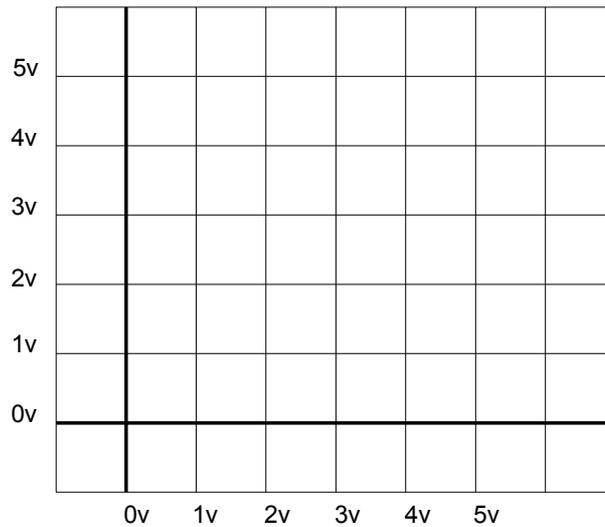


Figura 1: Inversor RTL

- Importante : el esquema mostrado en la figura 1 no está dibujado pensando en su simulación, por lo que dará problemas con PSPICE, tenedlo en cuenta a la hora de preparar su esquemático. (Q2N2222 / en la librería EVAL; 4v y Vin1 / Vdc en sources ; Vout / Capture -> Menú -> Place -> Net alias)
- La simulación necesaria es una simulación del tipo “DC sweep” donde la fuente de tensión de entrada varia entre 0v y 4v con un salto lineal de 0.01v.
- Representar la tensión de salida (Vout) frente a la tensión de entrada (Vin1).

- Dibuja la curva característica de transferencia resultante sobre el siguiente gráfico:



Dibujó 1: Curva característica de transferencia simulada

- Usa el cursor (trace -> cursor -> display , botón izquierdo ratón = cursor 1) para rellenar la siguiente tabla:

V_i	V_o
0v	
0.5v	
1	
4	

Tabla 1: Respuesta a los niveles de tensión

- Añade la derivada de Vout (Pspice -> Menu -> Trace -> Add trace), la derivada se nombra como D(), luego será : D(V(Vout)). Los puntos donde esta derivada vale -1 es donde medimos Vih, Vil, Voh y Vol.
- Realiza un zoom (View -> zoom -> area) de la gráfica para abarcar aproximadamente el rango de 5 a -2 en el eje vertical (Vout y D(V(Vout))) y el rango de 0 a 4v en el horizontal (Vin).
- Puedes usar el cursor para efectuar las medidas (trace -> cursor -> display , botón izquierdo ratón = cursor 1, teclas del cursor = cursor 1, pulsando sobre el icono de la señal D(V(Vout))) [bajo el eje horizontal, a la izquierda] se selecciona la derivada como la curva sobre la que navega el cursor, la posición se puede leer en la ventana "Probe cursor"
- Localiza los puntos donde la derivada vale -1 y rellena la siguiente tabla.

V_{oh}(V)	V_{ol}(V)	V_{ih}(V)	V_{il}(V)	NM_H(V)	NM_L(V)	NM(V)

Tabla 2: Valores característicos

Propuesta B: Parámetros del transistor.

- Usando las medidas de Voh, Vol, Vih y Vil, y un modelo ideal del transistor, obtener los siguientes parámetros del transistor NPN usado.

V_{beON}	V_{ceSAT}	β

Tabla 3: Parámetros del transistor

Propuesta C : Caracterización temporal del inversor RTL

- Simula el circuito de la figura 1 para medir sus características temporales.
- Cambia el valor de la fuente de entrada de “0Vdc” a “0Vdc pulse (0 4 1n 1n 1n 2u 4u)”.
- Realiza una nueva simulación del tipo “Time domain” de 10µs (10us).
- Representa la tensión en la fuente de entrada frente al tiempo (un pulso de 2µs de ancho y 4µs de periodo) y la salida Vout del circuito.
- Puedes usar los 2 cursores para efectuar las medidas (botón izquierdo ratón = cursor 1 , botón derecho ratón = cursor 2 , teclas del cursor = cursor 1 , teclas del cursor + shift = cursor 2 , pulsando con el botón del ratón correspondiente sobre el icono de cada señal se selecciona la curva sobre la cual navegará el cursor)
- Puedes usar el zoom de área para mejorar la medida.
- Mide los siguientes datos:

Tf(ns)	Tr(ns)	TpLH(ns)	TpHL(ns)

Tabla 4: Parámetros temporales del inversor RTL

2º Tareas a realizar en la sesión de practicas. Su resultado se entregará al salir del laboratorio.

Propuesta D : Características de transferencia del inversor RTL

- Mide el valor de las resistencias que usarás en el montaje de la figura 2.

Rb1	Rb2	Rc1	Rc2

Tabla 5: Valores de las resistencias

- Montar en la placa el circuito de la figura 2, al igual que en las anteriores prácticas, trata de usar el menor número de cables para las conexiones.
- Verifica el montaje aplicando una señal constante, primero de 4V y después de 0V a las entradas Vin1 y Vin2, mide usando el polímetro o el osciloscopio las salidas Vout1 y Vout2 en cada caso, su comportamiento debe ser el de un inversor.

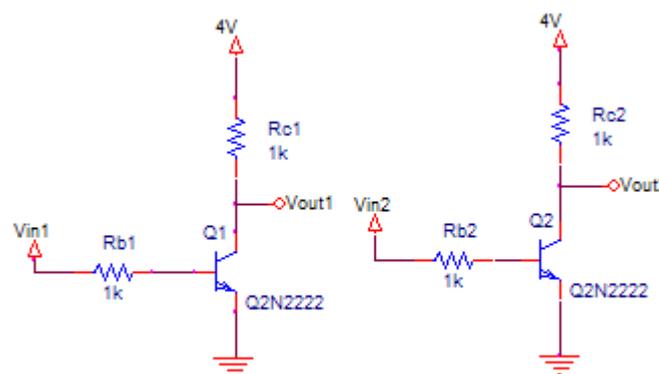


Figura 2: Inversores RTL

Vin1	Vout1	Vin2	Vout2
4v		4v	
0v		0v	

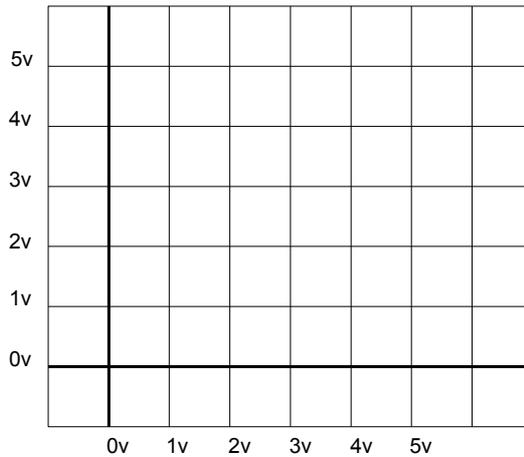
Tabla 6: Respuesta a los niveles lógicos

- Como señal de entrada, usa el generador de señales para obtener una señal triangular en el rango de 0 a 4V y con una frecuencia de 100Hz, con el osciloscopio podrás verificar que cumple estas especificaciones (véase la práctica 2).
- Usa el osciloscopio para visualizar la señal Vout1.
- Cambia el osciloscopio al modo XY para obtener la curva característica de transferencia de la puerta (véase la práctica 2) . Asegúrate de que la escala en los dos canales es la misma y mide los niveles lógicos Vol, Voh, Vil y Vih. Usa estos valores para determina los márgenes de ruido.

Voh(V)	Vol(V)	Vih(V)	Vil(V)	NM _H (V)	NM _L (V)	NM(V)

Tabla 7: Valores característicos.

- Dibuja aproximadamente la curva característica de transferencia obtenida en el osciloscopio sobre el siguiente gráfico:



Dibujo 2: Curva característica en el osciloscopio

Propuesta E : Características de salida : FANOUT

- Conecta la salida Vou1 con la entrada Vin2 y mide los siguientes valores:

Vin1(V)	Vout1 = Vin2 (V)	Vout2 (V)
0v		
4v		

Tabla 8: Transmisión de información entre dos puertas.

- Sobre la gráfica dibujada anteriormente (Dibujo 2), dibuja la nueva curva característica de transferencia (Vout1 frente a Vin1).
- El siguiente experimento debes realizarlo en colaboración con otro compañero, usando sus dos inversores como carga. (nombremos las puertas individuales de tu compañero como puerta 3 y puerta 4)
- Conecta Vout1 a Vin2 y a Vin3. Medimos Vout1.
- Conecta Vout1 a Vin2, Vin3 y Vin4. Medimos Vout1.
- Rellena la siguiente tabla, donde resumimos los valores de salida en los siguientes casos : Sin conectar nada (Vout1), con una puerta (Vout1 = Vin2) , con dos (Vout1 = Vin2 = Vin3) y con tres (Vout1 = Vin2 = Vin3 = Vin4).

Vin1(V)	Vout1(V)	Vout1 = Vin2 (V)	Vout1 = Vin2 = Vin3 (V)	Vout1 = Vin2 = Vin3 = Vin4 (V)
0v				
4v				

Tabla 9: Variación de Vout con la carga

Propuesta E: Compara los resultados de las propuestas A y D.

- Examina las tablas 2 y 7, calcula la diferencia en valor absoluto entre los valores medidos y los obtenidos por simulación.

$\Delta V_{oh}(V)$	$\Delta V_{ol}(V)$	$\Delta V_{ih}(V)$	$\Delta V_{il}(V)$	$\Delta NM_H(V)$	$\Delta NM_L(V)$	$\Delta NM(V)$

Tabla 10: Diferencia absoluta entre los resultados experimentales y los simulados.

Philips Semiconductors
Product specification

NPN switching transistors

2N2222; 2N2222A

FEATURES

- High current (max. 800 mA)
- Low voltage (max. 40 V).

APPLICATIONS

- Linear amplification and switching.

DESCRIPTION

NPN switching transistor in a TO-18 metal package.
PNP complement: 2N2907A.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector, connected to case

Fig.1 Simplified outline (TO-18) and symbol.

Figura 3: Encapsulado del transistor 2N2222

Hoja de resultados, para entregar al acceder al laboratorio.

Alumno :

Curso :

Vi	Vo
0	
0.5v	
1v	
4v	

Tabla 1: Respuesta a los niveles de tensión

Voh(V)	Vol(V)	Vih(V)	Vil(V)	NM_H(V)	NM_L(V)	NM(V)

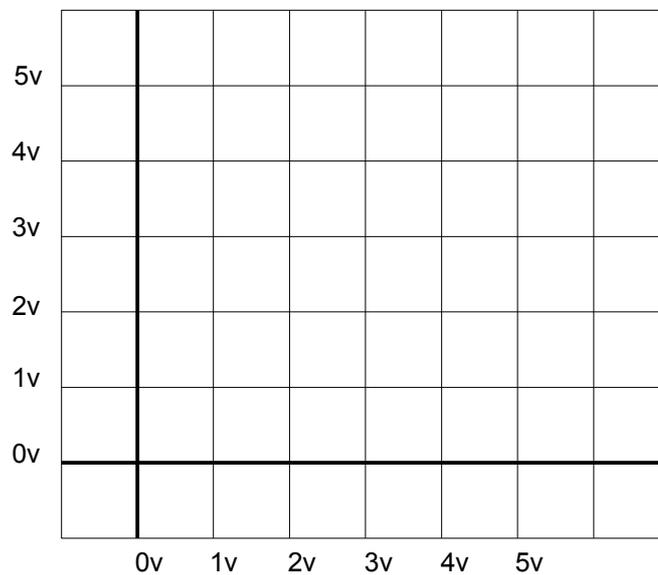
Tabla 2: Valores característicos

Vbe_{ON}	Vce_{SAT}	β

Tabla 3: Parámetros del transistor

Tf(ns)	Tr(ns)	Tp_{LH}(ns)	Tp_{HL}(ns)

Tabla 4: Parámetros temporales del inversor RTL



Dibujo 1: Curva característica de transferencia simulada

Hoja de resultados, para entregar al final de la práctica.

Alumno :

Curso :

Rb1	Rb2	Rc1	Rc2

Tabla 5: Valores de las resistencias

Vin1	Vout1	Vin2	Vout2

Tabla 6: Respuesta a los niveles lógicos

Voh(V)	Vol(V)	Vih(V)	Vil(V)	NM _H (V)	NM _L (V)	NM(V)

Tabla 7: Valores característicos.

Vin1(V)	Vout1 = Vin2 (V)	Vout2 (V)

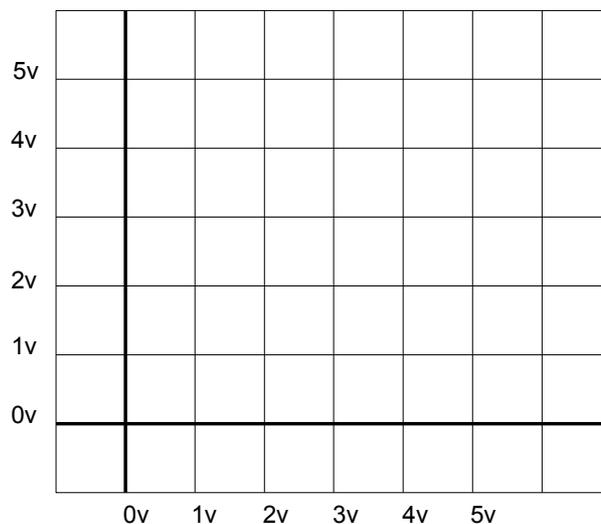
Tabla 8: Transmisión de información entre dos puertas.

Vin1(V)	Vout1(V)	Vout1 = Vin2 (V)	Vout1 = Vin2 = Vin3 (V)	Vout1 = Vin2 = Vin3 = Vin4 (V)

Tabla 9: Variación de Vout con la carga

Δ Voh(V)	Δ Vol(V)	Δ Vih(V)	Δ Vil(V)	Δ NM _H (V)	Δ NM _L (V)	Δ NM(V)

Tabla 10: Diferencia absoluta entre los resultados experimentales y los simulados.



Dibujo 2: Curva característica en el osciloscopio

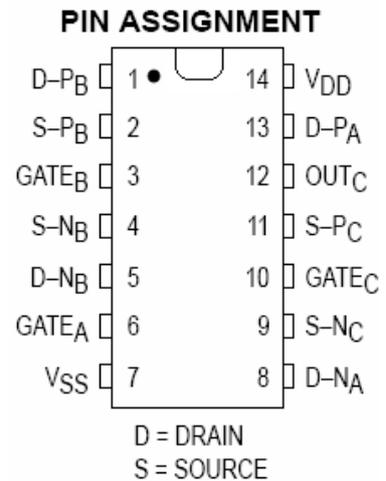
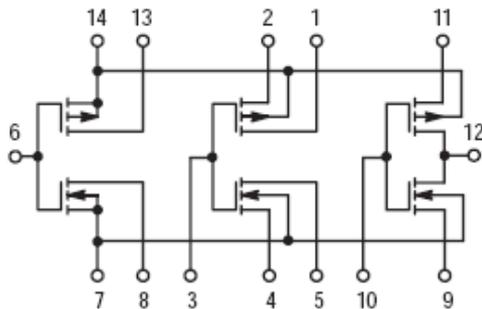
Nombre y Apellidos:

Grupo:

PRÁCTICA N.4: EL TRANSISTOR M.O.S.F.E.T.

Para la realización de esta práctica serán necesarios los siguientes materiales:

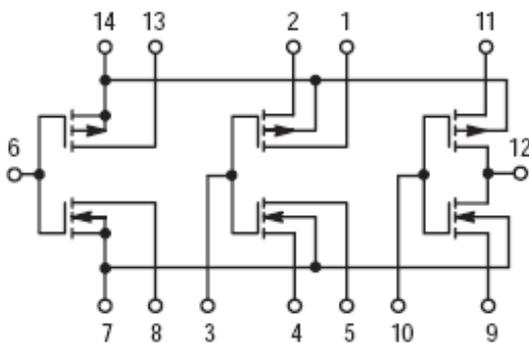
- Chip MC14007 que consta de 3 transistores MOSFET de canal N y otros 3 de canal P.
- Placa de montaje y cables de conexionado.
- Dos diodos LED y una resistencia de 1k
- Fuente de alimentación.
- Generador de Frecuencia.
- Osciloscopio.

**OBJETIVOS**

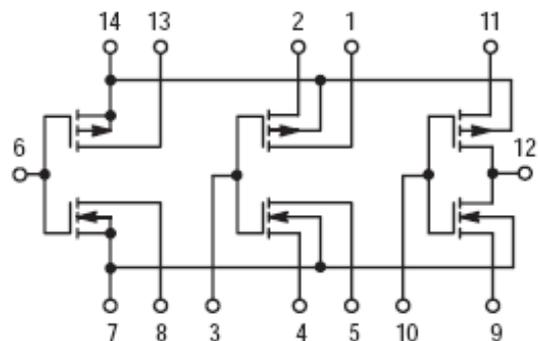
- Profundizar en el estudio del transistor MOSFET.
- Montar en la placa de prototipos dos circuitos electrónicos correspondientes a inversores de las familias NMOS y CMOS.
- Comprobar el funcionamiento eléctrico del inversor NMOS y del inversor CMOS.
- Observar el consumo de potencia estático y dinámico en inversores MOSFET.

TAREAS PREVIAS A LA ENTRADA AL LABORATORIO
Propuesta A:

- Identifique, rodeando con un círculo los transistores de canal P que aparecen en el circuito electrónico de la figura (1).
- Indique, trazando con líneas sobre el circuito de la figura (2), los cables necesarios para el montaje de un inversor CMOS, incluidos los cables de alimentación. Nota: PUEDEN EXISTIR VARIAS SOLUCIONES VÁLIDAS.



(1)



(2)

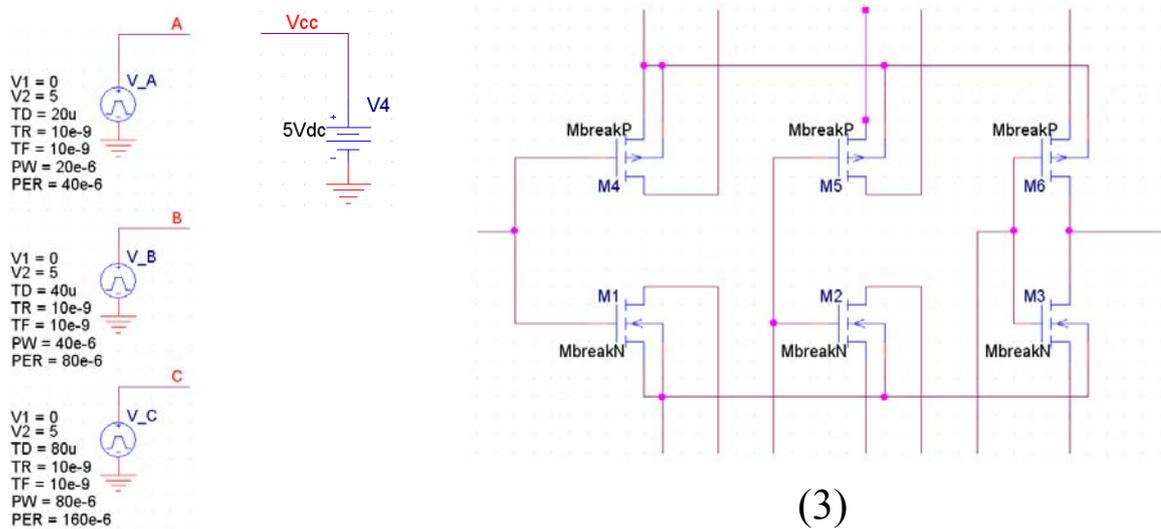
EJEMPLAR PARA ENTREGAR

Nombre y Apellidos:	Grupo:
---------------------	--------

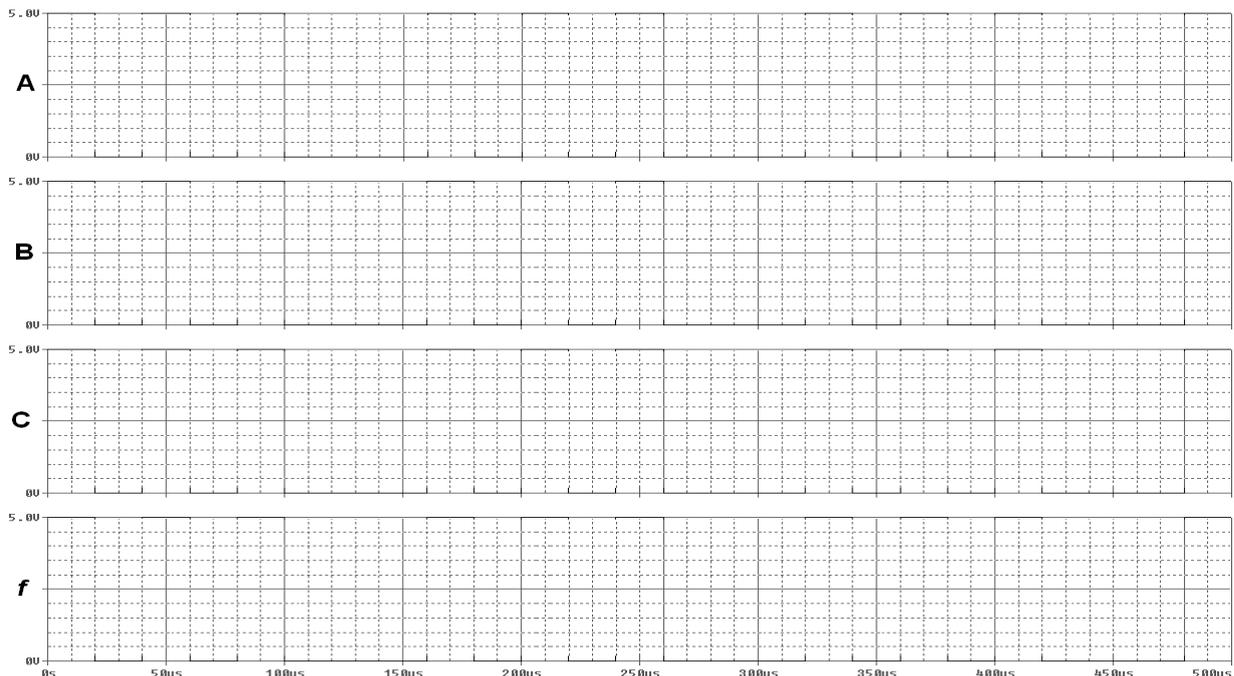
Propuesta B: Implementación de funciones lógicas

- Conecte adecuadamente los cables necesarios para implementar la función lógica $f = \overline{A + B \cdot C}$ utilizando como base el circuito de la figura (3) sobre un proyecto Pspice. Observe que para ello deberá utilizar todos los transistores integrados en el chip. Así mismo, se suministran 3 fuentes de tensión para realizar el análisis de todas las combinaciones posibles de la tabla de verdad con el fin de chequear el funcionamiento de la función booleana.

Los transistores MOSFET que debe emplear son los que aparecen en la librería breakout de PSpice. Por otro lado, los parámetros del simulador deberán ser: Analysis type = Time domain (Transient), Run_to_Time=500us, Maximum step size = 200 ns.



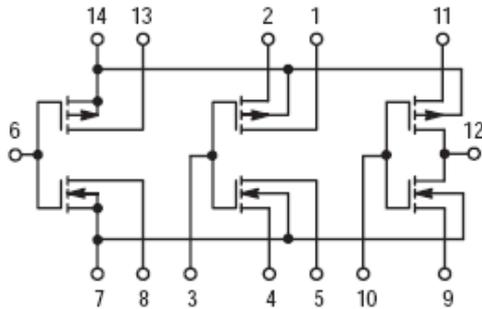
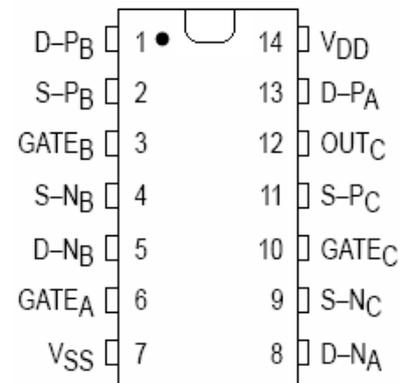
- Represente el cronograma del circuito donde aparezcan las 3 señales de entrada y la salida. Deberá de emplear 4 ventanas distintas del simulador PSpice (Pspice→Plot→Add Plot to Window), una para cada entrada y otra para la salida.



PRÁCTICA N.4: EL TRANSISTOR M.O.S.F.E.T.

Para la realización de esta práctica serán necesarios los siguientes materiales:

- Chip MC14007 que consta de 3 transistores MOSFET de canal N y otros 3 de canal P.
- Dos diodos LED y una resistencia de 1k
- Placa de montaje y cables de conexionado.
- Fuente de alimentación.
- Generador de Frecuencia.
- Osciloscopio.

**PIN ASSIGNMENT**

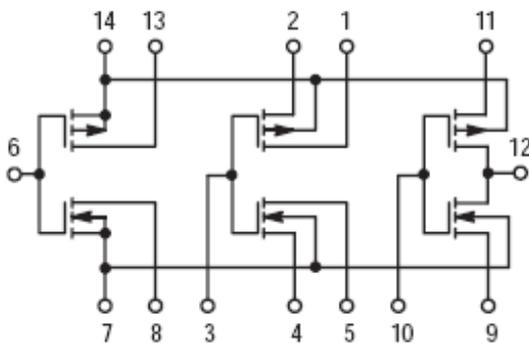
D = DRAIN
S = SOURCE

OBJETIVOS

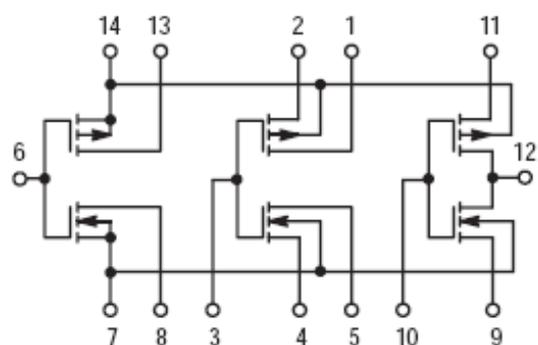
- Profundizar en el estudio del transistor MOSFET.
- Montar en la placa de prototipos dos circuitos electrónicos correspondientes a inversores de las familias NMOS y CMOS.
- Comprobar el funcionamiento eléctrico del inversor NMOS y del inversor CMOS.
- Observar el consumo de potencia estático y dinámico en inversores MOSFET.

TAREAS PREVIAS A LA ENTRADA AL LABORATORIO
Propuesta A:

- Identifique, rodeando con un círculo los transistores de canal P que aparecen en el circuito electrónico de la figura (1).
- Indique, trazando con líneas sobre el circuito de la figura (2), los cables necesarios para el montaje de un inversor CMOS, incluidos los cables de alimentación. Nota: PUEDEN EXISTIR VARIAS SOLUCIONES VÁLIDAS.



(1)

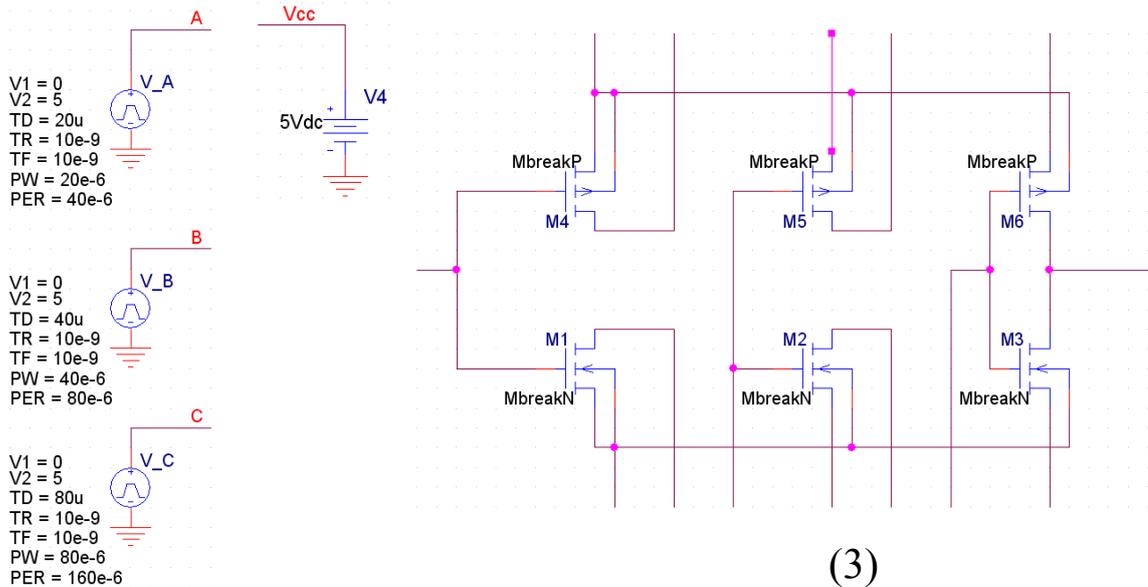


(2)

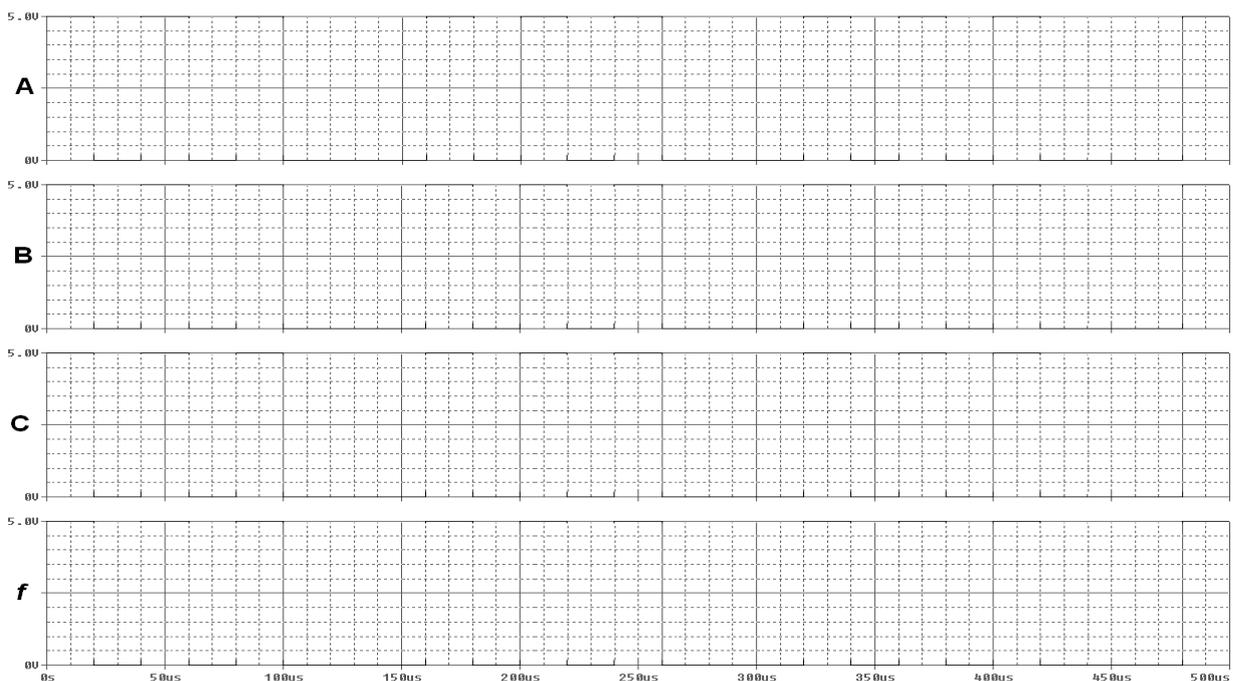
Propuesta B: Implementación de funciones lógicas

- Conecte adecuadamente los cables necesarios para implementar la función lógica $f = \overline{A + B \cdot C}$ utilizando como base el circuito de la figura (3) sobre un proyecto Pspice. Observe que para ello deberá utilizar todos los transistores integrados en el chip. Así mismo, se suministran 3 fuentes de tensión para realizar el análisis de todas las combinaciones posibles de la tabla de verdad con el fin de chequear el funcionamiento de la función booleana.

Los transistores MOSFET que debe emplear son los que aparecen en la librería breakout de PSpice. Por otro lado, los parámetros del simulador deberán ser: Analysis type = Time domain (Transient), Run_to_Time=500us, Maximum step size = 200 ns.

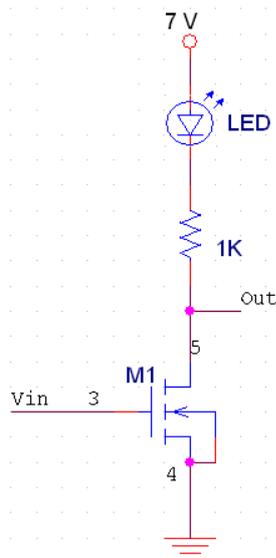


- Represente el cronograma del circuito donde aparezcan las 3 señales de entrada y la salida. Deberá de emplear 4 ventanas distintas del simulador PSpice (Pspice→Plot→Add Plot to Window), una para cada entrada y otra para la salida.

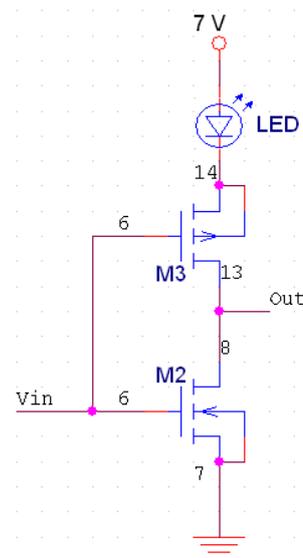


TAREAS A REALIZAR EN EL LABORATORIO**Propuesta C: Montaje del inversor NMOS y CMOS: Consumo de potencia en estático.**

- Implemente físicamente, sobre la placa de montaje, un inversor NMOS utilizando el circuito integrado MC14007 según aparece en el circuito de la figura (4). Simultáneamente implemente también un inversor CMOS según el circuito de la figura (5). Observe que en ambos circuitos aparece un diodo LED que servirá para ilustrar cuando se produce consumo de potencia en cada puerta lógica al iluminarse dicho diodo. Asimismo, debido a que el circuito integrado no dispone de transistores de deplexión o empobrecimiento, el inversor NMOS se ha de construir empleando una resistencia de $1K\Omega$ en lugar del mencionado transistor de deplexión. Por último, la tensión de alimentación debe ser de 7 voltios.



(4)



(5)

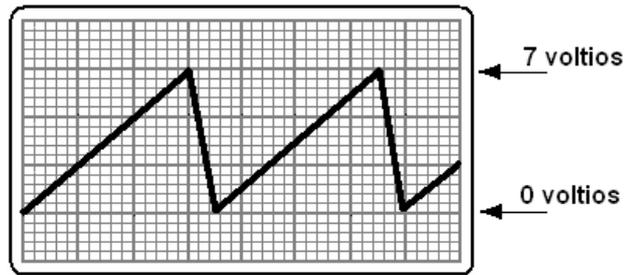
Según la materia explicada en clase sabemos que el inversor NMOS consume potencia estática cuando su entrada es conectada a nivel lógico alto y también consume potencia dinámica en las transiciones de estado, es decir, cuando su entrada cambia de nivel alto a bajo y viceversa. Por su parte el inversor CMOS no tiene consumo de potencia estática pero si de tipo dinámica. Por lo tanto, compruebe el funcionamiento correcto de ambos inversores teniendo en cuenta lo siguiente:

- Inversor NMOS (consumo de potencia estática):
 - Cuando la entrada V_{in} esté a nivel alto el diodo LED deberá iluminarse → habrá consumo estático.
 - Cuando V_{in} esté a nivel bajo el diodo LED deberá apagarse → no habrá consumo estático.
- Inversor CMOS (consumo de potencia estática):
 - Cuando V_{in} esté a nivel alto el diodo LED deberá apagarse → no habrá consumo estático.
 - Cuando V_{in} esté a nivel bajo el diodo LED deberá apagarse → no habrá consumo estático.

Propuesta D: Inversor NMOS y CMOS: Consumo de potencia dinámica.

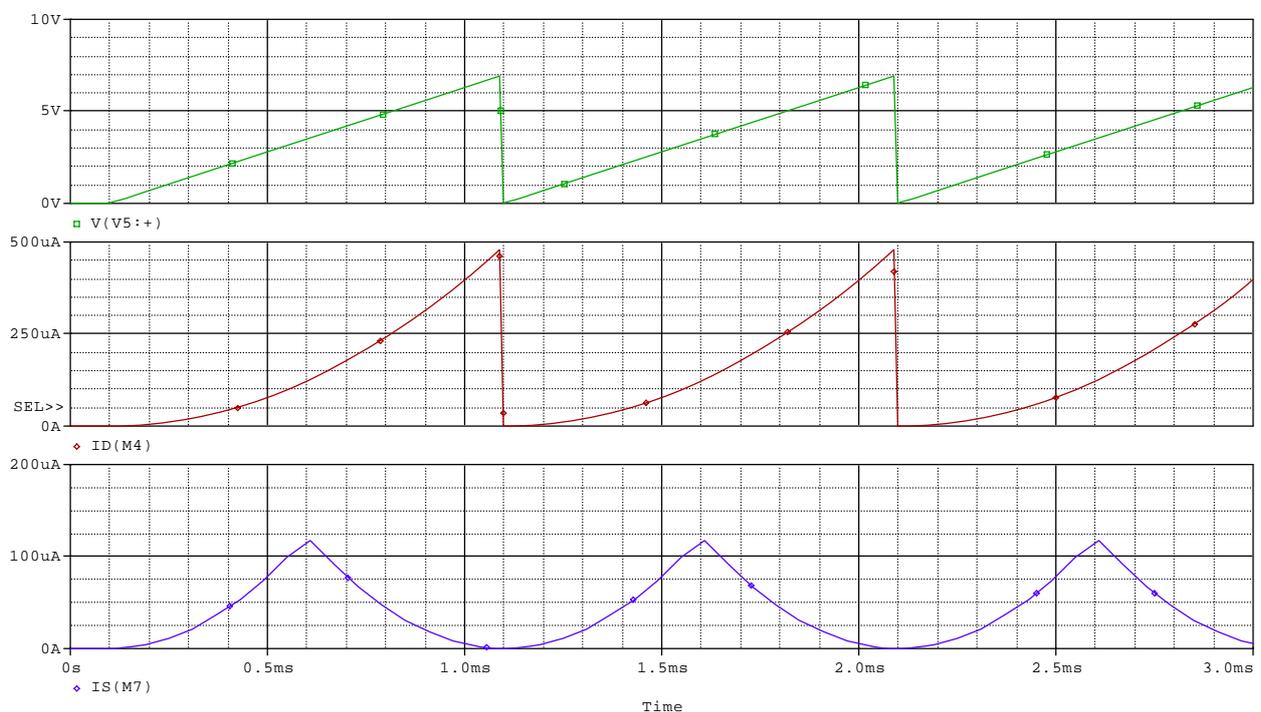
- A continuación, como señal de entrada V_{in} , se empleará la proporcionada por el generador de señales. De modo que, antes de conectar el cable del generador a la entrada de ambos inversores, deberá conectar dicho generador con uno de los canales del osciloscopio. A continuación, seleccionaremos en el generador de frecuencia una Frecuencia de 1KHz en la salida triangular que será siempre de valor positivo y con una amplitud de pico a pico de 7 voltios.

También será necesario modificar el ciclo de trabajo o duty cycle de la onda. En general, cuando una señal se encuentra el mismo periodo de tiempo a nivel bajo que a nivel alto se dice que tiene un duty cycle del 50%. Por lo tanto si hablamos de una señal triangular, la rampa de subida y la de bajada deben durar el mismo tiempo. Sin embargo, en nuestra práctica deberemos de modificar el duty cycle (actuando sobre el botón adecuado de nuestro generador de frecuencia) para que la rampa de subida sea bastante más lenta que la de bajada según podemos apreciar en la figura (6).



(6)

- Una vez conseguida la señal, deberemos de bajar su frecuencia a 1Hz con objeto de visualizar adecuadamente el parpadeo en los diodos LEDS y conectarla a la entrada de ambos inversores.
- Representando la intensidad que circula por el inversor NMOS (rojo) y por el inversor CMOS (azul) respecto de la onda triangular de entrada V_{in} (verde) tendríamos la figura (7):



(7)

- Razone acerca del comportamiento de ambos inversores en base a las observaciones realizadas:

Nombre y Apellidos:

Grupo:

- Razone acerca del comportamiento de ambos inversores en base a las observaciones realizadas:



Navas González, R.; Martín Vázquez, M.; López García, J.
(2010).Dispositivos Electrónicos. Prácticas

OCW- Universidad de Málaga <http://ocw.uma.es>

Bajo licencia Creative Commons Attribution-Non-Comercial-ShareAlike

