

Práctica 3.- Transistor Bipolar.

Material Necesario

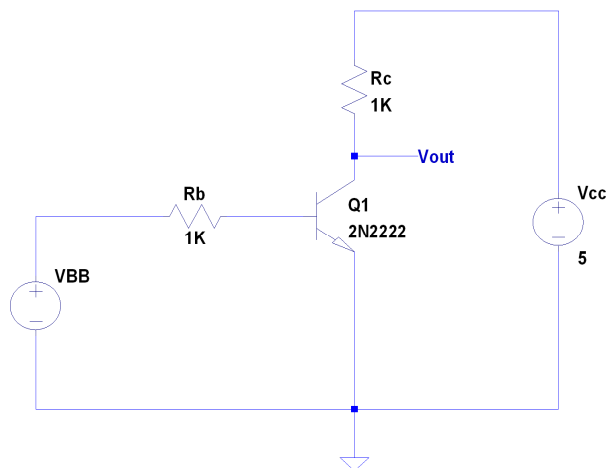
- Fuente de Alimentación
- Generador de funciones
- Osciloscopio
- Protoboard
- Transistor bipolar 2N2222
- 2 Resistencias de 1 KW

Objetivos

- Verificar el estado del transistor bipolar mediante el osciloscopio
- Medir y analizar los valores de tensión de transistor polarizado
- Realizar el estudio de una aplicación típica del transistor
- Caracterizar el inversor RTL: parámetros estáticos (característica de transferencia) y dinámicos (tiempos de subida y bajada, tiempos de propagación)
- Examinar el efecto del FAN-OUT en el inversor RTL

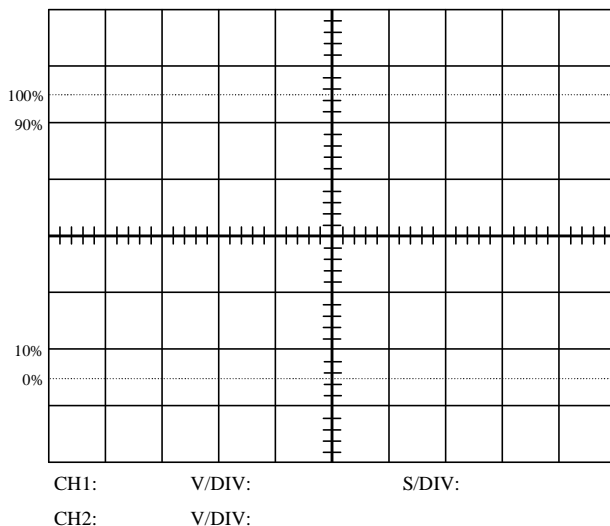
A. Inversor RTL: parámetros estáticos

En este apartado se pretende obtener en la pantalla del osciloscopio la curva de funcionamiento de un transistor bipolar. Para ello se debe montar en la protoboard el siguiente inversor RTL utilizando el transistor 2N2222:

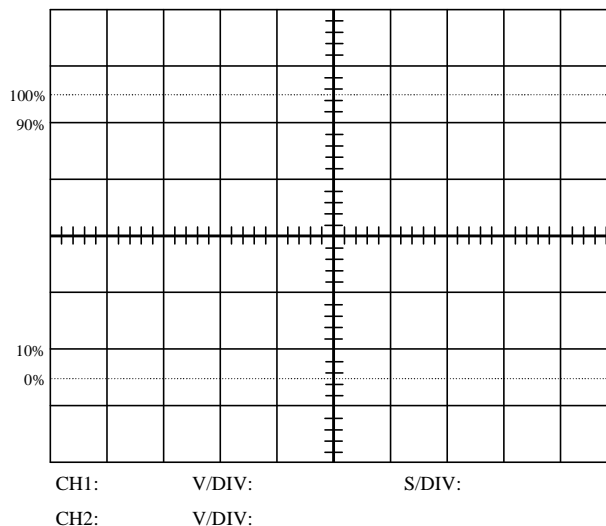


En V_{BB} introduciremos una onda triangular utilizando el generador de funciones, de 1 KHz de frecuencia, y amplitud entre 0 y 5V. Del mismo modo a como se hizo en la práctica 2, representa en el osciloscopio la gráfica V_{out} (eje Y) frente a V_{BB} (eje X) (Característica de transferencia). Representa también ambas señales por separado en función del tiempo. Dibujar ambos resultados en las gráficas siguientes.

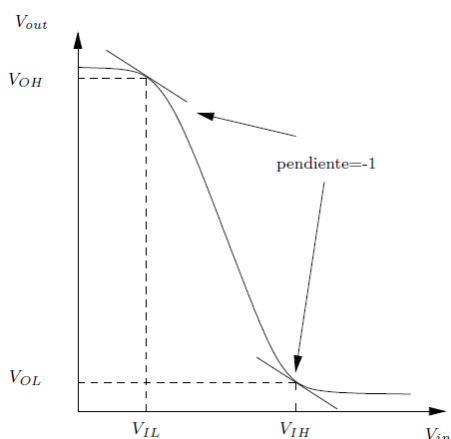
Característica de transferencia (X-Y)



Señales de entrada y salida



A partir de la característica de transferencia anterior, calcula los valores de los parámetros V_{IH} , V_{IL} , V_{OH} , V_{OL} , y márgenes de ruido para esta puerta lógica.



$V_{IH} =$

$V_{IL} =$

$V_{OH} =$

$V_{OL} =$

$NM_H =$

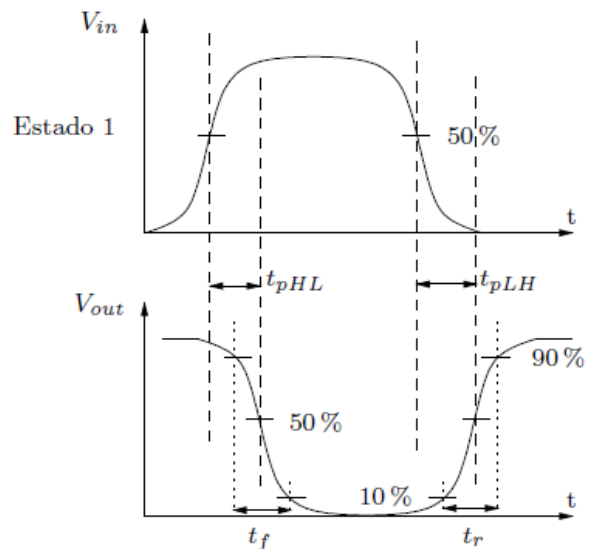
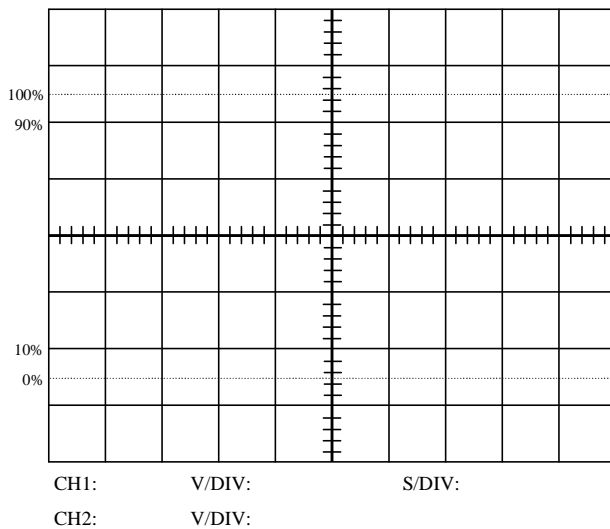
$NM_L =$

B.- Caracterización temporal del inversor RTL

En V_{BB} introduciremos una onda cuadrada entre 0 y 5V, la cual conectaremos al canal 1 del osciloscopio, y simultáneamente observaremos la señal de salida (V_{out}) en el canal 2, de manera que superpondremos las dos para comprobar la función inversora del circuito. Obtener a partir de ambas señales los siguientes tiempos de propagación: t_{pHL} , t_{pLH} y su valor medio t_{pD} . Obtener los tiempos de subida y bajada de la señal de salida, t_r y t_f . Estos circuitos son extremadamente rápidos por lo que deberemos utilizar una señal muy rápida para poder observar algo de retardo y que sea medible, por lo que se recomienda utilizar una frecuencia lo suficientemente elevada por este motivo (> 100 KHz).

(Nota: Si encontráis difícil inicialmente distinguir la onda del canal 1 y la del canal 2, mover la posición de alguna de ellas para que queden separadas, si bien para medir los tiempos de propagación, subida y bajada deberán estar centradas en pantalla)

Representar en la gráfica que sigue las señales V_{BB} y V_{out} de forma que haya al menos un flanco de subida y otro de bajada en la señal de salida.



$t_{pHL} =$	$t_f =$
$t_{pLH} =$	$t_r =$
$t_{pD} =$	

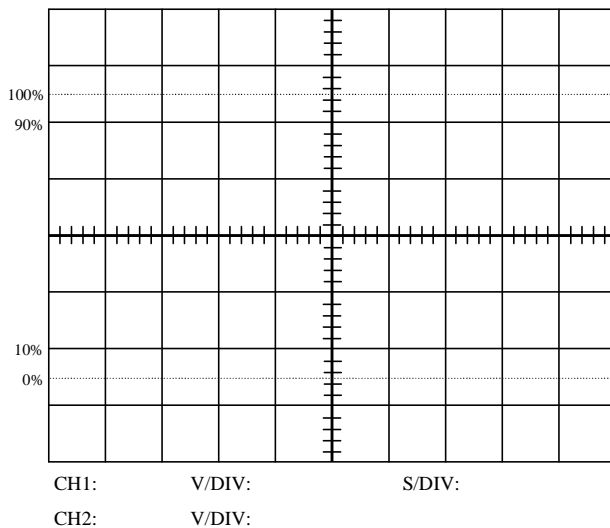
Nota: Para medir los tiempos utiliza la opción “x10 MAG” del osciloscopio para una visualización más precisa de los valores.

C.- Características de salida: FAN-OUT

Montar un segundo circuito similar al anterior y conecta la salida V_{out} del primer circuito con la entrada V_{BB} del segundo y mide los siguientes valores:

V_{BB1}	$V_{out1} = V_{BB2}$	V_{out2}
0 V		
5 V		

Dibuja la característica de transferencia V_{out1} frente a V_{BB1} obtenida conectando el 2º circuito.



Comenta el resultado obtenido:

.....

.....

.....

.....

.....

Práctica 3.- Simulación SPICE.

Material Necesario

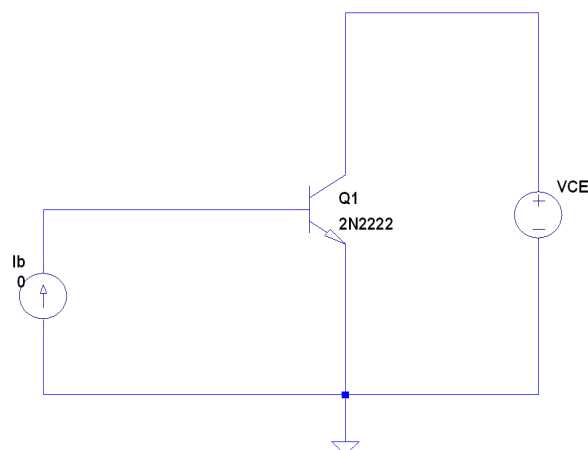
- Ordenador Personal
- Simulador LTSpice

Objetivos

- Obtener las gráficas de las curvas características de un transistor bipolar
- Conocer el manejo del simulador LTSpice para realizar análisis en continua (.DC) y transitorios (.TRAN), aplicado en circuitos con transistores bipolares.
- Caracterizar el inversor RTL: parámetros estáticos (característica de transferencia) y dinámicos (tiempos de subida y bajada, tiempos de propagación)
- Examinar el efecto del FAN-OUT en el inversor RTL

A.- Estudio de las curvas características de un transistor bipolar

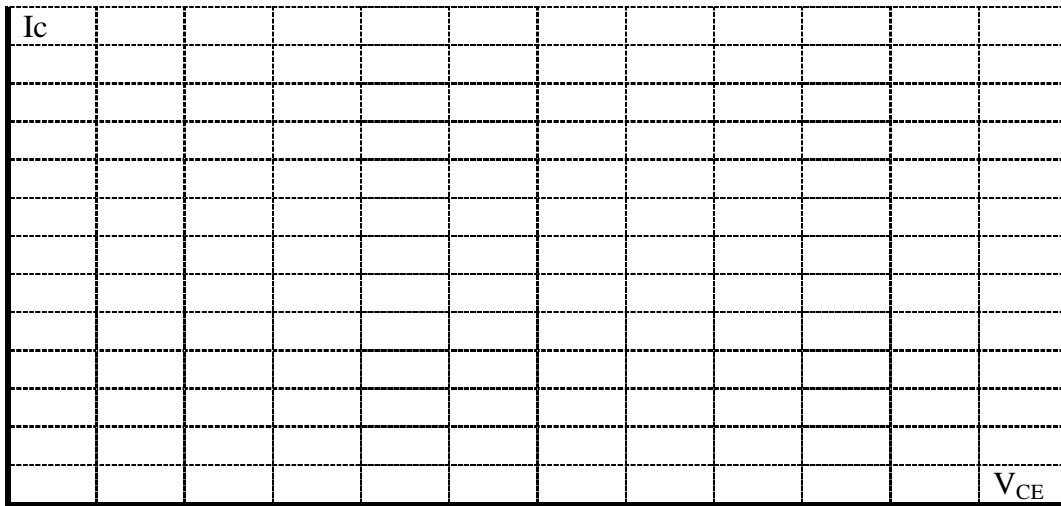
Utilizando el simulador LTSpice vamos obtener las curvas características del transistor 2N2222, representando I_C (mA) frente a V_{CE} (V). Para ello realizaremos un análisis tipo .DC pero variaremos simultáneamente las dos fuentes de alimentación del circuito de la siguiente forma:



1ª.- Fuente VCE: Tomará valores entre 0 y 5 V, con un incremento de 0.01 V

2ª.- Fuente Ib: Tomará valores entre 0 y 50 μ A, con un incremento de 10 μ A

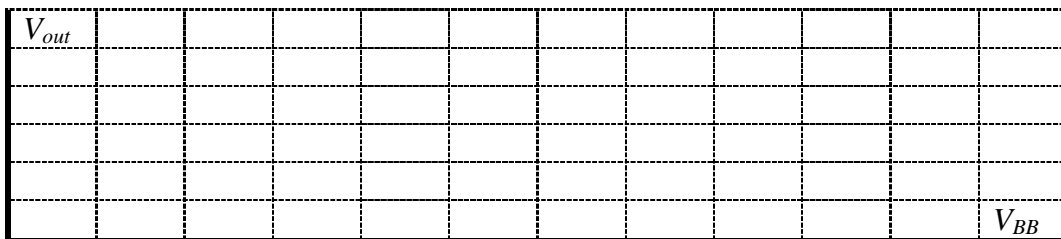
Dibuja las gráficas obtenidas al representar la intensidad de colector I_C .



B.- Estudio de la característica de transferencia de un inversor RTL

Utilizando el simulador LTSpice obtén las mismas gráficas del apartado A del montaje físico para el inversor RTL: característica de transferencia (análisis tipo .DC sobre V_{BB}) y señales de entrada/salida en función del tiempo (análisis .TRAN, siendo V_{BB} una señal triangular con las mismas característica que en el apartado A del montaje físico).

- Característica de transferencia V_{out} frente a V_{BB} :



A partir de la simulación anterior, calcula los valores de los parámetros:

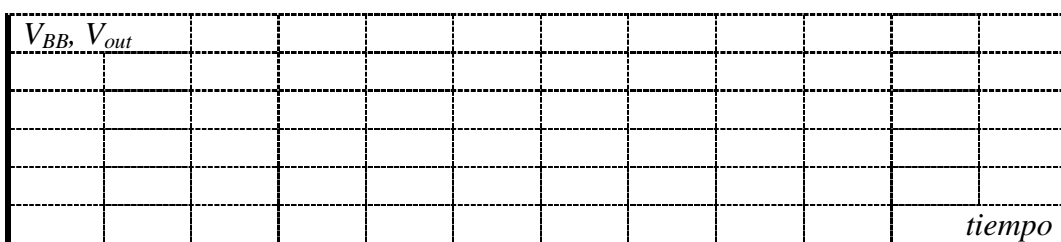
$$V_{IH} = \dots\dots\dots; V_{IL} = \dots\dots\dots$$

$$V_{OH} = \dots\dots\dots; V_{OL} = \dots\dots\dots$$

NM_H =; NM_L =

Nota: Estos valores los tomamos donde la pendiente de la característica de transferencia se hace igual a “-1”, la cual se puede representar gráficamente en el LTSpice mediante la derivada de la misma.

- Señales de entrada y salida V_{BB} y V_{out} frente al tiempo:



[illegible]

Utilizando el simulador LTSpice obtener los tiempos de propagación del inversor RTL (t_{pHL} , t_{pLH} y t_{PD}), así como los tiempos de subida y bajada de la señal de salida V_{out} (t_r y t_f), utilizando la misma señal de entrada que en el apartado B del montaje físico. Representar gráficamente la señal de entrada y salida como se hizo con el osciloscopio en ese mismo apartado, y comparar los resultados reales y simulados.

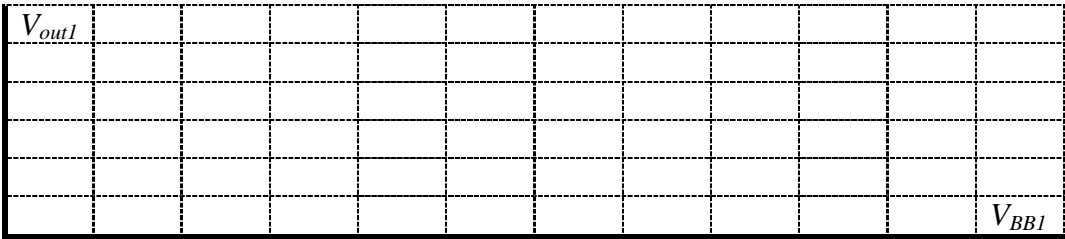
[illegible][illegible]

D.- Características de salida: FAN-OUT

Utilizando el simulador LTSpice, diseñar un segundo inversor similar al anterior y conectar la salida V_{out} del primer circuito con la entrada V_{BB} del segundo. Realizar un análisis .DC sobre la V_{BB} del primer inversor para posteriormente medir los siguientes valores:

V_{BB1}	$V_{out1} = V_{BB2}$	V_{out2}
0 V		
5 V		

Dibuja la característica de transferencia V_{out1} frente a V_{BB1} obtenida conectando el 2º circuito.



Compara los resultados con los obtenidos en el montaje real.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Apéndice: Pines del transistor bipolar 2N2222

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

