

# DE LORENZO GROUP

**MODULO 13**  
**EL TRANSISTOR**  
**DL 3155M13**  
GUIA PRACTICA

Laboratorio Time

*50 years  
in the field of  
technical  
education*



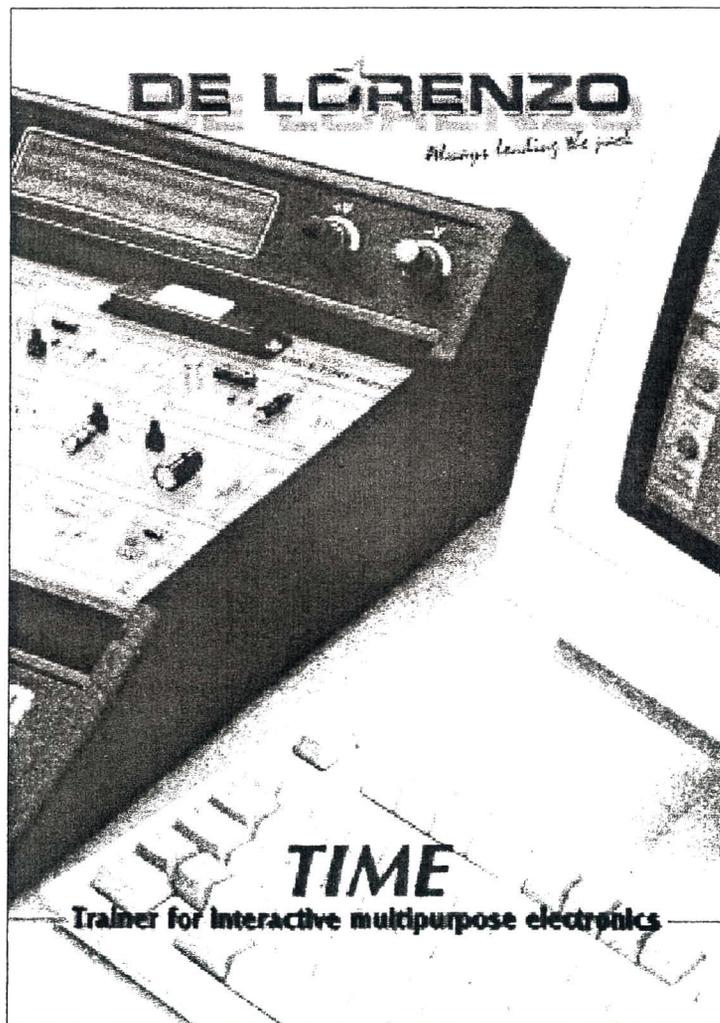


# DE LORENZO

*Always leading the pack*

**MODULO 13**  
**EL TRANSISTOR**  
**DL 3155M13**  
GUIA PRACTICA

## Laboratorio Time





## CONTENIDO

### UNIDAD 1

Verificación de la integridad de las junturas de un transistor BJT	Página 1
Hoja de Ejercicios	Página 3
Curso de capacitación	Página 9

### UNIDAD 2

Registro de las características de entrada y salida de un transistor BJT en la configuración emisor común	Página 13
Hoja de Ejercicios	Página 15
Curso de capacitación	Página 21

### UNIDAD 3

Registro de las características de salida de un transistor BJT en la configuración base común	Página 23
Hoja de Ejercicios	Página 25
Curso de capacitación	Página 29

### UNIDAD 4

Polarización de base del transistor BJT	Página 31
Hoja de Ejercicios	Página 33
Curso de capacitación	Página 39

### UNIDAD 5

Polarización de emisor del transistor BJT	Página 41
Hoja de Ejercicios	Página 43
Curso de capacitación	Página 47

**UNIDAD 6**

Polarización del transistor BJT con divisor de voltaje	Página 49
Hoja de Ejercicios	Página 51
Curso de capacitación	Página 57

**UNIDAD 7**

Polarización de un transistor BJT de retroalimentación de colector	Página 59
Hoja de Ejercicios	Página 61
Curso de capacitación	Página 65

**UNIDAD 8**

Funcionamiento del transistor BJT como interruptor	Página 67
Hoja de Ejercicios	Página 69
Curso de capacitación	Página 73

**UNIDAD 9**

Regulador de voltaje con transistor en paralelo	Página 75
Hoja de Ejercicios	Página 77
Curso de capacitación	Página 81

**UNIDAD 10**

Regulador de voltaje con transistor en serie	Página 83
Hoja de Ejercicios	Página 85
Curso de capacitación	Página 89

## PREFACIO

*TIME (Entrenador para Electrónica Interactiva Multipropósito) ha sido diseñada con el objetivo de suministrar al estudiante una excelente herramienta educativa, no sólo por el aprendizaje gradual de los principios teóricos básicos, explicados en cada módulo, sino también por evaluar el conocimiento práctico del estudiante, apuntando a un correcto entendimiento de toda la materia.*

*TIME se caracteriza por su versatilidad y adaptación a la continua evolución de la tecnología, estimulando las habilidades y la capacidad lógica del estudiante, a través de aplicaciones grupales e individuales y suministrando al profesor una herramienta eficiente respaldada por una innovadora metodología de enseñanza. El estudiante puede, de hecho, evaluar, explorar, experimentar directamente y asimilar fácilmente lo que esta estudiando.*

*Una peculiaridad de esta metodología de enseñanza es la subdivisión en módulos que reproducen circuitos reales correspondientes al tema a ser evaluado.*

*Cada módulo se completa con un Manual del Profesor y un Manual del Estudiante, estrictamente interconectados, para permitir al alumno un aprendizaje simple y gradual y al profesor una eficiente guía para planear los cursos.*

*El Manual del Profesor se subdivide en Lecciones organizadas de la siguiente manera:*

- *identificación de los objetivos*
- *verificación de los requisitos previos requeridos*
- *contenidos*

*Los objetivos del curso son definidos por el profesor, quien debe verificar el nivel de aprendizaje de los estudiantes y su conocimiento con el fin de establecer el camino educativo a seguir.*

*El Manual del Profesor ha sido integrado con un apéndice donde las preguntas evaluativas, planteadas a los alumnos para controlar su habilidad de aprendizaje, han sido incluidas junto con las respuestas a los errores simulados en los circuitos y los datos técnicos correspondientes a los componentes, fáciles de encontrar, usados en los experimentos.*

*El Manual del Estudiante se subdivide en unidades organizadas de la siguiente manera:*

- *identificación de los objetivos*
- *verificación de los requisitos previos requeridos*
- *equipamiento necesario*
- *selección del camino educativo a seguir*
- *presentación de los procedimientos para la preparación y realización de los experimentos*
- *evaluaciones, durante los experimentos, para verificar si los estudiantes están aprendiendo*
- *análisis de los resultados*

*Dentro de un cierto tiempo, el estudiante debe estudiar un circuito, entender la teoría pertinente, analizar las condiciones de operación y verificar, por medio de un equipo de instrumentos adecuados, la situación en diversos puntos de prueba del circuito.*

*El Autor  
G. Filella*



## UNIDAD 1

### **Verificación de la integridad de las junturas de un transistor BJT**

#### **□ OBJETIVOS**

- Verificar la integridad de las junturas de un transistor NPN y PNP por medio del uso del ohmiómetro

#### **□ REQUISITOS**

- Aprendizaje de la Lección 1 del Módulo 13 (guía Teórica)
- Aprendizaje de los Módulos 11 y 12 (Guía Práctica)

#### **□ INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- Multímetro



## HOJA DE EJERCICIOS 1

Estudiante : \_\_\_\_\_ Clase: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

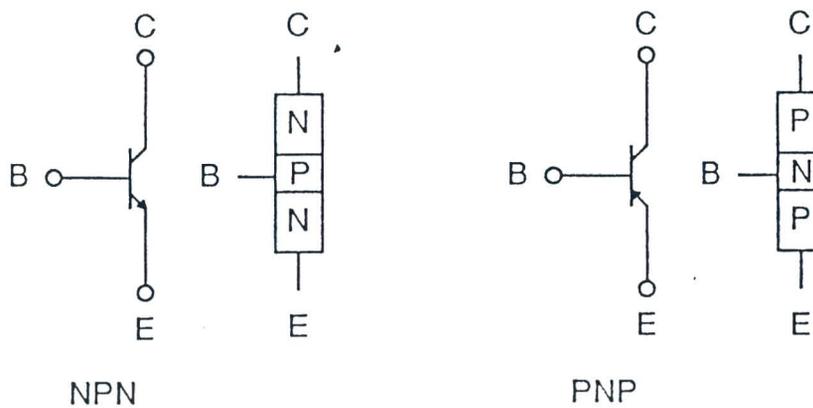
**TÍTULO:** *Verificación de la integridad de las junturas de un transistor BJT***Diagrama eléctrico**

Fig. 1.1

**Listado de componentes**

V1 = 2N3904

V2 = 2N3906

Diagrama topográfico

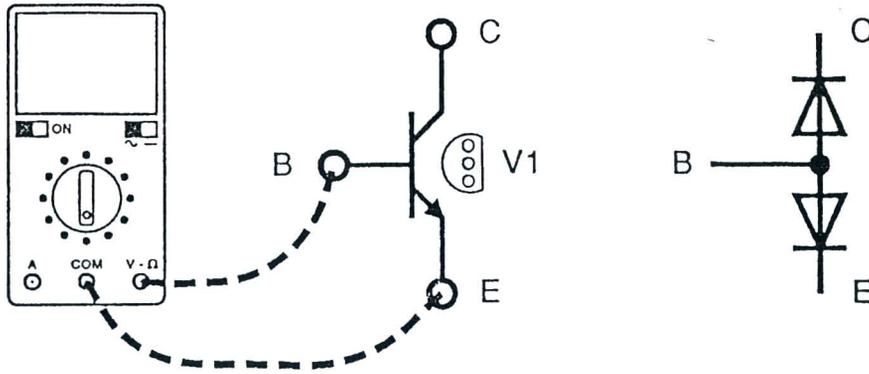


Fig. 1.2a

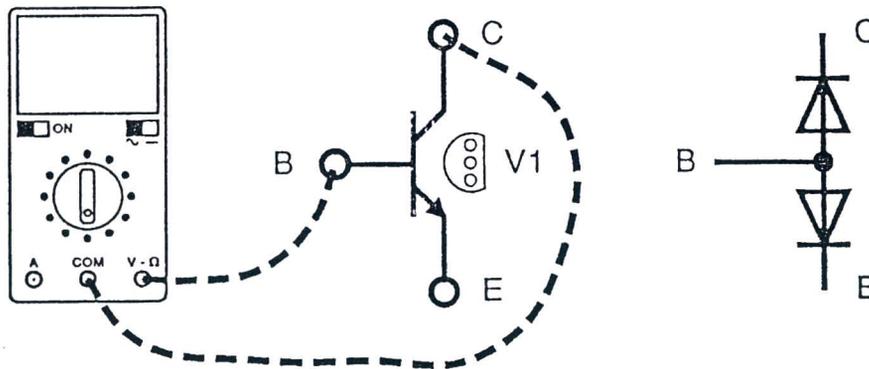


Fig. 1.2b

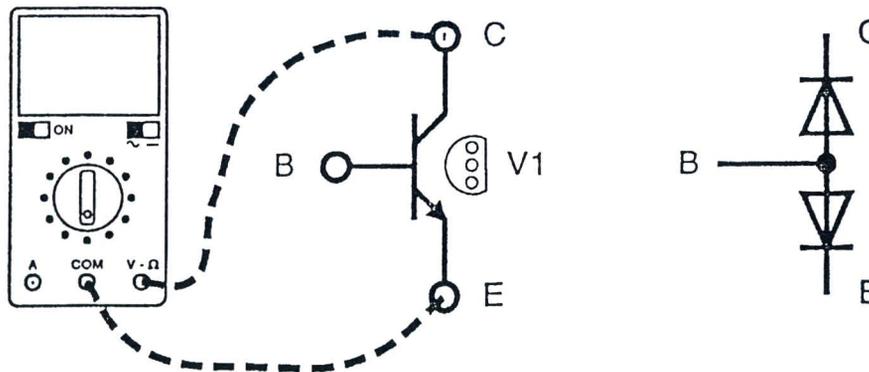


Fig. 1.2c

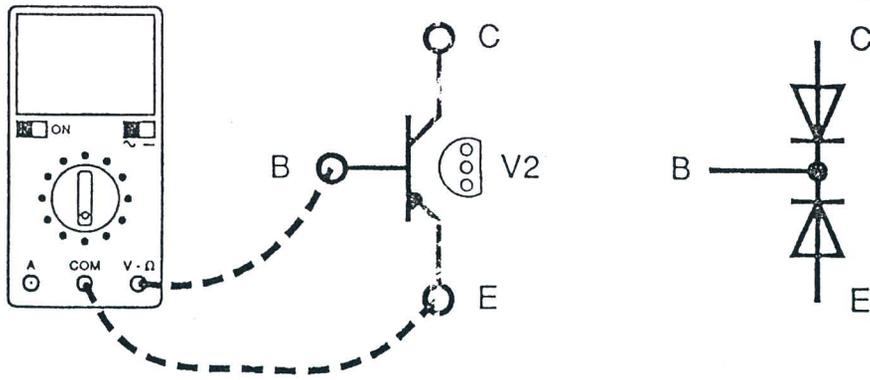


Fig. 1.3a

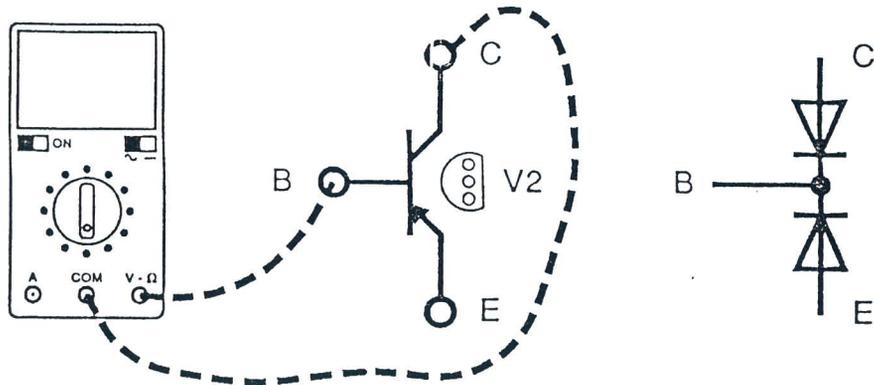


Fig. 1.3b

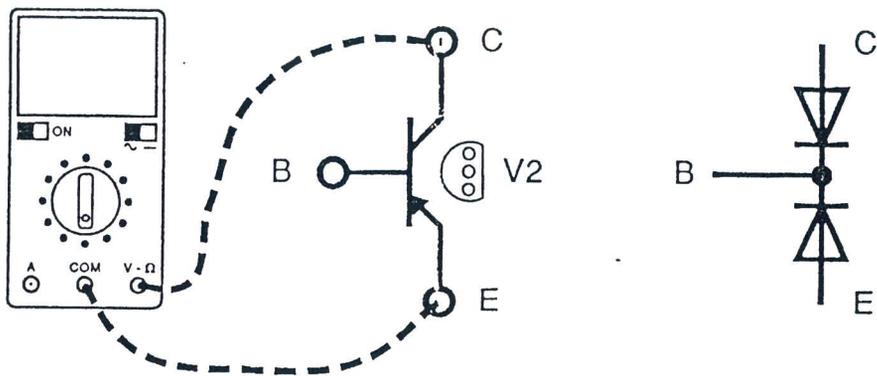


Fig. 1.3c

## Instrumentos operativos en uso

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 1.1

## Resultados obtenidos

Terminales del ohmiómetro		Valor leído
Positivo (+)	Negativo (-)	
Base (B)	Emisor (E)	
Emisor (E)	Base (B)	
Base (B)	Colector (C)	
Colector (C)	Base (B)	
Colector (C)	Emisor (E)	
Emisor (E)	Colector (C)	

Tabla 1.2

Terminales del ohmiómetro		Valor leído
Positivo (+)	Negativo (-)	
Base (B)	Emisor (E)	
Emisor (E)	Base (B)	
Base (B)	Colector (C )	
Colector (C )	Base (B)	
Colector (C )	Emisor (E)	
Emisor (E)	Colector (C )	

Tabla 1.3

EVALUACIÓN DEL PROFESOR

---

---

---



**CURSO DE CAPACITACIÓN****QUE DEBE HACER EL PROFESOR**

Luego de haber comprobado el conocimiento de los requisitos, debe dar la Hoja de Ejercicios 1 a los alumnos.

En esta Unidad no se presentan fallas.

## QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS

Deben:

1. insertar el Módulo 13 en la consola y colocar el interruptor principal en la posición ON;
2. seleccionar el lenguaje y digitar su “código de alumno” (pupil code);
3. seleccionar la Unidad “1”;
4. elegir la opción “1” (Tema) y leer el contenido;
5. volver a la opción menú presionando la tecla “ESC”;

### TRANSISTOR NPN

6. Conectar el terminal positivo del multímetro, o de un tester análogo, ajustado como ohmiómetro (en algunos multímetros el rango está indicado con el símbolo del diodo), a la base del transistor V1 y el negativo al emisor: de esta manera la juntura base – emisor está directamente polarizada (Fig. 1.2 a);
7. escribir en la tabla 1.2 si la resistencia registrada resulta alta o baja;
8. invertir la posición de los terminales del ohmiómetro, de manera tal que el terminal positivo esté conectado al emisor y el terminal negativo esté conectado a la base;
9. escribir en la tabla 1.2 si la resistencia registrada resulta alta o baja;
10. colocar el terminal positivo del ohmiómetro en la base del transistor V1 y el negativo en el colector (Fig. 1.2b);
11. anotar en la tabla 1.2 si la resistencia registrada resulta alta o baja;
12. invertir la posición de los terminales del ohmiómetro, de manera tal que el terminal positivo esté conectado al colector y el terminal negativo esté conectado a la base;
13. escribir en la tabla 1.2 si la resistencia registrada resulta alta o baja;
14. colocar el terminal positivo del ohmiómetro en el colector del transistor V1 y el negativo en el emisor (Fig. 1.2c);
15. escribir en la tabla 1.2 si la resistencia registrada resulta alta o baja;
16. invertir la posición de los terminales y escribir en la tabla 1.2 si la resistencia registrada resulta alta o baja;
17. observar la tabla 1.2: debe cumplirse en el transistor que:
  - 1) la juntura base – emisor ofrece una baja resistencia
  - 2) la juntura emisor – base ofrece una alta resistencia
  - 3) la juntura base – colector ofrece una alta resistencia
  - 4) la juntura colector – base ofrece una alta resistencia
  - 5) la juntura colector – emisor ofrece una resistencia infinita
  - 6) la juntura emisor – colector ofrece una resistencia infinita

**TRANSISTOR PNP**

18. repetir las operaciones anteriores para el transistor V2, colocando los terminales del ohmiómetro como en la Fig. 1.3;
19. anotar en la tabla 1.3 si la resistencia registrada resulta alta o baja;
20. observar la tabla 1.3: debe cumplirse en el transistor que:
  - 1 - la juntura base – emisor ofrece una alta resistencia
  - 2 - la juntura emisor – base ofrece una baja resistencia
  - 3 - la juntura base – colector ofrece una alta resistencia
  - 4 - la juntura colector – base ofrece una baja resistencia
  - 5 - la juntura colector – emisor ofrece una resistencia infinita
  - 6 - la juntura emisor – colector ofrece una resistencia infinita
21. elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” ( Retorno) para confirmar una respuesta;
22. anotar los resultados;
23. compilar la Tabla 1.1 y remover todas las conexiones.



## UNIDAD 2

### Registro de las características de entrada y salida de un transistor BJT en la configuración emisor común

#### □ OBJETIVOS

- Determinar la curva de la corriente de base, en función del voltaje base – emisor, para voltajes colector - emisor constantes
- Determinar la curva de la corriente del colector, en función del voltaje colector – emisor, para voltajes de base constantes

#### □ REQUISITOS

- Aprendizaje de la Lección 1 del Módulo 13 (Guía Teórica)
- Aprendizaje de la Unidad 1 del Módulo 13 (Guía Práctica)

#### □ INSTRUMENTOS OPERATIVOS

- 3 multímetros digitales



HOJA DE EJERCICIOS 2

Estudiante : \_\_\_\_\_ Clase: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

TÍTULO: *Registro de las características de entrada y salida de un transistor BJT en la configuración emisor común*

Diagrama eléctrico

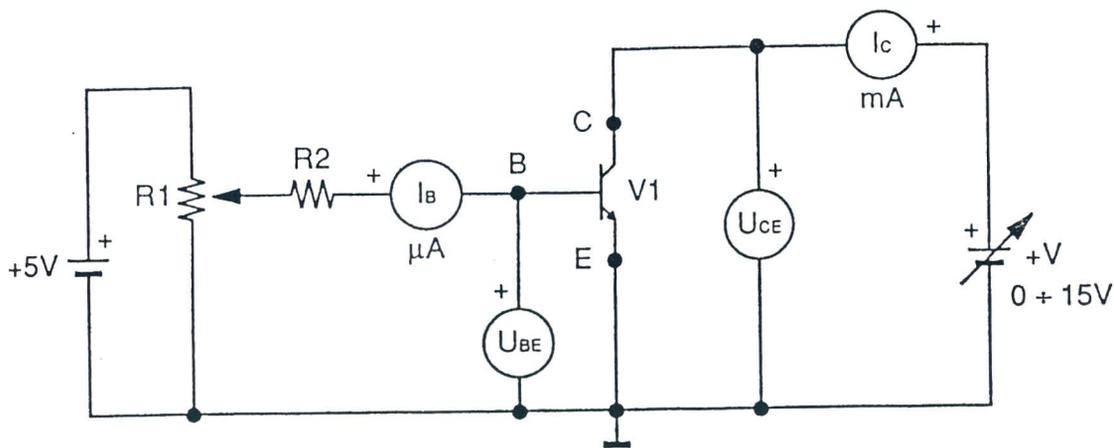


Fig. 2.1a

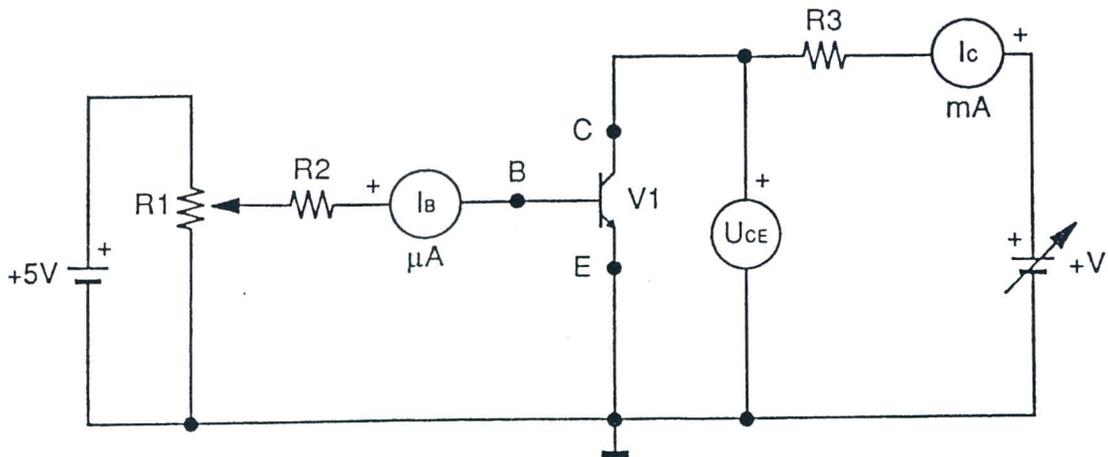


Fig. 2.1b

Listado de componentes

R1 = 100kΩ - Compensador

R2 = 100kΩ - 1/4W- 5%

R3 = 100Ω - 1/4W - 5%

V1 = 2N3904

Datos de cálculo

Ganancia de corriente

$$h_{FE} = \frac{I_c}{I_B}$$

Diagrama topográfico

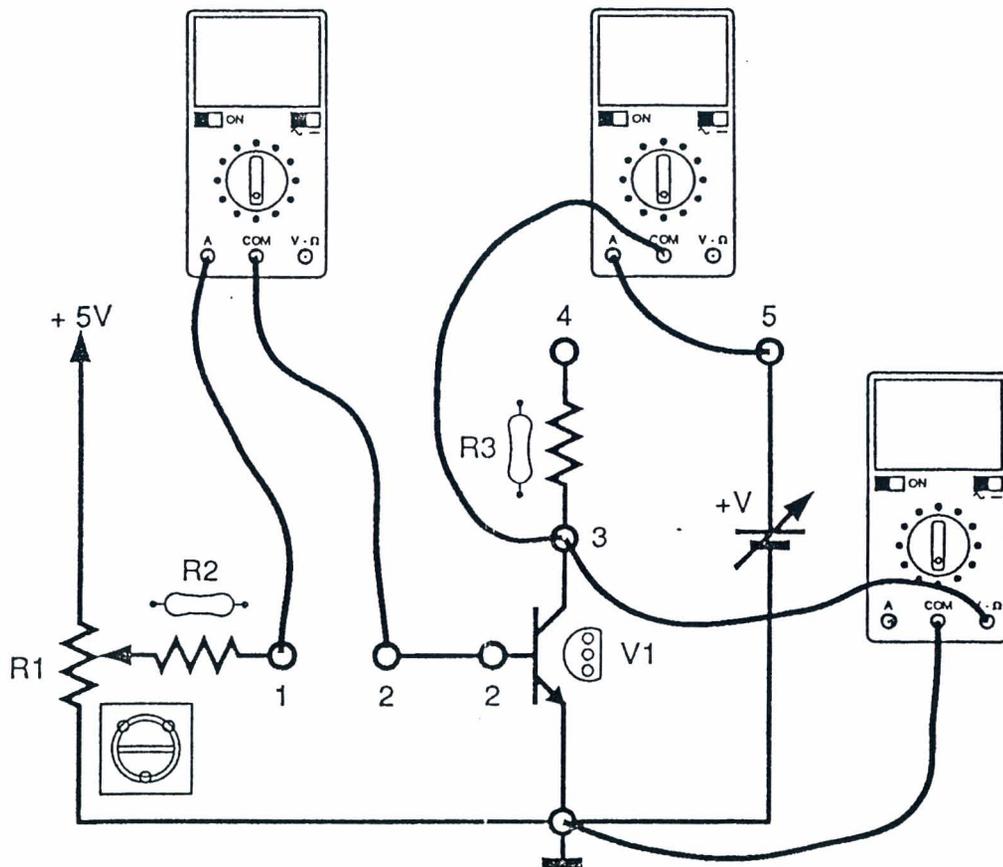


Fig. 2.2a

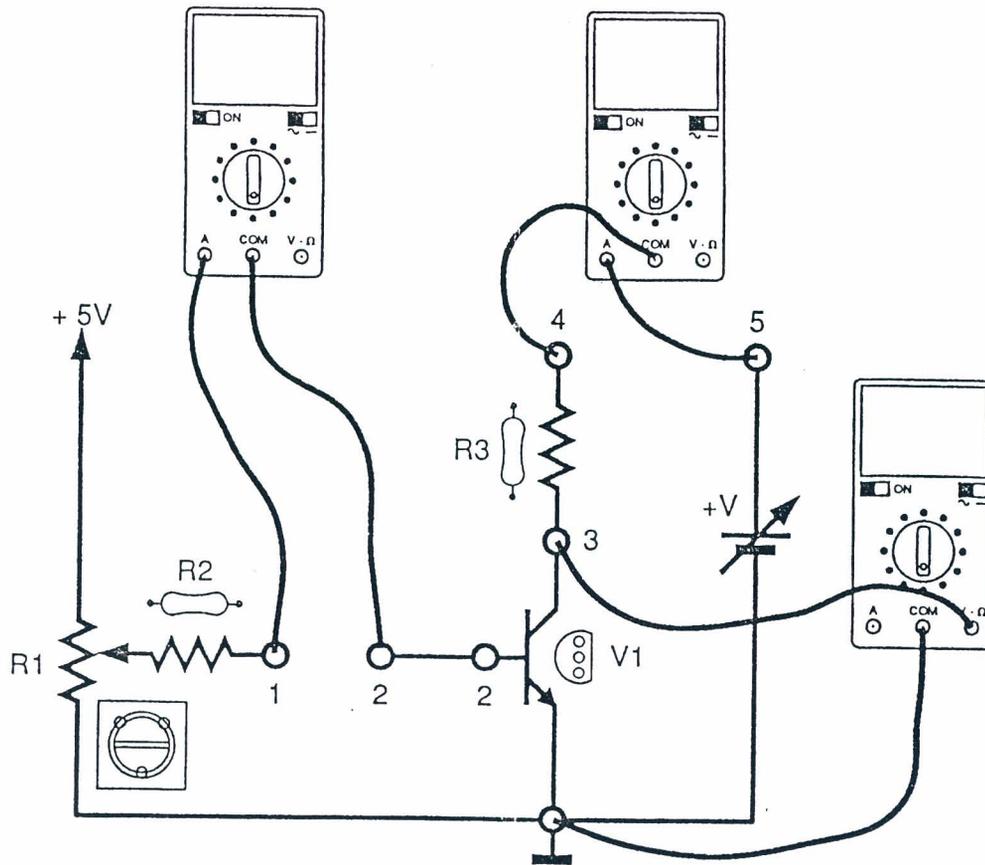


Fig. 2.2b

**Instrumentos operativos en uso**

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

**Tabla 2.1**

## RESULTADOS OBTENIDOS

$U_{BE}$ (V)	$I_B$ ( $\mu A$ )	$I_C$ (mA)	$h_{FE}$ ( $I_C/I_B$ )
0.2			
0.5			
0.55			
0.6			
0.61			
0.62			
0.63			
0.64			
0.65			
0.66			
0.67			
0.68			
0.69			
0.7			

Tab. 2.2

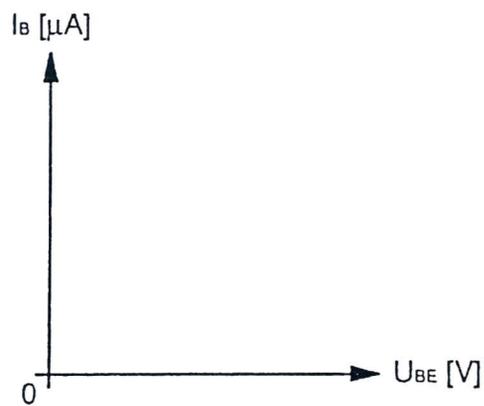


Fig. 2.3

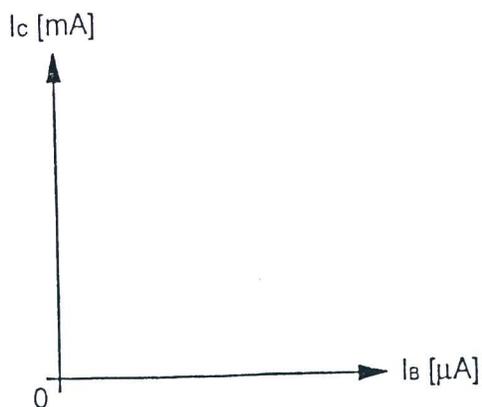


Fig. 2.4

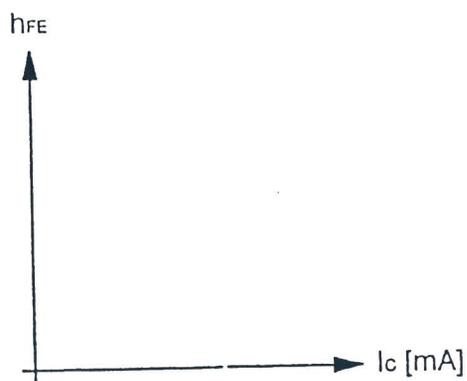


Fig. 2.5

$I_b$ ( $\mu$ A)	$I_c$ (mA)									
	$U_{CE}$ (V)									
	0.2	0.4	0.6	0.8	1	2	4	6	7	10
10										
20										
30										

Tab. 2.3

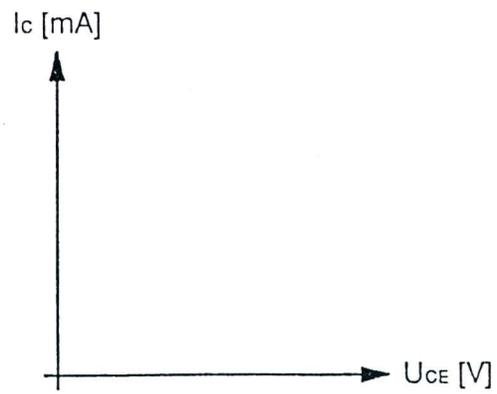


Fig. 2.6

EVALUACIÓN DEL PROFESOR

---

---

---

**CURSO DE CAPACITACIÓN****QUE DEBE HACER EL PROFESOR**

Luego de haber comprobado el conocimiento de los requisitos, debe dar la Hoja de Ejercicios 2 a los alumnos.

Si el Módulo 13 se usa sin la consola DL 3155AL, debe conectar el panel a una unidad de alimentación de las siguientes características: +15V – 1 A; 0/+15V – 1 A. En esta Unidad no se presentan fallas.

## QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS

Deben:

1. insertar el Módulo 13 en la consola y colocar el interruptor principal en la posición ON;
2. seleccionar el lenguaje y digitar su “código de alumno” (pupil code);
3. seleccionar la Unidad “2”;
4. elegir la opción “1” (Tema) y leer el contenido;
5. volver a la opción menú presionando la tecla “ESC”;

### CARACTERÍSTICAS DE ENTRADA

6. Conectar los multímetros como se muestra en la Fig. 2.2 a;
7. Girar completamente el potenciómetro R1 en sentido contrario al de las agujas del reloj;
8. Ajustar el voltaje +V de manera tal de leer en el voltímetro un voltaje colector – emisor de 5V;
9. Cambiar los terminales del voltímetro en el jack 2 y tierra;
10. Ajustar R1 para todos los valores del voltaje base – emisor que figuran en la tabla 2.2;
11. Escribir en la tabla 2.2 los valores medidos de la corriente de base y de colector;
12. Calcular el valor de  $h_{FE}$  y escribirlo en la tabla 2.2;
13. Con los valores obtenidos, trazar en la Fig. 2.3 las curvas características de la corriente de base en función del voltaje base – emisor [ $I_B = f(U_{BE})$ ] con  $U_{CE}$  constante;
14. Trazar en la Fig. 2.4 las curvas características de la corriente de colector en función de la corriente de base [ $I_C = f(I_B)$ ] con  $U_{CE}$  constante;
15. Trazar en la Fig. 2.5 la curva del parámetro estático  $h_{FE}$  en función de la corriente de colector [ $h_{FE} = f(I_C)$ ] con  $U_{CE}$  constante;

### CARACTERÍSTICAS DE SALIDA

16. Conectar los multímetros como se muestra en la Fig. 2.6b;
17. Ajustar el potenciómetro R1 hasta obtener una corriente de base  $I_B = 10\text{mA}$ ;
18. Ajustar el voltaje +V desde 0 a 10V y leer los valores de  $I_C$  en relación a los diferentes valores de  $U_{CE}$  que figuran en la tabla 2.3;
19. Escribir todos los valores medidos de corriente en la tabla 2.3
20. Repetir el procedimiento de los puntos 17, 18 y 19 para cada valor de  $I_B$  que figura en la tabla 2.3;
21. Con los valores obtenidos, trazar en la Fig. 2.6 la curva de las características de salida de la corriente de colector en función del voltaje colector – emisor [ $I_C = f(U_{CE})$ ] para todos los valores de  $I_B$ ;
22. Comentar los resultados;
23. elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” ( Retorno) para confirmar una respuesta;
24. anotar los resultados;
25. ajustar el voltaje +V a cero;
26. compilar la Tabla 2.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 3

### **Registro de las características de salida de un transistor BJT en la configuración base común**

#### **□ OBJETIVOS**

- Determinar la curva de la corriente del colector, en función del voltaje colector – base, para ciertos voltajes de la corriente de emisor

#### **□ REQUISITOS**

- Aprendizaje de la Lección 1 del Módulo 13 (Guía Teórica)
- Aprendizaje de la Unidad 1 del Módulo 13 (Guía Práctica)

#### **□ INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- 3 multímetros digitales



## HOJA DE EJERCICIOS 3

Estudiante: \_\_\_\_\_ Clase: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**TÍTULO:** Registro de las características de salida de un transistor BJT en la configuración base común

## Diagrama eléctrico

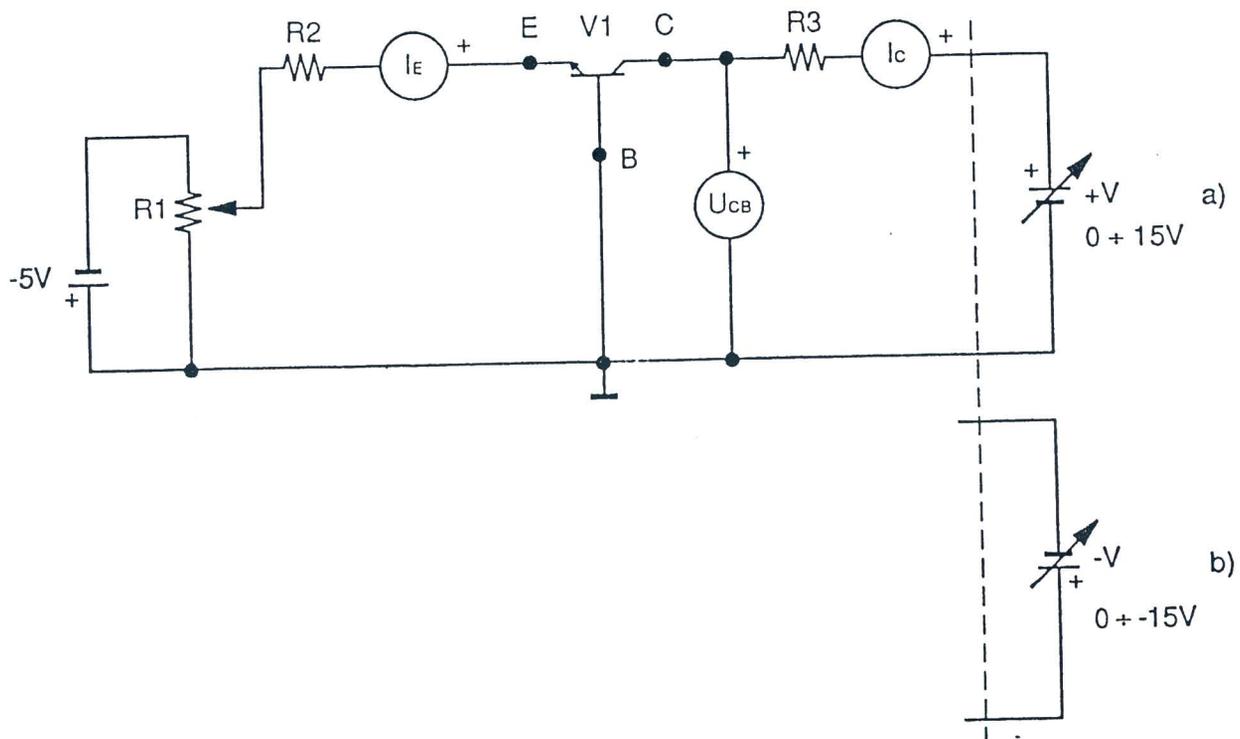


Fig. 3.1

## Listado de componentes

$R1 = 10k\Omega$  - Compensador  
 $R2 = 470 \Omega$  - 1/4W - 5%  
 $R3 = 270 \Omega$  - 1/4W - 5%  
 $V1 = 2N3904$

Diagrama topográfico

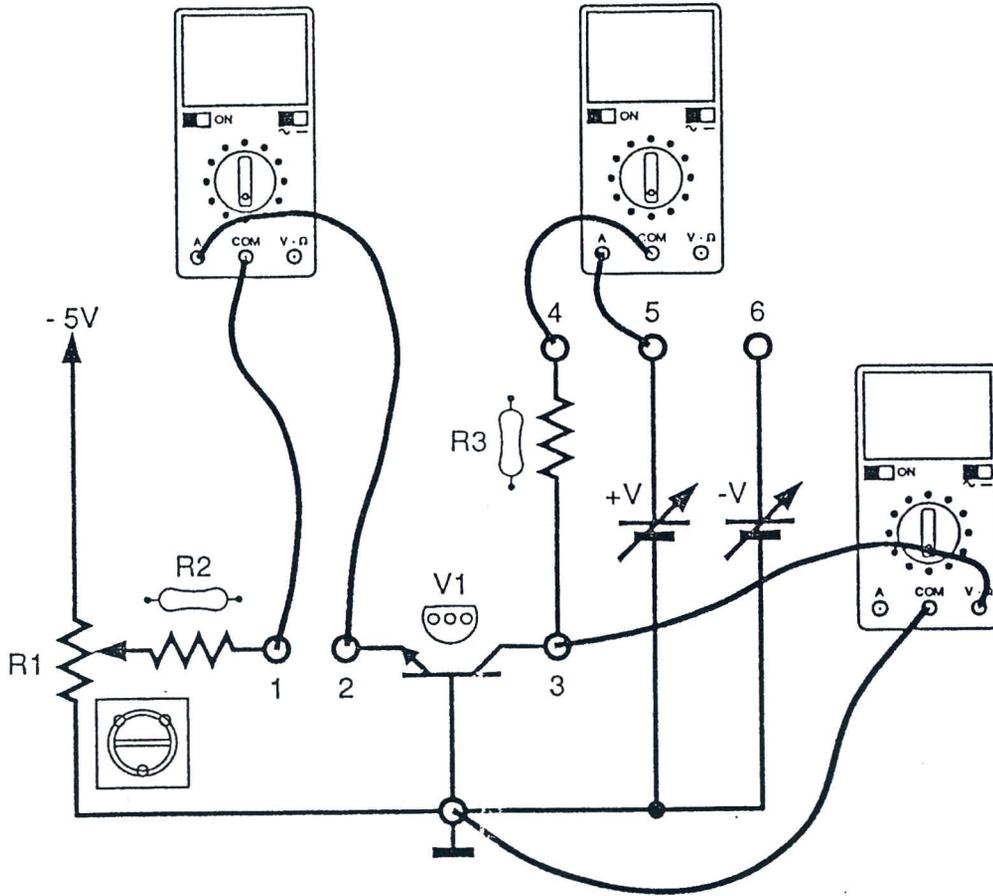


Fig. 3.2

Instrumentos operativos en uso

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 3.1

RESULTADOS OBTENIDOS

$I_E$ (mA)	$I_C$ (mA)							
	$U_{CB}$ (V)					$U_{CB}$ (V)		
	0	1	2	5	8	-0.2	-0.4	Valor en el cual se anula $I_C$
1								
2								
4								
6								
8								
10								
15								
20								

Tab. 3.2

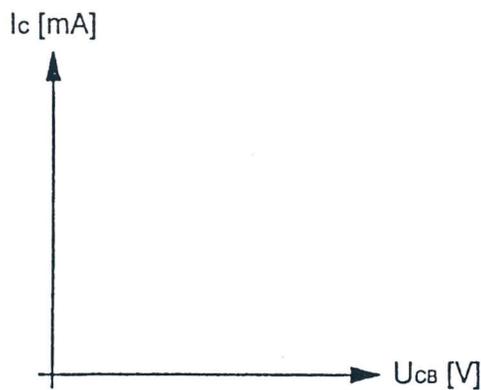


Fig. 3.3

EVALUACIÓN DEL PROFESOR

---



---



---



**CURSO DE CAPACITACIÓN****QUE DEBE HACER EL PROFESOR**

Luego de haber comprobado el conocimiento de los requisitos, debe dar la Hoja de Ejercicios 3 a los alumnos.

Si el Módulo 13 se usa sin la consola DL 3155AL, debe conectar el panel a una unidad de alimentación de las siguientes características:

-5V – 1 A; 0/+15V – 1 A; 0/-15V – 1 A.

En esta Unidad no se presentan fallas.

## QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS

Deben:

1. Insertar el Módulo 13 en la consola y colocar el interruptor principal en la posición ON;
2. Seleccionar el lenguaje y digitar su “código de alumno” (pupil code);
3. Seleccionar la Unidad “3”;
4. Elegir la opción “1” (Tema) y leer el contenido;
5. Volver a la opción menú presionando la tecla “ESC”;
6. Conectar los multímetros como se muestra en la Fig. 3.2;
7. Girar el potenciómetro R1 hasta obtener una corriente de emisor  $I_E = 1\text{mA}$ ;
8. Ajustar el voltaje +V desde 0 hasta 10V y leer los valores de  $I_C$  en relación a los diferentes valores de  $U_{CB}$  que figuran en la tabla 3.2;
9. Escribir todos los valores medidos de corriente en la tabla 3.2;
10. Repetir el procedimiento de los puntos 7, 8 y 9 para cada valor de  $I_E$  que figura en la tabla 3.2;
11. Conectar el generador -V en vez de +V;
12. Repetir el procedimiento indicado en los puntos 7, 8, 9 para cada valor de  $I_E$  de la tabla 3.2;
13. Con los valores obtenidos, trazar en la Fig. 3.3 la curva de las características de salida de la corriente de colector en función del voltaje colector – emisor [ $I_C = f(U_{CE})$ ] para todos los valores de  $I_E$ ;
14. Comentar los resultados;
15. Elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” (retorno) para confirmar una respuesta;
16. Anotar los resultados;
17. Ajustar el voltaje +V y -V a cero;
18. Compilar la Tabla 3.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 4

### **Polarización de base del transistor BJT**

#### □ **OBJETIVOS**

- Verificar los voltajes y las corrientes en una red para la polarización de base de un transistor BJT y construir la línea de carga estática

#### □ **REQUISITOS**

- Aprendizaje de las Lecciones 1 y 2 del Módulo 13 (Guía Teórica)
- Aprendizaje de las Unidades 1, 2 y 3 del Módulo 13 (Guía Práctica)

#### □ **INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- 2 multímetros digitales
- Juego de cables



## HOJA DE EJERCICIOS 4

Estudiante: \_\_\_\_\_ Clase: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

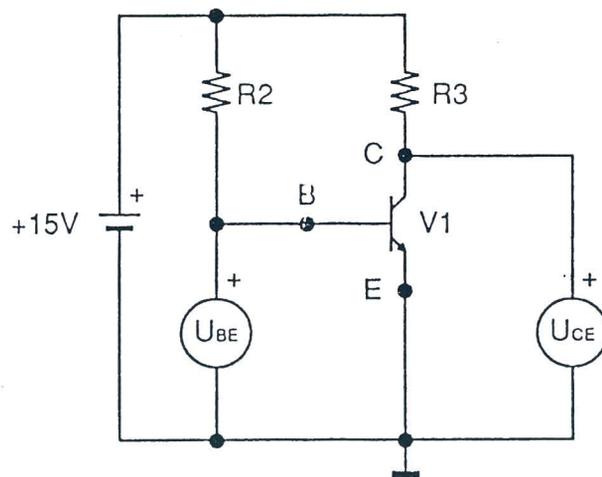
**TÍTULO:** Polarización de base del transistor BJT**Diagrama eléctrico**

Fig. 4.1a

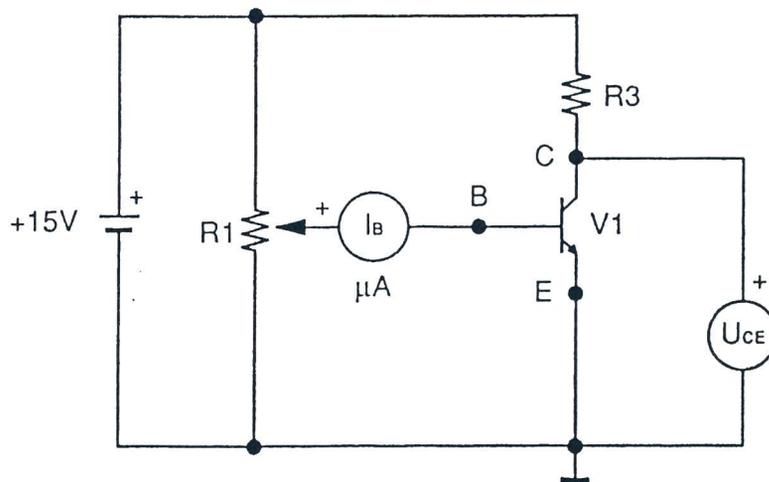


Fig. 4.1b

**Listado de componentes**

R1 = 10kΩ - Compensador

R2 = 560 kΩ - 1/4W – 5%

R3 = 1 kΩ - 1/4W – 5%

V1 = 2N3904

**Datos de cálculo**

Corriente de colector

$$I_C = \frac{U_{CC} - U_{CE}}{R_3} \quad \text{donde} \quad U_{CC} = 15V$$

Corriente de base

$$I_B = \frac{U_{CC} - U_{BE}}{R_2}$$

Ganancia estática

$$h_{FE} = \frac{I_C}{I_B}$$

Terminales de la línea de carga estática

$$I_{C(sat)} = \frac{U_{CC}}{R_3} \quad (\text{saturación})$$

$$U_{CE(cor)} = U_{CC} \quad (\text{corte})$$

Hoja de ejercicios 4 – Página 2/ 6

Diagrama topográfico

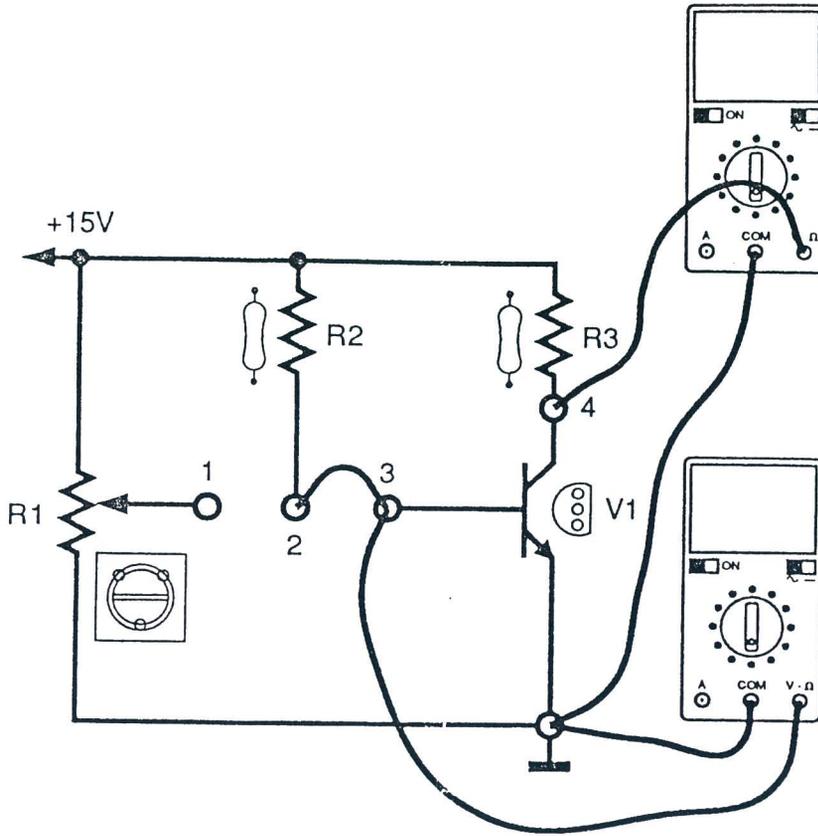


Fig. 4.2a

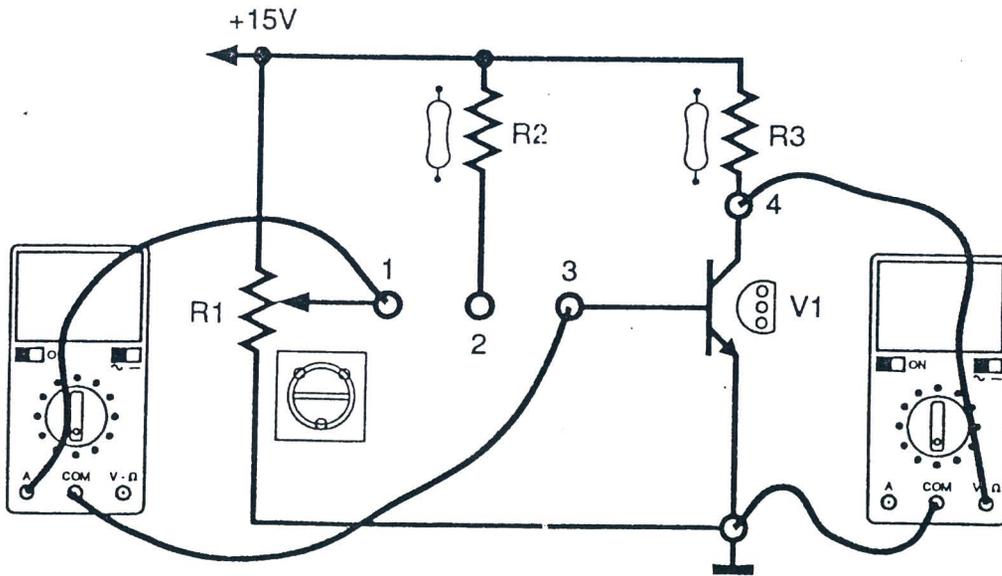


Fig. 4.2b

## Instrumentos operativos en uso

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 4.1

## Resultados obtenidos

$U_{BE}$ [V]	$U_{CE}$ [V]	$I_B$ [ $\mu A$ ]	$I_C$ [mA]	$h_{FE}$	$I_{C(sat)}$ [mA]	$U_{CE (corte)}$ [V]
		[mA]				

Tabla 4.2

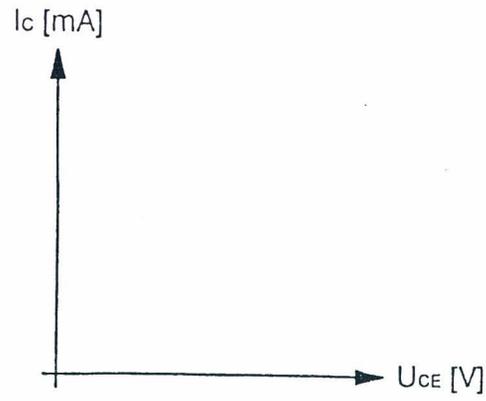


Fig. 4.3

$I_B$ [ $\mu A$ ]					
$U_{CE}$ [V]					
$I_c$ [mA]					

Tabla 4.3

EVALUACIÓN DEL PROFESOR

---



---



---



**CURSO DE CAPACITACIÓN****QUE DEBE HACER EL PROFESOR**

Luego de haber comprobado el conocimiento de los requisitos, debe dar la Hoja de Ejercicios 4 a los alumnos.

Si el Módulo 13 se usa sin la consola DL 3155AL, debe quitar los dos tornillos del simulador de fallas, ajustar el primer interruptor DIP comenzando desde la izquierda hacia OFF y conectar el panel a una unidad de alimentación de las siguientes características: +15V – 1 A.

Para la inserción de la falla en el circuito debe colocar el primer interruptor DIP en ON.

## QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS

Deben:

1. Insertar el Módulo 13 en la consola y colocar el interruptor principal en la posición ON;
2. Seleccionar el lenguaje y digitar su “código de alumno” (pupil code);
3. Seleccionar la Unidad “4”;
4. Elegir la opción “1” (Tema) y leer el contenido;
5. Volver a la opción menú presionando la tecla “ESC”;
6. Conectar los multímetros como se muestra en la Fig. 4.2 a;
7. Leer los valores de  $U_{BE}$  (jack 3 – tierra) y  $U_{CE}$  (jack 4 – tierra) y escribirlos en la tabla 4.2;
8. Calcular las corrientes correspondientes  $I_B$  e  $I_C$  y anotar los valores en la tabla 4.2;
9. Calcular la ganancia estática del transistor y anotar los valores en la tabla 4.2;
10. Acercar cuidadosamente al transistor, por algunos segundos, la punta caliente de un soldador: podrá observar una disminución del voltaje colector – emisor y como consecuencia un incremento de la corriente de colector, que provoca un desplazamiento del punto de trabajo;
11. Calcular los puntos de operación en saturación ( $I_{C(sat)}$ ) y en corte ( $U_{CE(cor)}$ ) en la línea de carga y escribir los resultados en la tabla 4.2;
12. Trazar en la Fig. 4.3 la línea de carga, considerando como puntos extremos los valores de  $I_{C(sat)}$  y  $U_{CE(cor)}$ ;
13. Situar en la Fig. 4.3 el punto de reposo Q que tiene por coordenadas los valores medidos de  $I_C$  y  $U_{CE}$ : el punto Q esta en la línea de carga estática;
14. Asegurarse de que el potenciómetro R1 esté completamente girado en sentido contrario al de las agujas del reloj;
15. Reemplazar la resistencia R2 por la R1, conectando el circuito y el multímetro como en la Fig. 4.2b;

### ATENCIÓN

UNA VEZ REALIZADAS LAS CONEXIONES, **NO GIRAR EL POTENCIÓMETRO R1 PARA EVITAR QUE EL TRANSISTOR SEA IRREVERSIBLEMENTE DAÑADO**

16. Hacer girar a R1 lentamente y leer en el microamperímetro cinco valores de  $I_B$  comprendidos entre 10 y 300mA y anotar en la tabla 4.3 el valor correspondiente de  $U_{CE}$  comprendido en el área de operación activa;
17. Girar completamente el potenciómetro R1 en sentido contrario al de las agujas del reloj;
18. Calcular  $I_C$  con los valores medidos de  $U_{CE}$  y escribir el resultado en la tabla 4.3;
19. Situar en la Fig. 4.3 los puntos que tengan por coordenadas los valores de  $I_C$  y  $U_{CE}$ : los puntos están en la línea de carga estática;
20. Comentar los resultados;
21. Remover todas las conexiones;
22. Elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
23. Elegir la opción “3” (Simulación de fallas), repetir el procedimiento de los puntos 6-14 y localizar la falla insertada en el circuito;
24. Responder a las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y la tecla “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
25. Anotar los resultados;
26. Compilar la Tabla 4.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 5

### Polarización de emisor del transistor BJT

#### □ OBJETIVOS

- Verificar los voltajes y las corrientes en una red para la polarización de emisor de un transistor BJT y construir la línea de carga estática

#### □ REQUISITOS

- Aprendizaje de las Lecciones 1 y 2 del Módulo 13 (Guía Teórica)
- Aprendizaje de las Unidades 1, 2 y 3 del Módulo 13 (Guía Práctica)

#### □ INSTRUMENTOS OPERATIVOS

- 3 multímetros digitales





**Datos de cálculo**

Corriente de colector

$$I_c = \frac{U_{cc} - U_c}{R_2} \quad \text{donde} \quad U_{cc} = 15V$$

Corriente de base

$$I_B = \frac{U_B}{R_1}$$

Ganancia estática

$$h_{FE} = \frac{I_c}{I_B}$$

Terminales de la línea de carga estática

$$I_{c(sat)} = \frac{U_{cc}}{R_2} \quad (\text{saturación})$$

$$U_{CE(corr)} = U_{cc} \quad (\text{corte})$$

Diagrama topográfico

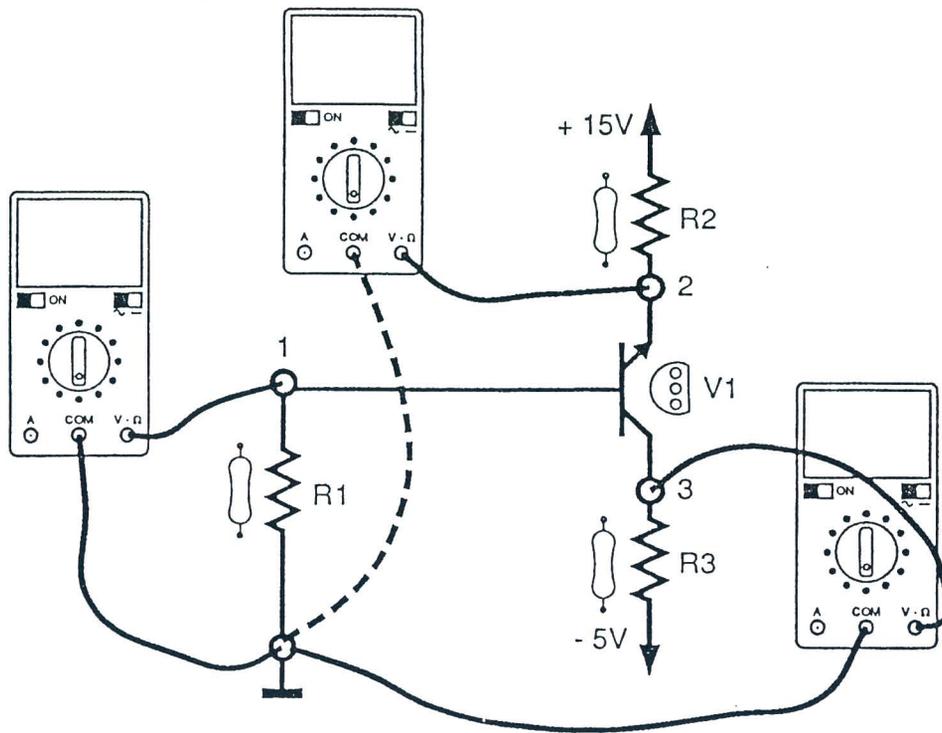


Fig. 5.2

Instrumentos operativos en uso

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 5.1

Resultados obtenidos

$U_E$ [V]	$U_B$ [V]	$U_C$ [V]	$I_B$ [ $\mu A$ ]	$I_C$ [mA]	$h_{FE}$	$U_{CE}$ [V]	$I_{C(sat)}$ [mA]	$U_{CE (corte)}$ [V]
			[mA]					

Tabla 5.2

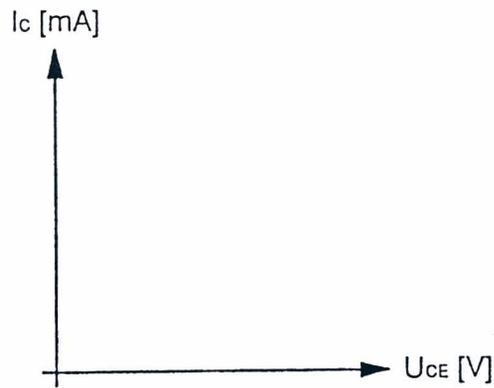


Fig. 5.3

EVALUACIÓN DEL PROFESOR

---



---



---

**CURSO DE CAPACITACIÓN****QUE DEBE HACER EL PROFESOR**

Luego de haber comprobado el conocimiento de los requisitos, debe dar la Hoja de Ejercicios 5 a los alumnos.

Si el Módulo 13 se usa sin la consola DL 3155AL, debe quitar los dos tornillos del simulador de fallas, ajustar el segundo interruptor DIP comenzando desde la izquierda hacia OFF y conectar el panel a una unidad de alimentación de las siguientes características: +15V – 1 A; –5V – 1 A.

Para insertar la falla en el circuito debe colocar el segundo interruptor DIP en ON.

## QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS

Deben:

1. Insertar el Módulo 13 en la consola y colocar el interruptor principal en la posición ON;
2. Seleccionar el lenguaje y digitar su código de alumno (“pupil code”);
3. Seleccionar la Unidad “5”;
4. Elegir la opción “1” (Tema) y leer el contenido;
5. Volver a la opción menú presionando la tecla “ESC”;
6. Conectar los multímetros, ajustados como voltímetros, como se muestra en la Fig. 5.2;
7. Leer los valores de voltaje registrados en jacks 3 – tierra, 1 – tierra, 2 – tierra, es decir,  $U_E$ ,  $U_B$ , y  $U_C$  respectivamente;
8. Anotar los valores en la tabla 5.2;
9. Calcular las corrientes correspondientes  $I_B$  e  $I_C$  y anotar los valores en la tabla 5.2;
10. Calcular la ganancia estática del transistor y anotar el resultado en la tabla 5.2;
11. Medir el voltaje colector – emisor  $U_{CE}$  (jacks 2 y 3) y escribir el valor en la tabla 5.2
12. Acercar cuidadosamente al transistor, por algunos segundos, la punta caliente de un soldador: podrá observar una disminución del voltaje colector – emisor y como consecuencia un incremento de la corriente de colector, que provoca un desplazamiento del punto de trabajo;
13. Calcular los puntos de operación en saturación ( $I_{c(sat)}$ ) y en corte ( $U_{CE(cor)}$ ) en la línea de carga y escribir los resultados en la tabla 5.2;
14. Trazar en la Fig. 5.2 la línea de carga, considerando como puntos extremos los valores de  $I_{c(sat)}$  y  $U_{CE(cor)}$ ;
15. Situar en la Fig. 5.2 el punto de reposo Q que tiene por coordenadas los valores medidos de  $I_c$  y  $U_{CE}$ : el punto Q esta en la línea de carga estática;
16. Comentar los resultados
17. Elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
18. Elegir la opción “3” (Simulación de fallas), repetir el procedimiento de los puntos anteriores y localizar la falla insertada en el circuito;
19. Responder a las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y la tecla “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
20. Anotar los resultados;
21. Compilar la Tabla 5.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 6

### **Polarización del transistor BJT con divisor de voltaje**

#### □ **OBJETIVOS**

- Verificar los voltajes y las corrientes en una red para la polarización de base de un transistor BJT y construir la línea de carga estática

#### □ **REQUISITOS**

- Aprendizaje de las Lecciones 1 y 2 del Módulo 13 (Guía Teórica)
- Aprendizaje de las Unidades 1, 2 y 3 del Módulo 13 (Guía Práctica)

#### □ **INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- 3 multímetros digitales
- Juego de cables



HOJA DE EJERCICIOS 6

Estudiante: \_\_\_\_\_ Clase: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

TÍTULO: *Polarización del transistor BJT con divisor de voltaje*

Diagrama eléctrico

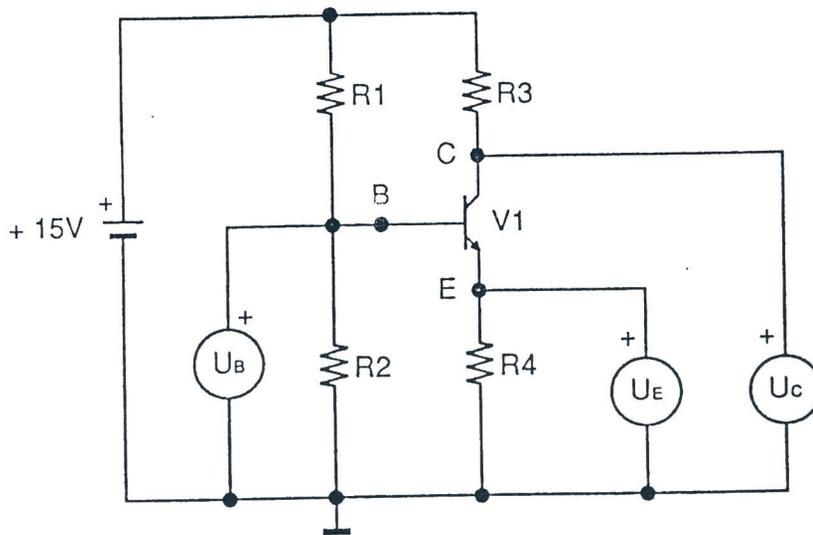


Fig. 5.1a

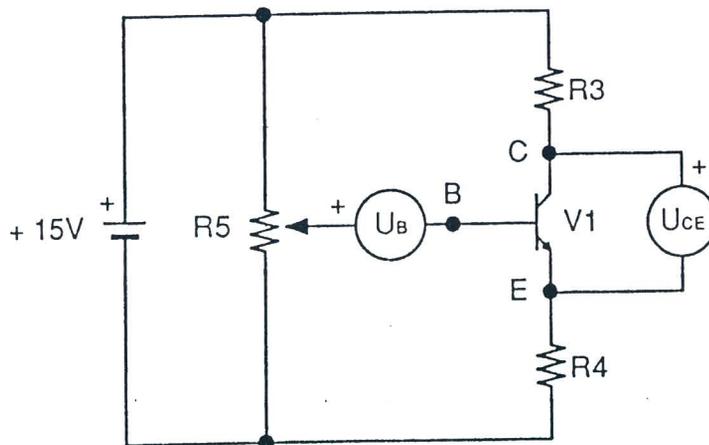


Fig. 6.1b

**Listado de componentes**

R1 = 10 kΩ - 1/4W - 5%

R2 = 4.7 kΩ - 1/4W - 5%

R3 = 1 kΩ - 1/4W - 5%

R4 = 1 kΩ - 1/4W - 5%

R5 = 10 kΩ - Compensador

V1 = 2N3904

**Datos de cálculo**

Corriente de colector (emisor)

$$I_C = \frac{U_E}{R_4}$$

Voltaje colector – emisor

$$U_{CE} = U_{CC} - I_C (R_5 + R_4)$$

donde

$$U_{CC} = 15V$$

Ganancia estática

$$h_{FE} = \frac{I_C}{I_B}$$

Terminales de la línea de carga estática

$$I_{C(sat)} = \frac{U_{CC}}{R_5 + R_4} \quad (\text{saturación})$$

$$U_{CE(corte)} = U_{CC} \quad (\text{corte})$$

Diagrama topográfico

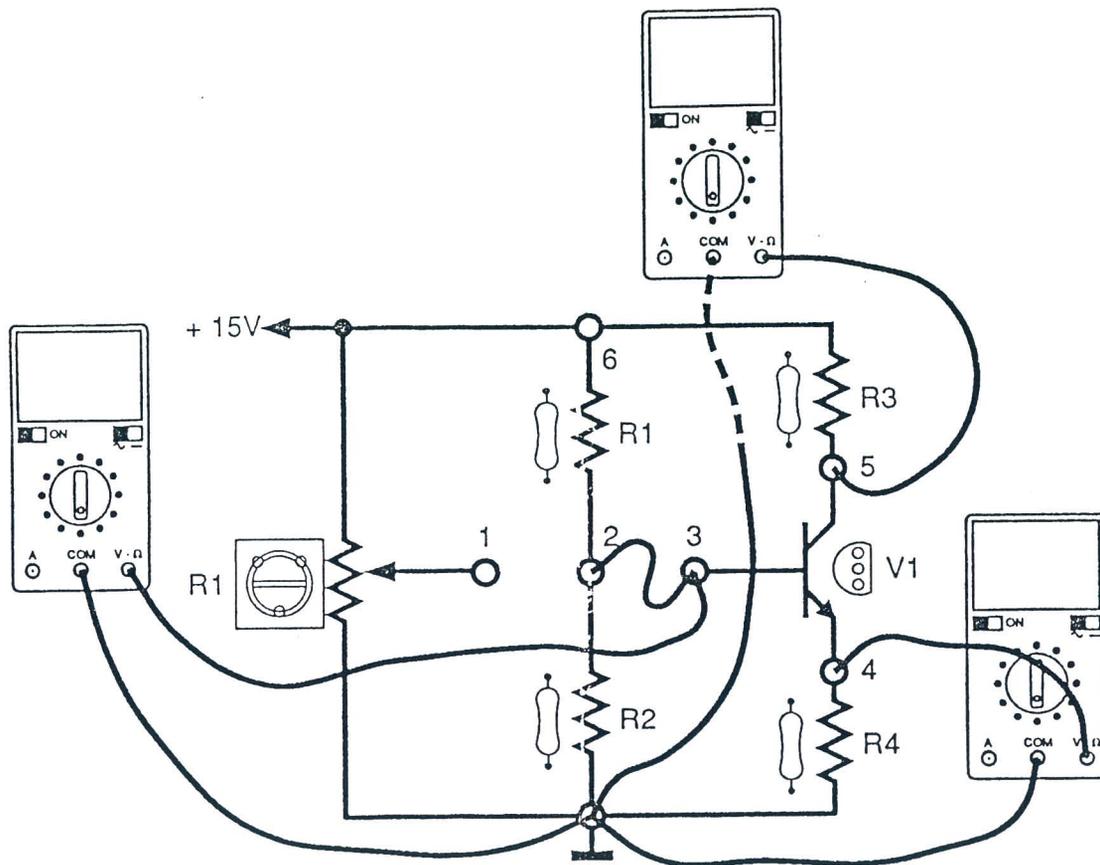


Fig. 6.2a

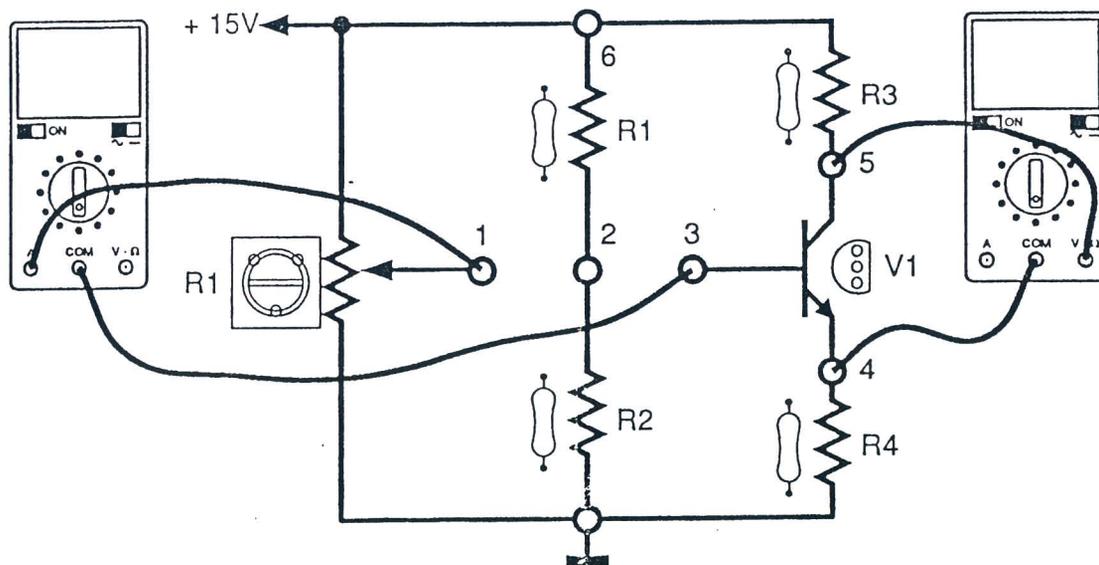


Fig. 6.2b

## Instrumentos operativos en uso

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 6.1

## Resultados obtenidos

$U_E$ [V]	$U_B$ [V]	$U_C$ [V]	$I_B$ [ $\mu A$ ]	$I_C$ [mA]	$h_{FE}$	$U_{CE}$ [V]	$I_{C(sat)}$ [mA]	$U_{CE (corte)}$ [V]
			[mA]					

Tabla 6.2

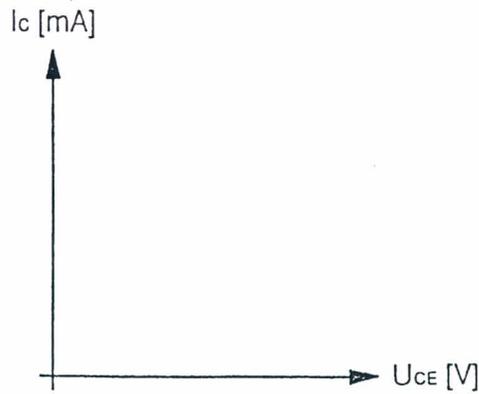


Fig. 6.3

$I_B$ [ $\mu A$ ]					
$U_{CE}$ [V]					
$I_c$ [mA]					

Tabla 6.3

EVALUACIÓN DEL PROFESOR

---



---



---



**CURSO DE CAPACITACIÓN****QUE DEBE HACER EL PROFESOR**

Luego de haber comprobado el conocimiento de los requisitos, debe dar la Hoja de Ejercicios 6 a los alumnos.

Si el Módulo 13 se usa sin la consola DL 3155AL, debe quitar los dos tornillos del simulador de fallas, ajustar el quinto interruptor DIP comenzando desde la izquierda hacia ON y conectar el panel a una unidad de alimentación de las siguientes características: +15V – 1 A.

Para insertar la falla en el circuito debe colocar el quinto interruptor DIP en OFF.

## QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS

Deben:

1. Insertar el Módulo 13 en la consola y colocar el interruptor principal en la posición ON;
2. Seleccionar el lenguaje y digitar su código de alumno (“pupil code”);
3. Seleccionar la Unidad “6”;
4. Elegir la opción “1” (Tema) y leer el contenido;
5. Volver a la opción menú presionando la tecla “ESC”;
6. Conectar los multímetros, ajustados como voltímetros, como se muestra en la Fig. 6.2;
7. Leer los valores de voltaje registrados en jacks 4 – tierra, 3 – tierra, 5 – tierra, es decir,  $U_E$ ,  $U_B$ , y  $U_C$  respectivamente;
8. Anotar los valores en la tabla 6.2;
9. Calcular la corriente  $I_C$  y escribir el valor en la tabla 6.2;
10. Quitar los cables de los jacks 2 y 3, insertar el terminal positivo de un multímetro, ajustado como microamperímetro, en el jack 2 y el negativo en el jack 3;
11. Leer el valor de la corriente  $I_B$  y escribir el valor en la tabla 6.2;
12. Calcular la ganancia estática del transistor y anotar el resultado en la tabla 6.2;
13. Medir el voltaje colector – emisor  $U_{CE}$  (jacks 4 y 5) y escribir el valor en la tabla 6.2;
14. Acercar cuidadosamente al transistor, por algunos segundos, la punta caliente de un soldador: podrá observar una disminución del voltaje colector – emisor y como consecuencia la corriente de colector sufrirá pequeñas variaciones: el punto de trabajo es prácticamente independiente del  $h_{FE}$  del transistor;
15. Calcular los puntos de operación en saturación ( $I_{C(sat)}$ ) y en corte ( $U_{CE(corr)}$ ) en la línea de carga y escribir los resultados en la tabla 6.2;
16. Trazar en la Fig. 6.2 la línea de carga, considerando como puntos extremos los valores de  $I_{C(sat)}$  y  $U_{CE(corr)}$ ;
17. Situar en la Fig. 6.2 el punto de reposo Q que tiene por coordenadas los valores medidos de  $I_C$  y  $U_{CE}$ : el punto Q está en la línea de carga estática;
18. Asegurarse de que el potenciómetro R5 esté completamente girado en sentido contrario al de las agujas del reloj;
19. Conectar los multímetros como se muestra en la Fig. 6.2b;
20. Hacer girar a R5 lentamente y leer en el microamperímetro cinco valores de  $I_B$  comprendidos entre 10 y 300mA y anotar en la tabla 6.3 el valor correspondiente de  $U_{CE}$  comprendido en el área de operación activa;
21. Girar completamente el potenciómetro R5 en sentido contrario al de las agujas del reloj;
22. Calcular  $I_C$  con la fórmula  $U_{CE} = U_{CC} - I_C(R_3 + R_4)$ , para todos los valores medidos de  $U_{CE}$  y escribir el resultado en la tabla 6.3;
23. Situar en la Fig. 6.3 los puntos que tengan por coordenadas los valores de  $I_C$  y  $U_{CE}$ : los puntos están en la línea de carga estática;
24. Comentar los resultados;
25. Elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
26. Elegir la opción “3” (Simulación de fallas), y localizar la falla insertada en el circuito repitiendo el procedimiento de los puntos 19 - 23;
27. Responder a las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y la tecla “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
28. Anotar los resultados;
29. Compilar la Tabla 6.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 7

### **Polarización del transistor BJT de retroalimentación de colector**

#### □ **OBJETIVOS**

- Verificar los voltajes y las corrientes en una red para la polarización de base de un transistor BJT y construir la línea de carga estática

#### □ **REQUISITOS**

- Aprendizaje de las Lecciones 1 y 2 del Módulo 13 (Guía Teórica)
- Aprendizaje de las Unidades 1, 2 y 3 del Módulo 13 (Guía Práctica)

#### □ **INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- 2 multímetros digitales



## HOJA DE EJERCICIOS 7

Estudiante: \_\_\_\_\_ Clase: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

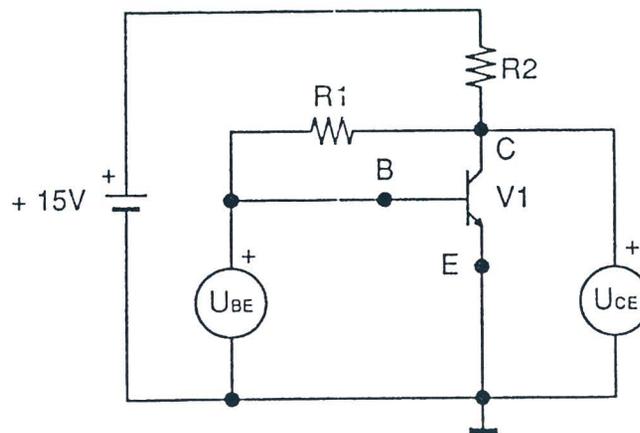
**TÍTULO:** *Polarización del transistor BJT de retroalimentación de colector***Diagrama eléctrico**

Fig. 7.1

**Listado de componentes**R1 = 560 k $\Omega$  - 1/4W - 5%R2 = 2.7 k $\Omega$  - 1/4W - 5%

V1 = 2N3904

**Datos de cálculo**

Corriente de colector

$$I_C = \frac{U_{CC} - U_{BE}}{R_2} \quad \text{donde} \quad U_{CC} = 15V$$

Corriente de base

$$I_{BQ} = \frac{U_{CC} - U_{BE}}{R_1}$$

Ganancia estática

$$h_{FE} = \frac{I_C}{I_B}$$

Terminales de la línea de carga estática

$$I_{c(sat)} = \frac{U_{CC}}{R_2} \quad (\text{saturación})$$

$$U_{CE(cor)} = U_{CC} \quad (\text{corte})$$

Diagrama topográfico

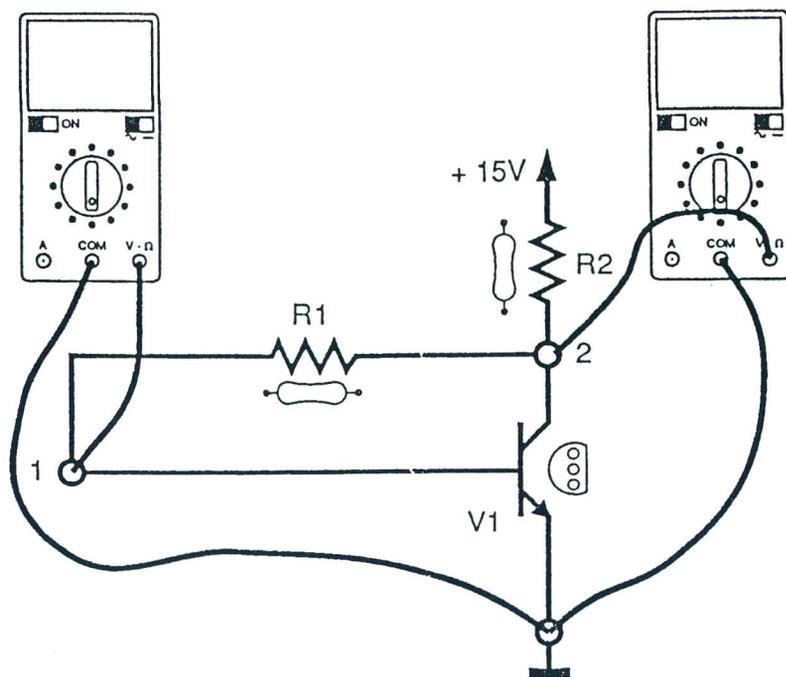


Fig. 7.2

Instrumentos operativos en uso

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 7.1

Resultados obtenidos

$U_{BE}$ [V]	$U_{CE}$ [V]	$I_B$ [ $\mu A$ ]	$I_C$ [mA]	$h_{FE}$	$I_{C(sat)}$ [mA]	$U_{CE (corte)}$ [V]
		[mA]				

Tabla 7.2

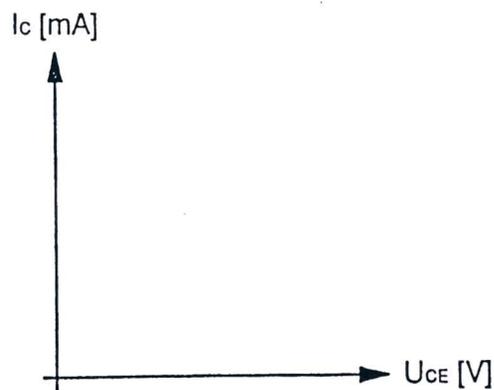


Fig. 7.3

EVALUACIÓN DEL PROFESOR

---



---



---

**QUE DEBE HACER EL PROFESOR**

Luego de haber comprobado el conocimiento de los requisitos, debe dar la Hoja de Ejercicios 7 a los alumnos.

Si el Módulo 13 se usa sin la consola DL 3155AL, debe quitar los dos tornillos del simulador de fallas, ajustar el tercer interruptor DIP comenzando desde la izquierda hacia OFF y conectar el panel a una unidad de alimentación de las siguientes características: +15V – 1 A.

Para insertar la falla en el circuito debe colocar el tercer interruptor DIP en ON.

## QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS

Deben:

1. Insertar el Módulo 13 en la consola y colocar el interruptor principal en la posición ON;
2. Seleccionar el lenguaje y digitar su código de alumno (“pupil code”);
3. Seleccionar la Unidad “7”;
4. Elegir la opción “1” (Tema) y leer el contenido;
5. Volver a la opción menú presionando la tecla “ESC”;
6. Conectar los multímetros como se muestra en la Fig. 7.2;
7. Leer los valores de  $U_{BE}$  (jack 1 – tierra) y  $U_{CE}$  (jack 2 – tierra) y escribirlos en la tabla 7.2;
8. Calcular las corrientes correspondientes  $I_B$  e  $I_C$  y anotar los valores en la tabla 7.2;
9. Calcular la ganancia estática del transistor y anotar el resultado en la tabla 7.2;
10. Acercar cuidadosamente al transistor, por algunos segundos, la punta caliente de un soldador: podrá observar una disminución del voltaje colector – emisor y como consecuencia la corriente de colector sufrirá pequeñas variaciones: el punto de trabajo es prácticamente independiente del  $h_{FE}$  del transistor;
11. Calcular los puntos de operación en saturación ( $I_{C(sat)}$ ) y en corte ( $U_{CE(corr)}$ ) en la línea de carga y escribir los resultados en la tabla 7.2;
12. Trazar en la Fig. 7.3 la línea de carga, considerando como puntos extremos los valores de  $I_{C(sat)}$  y  $U_{CE(corr)}$ ;
13. Situar en la Fig. 7.3 el punto de reposo Q que tiene por coordenadas los valores medidos de  $I_C$  y  $U_{CE}$ : el punto Q esta en la línea de carga estática;
14. Comentar los resultados;
15. Elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
16. Elegir la opción “3” (Simulación de fallas), repetir el procedimiento de los puntos anteriores y localizar la falla insertada en el circuito;
17. Responder a las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y la tecla “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
18. Anotar los resultados;
19. Compilar la Tabla 7.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 8

### Operación del transistor BJT como interruptor

#### □ OBJETIVOS

- Analizar la operación del transistor en “on” y “off”

#### □ REQUISITOS

- Aprendizaje de las Lecciones 1, 2 y 3 del Módulo 13 (Guía Teórica)
- Aprendizaje de las Unidades 1, 2 y 3 del Módulo 13 (Guía Práctica)

#### □ INSTRUMENTOS OPERATIVOS

- 3 multímetros digitales



## HOJA DE EJERCICIOS 8

Estudiante : \_\_\_\_\_ Clase: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

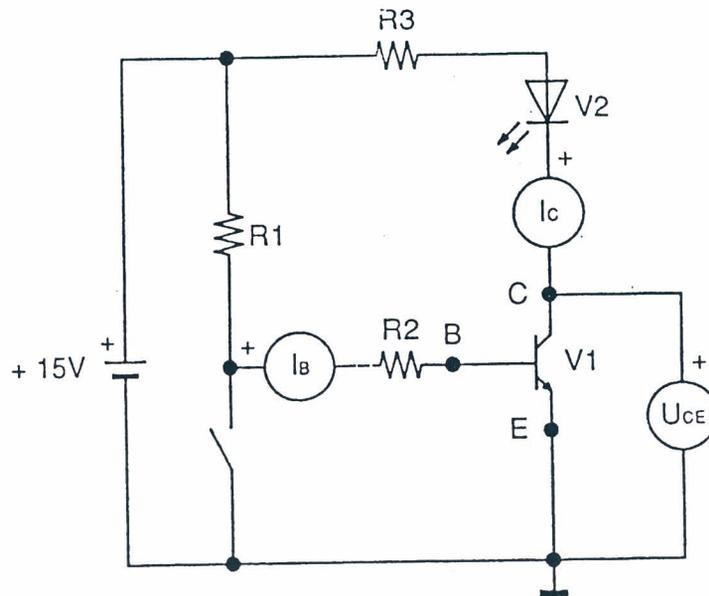
**TÍTULO:** *Operación del transistor BJT como interruptor***Diagrama eléctrico**

Fig. 8.1

**Listado de componentes**R1 = 1 k $\Omega$  - 1/4W- 5%R2 = 27 k $\Omega$  - 1/4W- 5%R3 = 820 k $\Omega$  - 1/4W- 5%C1 = 100  $\mu$ F – 63V - Electrolítico

V1 = 2N2219A

V2 = LED rojo 5mm

Datos de cálculo

Ganancia estática

$$h_{FE} = \frac{I_C}{I_B}$$

Potencia disipada

$$P = U_{CE} I_C$$

Diagrama topográfico

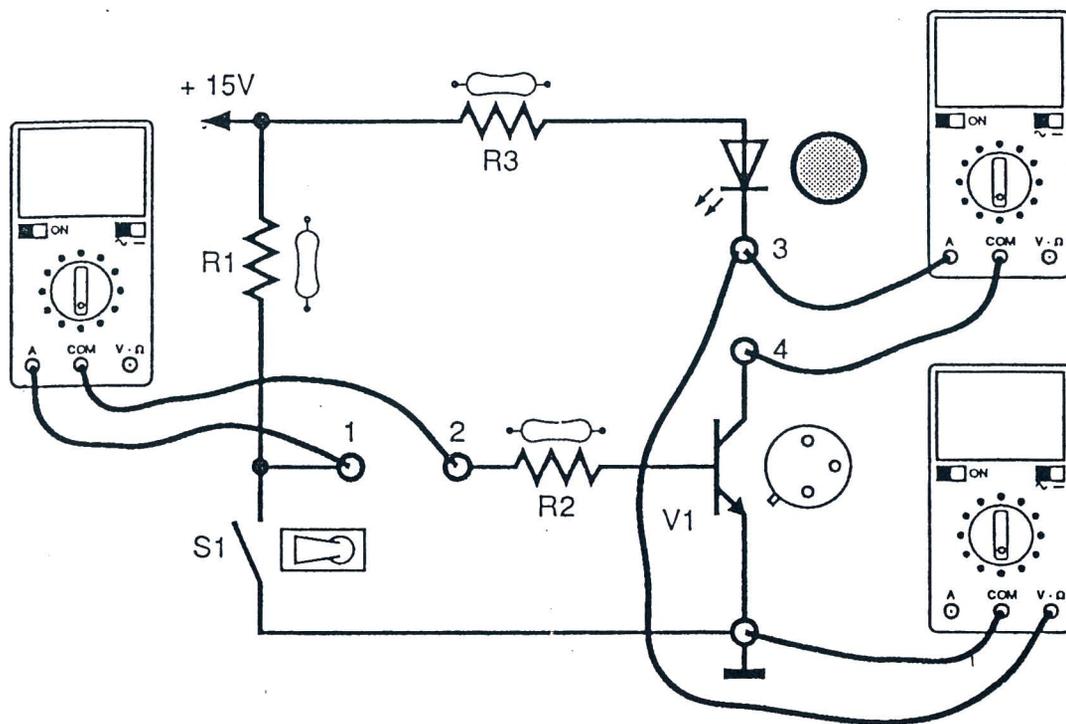


Fig. 8.2

Instrumentos operativos en uso

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 8.1

Resultados obtenidos

Conducción				
IB	Ic [mA]	U <sub>CE</sub> [V]	h <sub>FE</sub>	P [mW]
[μA]				
[mA]				
Corte				

Tabla 8.2

EVALUACIÓN DEL PROFESOR

---

---

---

**CURSO DE CAPACITACIÓN****QUE DEBE HACER EL PROFESOR**

Luego de haber comprobado el conocimiento de los requisitos, debe dar la Hoja de Ejercicios 8 a los alumnos.

Si el Módulo 13 se usa sin la consola DL 3155AL, debe quitar los dos tornillos del simulador de fallas, ajustar el sexto interruptor DIP comenzando desde la izquierda hacia ON y conectar el panel a una unidad de alimentación de las siguientes características: +15V – 1 A.

Para insertar la falla en el circuito debe colocar el sexto interruptor DIP en OFF.

## QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS

Deben:

1. Insertar el Módulo 13 en la consola y colocar el interruptor principal en la posición ON;
2. Seleccionar el lenguaje y digitar su código de alumno (“pupil code”);
3. Seleccionar la Unidad “8”;
4. Elegir la opción “1” (Tema) y leer el contenido;
5. Volver a la opción menú presionando la tecla “ESC”;
6. Conectar los multímetros como se muestra en la Fig. 8.2;
7. Colocar el interruptor S1 en “OFF”; el LED debe encenderse;
8. Medir las corrientes de base y de colector en el estado de conducción del transistor y anotar los valores en la tabla 8.2;
9. Medir el valor de  $U_{CE}$  (jack 4 – tierra) y escribirlo en la tabla 8.2
10. Calcular la ganancia estática del transistor y anotar el resultado en la tabla 8.2;
11. Calcular la potencia disipada por el transistor y escribir el resultado en la tabla 8.2;
12. Colocar el interruptor S1 en “ON”; el LED debe apagarse;
13. Medir las corrientes de base y de colector en el estado de corte del transistor y anotar los valores en la tabla 8.2;
14. Medir el valor de  $U_{CE}$  (jack 4 – tierra) y escribirlo en la tabla 8.2
15. Comentar los resultados;
16. Elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
17. Elegir la opción “3” (Simulación de fallas), repetir el procedimiento de los puntos anteriores y localizar la falla insertada en el circuito;
18. Responder a las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y la tecla “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
19. Anotar los resultados;
20. Compilar la Tabla 8.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 9

### **Regulador de voltaje con transistor en paralelo**

#### **□ OBJETIVOS**

- Determinar la influencia de la carga en el voltaje de salida de un regulador en paralelo
- Determinar la influencia del voltaje de entrada en el voltaje de salida de un regulador en paralelo

#### **□ REQUISITOS**

- Aprendizaje de las Lecciones 1, 2 y 3 del Módulo 13 (Guía Teórica)
- Aprendizaje de las Unidades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 del Módulo 13 (Guía Práctica)
- Aprendizaje del Módulo 12 (Guía práctica)

#### **□ INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- 3 multímetros digitales



## HOJA DE EJERCICIOS 9

Estudiante: \_\_\_\_\_ Clase: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

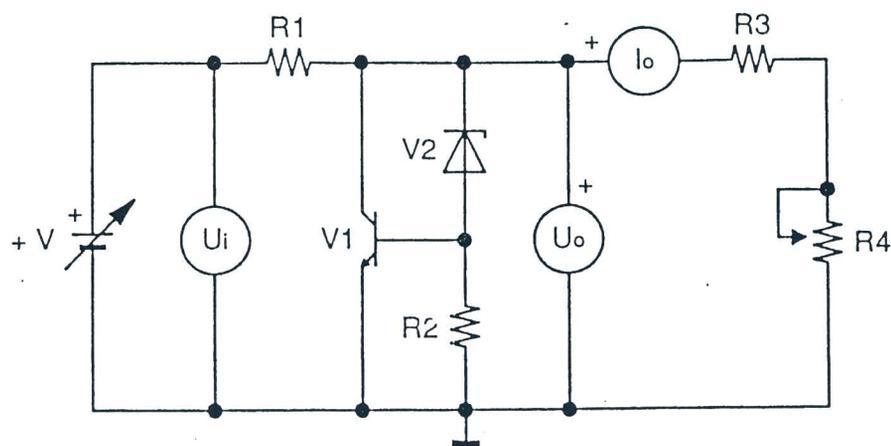
**TÍTULO:** *Regulador de voltaje con transistor en paralelo***Diagrama eléctrico**

Fig. 9.1

**Listado de componentes** $R_1 = 220 \Omega - 1W - 5\%$  $R_2 = 56 \Omega - 1/2W - 5\%$  $R_3 = 390 \Omega - 1/2W - 5\%$  $R_4 = 1k\Omega - \text{Compensador}$  $V_1 = 2N2219A$  $V_2 = \text{diodo Zener} - 6.8V - 1W$

Datos de cálculo

Porcentaje de regulación del voltaje de salida

$$\text{Regulación \%} = \frac{U_o(\text{sin carga}) - U_o(\text{plena carga})}{U_o(\text{plena carga})} \cdot 100$$

Diagrama topográfico

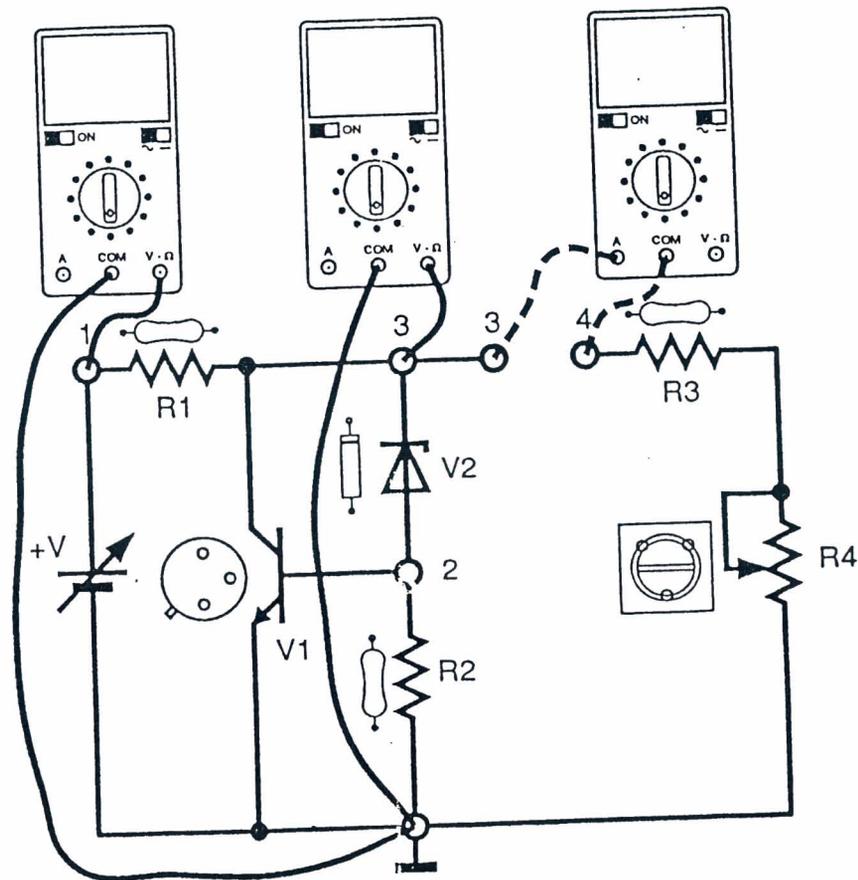


Fig. 9.2

Instrumentos operativos en uso

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 9.1

Resultados obtenidos

$I_o$ [mA]	0	6	8	10	12	14	16	18
$U_o$ [V]								

Tabla 9.2

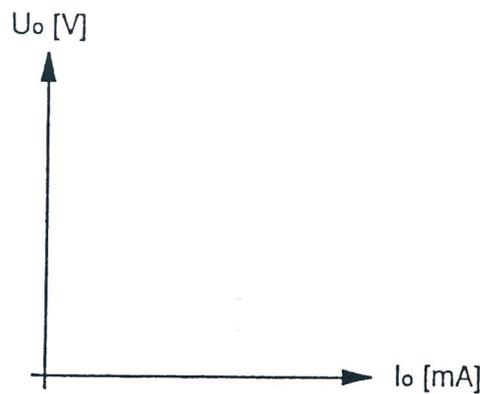


Fig. 9.3

$U_i$ [V]	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$U_o$ [V]										

Tabla 9.3

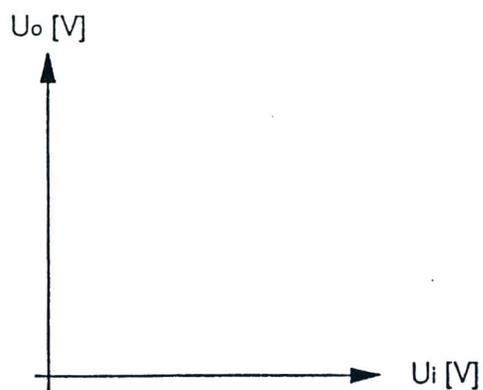


Fig. 9.4

Ajuste %

Tabla 9.4

EVALUACIÓN DEL PROFESOR

---



---



---

**CURSO DE CAPACITACIÓN****QUE DEBE HACER EL PROFESOR**

Luego de haber comprobado el conocimiento de los requisitos, debe dar la Hoja de Ejercicios 9 a los alumnos.

Si el Módulo 13 se usa sin la consola DL 3155AL, debe quitar los dos tornillos del simulador de fallas, ajustar el séptimo interruptor DIP comenzando desde la izquierda hacia ON y conectar el panel a una unidad de alimentación de las siguientes características: 0/+15V – 1 A.

Para insertar la falla en el circuito debe colocar el séptimo interruptor DIP en OFF.

## QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS

Deben:

1. Insertar el Módulo 13 en la consola y colocar el interruptor principal en la posición ON;
2. Seleccionar el lenguaje y digitar su código de alumno (“pupil code”);
3. Seleccionar la Unidad “9”;
4. Elegir la opción “1” (Tema) y leer el contenido;
5. Volver a la opción menú presionando la tecla “ESC”;
6. Conectar los multímetros como se muestra en la Fig. 9.2;
7. Ajustar el voltaje +V a 12V
8. Leer el valor del voltaje sin carga con la carga R3 – R4 desconectada y escribir el valor en la tabla 9.2;
9. Insertar el terminal positivo del miliamperímetro digital, ajustado para corriente continua, en el jack 3 y el otro en el jack 4 (Fig. 9.2)
10. Ajustar el valor de R4 hasta leer en el miliamperímetro una corriente de 6mA;
11. Leer el valor del voltaje  $U_o$  en el voltímetro digital (jack 3 – tierra) y escribirlo en la tabla 9.2;
12. Repetir el procedimiento de los puntos 10 y 11 para todos los valores de corriente que figuran en la tabla 9.2;
13. Trazar en la Fig. 9.3 el gráfico del voltaje de salida en función de la corriente de carga  $U_o = f(I_o)$ ;
14. Girar completamente el potenciómetro R4 en sentido contrario al de las agujas del reloj para tener el valor máximo de corriente en la carga;
15. Ajustar el voltaje +V para todos los valores de la tabla 9.3 y registrar para cada valor del voltaje de entrada el valor correspondiente del voltaje de salida;
16. Trazar en la Fig. 9.4 el gráfico del voltaje de salida en función del voltaje de entrada  $U_o = f(U_i)$ ;
17. Determinar el porcentaje de ajuste del voltaje de salida y escribir el valor en la tabla 9.4;
18. Ajustar el voltaje +V a cero;
19. Comentar los resultados;
20. Elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
21. Elegir la opción “3” (Simulación de fallas), repetir el procedimiento de los puntos anteriores y localizar la falla insertada en el circuito;
22. Responder a las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y la tecla “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
23. Anotar los resultados;
24. Compilar la Tabla 9.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 10

### **Regulador de voltaje con transistor en serie**

#### □ **OBJETIVOS**

- Determinar la influencia de la carga en el voltaje de salida de un regulador en serie
- Determinar la influencia del voltaje de entrada en el voltaje de salida de un regulador en serie

#### □ **REQUISITOS**

- Aprendizaje de las Lecciones 1, 2 y 3 del Módulo 13 (Guía Teórica)
- Aprendizaje de las Unidades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 del Módulo 13 (Guía Práctica)
- Aprendizaje del Módulo 12 (Guía práctica)

#### □ **INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- 3 multímetros digitales



## HOJA DE EJERCICIOS 10

Estudiante: \_\_\_\_\_ Clase: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

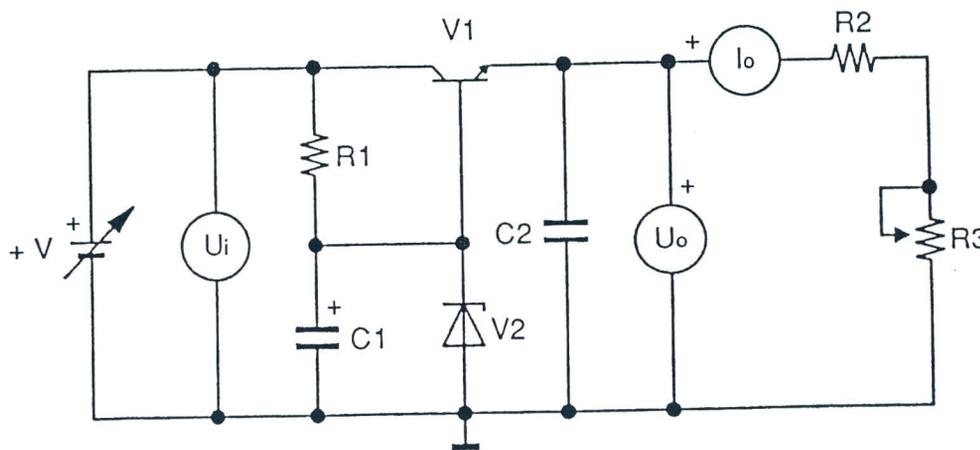
**TÍTULO:** *Regulador de voltaje con transistor en serie***Diagrama eléctrico**

Fig. 10.1

**Listado de componentes**R1 = 660  $\Omega$  - 1/2W - 5%R2 = 380  $\Omega$  - 1/2W - 5%R3 = 1 k $\Omega$  - CompensadorC1 = 10  $\mu$ F - 25V - Electrolítico

C2 = 10 nF - Poliéster

V1 = 2N2219A

V2 = diodo Zener - 5.6V - 1W

Datos de cálculo

Regulación porcentual del voltaje de salida

$$\text{Regulación \%} = \frac{U_o(\text{sin carga}) - U_o(\text{plena carga})}{U_o(\text{plena carga})} \cdot 100$$

Diagrama topográfico

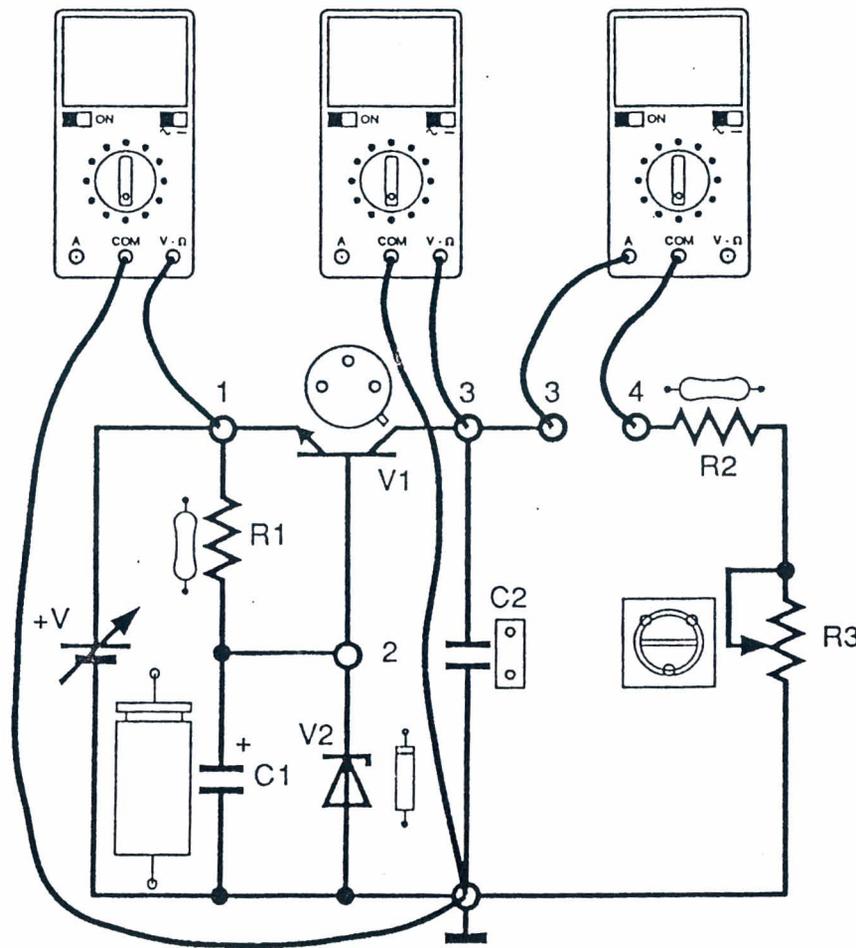


Fig. 10.2

Instrumentos operativos en uso

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 10.1

Resultados obtenidos

$I_o$ [mA]	0	4	6	8	10	12
$U_o$ [V]						

Tabla 10.2

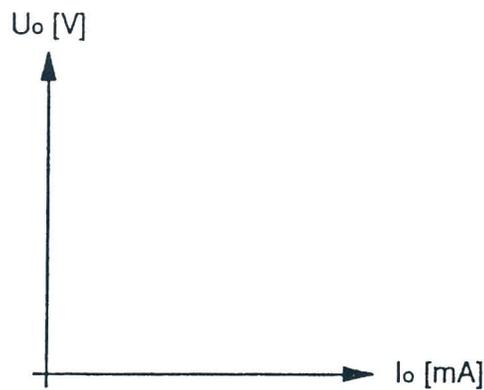


Fig. 10.3

$U_i$ [V]	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$U_o$ [V]										

Tabla 10.3

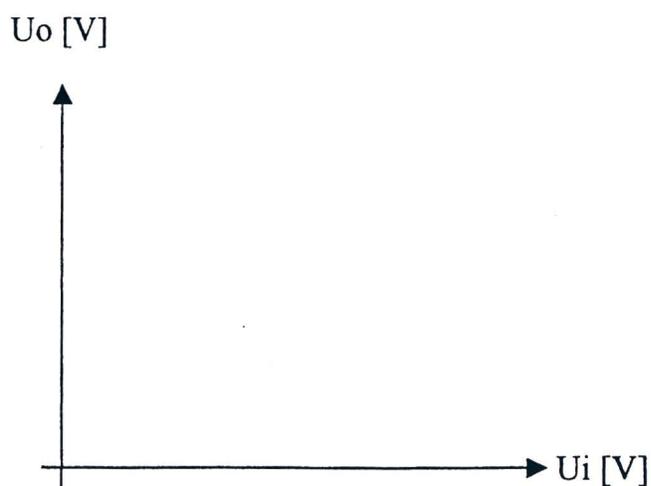


Fig. 10.4

Ajuste %

Tabla 10.4

EVALUACIÓN DEL PROFESOR

---



---



---

**CURSO DE CAPACITACIÓN****QUE DEBE HACER EL PROFESOR**

Luego de haber comprobado el conocimiento de los requisitos, debe dar la Hoja de Ejercicios 10 a los alumnos.

Si el Módulo 13 se usa sin la consola DL 3155AL, debe quitar los dos tornillos del simulador de fallas, ajustar el cuarto interruptor DIP comenzando desde la izquierda hacia OFF y conectar el panel a una unidad de alimentación de las siguientes características: 0/+15V – 1 A.

Para insertar la falla en el circuito debe colocar el cuarto interruptor DIP en ON.

**QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS**

**NOTA:** *antes de insertar el módulo en la consola, colocar la perilla +V en cero.*

Deben:

1. Insertar el Módulo 13 en la consola y colocar el interruptor principal en la posición ON;
2. Seleccionar el lenguaje y digitar su código de alumno (“pupil code”);
3. Seleccionar la Unidad “10”;
4. Elegir la opción “1” (Tema) y leer el contenido;
5. Volver a la opción menú presionando la tecla “ESC”;
6. Conectar los multímetros como se muestra en la Fig. 10.2;
7. Ajustar el voltaje +V a 12V;
8. Leer el valor del voltaje sin carga con la carga R2 – R3 desconectada y escribir el valor en la tabla 10.2;
9. Insertar el terminal positivo del miliamperímetro digital, ajustado para corriente continua, en el jack 3 y el otro en el jack 4 (Fig. 10.2);
10. Ajustar el valor de R3 para poder leer en el miliamperímetro una corriente de 4mA;
11. Leer el valor del voltaje  $U_o$  en el voltímetro digital (jack 3 – tierra) y escribirlo en la tabla 10.2;
12. Repetir el procedimiento de los puntos 10 y 11 para todos los valores de corriente que figuran en la tabla 10.2;
13. Trazar en la Fig. 10.3 el gráfico del voltaje de salida en función de la corriente de carga  $U_o = f(I_o)$ ;
14. Girar completamente el potenciómetro R3 en sentido contrario al de las agujas del reloj para tener el valor máximo de corriente en la carga;
15. Ajustar el voltaje +V para todos los valores de la tabla 10.3 y registrar para cada valor del voltaje de entrada el valor correspondiente del voltaje de salida;
16. Trazar en la Fig. 10.4 el gráfico del voltaje de salida en función del voltaje de entrada  $U_o = f(U_i)$ ;
17. Determinar el porcentaje de ajuste del voltaje de salida y escribir el valor en la tabla 10.4;
18. Ajustar el voltaje +V a cero;
19. Comentar los resultados;
20. Elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
21. Elegir la opción “3” (Simulación de fallas), repetir el procedimiento de los puntos anteriores y localizar la falla insertada en el circuito;
22. Responder a las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y la tecla “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
23. Anotar los resultados;
24. Compilar la Tabla 10.1 y remover todas las conexiones.

© DE LORENZO  
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

DE LORENZO S.R.L.  
V. le Romagna, 20 - 20089 Rozzano (MI)  
Tel. ++39-2-8254551/2/3 – Telefax 8255181 - E-mail: DE.LORENZO@GALACTICA.IT





**DE LORENZO**

---

Viale Romagna, 20 - 20089 Rozzano (MI) Italy • Tel. +39 02 8254551 - Fax +39 02 8255181  
E-mail: [delorenzo@delorenzo.it](mailto:delorenzo@delorenzo.it)

**[www.delorenzogroup.com](http://www.delorenzogroup.com)**