

# UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE



)

## "Práctica de Laboratorio N°4 Teorema de superposición" "Fundamentos de Circuitos Eléctricos"

**Integrantes:** Jerez Bradd; Sangoquiza Andrés; Flores de Valgas Jonathan.

**NRC:** 8702

**Fecha:** 2020 - 06 - 30

### 1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

¿Qué resultados y conclusiones se obtendrán si se aplica el teorema de superposición para el circuito? ¿Se obtendrá un mismo resultado si se compara con el mismo circuito en un simulador?

### 2.- OBJETIVOS:

Generales:

- Comprobar experimentalmente el teorema de superposición.

Específicos:

- Identificar el valor de tensión en la malla para uno de los componentes.
- Calcular el valor de corriente circulada en una de las mallas del circuito.
- Implementar el circuito en la plataforma virtual TINKERCAD.

### 3.- MARCO TEÓRICO:

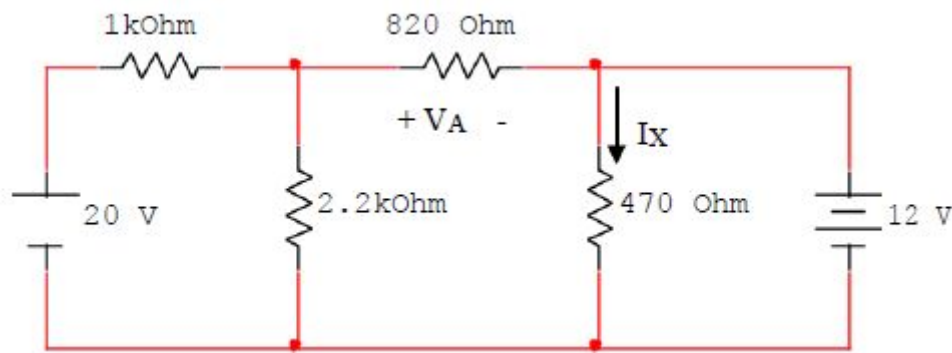
El análisis de superposición, únicamente es efectivo siempre y cuando existan dos o más fuentes de tensión o corriente "independientes". Donde la sumatoria de las tensiones de estas fuentes resulta en el valor de voltaje del componente a buscar.

La superposición está basada en el principio de la linealidad. Para el análisis de superposición, se recalca la importancia de la contribución independiente de una fuente, además, existen condiciones para un correcto cálculo mediante este teorema.

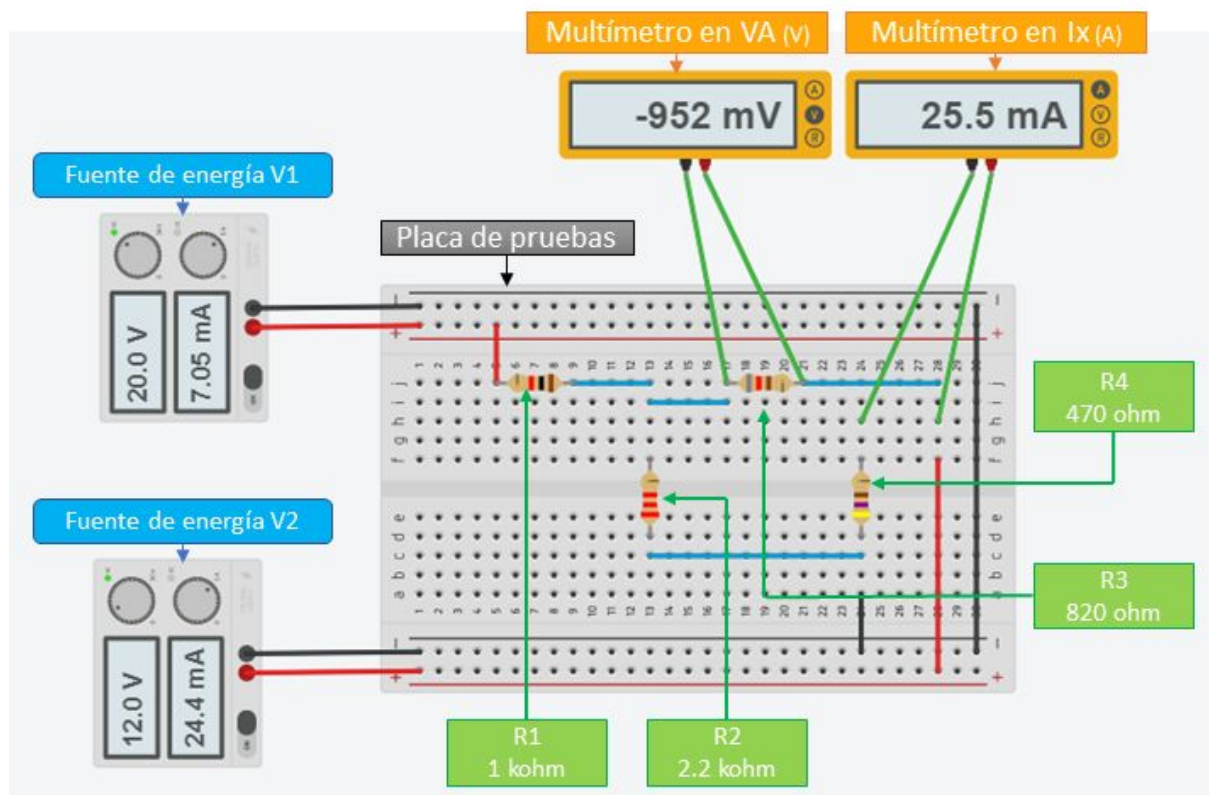
- Se considera que únicamente una de las 2 o más fuentes está encendida mientras que el resto de fuentes "de tensión o corriente" permanecen apagadas. Este proceso se realizaría individualmente para cada fuente independiente.
- No habrá ningún cambio o similitud del circuito respecto al punto anterior para fuentes dependientes.

#### 4.- DIAGRAMAS:

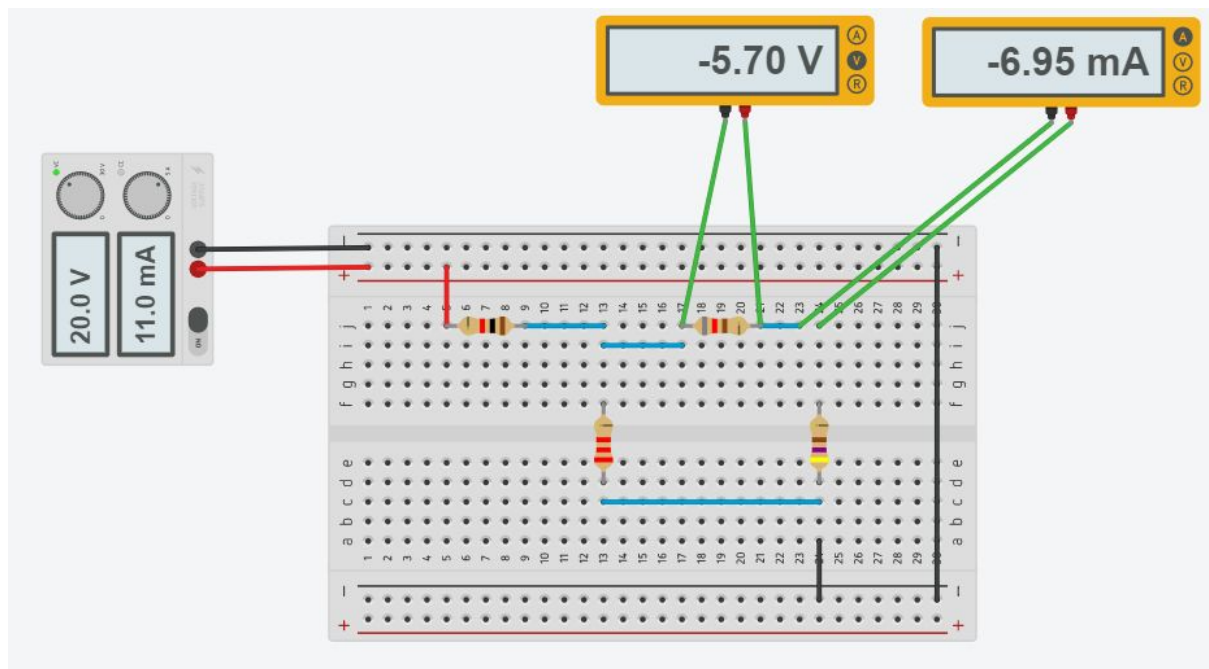
Circuito de la práctica:



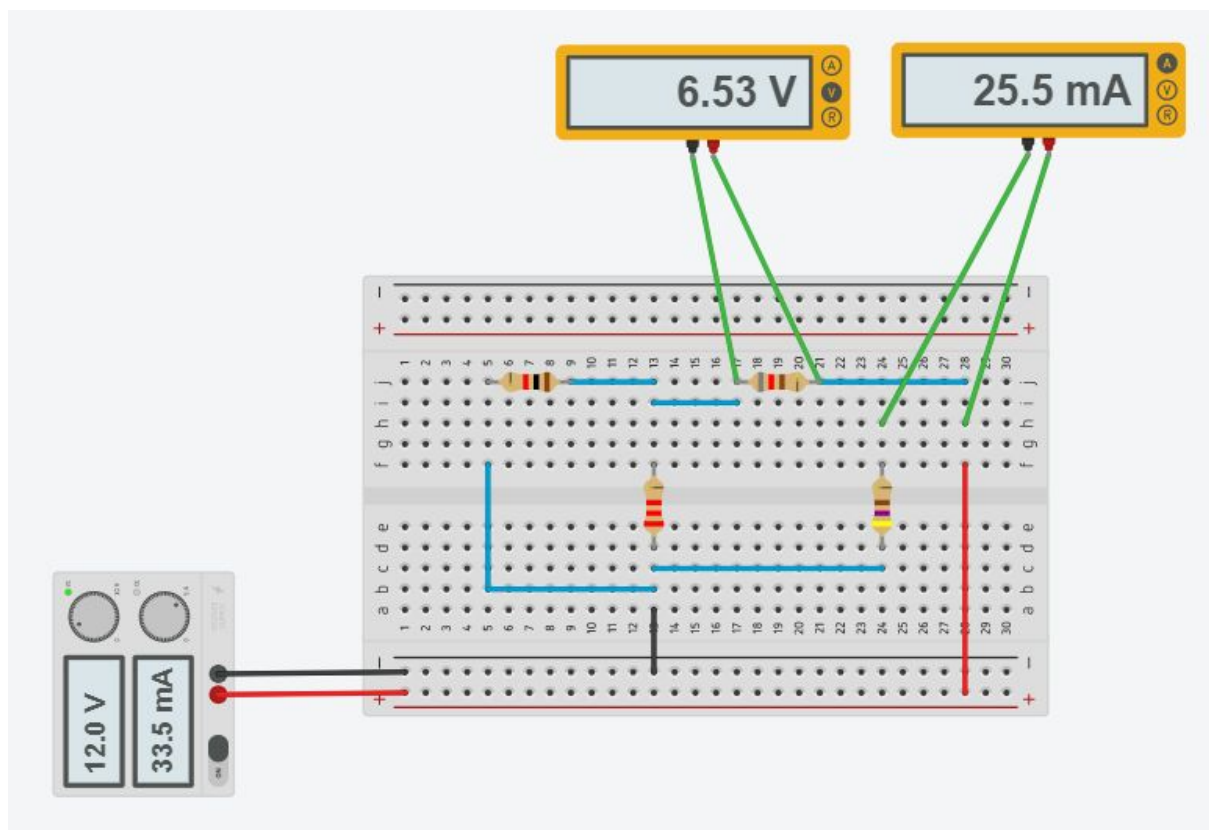
Componentes:



Si V2 es cero:



Si V1 es cero:



##### 5.- LISTA DE COMPONENTES:

- \* 1 Resistor R1 1 Kohm
- \* 1 Resistor R2 2.2 kohm
- \* 1 Resistor R3 820 ohm
- \* 1 Resistor R4 470 ohm

- \* 1 Fuente de voltaje V1 20 v
- \* 1 Fuente de voltaje V2 12 v
- \* 1 Multímetro (voltaje)
- \* 1 Multímetro (amperios)

## 6.- CONCLUSIONES:

- Realizados los cálculos se demostró el teorema de superposición en este circuito.
- Luego de realizar el análisis se concluyó que el valor de tensión del componente a buscar fue de 952 mV con las dos fuentes de tensión encendidas, mientras que para la malla analizada se obtuvo un valor de 25.5mA.
- Si la fuente de 12V está encendida, mientras que la de 20V está apagada, entonces el voltaje en el resistor planteado es de 6.53V y una corriente de 25.5mA para la malla.
- Si la fuente de 20V está encendida, mientras que la de 12V está apagada, entonces el voltaje en el resistor planteado es de 5.7V y con una corriente de 6.95mA para la malla.

## 8.-RECOMENDACIONES:

Realizado el análisis se recomienda tener en cuenta la utilización de este teorema para mallas sencillas, puesto que toma bastante tiempo obtener un resultado con los cálculos analíticos. Cabe mencionar que existen otros métodos mucho más eficientes como el análisis por mallas en el que se puede aplicar directamente la LTK y LCK.

## 9.- CRONOGRAMA:

Actividad	Inicio	Fin	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00
Organización para el desarrollo del trabajo	30/06/2020	30/06/2020															
Análisis de datos del circuito	30/06/2020	30/06/2020															
Implementación del circuito en el simulador	30/06/2020	30/06/2020															
Desarrollo de la parte teórica del informe	30/06/2020	30/06/2020															
Realización de video explicativo	30/06/2020	30/06/2020															
Exportación de archivos a repositorio Github	30/06/2020	30/06/2020															
ZAMBRANO																	
SANGOQUIZA																	
JEREZ																	
TODOS																	

## 10.- BIBLIOGRAFÍA

- Sadiku Matthew N. (2006). Fundamentos de Circuitos Eléctricos. McGraw-Hill Interamericana. México D. F.

## 11.-ANEXOS:

Cálculo Analítico:

# Analisis de Resultados

Jerez Bradd, Flores de Valgas Jonathan, Sangoquiza Andrés

July 2020

## 1. Analisis de Datos

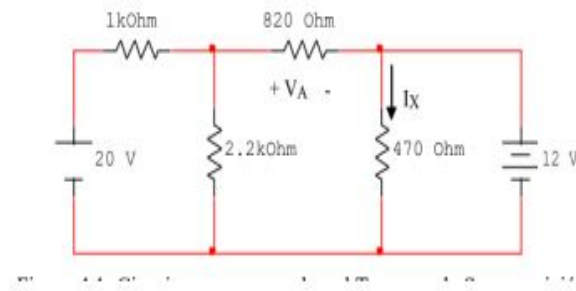


Figura 1: Circuito para comprobar el teorema de superposición

- Con las dos fuentes conectadas, mida el voltaje  $V_A$  y la corriente  $I_x$ , respetando tanto la polaridad del voltaje como el sentido de la corriente que se proporcionan. Anote el valor de las mediciones.

- Malla 1:

$$-20 + 1000 I_1 + 2200 I_1 - 2200 I_2 = 0$$

$$-20 + 3200 I_1 - 2200 I_2 = 0$$

$$-2 + 320 I_1 - 220 I_2 = 0$$

$$-1 + 160 I_1 - 110 I_2 = 0$$

$$160 I_1 - 110 I_2 = 1$$

- Malla 2:

$$2200 I_2 - 2200 I_1 + 820 I_2 + 470 I_2 + 470 I_3 = 0$$

$$3490 I_2 - 2200 I_1 + 470 I_3 = 0$$

$$349 I_2 - 220 I_1 + 47 I_3 = 0$$

■ Malla 3

$$-12 + 470 I_3 + 470 I_2 = 0$$

$$235 I_3 + 235 I_2 = 6$$

Realizamos un despeje de las ecuaciones de la malla 1 y la malla 3 para dejar todo en función de  $I_2$

Si Malla 1 es:

$$160 I_1 - 110 I_2 = 1$$

Entonces:

$$I_1 = \frac{1 + 110I_2}{160} \quad (1)$$

Si la Malla 3 es:

$$235 I_3 + 235 I_2 = 6$$

Entonces:

$$I_3 = \frac{6 - 235I_2}{235} \quad (2)$$

Reemplazamos 4 y 3 en la ecuación de la malla 2:

$$349 I_2 - 220 I_1 + 47 I_3 = 0$$

$$349I_2 - 220\left[\frac{1 + 110I_2}{160}\right] + 47\left[\frac{6 - 235I_2}{235}\right] = 0$$

$$349I_2 - \frac{11}{8}[1 + 110I_2] + \frac{1}{5}[6 - 235I_2] = 0$$

$$349I_2 - \frac{11}{8} - \frac{605}{4} + \frac{6}{5} - 47I_2 = 0$$

$$\frac{603}{4}I_2 = \frac{7}{40} \rightarrow I_2 = \frac{7}{6030} = 1,16 * 10^{-3} [A]$$

Reemplazamos el valor en la ecuación de 3, ya que  $I_3$  es igual que  $I_x$ :

$$I_3 = \frac{6 - 235I_2}{235}$$

$$I_3 = \frac{6 - 235[1,16 * 10^{-3}]}{235} = 24,4 * 10^{-3} [A] \approx 24,4 \text{ [mA]}$$

Ahora analizaremos el voltaje que pasa por  $V_a$  con la corriente  $I_2$  es igual a la corriente  $I_A$ :

$$V_A = R_A * I_A \rightarrow V_A = 820[1,16 * 10^{-3}] = 0,951 \text{ [V]} \quad (3)$$

- Haga cero la fuente de voltaje de 12 V y mida el voltaje en  $V_A$  y la corriente, respetando tanto la polaridad del voltaje como el sentido de la corriente que se proporcionan.

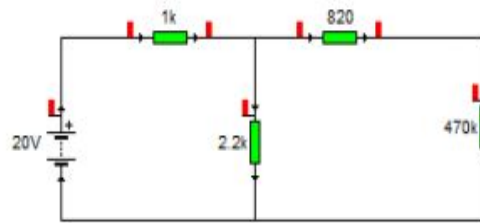


Figura 2: Circuito electrico sin la fuente de 12V

### Analisis por mallas

- Malla 1:

$$\begin{aligned} -20 + 1000 I_1 + 2200 I_1 - 2200 I_2 &= 0 \\ -20 + 3200 I_1 - 2200 I_2 &= 0 \\ -2 + 320 I_1 - 220 I_2 &= 0 \\ -1 + 160 I_1 - 110 I_2 &= 0 \end{aligned}$$

- Malla 2:

$$\begin{aligned} 2200 I_x - 2200 I_x + 820 I_x + 470 I_x &= 0 \\ 349 I_x - 220 I_x &= 0 \end{aligned}$$

Despejamos las  $I_1$  de la malla 1 y reemplazamos en la malla 2 para conseguir nuestra  $I_x$ :

Si Malla 1 es:

$$160 I_1 - 110 I_2 = 1$$

Entonces:

$$I_1 = \frac{1 + 110 I_2}{160} \quad (4)$$

Reemplazamos:



$$349 I_x - 220 I_x = 0$$

$$349 I_x - 220 \left[ \frac{110 I_x + 1}{160} \right] = 0 \rightarrow 349 I_x - \frac{11}{8} [110 I_x + 1] = 0$$

$$349 I_x - \frac{605}{4} I_x - \frac{11}{8} = 0 \rightarrow \frac{791}{4} I_x = \frac{11}{8}$$

$$I_x = 6,95 * 10^{-3} [A] \approx 6,95 [mA]$$

Ahora calculamos el voltaje que pasa por la resistencia  $V_a = 820$ :

$$V_A = R_A * I_x \rightarrow V_A = 820 [6,95 * 10^{-3}] = 5,70 [V] \quad (5)$$

- Haga cero la fuente de voltaje de 20 V y mid el voltaje en  $V_A$  y la corriente  $I_x$ , respetando la polaridad del voltaje como el sentido de la corriente que se proporcionan.



Figura 3: Circuito electrico con la fuente de 20 V apagada

Analizamos el circuito y sacamos su  $R_{eq}$  para poder obtener el valor de su  $I_x$ :

La resistencias de 1k y 2.2k estan en paralelo:

$$R_{eq} = \frac{1000(2200)}{3200} = \frac{1375}{2} [\Omega]$$

Esta nueva resistencia esta en serie con la de 820:

$$R_{eq} = \frac{1375}{2} + 820 = \frac{3015}{2} [\Omega]$$

Por ultimo, esta en para lelo con la de 470:

$$R_{eq} = \frac{\frac{3015}{2} (470)}{\frac{3015}{2} + 470} = 358,29 [\Omega]$$



Encontramos nuestra corriente  $I_x$ :

$$I_x = \frac{12}{358,29} = 0,0334 \text{ [A]} \approx 33,4 \text{ [mA]}$$

Para encontrar nuestra corriente que pasa por  $V_A$ , realizaremos un análisis de mallas:

Si la malla es:

$$820I_A + \frac{1375}{2}I_A + 470I_A - 470I_x = 0$$

$$\frac{3955}{2}I_A - 470I_x = 0 \quad \rightarrow \quad \frac{3955}{2}I_A - 470(0,0334) = 0$$

$$\frac{3955}{2}I_A - 15,70 = 0$$

$$I_A = 7,94 * 10^{-3} \text{ [A]} \approx 7,94 \text{ [mA]}$$

Analizamos el voltaje en  $V_A$ :

$$V_A = I_A * R_A \quad \rightarrow \quad V_A = 7,94 * 10^{-3}(820) = 6,51 \text{ [V]} \quad (6)$$

Tabla 4.1. Medición de voltaje aplicando superposición.



Voltaje Total [Va] [V]		Voltaje [Va] Cuando V2=0 [V]		Voltaje [Va] Cuando V1=0 [V]	
Calculado	Medido	Calculado	Medido	Calculado	Medido
0.951	-0.952	5.70	-5.70	6.51	6.53



#### Calculo del error en los voltajes

$$Error = \left| \frac{\text{valor teorico} - \text{valor medido}}{\text{valor teorico}} \right| \times 100\%$$

- Con ambas fuentes:

$$Error = \left| \frac{0.951 - 0.952}{0.951} \right| \times 100\% = 0.11\%$$

##### Comentario:

Podemos ver como el error entre los voltajes es mínimo, por lo cual no existe problema alguno.

- Sin la fuente de 12 V:

$$Error = \left| \frac{5.70 - 5.70}{5.70} \right| \times 100\% = 0.0\%$$

##### Comentario:

El error en esta medición es nulo al obtener los mismos resultados calculados y medidos.

##### Sin la fuente de 20 V:

$$Error = \left| \frac{6.51 - 6.53}{6.51} \right| \times 100\% = 0.31\%$$

##### Comentario:

El error en esta medición al igual que antes es bajo entre las mediciones, por lo cual no hay algún problema.

Tabla 4.2. Medición de corriente aplicando superposición



Corriente Total [Ix] [A]		Corriente [Ix] Cuando V2=0 [A]		Corriente [Ix] Cuando V1=0 [A]	
Calculado	Medido	Calculado	Medido	Calculado	Medido
$24.4 \times 10^{-3}$	$25.5 \times 10^{-3}$	$6.95 \times 10^{-3}$	$6.95 \times 10^{-3}$	$33.4 \times 10^{-3}$	$25.5 \times 10^{-3}$

### Calculo del error en los voltajes

$$Error = \left| \frac{\text{valor teorico} - \text{valor medido}}{\text{valor teorico}} \right| \times 100\%$$

- Con ambas fuentes:

$$Error = \left| \frac{24.4 \times 10^{-3} - 25.5 \times 10^{-3}}{24.4 \times 10^{-3}} \right| \times 100\% = 4.50\%$$

#### Comentario:

El error encontrado esta debajo del límite del error porcentual permitido, por lo cual podemos tomar el valor como real y ser usado en diferentes casos que requiera el informe.

- Sin la fuente de 12 V:

$$Error = \left| \frac{6.95 \times 10^{-3} - 6.95 \times 10^{-3}}{6.95 \times 10^{-3}} \right| \times 100\% = 0.0\%$$

#### Comentario:

El error en esta medición es nulo al obtener los mismos resultados calculados y medidos.

- Sin la fuente de 20 V:

$$Error = \left| \frac{33.4 \times 10^{-3} - 25.5 \times 10^{-3}}{33.4 \times 10^{-3}} \right| \times 100\% = 23.65\%$$

#### Comentario:

Vemos un error extremadamente alto entre los valores medidos y calculados, tal que sería imposible tomarlo como correcto. Podemos considerar que esto es dado por el uso inapropiado de los decimales en el análisis analítico del ejercicio.