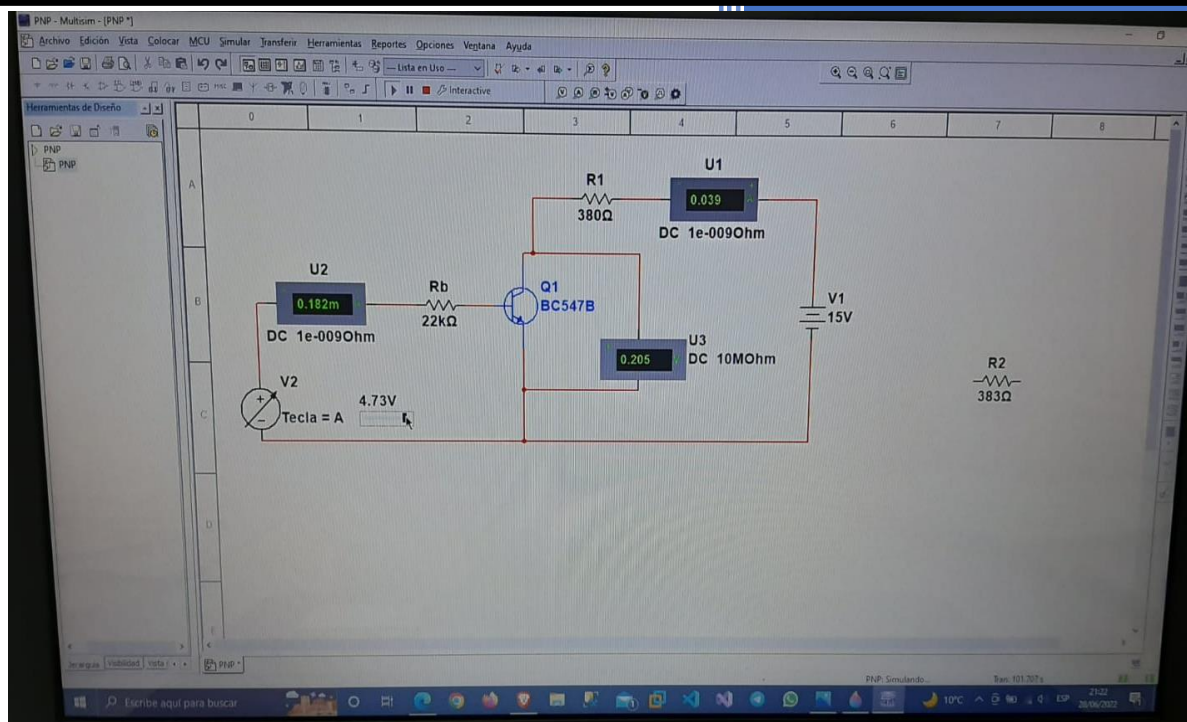


2022

# “Estudio del funcionamiento del transistor bipolar como elemento digital”



## Integrantes:

- Balich, Franco
- Fazzito, Franco
- Perchet, Katia
- Torterolo, Cristian

Profesor: Cingolani Enrique Antonio

Fecha de realización: 12/07/2022

# TP de Laboratorio

## “Estudio del funcionamiento del transistor bipolar como elemento digital”

### Integrantes:

- Balich, Franco
- Fazzito, Franco
- Perchet, Katia
- Torterolo, Cristian

**Fecha de realización:** 12/07/2022

### Síntesis del trabajo

*“En el trabajo buscamos construir y estudiar un circuito para poder identificar como un transistor bipolar puede comportarse como un elemento digital.”*

### Objetivos

Efectuar el estudio del funcionamiento de un transistor bipolar como elemento digital, mediante la obtención de la recta de carga del circuito estudiado y la identificación de las zonas de saturación y de corte.

### Introducción teórica

El transistor bipolar es un dispositivo compuesto básicamente por tres capas de materiales semiconductores extrínsecos, que dan lugar a dos junturas. Existen dos tipos de transistores de acuerdo a la disposición de las capas semiconductoras: NPN y PNP. El transistor presenta tres terminales de conexión, uno por cada capa, que se denominan: base, colector y emisor. La base tiene conductividad contraria a la de los otros terminales y es la encargada de realizar el control de la corriente que atraviesa por el colector y el emisor.

El transistor presenta tres modos de funcionamiento: Saturación: es el estado en que el transistor funciona como un interruptor cerrado ( $V_{ce} \sim$  nula,  $I_c$  máxima); Corte: es el estado contrario al anterior en el cual el transistor funciona como un interruptor abierto ( $V_{ce}$  máxima,  $I_c \sim$  nula); Amplificación: es el estado en el cual el transistor permite, a través de pequeñas señales (corriente de base  $-I_b$ ), manejar corrientes mucho mayores (del orden de cien veces) en la rama colector-emisor.

### Elementos necesarios para la práctica

- Multímetro (3)
- Protoboard.
- Fuente de corriente continua (2).
- Resistencias:  $R_c = 380\Omega$ .
- $R_b = 22 K\Omega$ .
- Transistor BC558B.

## Electromagnetismo. Estado Solido II

### Desarrollo de la experiencia

- Parte A)

Realizamos una verificación e identificamos las terminales de un transistor, luego de ello con el multímetro en la escala de resistencia eléctrica verificamos la polaridad de las puntas del multímetro, para ello utilizaremos un multímetro digital que nos permite medir la ganancia de corriente ( $\beta$ ) de los transistores en una posición generalmente identificada como hfe. Sólo cuando base, colector y emisor del transistor están correctamente ubicados puede leerse el valor correspondiente.

#### Tester utilizados:



#### Transistor utilizado:



#### BC558B pinout

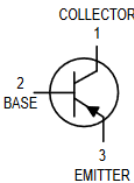
1. Collector
2. Base
3. Emitter

Datasheet utilizado:

**MOTOROLA**  
**SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA**

Order this document  
by BC556/D

**Amplifier Transistors**  
**PNP Silicon**



**MAXIMUM RATINGS**

Rating	Symbol	BC 556	BC 557	BC 558	Unit
Collector–Emitter Voltage	V <sub>CEO</sub>	–65	–45	–30	V <sub>dc</sub>
Collector–Base Voltage	V <sub>CBO</sub>	–80	–50	–30	V <sub>dc</sub>
Emitter–Base Voltage	V <sub>EBO</sub>		–5.0		V <sub>dc</sub>
Collector Current — Continuous	I <sub>C</sub>		–100		mA <sub>dc</sub>
Total Device Dissipation @ T <sub>A</sub> = 25°C Derate above 25°C	P <sub>D</sub>		625 5.0		mW mW/°C
Total Device Dissipation @ T <sub>C</sub> = 25°C Derate above 25°C	P <sub>D</sub>		1.5 12		Watt mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T <sub>J</sub> , T <sub>stg</sub>		–55 to +150		°C

**BC556,B**  
**BC557A,B,C**  
**BC558B**



CASE 29–04, STYLE 17  
TO–92 (TO–226AA)

● **Parte B)**

Para poder determinar la recta de carga del circuito, armamos el circuito de la figura utilizando dos fuentes de tensión,  $V_{bb}$  y  $V_{cc}$ , y tres multímetros, dos como miliamperímetros,  $I_b$  e  $I_c$ , y uno como voltímetro  $V_{ce}$ . Luego ajustamos los dispositivos de forma tal que  $V_{cc} = 15\text{ V}$  y  $V_{bb} = 0\text{ V}$ .

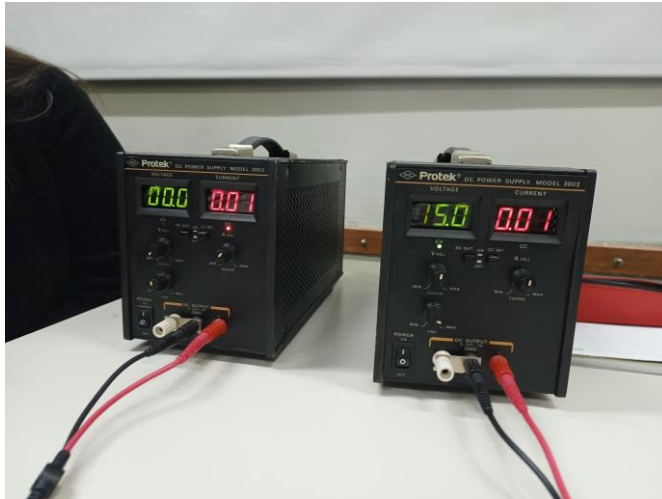
Luego de ello comenzamos a variar  $V_{bb}$  hasta conseguir sucesivamente los valores indicados en la tabla, anotando las lecturas correspondientes de  $I_c$ ,  $I_b$  y  $V_{ce}$ . Y finalizamos calculando el valor de la ganancia de corriente  $= I_c / I_b$ .

Por último, completamos la tabla con los valores medidos ( $V_{ce}$ ,  $I_c$ ,  $I_b$ ) y los valores calculados ( $\beta$ ).

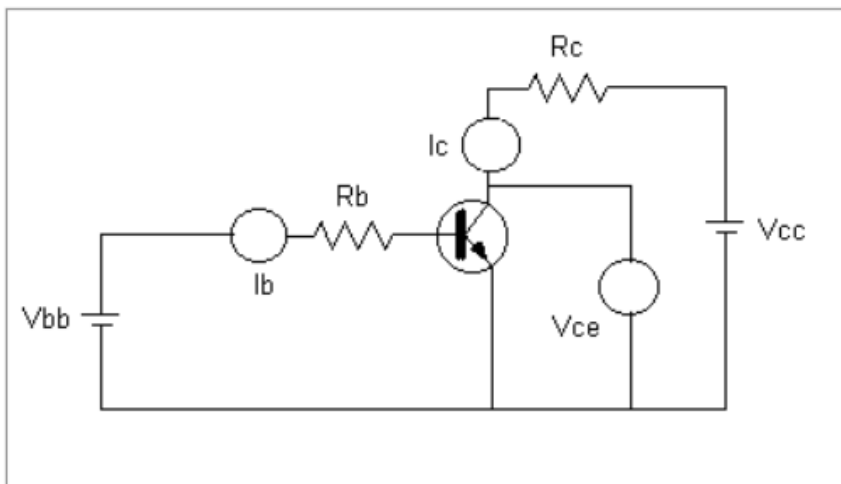
<b>Vbb</b>	<b>Vce</b>	<b>Ic</b>	<b>Ib</b>	<b><math>\beta</math></b>
0	15	0	0	0,00
0,2	15	0	0	0,00
0,4	15	0	0	0,00
0,6	15	1,00	0	0,00
0,8	14,3	2,00	0	0,00
1	13,1	5,00	0,01	500,00
1,2	12,2	7,40	0,02	370,00
1,4	11,15	10,00	0,03	333,33
1,6	9,88	13,30	0,04	332,50
1,8	8,64	16,60	0,05	332,00
2	7,6	19,30	0,06	321,67
2,2	6,41	22,40	0,07	320,00
2,4	5,47	25,00	0,08	312,50
2,6	4,88	26,50	0,08	331,25
2,8	4,05	28,80	0,09	320,00
3	3,13	31,30	0,1	313,00
3,2	2,44	33,10	0,11	300,91
3,4	1,97	34,40	0,12	286,67
3,6	1,31	36,20	0,13	278,46
3,8	0,68	38,00	0,14	271,43
4	0,51	38,40	0,15	256,00
4,2	0,45	38,60	0,16	241,25
4,4	0,4	38,70	0,17	227,65
4,6	0,34	38,80	0,18	215,56
4,8	0,31	38,90	0,19	204,74
5	0,28	39,10	0,2	195,50

## Electromagnetismo. Estado Solido II

Fuentes utilizadas:

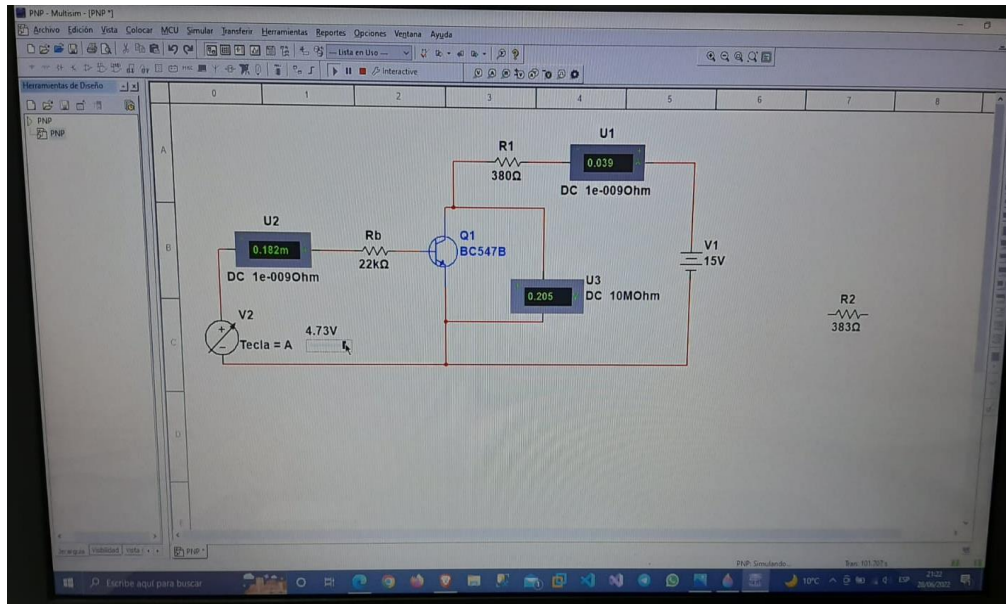


Circuito armado:



## Electromagnetismo. Estado Solido II

### Circuito armado en Electronics Workbench:

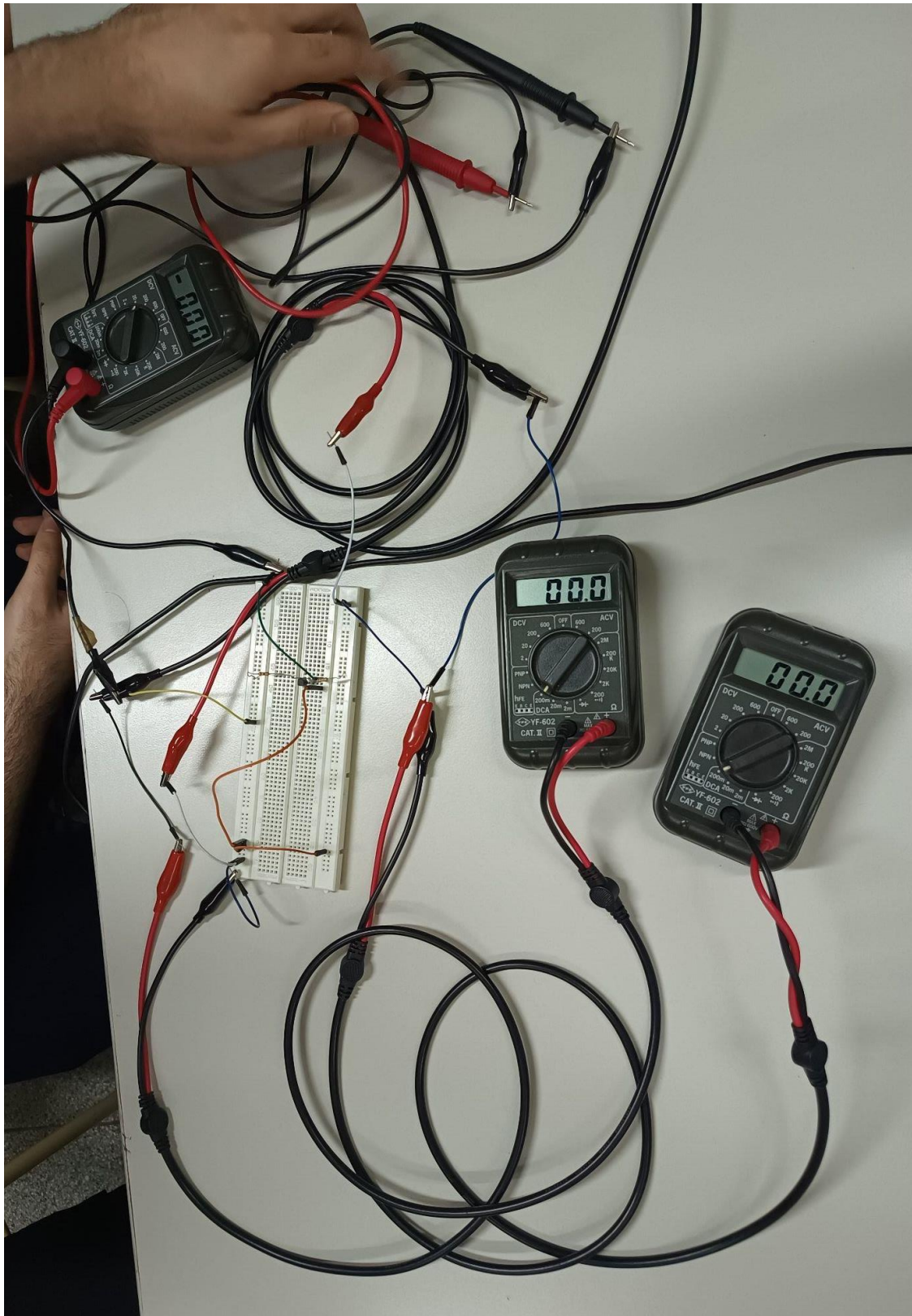


### Fuentes de alimentación usadas:

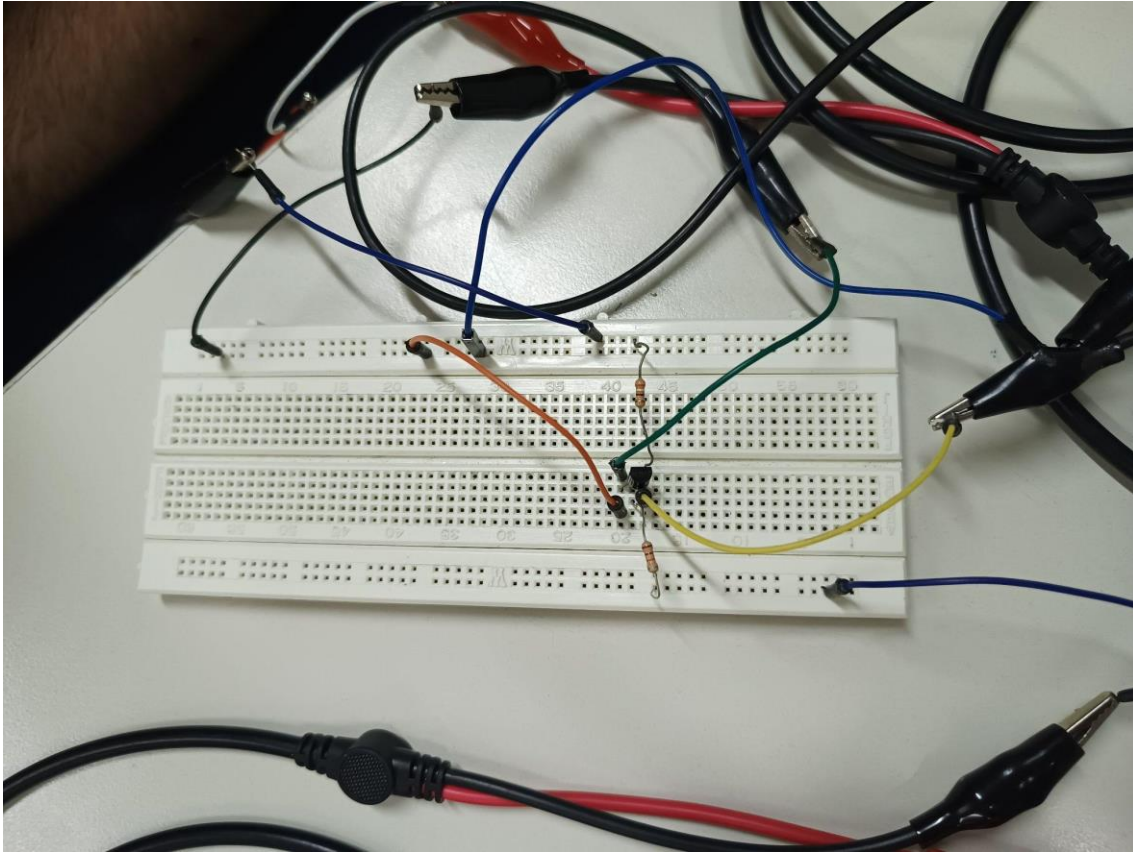




Armado de circuitos

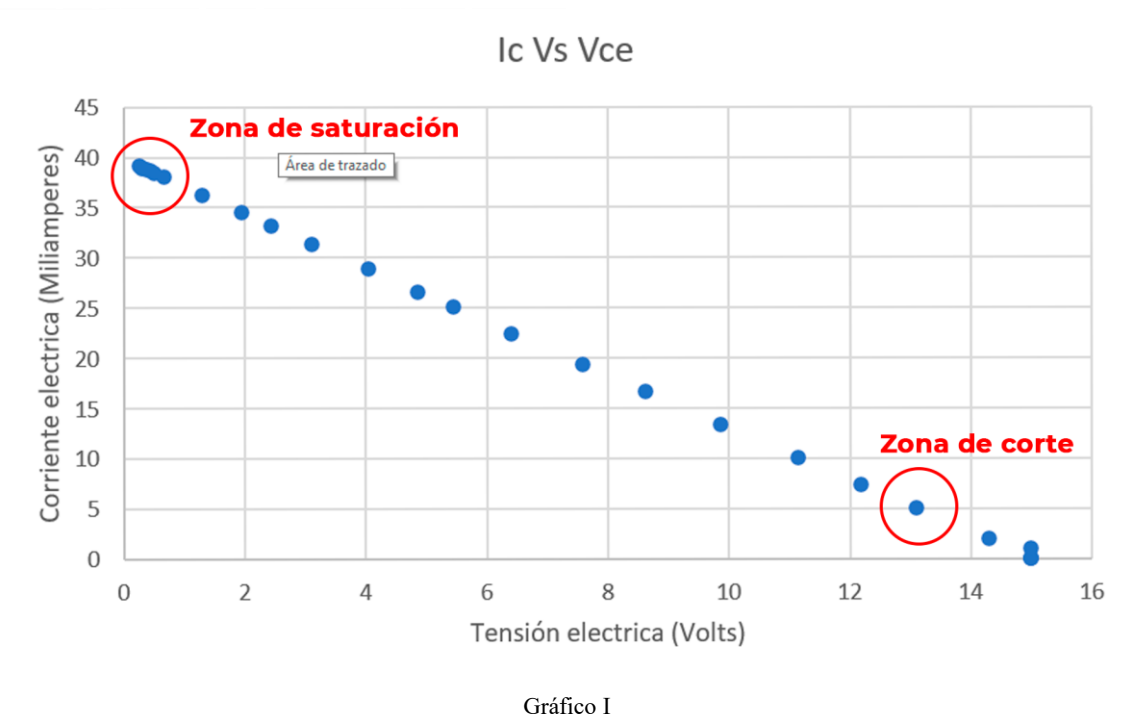






### Cuestionario

- Identificar en la curva representada, la zona de saturación y la zona de corte.



## Electromagnetismo. Estado Solido II

- Si tomamos como entrada a  $V_{bb}$  y como salida a  $V_{ce}$ ; explicar qué función lógica resulta y dar su tabla de verdad. Explicar qué consideraciones deben tenerse respecto de las tensiones de entrada y de salida para que el circuito funcione según la tabla de verdad realizada.

La función lógica que resulta al tomar  $V_{bb}$  como entrada y  $V_{ce}$  como salida es la misma de una compuerta NOT, la cual tiene la siguiente tabla de verdad.

Q	Q'
0	1
1	0

Y si lo comparamos con los valores extremos obtenidos de la práctica podemos observar que sigue el mismo patrón.

$V_{bb}$	$V_{ce}$
0	15
5	0,28

En donde también se genera una amplificación x3 en la tensión máxima de salida con respecto a la tensión máxima de entrada.

Además, hay que contemplar que en los circuitos lógicos hay cierto nivel de tolerancia a la hora determinar si una señal digital es un 1 o 0 por lo que vamos a contemplar que el valor de 0.28V de  $V_{ce}$  sería el equivalente a un 0 lógico.

### Conclusiones

En resumen, pudimos construir y estudiar cómo realmente funcionan los transistores al poder armar un circuito en donde calculamos, identificamos y buscamos los diferentes componentes necesarios para poder construir el circuito que permitió realizar la práctica.

Por otro lado, luego de tener los componentes necesarios y realizar el correcto armado del circuito, logramos ver como el transistor cambiaba sus salidas al variar la región de trabajo debido a los cambios en los valores de tensión de entrada que le fuimos proveyendo.

Al final encontramos que el circuito que habíamos creado seguía el mismo patrón de funcionamiento que el de una compuerta NOT, pero con una amplificación de x3 en su valor de tensión máxima.

### Apéndices

#### *Aclaraciones*

- Se utilizaron 15V en lugar de 10V, que era lo que originalmente se planteaba en el trabajo, para poder evidenciar mayor diferencia entre los voltajes de ambas fuentes.

### Bibliografía

- Albella, J.M., Martinez Duart, J.M. (2005). *Fundamentos de microelectrónica, nanoelectrónica y fotónica*. Madrid. Pearson Educacion.
- Garcia, N., Damask, A. (1998) *Physics for computer science students*. (2nd ed.). Springer.
- Simulador de circuitos Electronics Workbench [EWB 5.12](#)