

Doble Grado de Ingeniería Informática y Matemáticas

Memoria Práctica IV

Fundamentos Físicos de la Informática

Grupo 2102

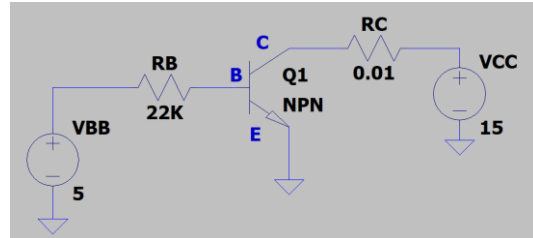
Alberto Tarrasa Martín
21-4-2023

MEMORIA PRÁCTICA III

1. Introducción, marco teórico y estudio previo

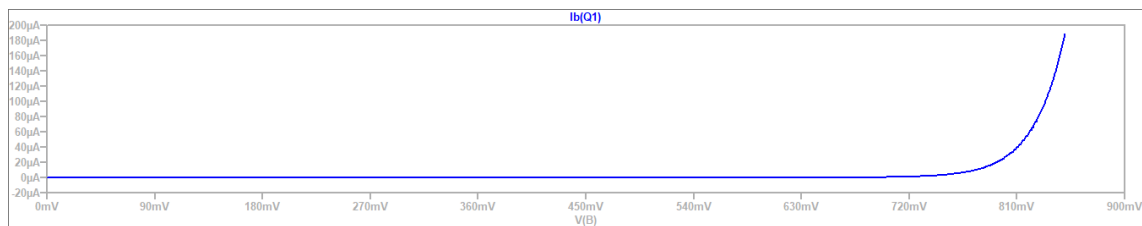
La práctica IV trata la incorporación de los transistores a todo el trabajo realizado con anterioridad, añadiéndolos a las simulaciones y los montajes.

Como elemento de trabajo para el estudio previo de la práctica y la propia práctica, se nos pide implementar el *Circuito 1* con la herramienta LTspice, utilizando un transistor NPN para simular un transistor bipolar de unión (BJT), dos fuentes de tensión de +5 V y +15 V, y dos resistencias de 22 k Ω y 100 Ω .



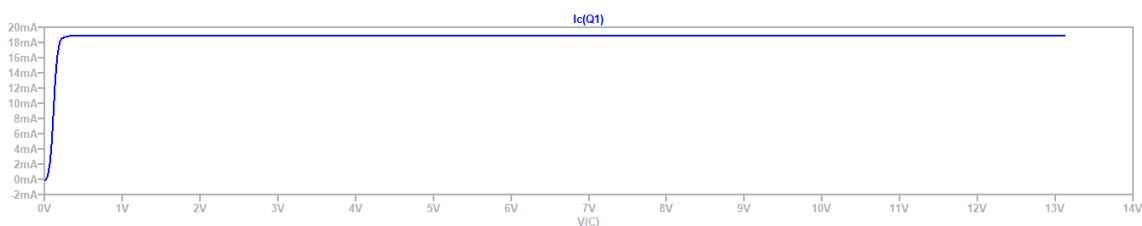
Circuito 1

Realizando un barrido de tensión entre 0 V y +5 V de la fuente VBB, y representando la corriente en la base del transistor, I(B), frente a la tensión entre su base y su emisor, obtenemos la curva característica de entrada I-V del transistor (*Gráfica 1*).



Gráfica 1

Por otra parte, realizando un barrido de tensión entre 0 V y +15 de la fuente VCC, y representando la corriente en el colector del transistor, I(C), frente a la tensión entre su colector y su emisor, obtenemos la curva característica de salida I-V del transistor (*Gráfica 2*).



Gráfica 2

Por último, fijando ambas tensiones en +5 V y +15 V, calculamos el parámetro β del transistor como el cociente $I(C)/I(B)$, obteniendo como resultado 100.

2. Datos experimentales

2.1. Trabajo con un transistor

Como punto de partida de la práctica, realizamos el montaje del circuito simulado en el estudio previo, utilizando un transistor BD139 del material de laboratorio proporcionado, una resistencia de 22 k Ω y una resistencia de 100 Ω (*Imagen 1*).

Utilizamos la fuente de alimentación del laboratorio para generar 2 fuentes de tensión. Fijamos la tensión VCC en +15 V y variamos la tensión de VBB entre 0 V y +5 V, con el objetivo de medir la tensión VBE (diferencia de tensión entre la base y el emisor del transistor) y la tensión VRB (diferencia de tensión entre los extremos de RB), utilizando el multímetro. Obtenemos los resultados de la *Tabla 1*.

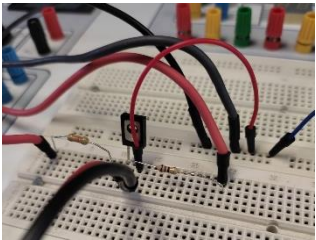


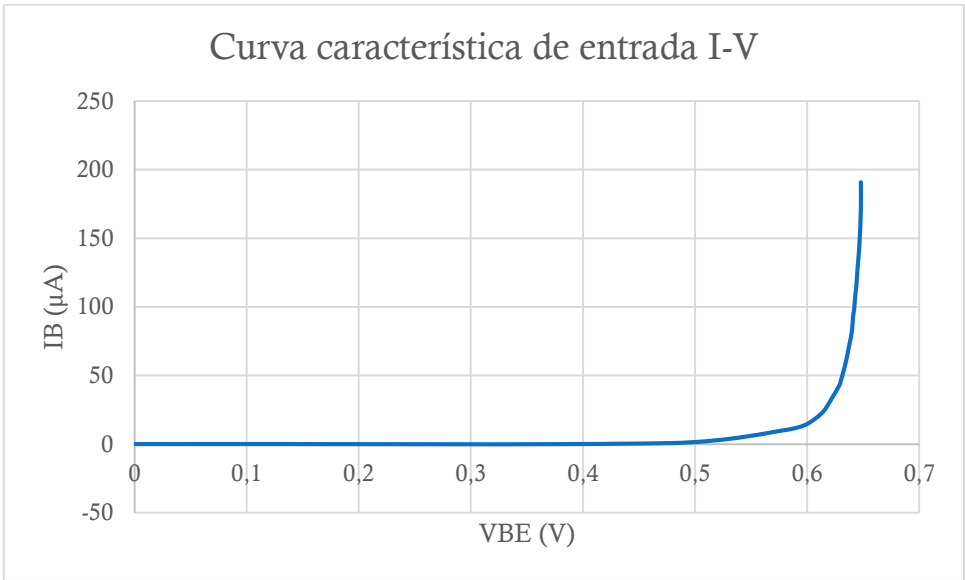
Imagen 1

VBB	VRB	VBE	RB
0 V	0 V	0 V	0 μ A
0.5 V	0.017 V	0.480 V	0.77 μ A
0.7 V	0.224 V	0.580 V	10.2 μ A
0.9 V	0.305 V	0.598 V	13.9 μ A
1.1 V	0.494 V	0.613 V	22.5 μ A
1.3 V	0.701 V	0.621 V	31.9 μ A
1.5 V	0.950 V	0.629 V	43.2 μ A
1.7 V	1.01 V	0.630 V	45.9 μ A
1.9 V	1.27 V	0.634 V	57.7 μ A
2.1 V	1.53 V	0.637 V	69.5 μ A
2.3 V	1.62V	0.638 V	73.6 μ A

Tabla 1

VBB	VRB	VBE	RB
2.5 V	1.81 V	0.640 V	82.3 μ A
2.7 V	2.04 V	0.641 V	92.7 μ A
2.9 V	2.17 V	0.642 V	98.6 μ A
3.1 V	2.39 V	0.643 V	109 μ A
3.3 V	2.55 V	0.644 V	116 μ A
3.5 V	2.81 V	0.645 V	128 μ A
3.7 V	3.03 V	0.646 V	138 μ A
4.0 V	3.31 V	0.647 V	150 μ A
4.5 V	3.78 V	0.648 V	172 μ A
5.0 V	4.20 V	0.648 V	191 μ A

A partir de los datos mostrados en la *Tabla 1*, podemos construir la curva característica de entrada del transistor I-V, obteniendo como resultado la *Gráfica 3*.



Gráfica 3

A continuación, fijamos la tensión VBB en +5 V y variamos la tensión de VCC entre 0 V y +15 V, con el objetivo de medir la tensión VCE (diferencia de tensión entre el colector y el emisor del transistor) y la tensión VRC (diferencia de tensión entre los extremos de RC), utilizando el multímetro. Obtenemos los resultados de la *Tabla 2*.

VCC	VRC	VCE	IC
-----	-----	-----	----

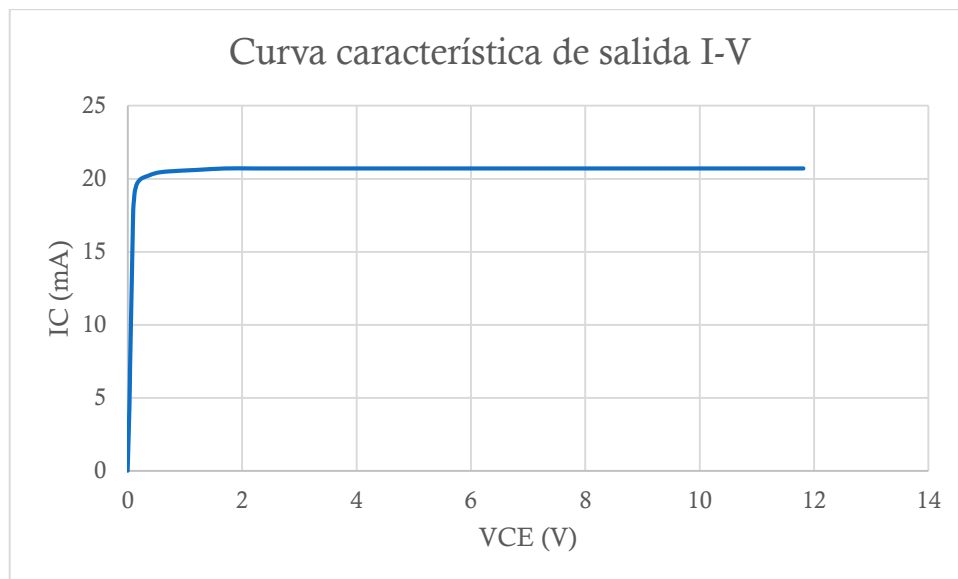
VCC	VRC	VCE	IC
-----	-----	-----	----

0 V	0 V	0 V	0 mA
0.5 V	0.457 V	0.032 V	4.57 mA
0.7 V	0.701 V	0.042 V	7.01 mA
0.9 V	0.872 V	0.051 V	8.72 mA
1.1 V	1.06 V	0.060 V	10.6 mA
1.3 V	1.25 V	0.070 V	12.5 mA
1.5 V	1.41 V	0.078 V	14.1 mA
1.7 V	1.59 V	0.087 V	15.9 mA
1.9 V	1.79 V	0.098 V	17.9 mA
2.1 V	1.85 V	0.110 V	18.5 mA
2.3 V	2.91 V	0.124 V	19.1 mA
2.5 V	2.94 V	0.143 V	19.4 mA
2.7 V	2.97 V	0.169 V	19.7 mA
2.9 V	2.00 V	0.238 V	20.0 mA
3.1 V	2.02 V	0.359 V	20.2 mA
3.3 V	2.04 V	0.512 V	20.4 mA
3.5 V	2.05 V	0.721 V	20.5 mA
4.0 V	2.06 V	1.21 V	20.6 mA
4.5 V	2.07 V	1.70 V	20.7 mA
5.0 V	2.07 V	2.19 V	20.7 mA

Tabla 2

5.5 V	2.07 V	2.70 V	20.7 mA
6.0 V	2.07 V	3.26 V	20.7 mA
6.5 V	2.07 V	3.65 V	20.7 mA
7.0 V	2.07 V	4.16 V	20.7 mA
7.5 V	2.07 V	4.61 V	20.7 mA
8.0 V	2.07 V	5.09 V	20.7 mA
8.5 V	2.07 V	5.57 V	20.7 mA
9.0 V	2.07 V	5.98 V	20.7 mA
9.5 V	2.07 V	6.54 V	20.7 mA
10.0 V	2.07 V	7.04 V	20.7 mA
10.5 V	2.07 V	7.46 V	20.7 mA
11.0 V	2.07 V	7.92 V	20.7 mA
11.5 V	2.07 V	8.43 V	20.7 mA
12.0 V	2.07 V	8.94 V	20.7 mA
12.5 V	2.07 V	9.41 V	20.7 mA
13.0 V	2.07 V	9.89 V	20.7 mA
13.5 V	2.07 V	10.3 V	20.7 mA
14.0 V	2.07 V	10.9 V	20.7 mA
14.5 V	2.07 V	11.3 V	20.7 mA
15.0 V	2.07 V	11.8 V	20.7 mA

A partir de los datos mostrados en la *Tabla 2*, podemos construir la curva característica de salida del transistor I-V, obteniendo como resultado la *Gráfica 4*.



Gráfica 4

Tomando el punto común de la *Tabla 1* y la *Tabla 2*, cuando V_{BB} vale +5 V y V_{CC} vale +15 V, podemos calcular el parámetro β como:

$$\beta = \frac{I_c}{I_b} = \frac{20.7 \times 10^{-3}}{191 \times 10^{-6}} = 108.4$$

3. Discusión

El principal objetivo de la práctica IV era el tratamiento de información relacionada con los circuitos con transistores.

El estudio previo se compone de dos partes, una primera de simulación de circuitos mediante el uso de LTspice y una segunda de cálculos teóricos. Durante la simulación, se trata la implementación de un circuito para estudiar su comportamiento ante la variación de los valores de sus fuentes de tensión, permitiéndonos apreciar las curvas características de entrada y salida del transistor. De forma teórica simplemente se nos pide calcular el valor del parámetro β del transistor.

Por otra parte, durante el proceso de experimentación, tratamos el montaje del circuito anteriormente simulado para obtener los datos ya simulados. Podemos apreciar que la relación de datos simulación-experimentación es aceptable, aunque existen ciertas diferencias, posiblemente causadas por el material de implementación, de medición o el propio factor humano. Esto se ve reflejado en la comparación del cálculo teórico del parámetro β del transistor a partir de los datos simulados con respecto a los datos experimentales, presentando un error del $\pm 8\%$.