

# DE LORENZO GROUP

**REDES ELECTRICAS  
DL 3155M02  
GUIA PRACTICA**

Laboratorio TIME

*50 years  
in the field of  
technical  
education*

**esq**

UNI EN ISO 9001  
UNI EN ISO 9002



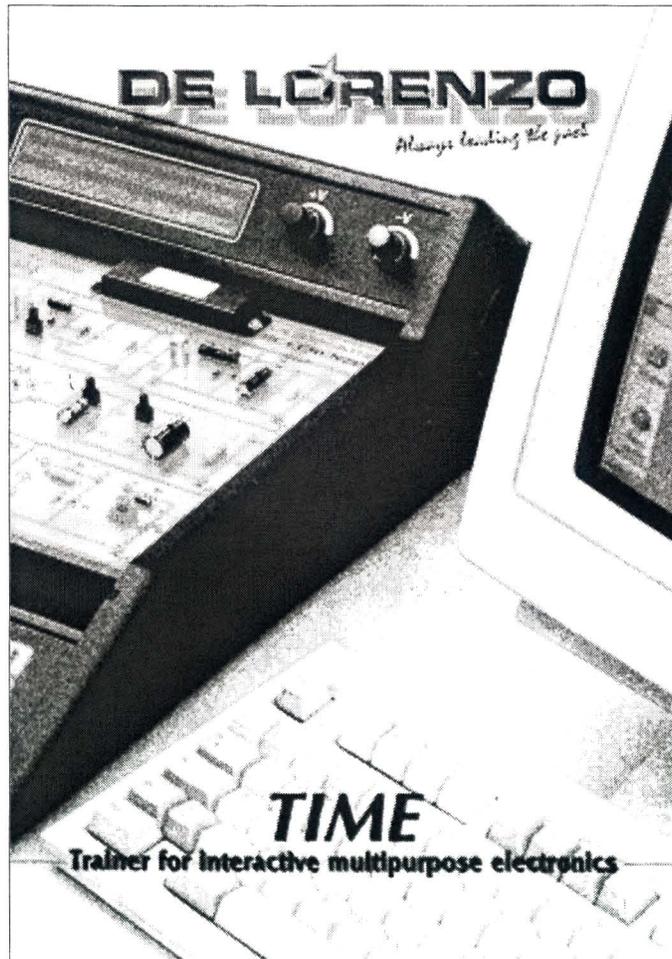


# DE LORENZO

*Always leading the pack*

**REDES ELECTRICAS  
DL 3155M02  
GUIA PRACTICA**

## Laboratorio TIME





## CONTENIDO

### UNIDAD 1

Resistores en serie y verificación de la LVK

(Ley de voltaje de Kirchhoff)

Página 1

Hoja de ejercicios

Página 3

Curso de capacitación

Página 9

### UNIDAD 2

Resistores en paralelo y verificación de la LCK

(Ley de corriente de Kirchhoff)

Página 11

Hoja de ejercicios

Página 13

Curso de capacitación

Página 17

### UNIDAD 3

Resistores en serie – paralelo

Página 19

Hoja de ejercicios

Página 21

Curso de capacitación

Página 25

### UNIDAD 4

Superposición de los efectos

Página 27

Hoja de ejercicios

Página 29

Curso de capacitación

Página 33

### UNIDAD 5

Teorema de Thevenin

Página 35

Hoja de ejercicios

Página 37

Curso de capacitación

Página 41

**UNIDAD 6**

Teorema de Norton  
Hoja de ejercicios  
Curso de capacitación

Página 43  
Página 45  
Página 49

**UNIDAD 7 y 8**

Teorema de Millman  
Hoja de ejercicios  
Curso de capacitación

Página 51  
Página 53  
Página 57

**UNIDAD 9**

Divisor de voltaje  
Hoja de ejercicios  
Curso de capacitación

Página 59  
Página 61  
Página 65

## 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 está 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

### **Resistores en serie y verificación de la LVK (Ley de voltaje de Kirchhoff)**

#### **□ OBJETIVOS**

- Estudiar el comportamiento de los resistores conectados en serie y verificar la 2° ley de Kirchhoff

#### **□ REQUISITOS**

- Aprendizaje del Módulo 01 (Guía Práctica)
- Aprendizaje de las Lecciones 1, 2 y 3 del Módulo 02 (Guía Teórica)

#### **□ INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- 2 Multímetros digitales



HOJA DE EJERCICIOS 1

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

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

**TÍTULO:** *Resistores en serie y verificación de la LVK (ley de voltaje de Kirchhoff)*

**Diagrama eléctrico**

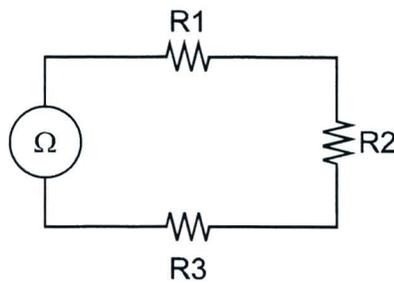


Fig. 1.1a

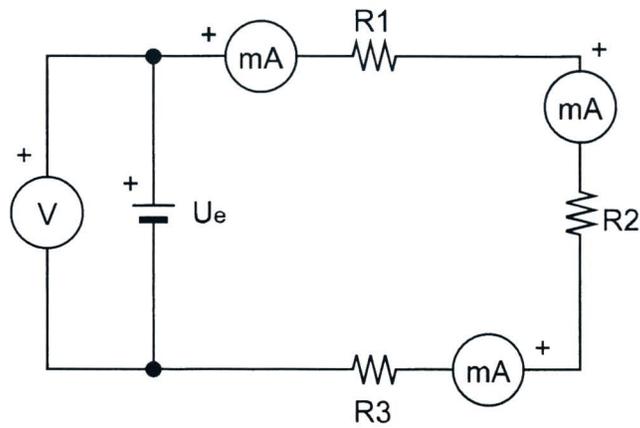


Fig. 1.1b

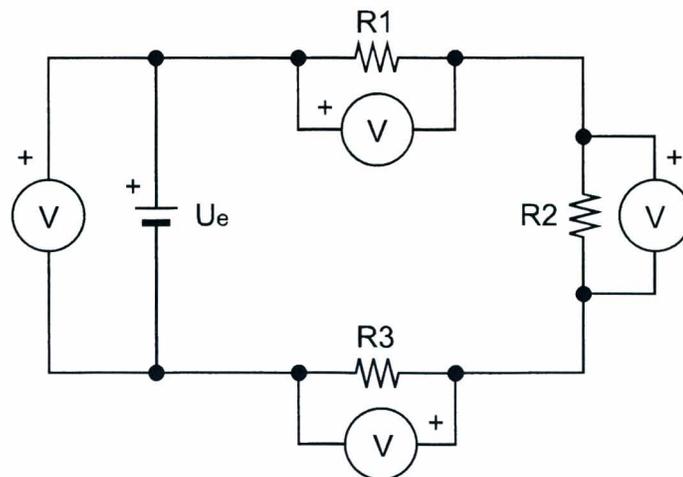


Fig. 1.1c

**Lista de componentes** $R_1 = 100\Omega - 1/4W - 5\%$  $R_2 = 220\Omega - 1/4W - 5\%$  $R_3 = 330\Omega - 1/4W - 5\%$ **Datos de cálculo**

Resistencia equivalente

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3$$

2º ley de Kirchhoff

$$\sum U_e + \sum U_r = 0$$

Diagrama topográfico

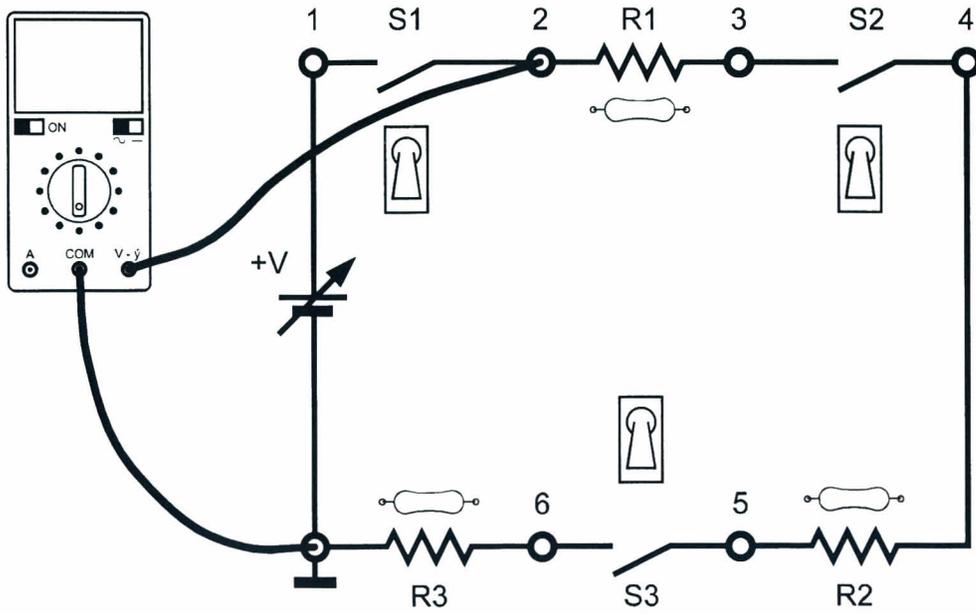


Fig. 1.2a

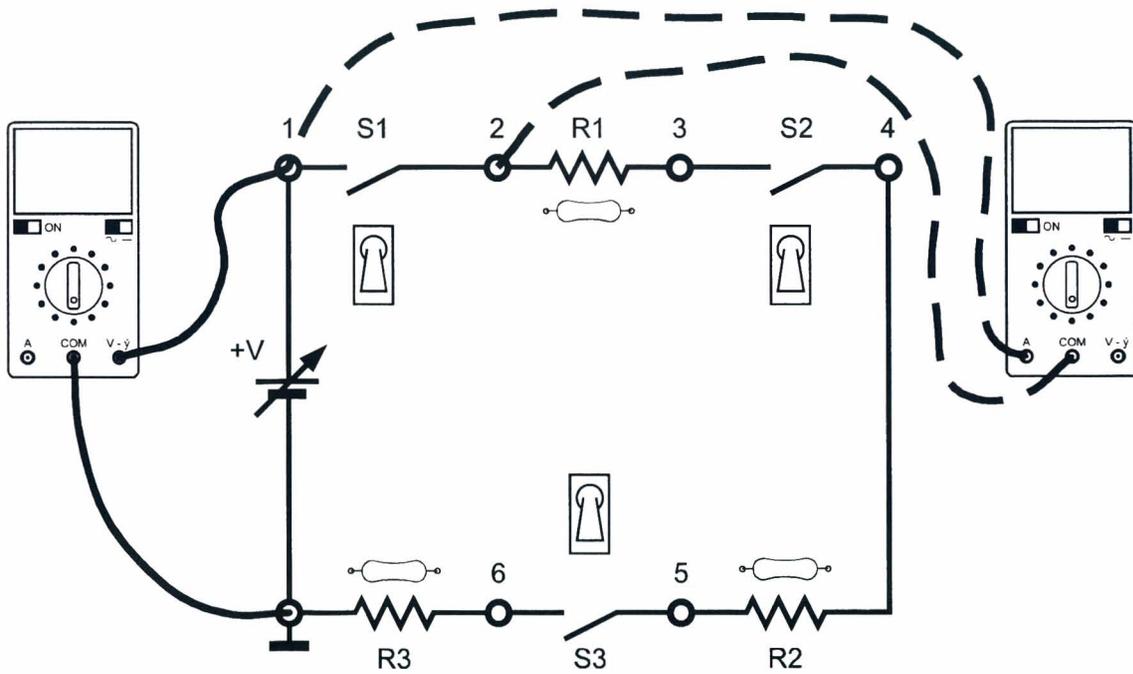


Fig. 1.2b

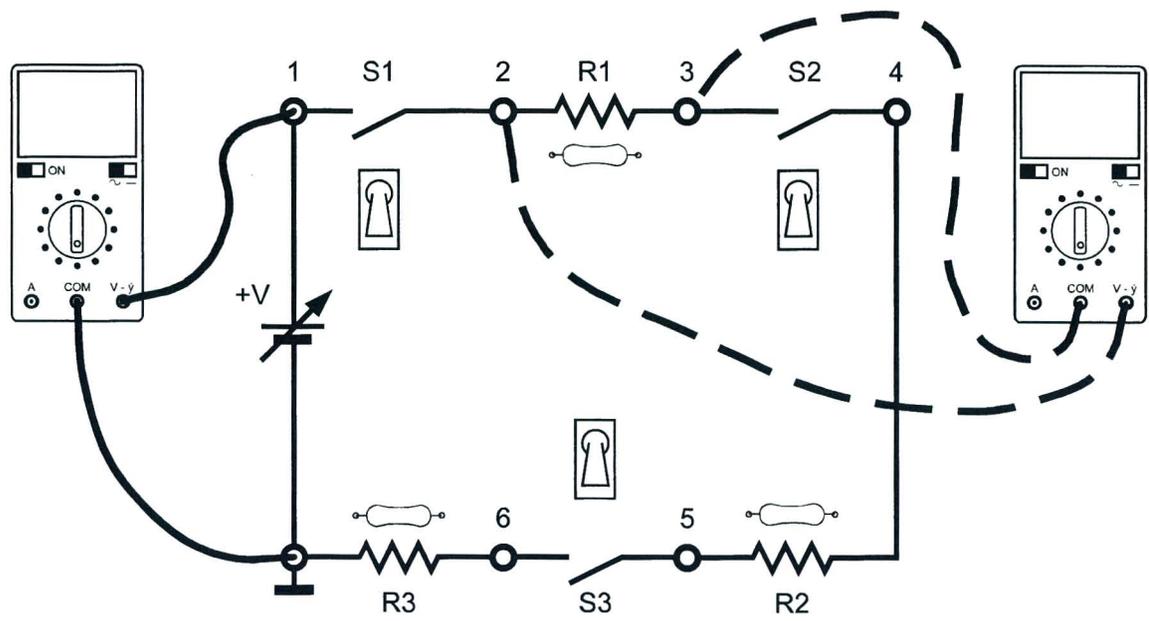


Fig. 1.2c

**Instrumentos**

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 1.1

**Resultados obtenidos**

Re [Ω] Medido	Re [Ω] Calculado	Ue (+V) [V] Medido	IR1 [mA] Medido	IR2 [mA] Medido	IR3 [mA] Medido	$I = \frac{U_e}{R_e}$ [mA] Calculado

Tabla 1.2

Ue (+V) [V] Medido	UR1 [V]	UR2 [V]	UR3 [V]	UR1 [V]	UR2 [V]	UR3 [V]	$\sum U_r = U_{R1} + U_{R2} + U_{R3}$ [V] Medido/calculado
	Valores medidos			Valores calculados			

Tabla 1.3

**EVALUACIÓN DEL PROFESOR**

---



---



---



**QUE DEBE HACER EL PROFESOR**

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

Si el módulo 2 se usa sin la consola DL 3155AL, debe quitar los dos tornillos del simulador de fallas y debe ajustar la primera llave inclinada \*\*comenzando desde la izquierda hacia OFF y debe conectar el panel a una unidad de alimentación de las siguientes características: 0/+15V – 1 A.

Para la inserción de la falla en el circuito debe ajustar la primera llave inclinada a ON\*\*.

**QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS**

Deben:

1. insertar el Módulo 2 en la consola y ajustar el interruptor principal a 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”;
6. colocar los interruptores S1 en OFF y el S2 y S3 en ON;
7. conectar un multímetro, ajustado como un ohmiómetro, Fig. 1.2.a;
8. medir la resistencia  $R_e$  y anotar el valor en la tabla 1.2;
9. calcular el valor de la resistencia  $R_e$  y anotar el valor en la tabla 1.2;
10. comparar el valor medido con el calculado;
11. conectar un multímetro, ajustado como un voltímetro de CC, y otro como un miliamperímetro, Fig. 1.2b;
12. ajustar el voltaje a 10V girando el potenciómetro +V;
13. anotar los valores leídos en el voltímetro y en el miliamperímetro en la tabla 1.2;
14. remover los terminales del miliamperímetro de los jacks 3 y 4;
15. colocar los interruptores S1 en ON, S2 en OFF y S3 en ON;
16. anotar en la tabla 1.2 el valor leído en el miliamperímetro;
17. remover los terminales del miliamperímetro de los jacks 5 y 6;
18. colocar los interruptores S1 en ON, S2 en ON y S3 en OFF;
19. anotar el valor leído en el miliamperímetro en la tabla 1.2
20. comentar los resultados;
21. calcular el valor de la corriente y anotar el valor en la tabla 1.2;
22. comparar el valor calculado de corriente con el valor medido;
23. usar dos multímetros, ajustados como voltímetros de CC, y conectarlos como se muestra en la Fig. 1.2c;
24. colocar los interruptores S1, S2 y S3 en ON;
25. ajustar el voltaje a 10V girando el potenciómetro +V;
26. anotar los valores leídos en el voltímetro en la tabla 1.3;
27. colocar los terminales del voltímetro 2 en los terminales de la resistencia R2 (jacks 4 y 5), medir la caída de voltaje y anotar el valor en la tabla 1.3;
28. colocar los terminales del voltímetro 2 en los terminales de la resistencia R3 (jack 6 y tierra), medir la caída de voltaje y anotar el valor en la tabla 1.3;
29. verificar que la suma de las caídas de voltaje en los resistores corresponde al voltaje  $U_e$ ;
30. calcular el valor de las caídas de voltaje en los resistores y anotar el valor en la tabla 1.3;
31. comparar el valor calculado con el medido;
32. elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
33. elegir la opción “3” (simulación de fallas), repetir el procedimiento de los puntos 19 – 24 y localizar la falla insertada en el circuito;
34. responder a las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y la tecla “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
35. anotar los resultados;
36. compilar la Tabla 1.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 2

### **Resistores en paralelo y verificación de la LCK (Ley de Corriente de Kirchhoff)**

#### □ **OBJETIVOS**

- Estudiar el comportamiento de los resistores conectados en paralelo y verificar la 1° ley de Kirchhoff

#### □ **REQUISITOS**

- Aprendizaje del Módulo 01 (Guía Práctica)
- Aprendizaje de las lecciones 1, 2 y 3 del Módulo 02 (Guía Teórica)

#### □ **INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- 2 Multímetros digitales



## HOJA DE EJERCICIOS 2

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

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

**TÍTULO:** Resistores en paralelo y verificación de la LCK (Ley de Corriente de Kirchhoff)

## Diagrama eléctrico

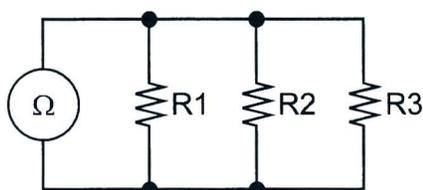


Fig. 2.1a

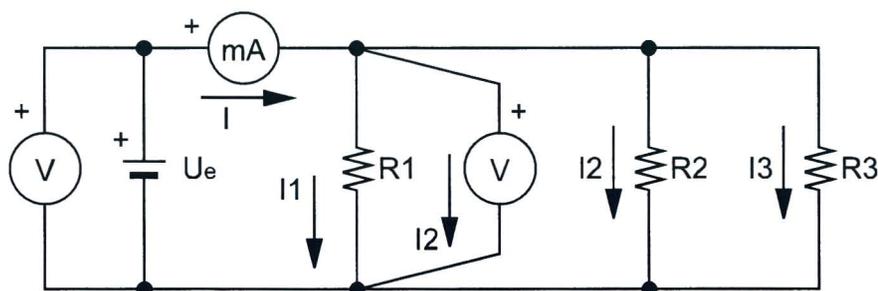


Fig. 2.1b

## Lista de componentes

$R_1 = 1\text{k}\Omega - 1/4\text{W} - 5\%$

$R_2 = 1\text{k}\Omega - 1/4\text{W} - 5\%$

$R_3 = 220\text{k}\Omega - 1/4\text{W} - 5\%$

**Datos de cálculo**

Resistencia equivalente

$$R_e = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

1º ley de Kirchhoff

$$\sum I = 0$$

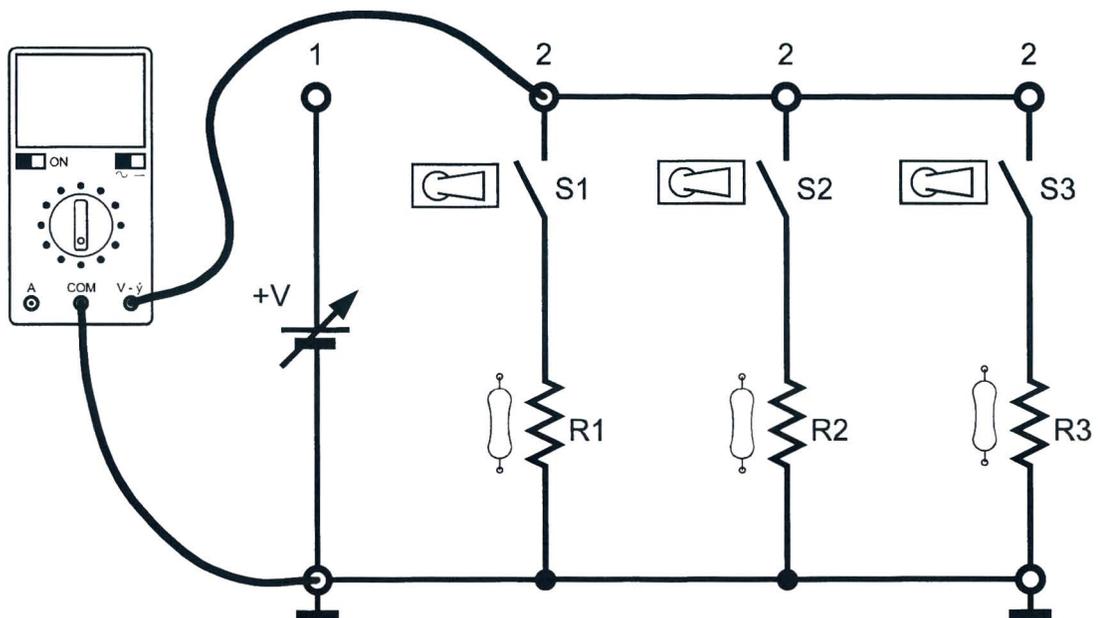
**Diagrama topográfico**

Fig. 2.2a

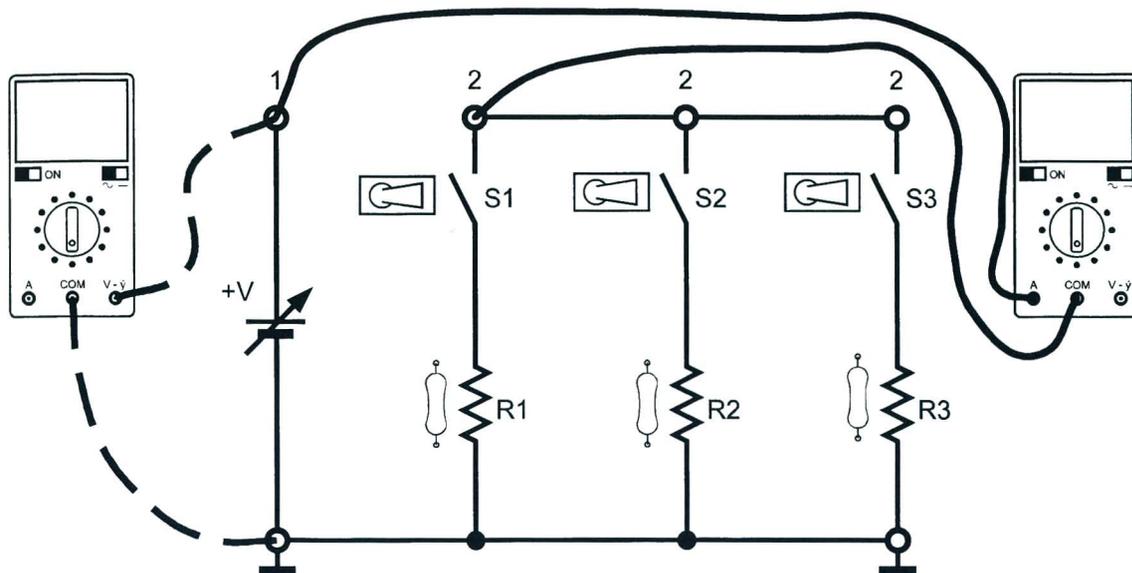


Fig. 2.2b

**Instrumentos**

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 2.1

**Resultados obtenidos**

Re [Ω] Medido	Re [Ω] Calculado	Ue (+V) [V] Medido	I [mA] Medido	$I = \frac{Ue}{Re}$ [mA] Calculado

Tabla 2.2

UR1 [V]	I1 [mA]	UR2 [V]	I2 [mA]	UR3 [V]	I3 [mA]	I1 [mA]	I2 [mA]	I3 [mA]	ΣI = 0
Valor medido						Valor calculado			

Tabla 2.3

**EVALUACIÓN DEL PROFESOR**

---



---



---

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

Para la inserción de la falla en el circuito debe ajustar el segundo interruptor inclinado a ON\*\*.

**QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS**

Deben:

1. insertar el Módulo 2 en la consola y ajustar el interruptor principal a 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”;
6. colocar los interruptores S1, S2 y S3 en ON;
7. conectar un multímetro, ajustado como un ohmiómetro, Fig. 2.2a;
8. medir la resistencia  $R_e$  y anotar el valor en la tabla 2.2;
9. calcular el valor de la resistencia  $R_e$  y anotar el valor en la tabla 2.2;
10. comparar el valor medido con el calculado;
11. conectar un multímetro, ajustado como un voltímetro de CC, y otro como un miliamperímetro, Fig. 2.2b;
12. ajustar el voltaje a 10V girando el potenciómetro +V;
13. anotar los valores leídos en el voltímetro y en el miliamperímetro en la tabla 2.2;
14. remover los terminales del voltímetro del jack 2 y tierra;
15. colocar los interruptores S1 en ON y los S2 y S3 en OFF;
16. anotar en la tabla 2.3 los valores leídos en el voltímetro y en el miliamperímetro;
17. colocar los interruptores S1 en ON, S2 en ON y S3 en OFF;
18. anotar los valores leídos en el voltímetro y en el miliamperímetro en la tabla 2.3
19. colocar los interruptores S1 y S2 en OFF y el S3 en ON;
20. anotar los valores leídos en el voltímetro y en el miliamperímetro en la tabla 2.3
21. calcular el valor de la corriente en los resistores simples y anotar los resultados en la tabla 2.3;
22. comparar los valores calculados con los medidos;
23. verificar que la suma de las corrientes que entran al nodo 2 es igual a la suma de las corrientes que salen (Ley de Corriente de Kirchhoff);
24. elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
25. elegir la opción “3” (simulación de fallas), repetir el procedimiento de los puntos anteriores y localizar la falla insertada en el circuito;
26. responder a las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y la tecla “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
27. anotar los resultados;
28. compilar la Tabla 2.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 3

### **Resistores en serie - paralelo**

#### **□ OBJETIVOS**

- Estudiar el comportamiento de los resistores conectados en serie - paralelo

#### **□ REQUISITOS**

- Aprendizaje del Módulo 01 (Guía Práctica)
- Aprendizaje de las lecciones 1, 2 y 3 del Módulo 02 (Guía Teórica)

#### **□ INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- Multímetro digital



## HOJA DE EJERCICIOS 3

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

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

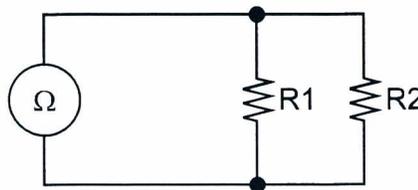
**TÍTULO:** *Resistores en serie - paralelo***Diagrama eléctrico**

Fig. 3.1a

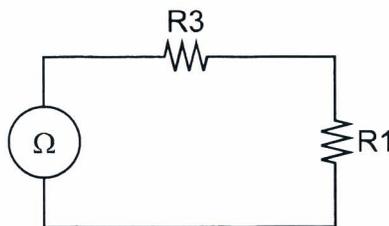


Fig. 3.1b

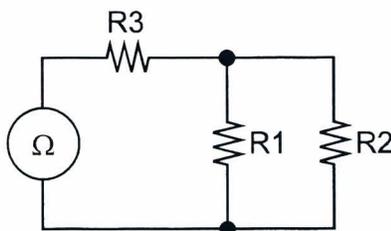


Fig. 3.1c

**Lista de componentes**

R1 = 1kΩ - 1/4W - 5%

R2 = 1kΩ - 1/4W - 5%

R3 = 220kΩ - 1/4W - 5%

**Diagrama topográfico**

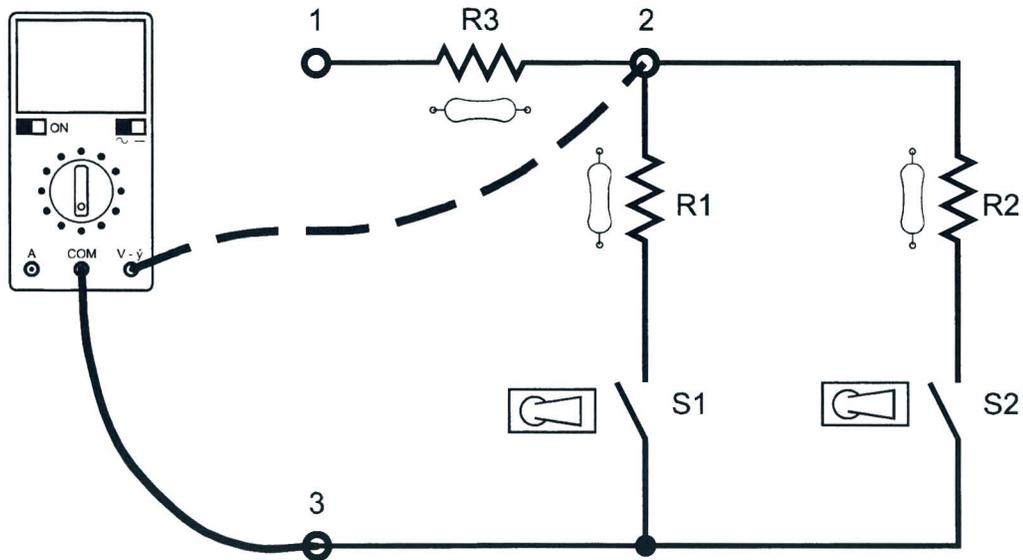


Fig. 3.2

**Instrumentos**

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 3.1

**Resultados obtenidos**

R12 [ $\Omega$ ] Medido	R12 [ $\Omega$ ] Calculado	R13 [ $\Omega$ ] Medido	R13 [ $\Omega$ ] Calculado	Re [ $\Omega$ ] Medido	Re [ $\Omega$ ] Calculado

Tabla 3.2

EVALUACIÓN DEL PROFESOR

---

---

---



**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 2 se usa sin la consola DL 3155AL, debe quitar los dos tornillos del simulador de fallas y debe ajustar el quinto interruptor inclinado \*\*comenzando desde la izquierda hacia ON.

Para la inserción de la falla en el circuito debe ajustar el quinto interruptor inclinado a ON\*\*.

**QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS**

Deben:

1. insertar el Módulo 2 en la consola y ajustar el interruptor principal a 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. colocar los interruptores S1 y S2 en ON;
7. conectar un multímetro, ajustado como un ohmiómetro, Fig. 3.2.;
8. anotar el valor leído en el ohmiómetro en la tabla 3.2;
9. calcular el valor de la resistencia R12 y escribir el valor en la tabla 3.2;
10. comparar el valor medido con el calculado;
11. poner el terminal del ohmiómetro que esta en el jack 2 en el jack1;
12. colocar los interruptores S1 en ON y S2 en OFF;
13. anotar el valor leído en el ohmiómetro en la tabla 3.2;
14. calcular el valor de la resistencia R13 y escribir el valor en la tabla 3.2;
15. comparar el valor medido con el calculado;
16. colocar los interruptores S1 y S2 en ON;
17. anotar el valor leído en el ohmiómetro en la tabla 3.2;
18. calcular el valor de la resistencia R<sub>e</sub> y escribir el valor en la tabla 3.2;
19. comparar el valor medido con el calculado;
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 3.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 4

### **Superposición de los efectos**

#### **□ OBJETIVOS**

- Verificar el teorema de la superposición de los efectos

#### **□ REQUISITOS**

- Aprendizaje del Módulo 01 (Guía Práctica)
- Aprendizaje de las lecciones 1, 3 y 4 del Módulo 02 (Guía Teórica)

#### **□ INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- 2 Multímetros digitales



HOJA DE EJERCICIOS 4

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

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

**TÍTULO:** *Superposición de los efectos*

**Diagrama eléctrico**

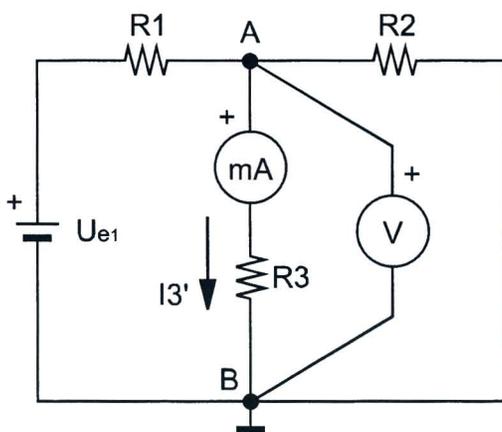


Fig. 4.1a

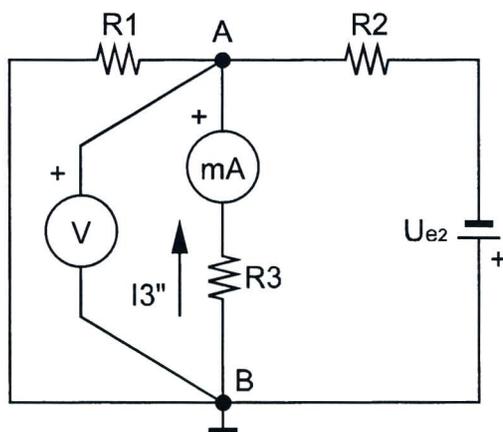


Fig. 4.1b

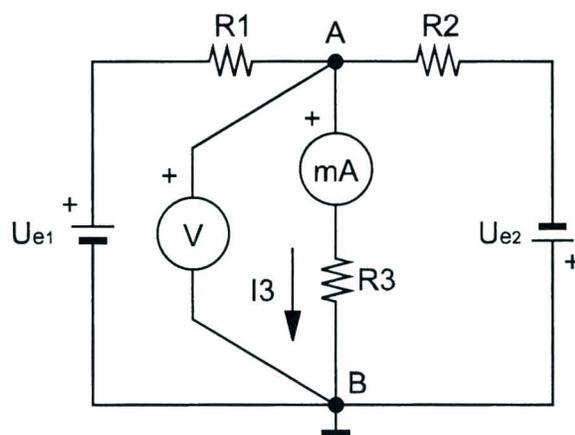


Fig. 4.1c

**Lista de componentes** $R1 = 1\text{k}\Omega - 1/4\text{W} - 5\%$  $R2 = 4.7\text{k}\Omega - 1/4\text{W} - 5\%$  $R3 = 2.2\text{k}\Omega - 1/4\text{W} - 5\%$

Diagrama topográfico

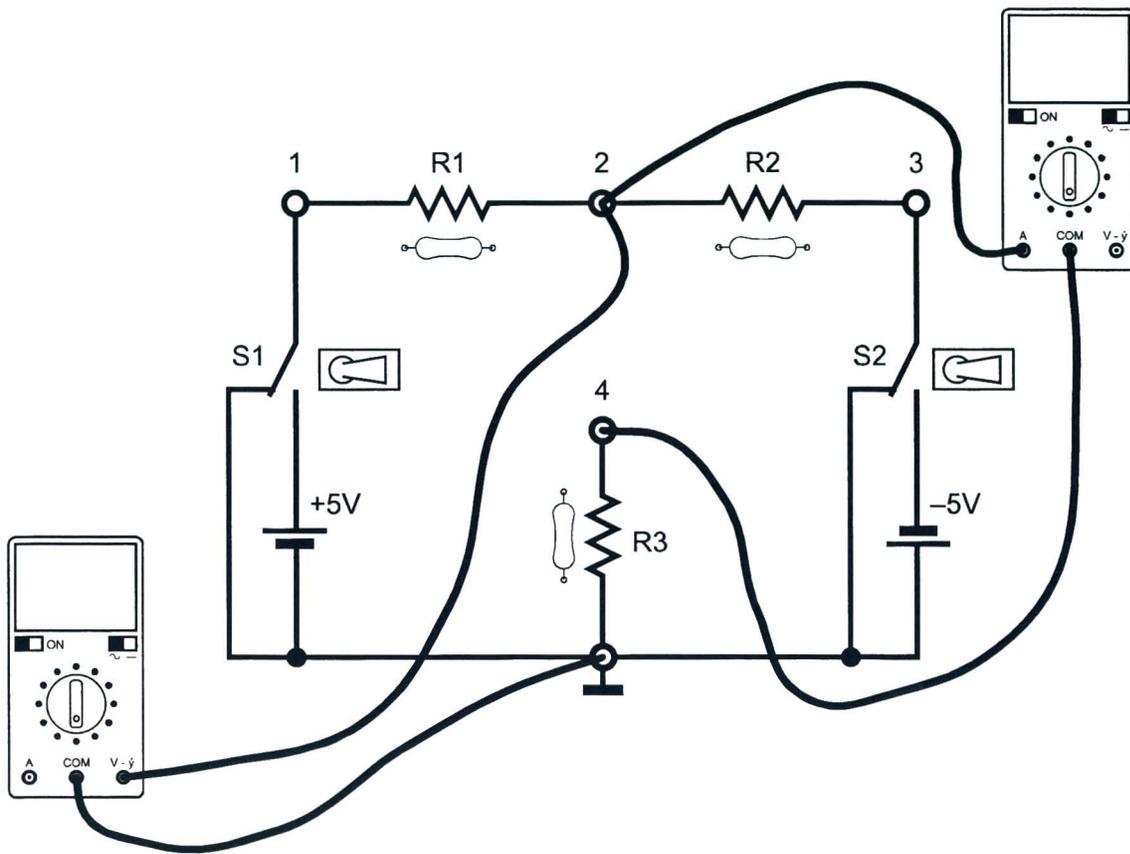


Fig. 4.2

Instrumentos

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 4.1

**Resultados obtenidos**

$U'_{AB}$ [V]	$I'_3$ [mA]	$U''_{AB}$ [V]	$I''_3$ [mA]	$U_{AB}$ [V]	$I_3$ [mA]	$U_{AB}$ [V]	$I_3$ [mA]
Valores medidos						Valores colcuados	

Tabla 4.2

**EVALUACIÓN DEL PROFESOR**

---



---



---

**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 2 se usa sin la consola DL 3155AL, debe quitar los dos tornillos del simulador de fallas y debe ajustar el tercer interruptor inclinado \*\*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 la inserción de la falla en el circuito debe colocar el tercer interruptor inclinado en ON\*\*.

## QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS

Deben:

1. insertar el Módulo 2 en la consola y ajustar el interruptor principal a 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. colocar el interruptor S1 en ON, de manera tal que permita conectar el generador  $-5V$ , y el interruptor S2 en OFF;
7. conectar un multímetro, ajustado como un voltímetro de CC, y otro como un miliamperímetro, Fig. 4.2;
8. leer el valor de la corriente medida por el miliamperímetro y del voltaje que indique el voltímetro;
9. anotar los valores medidos en la tabla 4.2;
10. colocar el interruptor S1 en OFF y el S2 en ON, de manera tal que permita conectar el generador  $-5V$ ;
11. leer el valor de la corriente medida por el miliamperímetro y del voltaje que indique el voltímetro;
12. anotar los valores medidos en la tabla 4.2;
13. colocar los interruptores S1 y S2 en ON, de manera tal que permita conectar los generadores  $+5V$  y  $-5V$ ;
14. leer el valor de la corriente medida por el miliamperímetro y del voltaje que indique el voltímetro;
15. anotar los valores medidos en la tabla 4.2;
16. verificar que la suma de los valores leídos por el instrumento con un solo generador conectado primero y luego con el otro corresponde a la que se lee con los dos generadores conectados al mismo tiempo.
17. calcular la corriente  $I_3$  y el voltaje  $U_{AB}$ , aplicando el teorema de la superposición de los efectos, y anotar los resultados en la tabla 4.2;
18. comparar el valor medido con el calculado;
19. elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
20. elegir la opción “3” (simulación de fallas), repetir el procedimiento de los puntos anteriores y localizar la falla insertada en el circuito;
21. responder a las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y la tecla “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
22. anotar los resultados;
23. compilar la Tabla 4.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 5

### **Teorema de Thevenin**

#### □ **OBJETIVOS**

- Verificar el teorema de Thevenin

#### □ **REQUISITOS**

- Aprendizaje del Módulo 01 (Guía Práctica)
- Aprendizaje de la Unidad 4 del Módulo 02 (Guía Práctica)
- Aprendizaje de las Lecciones 1, 3 y 5 del Módulo 02 (Guía Teórica)

#### □ **INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- 2 multímetros digitales



HOJA DE EJERCICIOS 5

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

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

**TÍTULO:** *Teorema de Thevenin*

**Diagrama eléctrico**

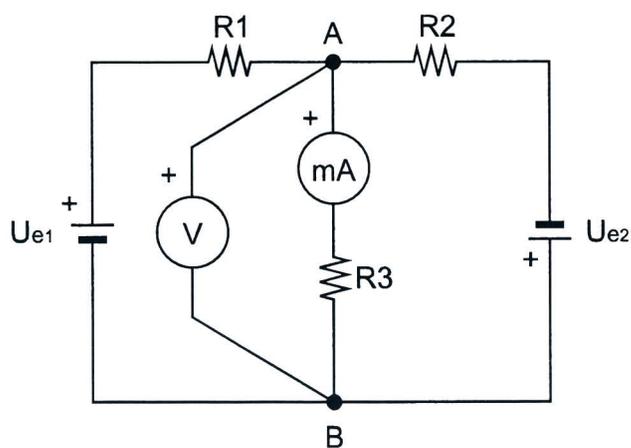


Fig. 5.1a

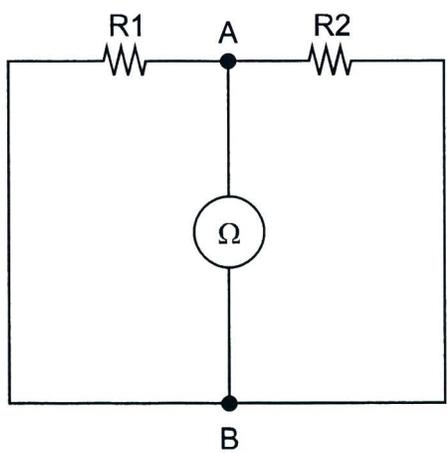


Fig. 5.1b

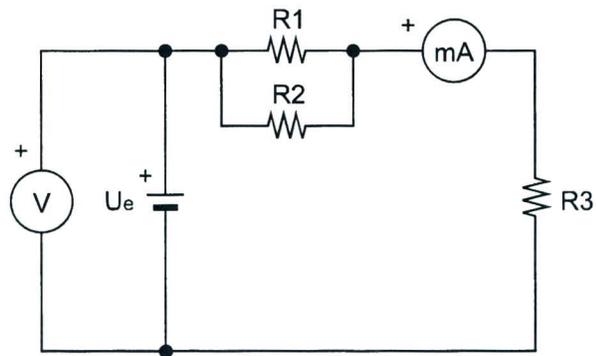


Fig. 5.1c

### Lista de componentes

$R_1 = 1\text{k}\Omega - 1/4\text{W} - 5\%$

$R_2 = 4.7\text{k}\Omega - 1/4\text{W} - 5\%$

$R_3 = 2.2\text{k}\Omega - 1/4\text{W} - 5\%$

### Diagrama topográfico

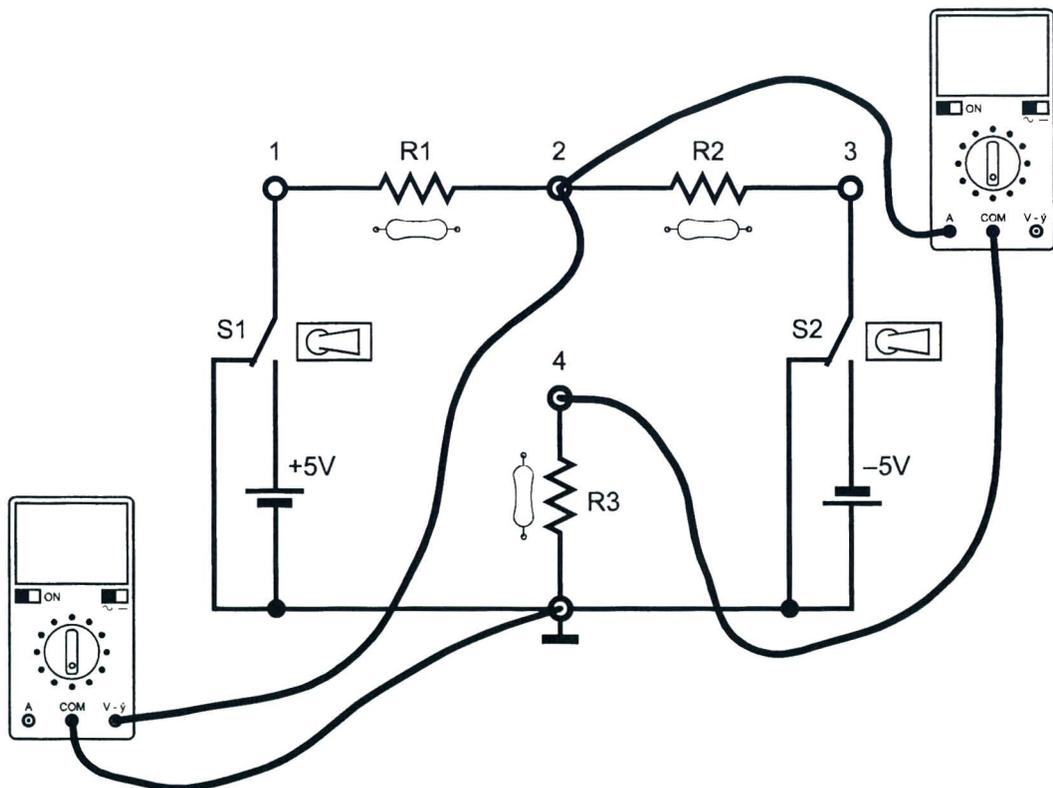


Fig. 5.2a

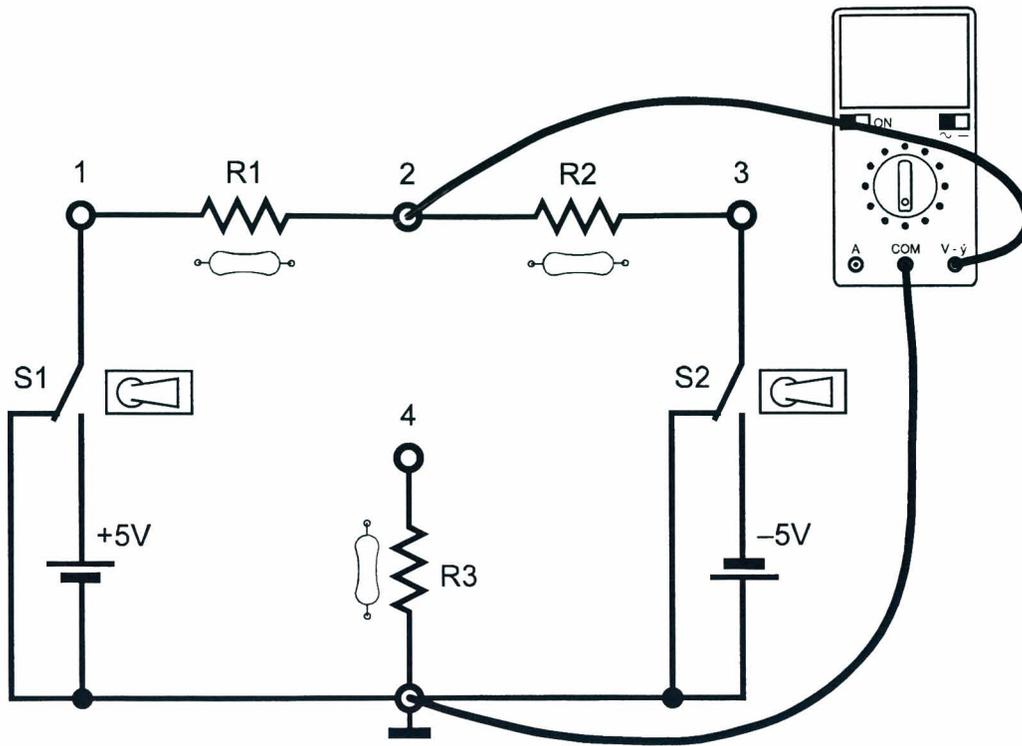


Fig. 5.2b

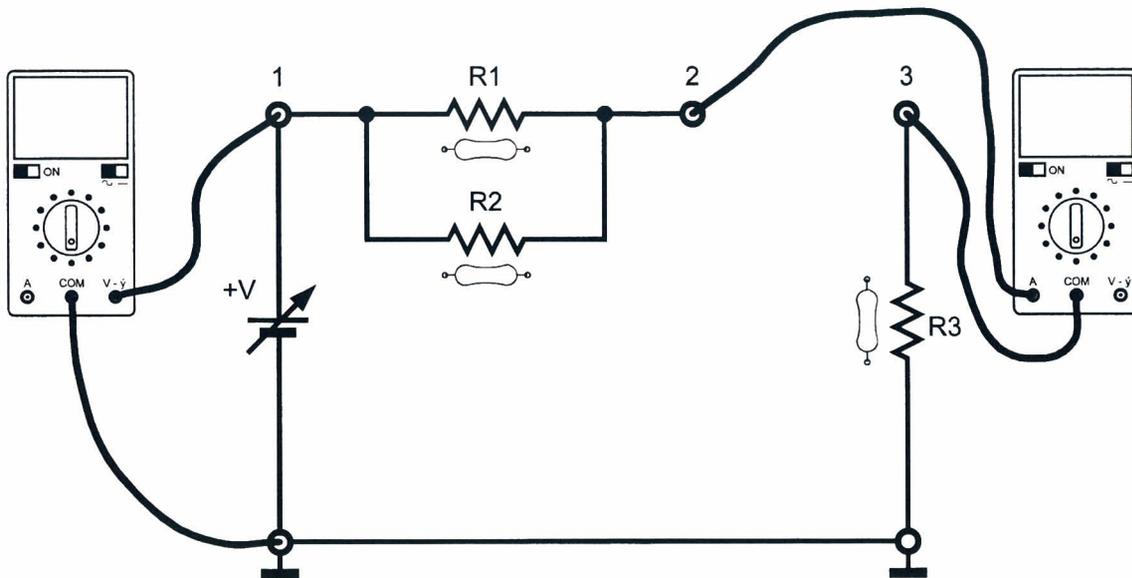


Fig. 5.2c

## Instrumentos

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 5.1

## Resultados obtenidos

Ue [V] Medido	Ue [V] Calculado	Re [Ω] Medido	Re [Ω] Calculado	I3 [mA] Medido	I3 [mA] Calculado

Tabla 5.2

## EVALUACIÓN DEL PROFESOR

---



---



---

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

Para la inserción de la falla en el circuito debe colocar el cuarto interruptor inclinado en ON\*\*.

**QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS**

Deben:

1. insertar el Módulo 2 en la consola y ajustar el interruptor principal a 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. usar el circuito de la Unidad 4 y conectar el voltímetro como se muestra en la Fig. 5.2a;
7. colocar los interruptores S1 y S2 en ON, de manera tal que permita conectar los generadores +5V y -5V;
8. leer el valor del voltaje equivalente  $U_e$  que indica el voltímetro, entre el punto 2 y tierra, y escribirlo en la tabla 5.2;
9. calcular el voltaje  $U_e$  y anotar el resultado en la tabla 5.2;
10. comparar el valor medido con el calculado;
11. colocar los interruptores S1 y S2 en OFF, de manera tal que permita desconectar los generadores +5V y -5V;
12. medir con el multímetro, usado como ohmiómetro, la resistencia equivalente  $R_e$  existente entre los puntos 2 y tierra (Fig. 5.2b) y anotar el valor en la tabla 5.2;
13. calcular la resistencia  $R_e$  y anotar el resultado en la tabla 5.2;
14. comparar el valor medido con el calculado;
15. usar el circuito en serie de Thevenin que se muestra en la Unidad 5 donde el generador equivalente  $U_e$  ha sido reemplazado por +V y la resistencia equivalente  $R_e$  por las paralelas R1, R2;
16. conectar un multímetro, ajustado como voltímetro de CC, y otro como un miliamperímetro, Fig. 5.2c;
17. ajustar el voltaje +V, por medio del potenciómetro, al valor del voltaje  $U_e$  previamente medido;
18. leer el valor de la corriente I3 medida por el miliamperímetro y escribirlo en la tabla 5.2;
19. comparar la corriente I3 con la corriente medida en la Unidad 4;
20. calcular la corriente I3 y escribir el resultado en la tabla 5.2;
21. comparar el valor medido con el calculado;
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 15 - 22 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 5.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 6

### **Teorema de Norton**

#### □ **OBJETIVOS**

- Verificar el teorema de Norton

#### □ **REQUISITOS**

- Aprendizaje del Módulo 01 (Guía Práctica)
- Aprendizaje de la Unidad 4 del Módulo 02 (Guía Práctica)
- Aprendizaje de las Lecciones 1, 3 y 5 del Módulo 02 (Guía Teórica)

#### □ **INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- 2 multímetros digitales



## HOJA DE EJERCICIOS 6

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

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

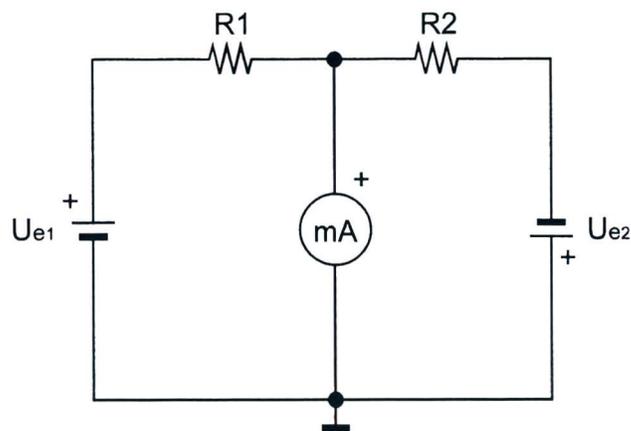
**TÍTULO:** *Teorema de Norton***Diagrama eléctrico**

Fig. 6.1a

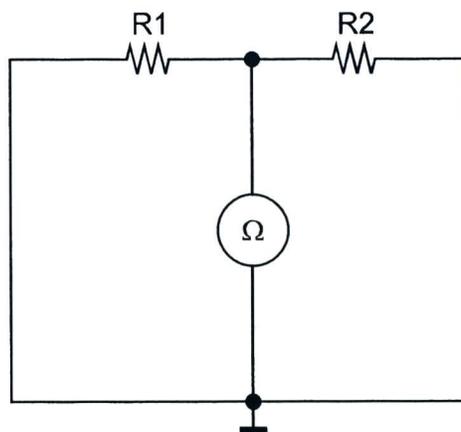


Fig. 6.1b

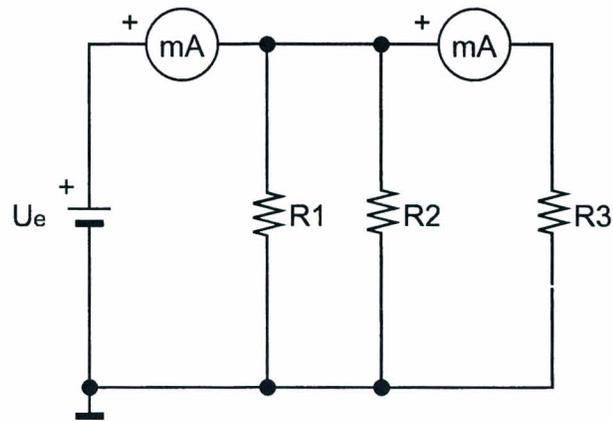


Fig. 6.1c

### Lista de componentes

$R_1 = 1\text{k}\Omega - 1/4\text{W} - 5\%$

$R_2 = 4.7\text{k}\Omega - 1/4\text{W} - 5\%$

$R_3 = 2.2\text{k}\Omega - 1/4\text{W} - 5\%$

### Diagrama topográfico

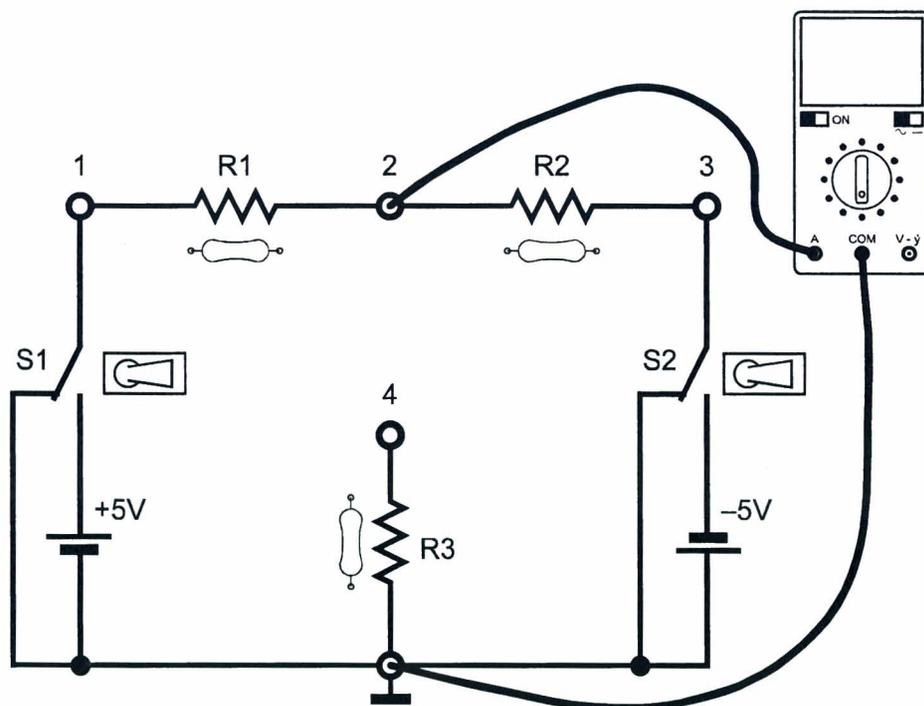


Fig. 6.2a

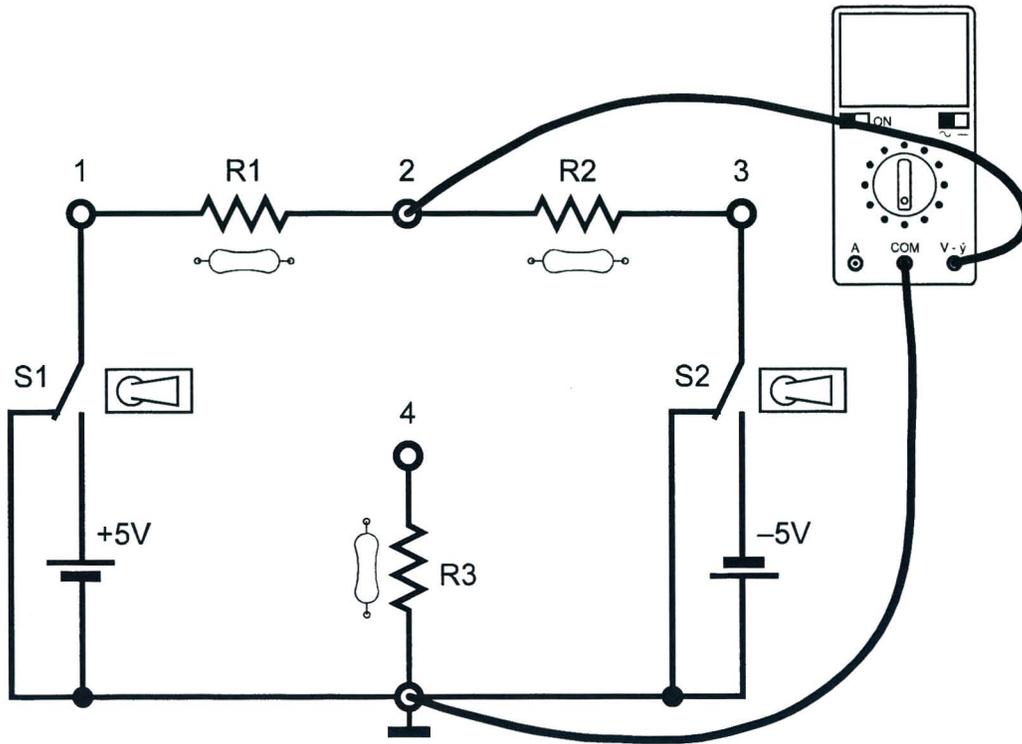


Fig. 6.2b

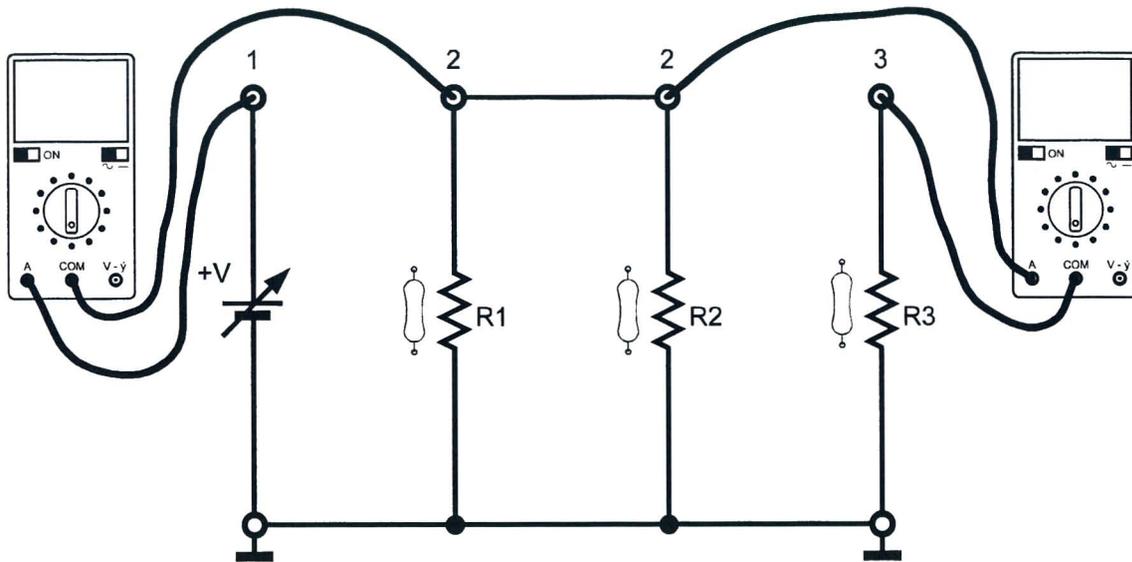


Fig. 6.2c

**Instrumentos**

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 6.1

**Resultados obtenidos**

I <sub>cc</sub> [mA] Medido	I <sub>cc</sub> [mA] Calculado	R <sub>e</sub> [Ω] Medido	R <sub>e</sub> [Ω] Calculado	I <sub>3</sub> [mA] Medido	I <sub>3</sub> [mA] Calculado

Tabla 6.2

**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 6 a los alumnos.

Si el Módulo 2 se usa sin la consola DL 3155AL, debe quitar los dos tornillos del simulador de fallas, ajustar el sexto interruptor inclinado \*\*comenzando desde la izquierda hacia ON y conectar el panel a una unidad de alimentación de las siguientes características. 0/+15V – 1 A.

Para la inserción de la falla en el circuito debe colocar el sexto interruptor inclinado en OFF\*\*.

**QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS**

Deben:

1. insertar el Módulo 2 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. usar el circuito de la Unidad 4 y conectar un multímetro como un miliamperímetro de CC, Fig. 6.2a;
7. colocar los interruptores S1 y S2 en ON, de manera tal que permita conectar los generadores +5V y -5V;
8. leer el valor de la corriente  $I_{cc}$ , entre el punto 2 y tierra, que indica el miliamperímetro y escribir el resultado la tabla 6.2;
9. calcular la corriente  $I_{cc}$  aplicando el teorema de la superposición de los efectos y escribir el resultado en la tabla 6.2;
10. comparar el valor medido con el calculado;
11. colocar los interruptores S1 y S2 en OFF, de manera tal que permita desconectar los generadores +5V y -5V;
12. medir con el multímetro, usado como ohmiómetro, la resistencia equivalente  $R_e$  existente entre los puntos 2 y tierra (Fig. 6.2b) y anotar el valor en la tabla 6.2;
13. calcular la resistencia  $R_e$  y anotar el resultado en la tabla 6.2;
14. comparar el valor medido con el calculado;
15. usar el circuito de Norton que se muestra en la Unidad 6;
16. conectar los multímetros, ajustados como miliamperímetros de CC, Fig. 6.2c;
17. ajustar el voltaje +V, por medio del potenciómetro, hasta poder leer el valor de la corriente  $I_{cc}$  previamente medida;
18. leer el valor de la corriente  $I_3$  medida por el miliamperímetro y escribirlo en la tabla 6.2;
19. comparar la corriente  $I_3$  con las corrientes medidas en la Unidad 4 y en la Unidad 5;
20. calcular la corriente  $I_3$  y escribir el resultado en la tabla 6.2;
21. comparar el valor medido con el calculado;
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 15 - 21 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 6.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 7 y 8

### **Teorema de Millman**

#### □ **OBJETIVOS**

- Verificar el teorema de Millman

#### □ **REQUISITOS**

- Aprendizaje del Módulo 01 (Guía Práctica)
- Aprendizaje de las Unidades 1 y 2 del Módulo 02 (Guía Práctica)
- Aprendizaje de las Lecciones 1, 3 y 6 del Módulo 02 (Guía Teórica)

#### □ **INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- 2 multímetros digitales



HOJA DE EJERCICIOS 7 y 8

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

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

TÍTULO: *Teorema de Millman*

Diagrama eléctrico

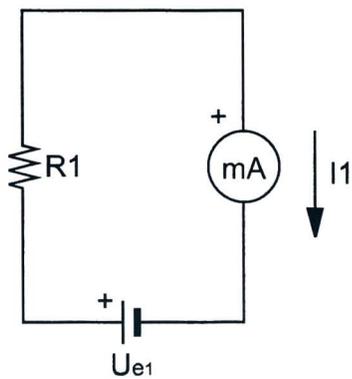


Fig. 7/8.1a

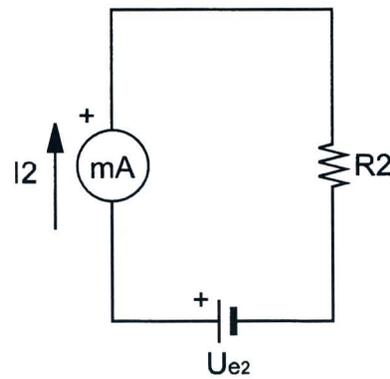


Fig. 7/8.1b

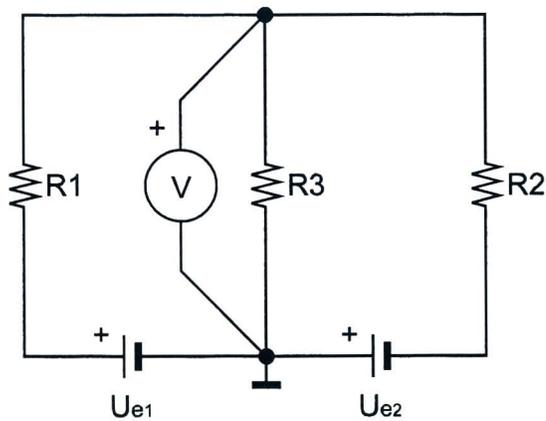


Fig. 7/8.1c

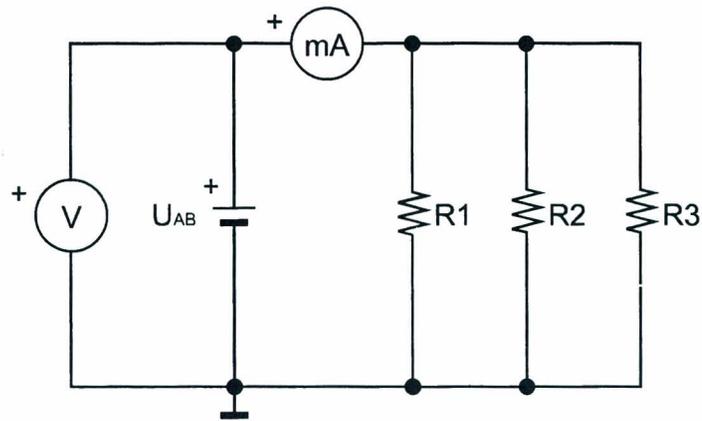


Fig. 7/8.1d

**Lista de componentes**

- $R1 = 1k\Omega - 1/4W - 5\%$
- $R2 = 4.7k\Omega - 1/4W - 5\%$
- $R3 = 2.2k\Omega - 1/4W - 5\%$

**Diagrama topográfico**

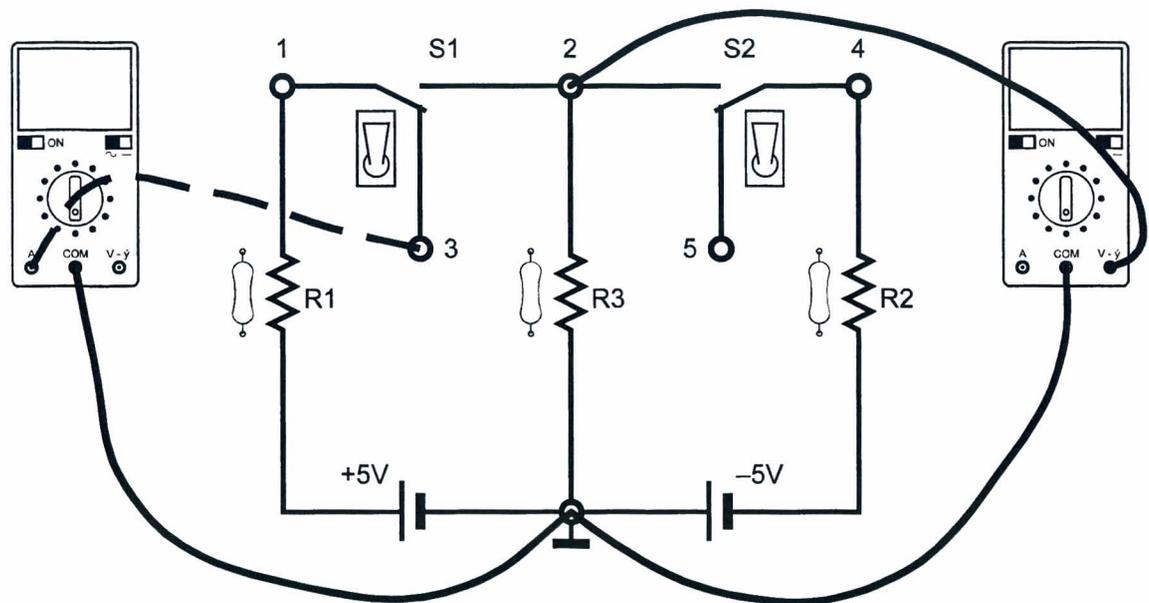


Fig. 7/8.2a

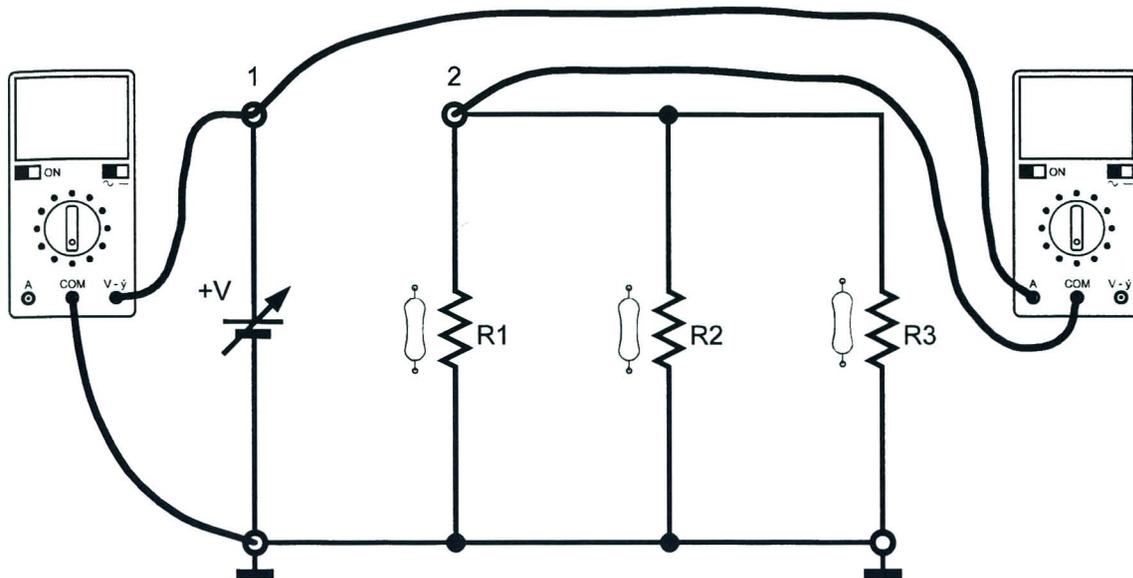


Fig. 7/8.2b

**Instrumentos**

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 7/8.1

## Resultados obtenidos

$I_1$ [mA]	$I_2$ [mA]	$U_{AB}$ [V]	$U_{AB}$ [V] Calculado	$U_{AB} (+V)$ [V]

Tabla 7/8.2

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 7 y 8 a los alumnos.

Si el Módulo 2 se usa sin la consola DL 3155AL, debe quitar los dos tornillos del simulador de fallas, ajustar el octavo interruptor inclinado \*\*comenzando desde la izquierda hacia ON y conectar el panel a una unidad de alimentación de las siguientes características: 0/+15V – 1 A; +5V – 1 A; -5V – 1 A.

Para la inserción de la falla en el circuito debe colocar el octavo interruptor inclinado en OFF\*\*.

**QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS**

Deben:

1. insertar el Módulo 2 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. usar el circuito 7 y conectar un multímetro como un miliamperímetro de CC, Fig. 7/8.2.a;
7. colocar los interruptores S1 y S2 en OFF;
8. leer el valor de la corriente  $I_1$ , entre el punto 3 y tierra, que indica el miliamperímetro y escribirlo en la tabla 7/8.2;
9. trasladar el terminal del miliamperímetro del jack 3 al jack 5;
10. leer el valor de la corriente  $I_2$ , entre el punto 5 y tierra, que indica el miliamperímetro y escribirlo en la tabla 7/8.2;
11. colocar los interruptores S1 y S2 en ON;
12. leer el valor del voltaje  $U_{AB}$ , entre el punto 2 y tierra, y escribir el valor en la tabla 7/8.2;
13. aplicar el teorema de Millman y anotar el valor del voltaje  $U_{AB}$  en la tabla 7/8.2;
14. usar el circuito 8, que corresponde al circuito equivalente de la Unidad 7, y conectar el miliamperímetro y el voltímetro como se muestra en la Fig. 7/8.2b;
15. ajustar el voltaje +V, hasta que se pueda leer el valor de la corriente  $I = I_1 - I_2$ ;
16. leer el valor del voltaje que corresponde a la corriente  $I$  y anotar el valor en la tabla 7/8.2;
17. verificar que el voltaje  $-V$  corresponde al voltaje  $U_{AB}$ ;
18. comparar el valor medido con el calculado;
19. elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
20. elegir la opción “3” (simulación de fallas), repetir el procedimiento de los puntos 13 - 17 y localizar la falla insertada en el circuito;
21. responder a las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y la tecla “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
22. anotar los resultados;
23. compilar la Tabla 7/8.1 y remover todas las conexiones.

## UNIDAD 9

### **Divisor de voltaje**

#### □ **OBJETIVOS**

- Verificar el funcionamiento de un divisor de voltaje

#### □ **REQUISITOS**

- Aprendizaje del Módulo 01 (Guía Práctica)
- Aprendizaje de las Unidades 1, 2 y 3 del Módulo 02 (Guía Práctica)
- Aprendizaje de las Lecciones 1 y 3 del Módulo 02 (Guía Teórica)

#### □ **INSTRUMENTOS OPERATIVOS**

- 2 multímetros digitales



## HOJA DE EJERCICIOS 9

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

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

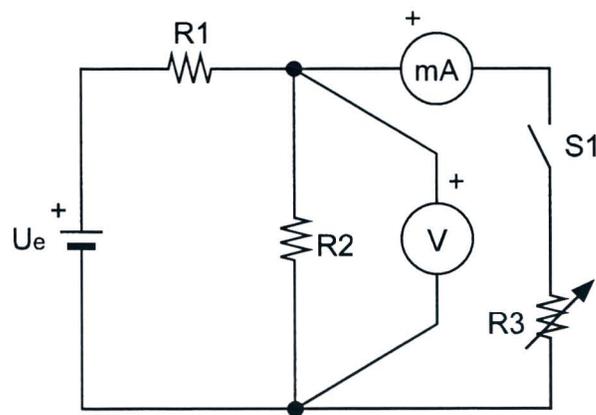
**TÍTULO:** *Divisor de voltaje***Diagrama eléctrico**

Fig. 9.1

**Lista de componentes**R1 =  $330\Omega$  - 1/4W - 5%R2 =  $1k\Omega$  - 1/4W - 5%R3 =  $500\Omega$  - Compensador

Diagrama topográfico

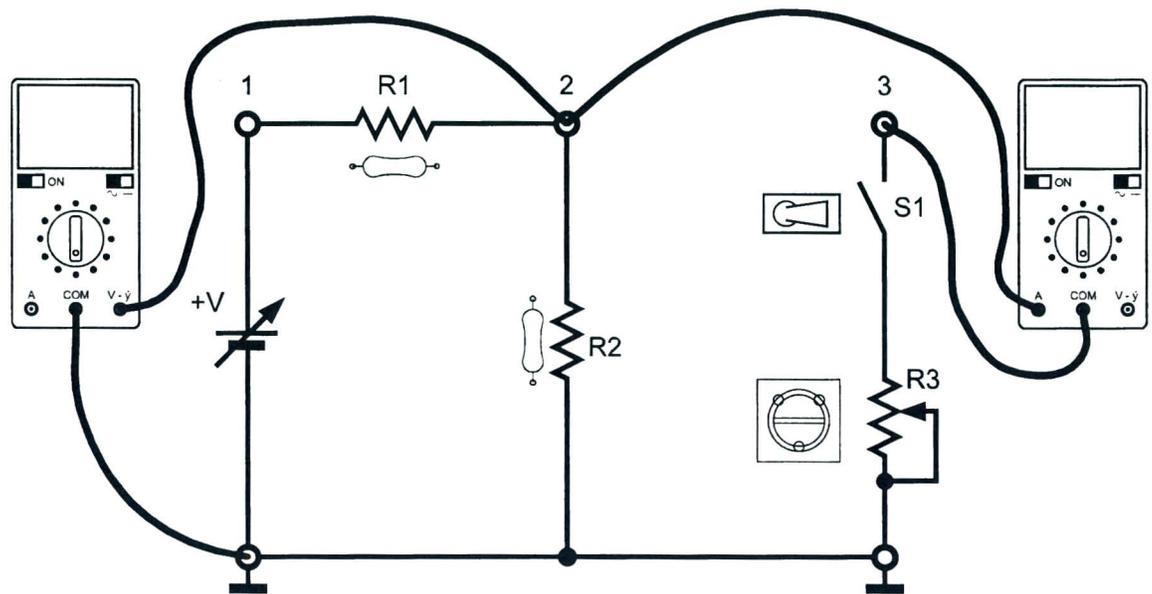


Fig. 9.2

Instrumentos

REF.	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS

Tabla 9.1

Resultados obtenidos

$U_o$ (sin carga) [V] Medido	$U_o$ (sin carga) [V] Calculado	$R_3$ [ $\Omega$ ]	500	400	300	200	100	0
		$U_o$ [V]						
		$I_c$ [mA]						

Tabla 9.2

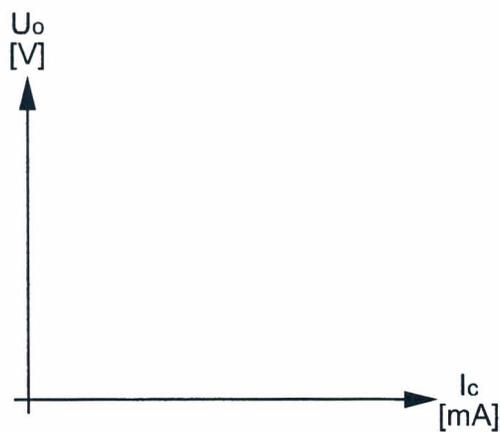


Fig. 9.3

EVALUACIÓN DEL PROFESOR

---



---



---



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

Para la inserción de la falla en el circuito debe colocar el noveno interruptor inclinado en ON\*\*.

**QUE DEBEN HACER LOS ALUMNOS**

Deben:

1. insertar el Módulo 2 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 un multímetro digital, como un voltímetro de CC, y otro como un miliamperímetro, Fig. 9.2.;
7. colocar el interruptor S1 en OFF;
8. ajustar el voltaje a 5V girando el potenciómetro +V;
9. leer el valor del voltaje  $U_{O(\text{sin carga})}$ , entre el punto 3 y tierra, y escribirlo en la tabla 9.2;
10. calcular el valor del voltaje  $U_{O(\text{sin carga})}$  y escribirlo en la tabla 9.2;
11. comparar el valor calculado con el medido;
12. hacer girar completamente el compensador R3 en el sentido de las agujas del reloj (valor máximo de resistencia);
13. colocar el interruptor S1 en ON;
14. leer los valores del voltaje y de la corriente y escribirlos en la tabla 9.2;
15. repetir las operaciones previas para todos los valores de R3 que figuran en la tabla 9.2;
16. representar en la Fig. 9.3 la curva característica voltaje – corriente del divisor de voltaje;
17. comentar los resultados;
18. elegir la opción “2” (Evaluación) y responder las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
19. elegir la opción “3” (simulación de fallas), repetir el procedimiento de los puntos anteriores y localizar la falla insertada en el circuito;
20. responder a las preguntas usando la tecla “F1” para leer las respuestas y la tecla “↵” (Retorno) para confirmar una respuesta;
21. anotar los resultados;
22. compilar la Tabla 9.1 y remover todas las conexiones.

Rozzano, li 20/07/1999  
© 1999 DE LORENZO SRL - Printed in Italy - All right reserved

DE LORENZO SRL  
V.le Romagna, 20 - 20089 Rozzano (MI) Italy  
Tel. ++39 02 8254551 - Telefax ++39 02 8255181  
E-mail: [delorenzo@delorenzo.it](mailto:delorenzo@delorenzo.it)  
[delorenzo@galactica.it](mailto:delorenzo@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)