

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

LABORATORIO DE FÍSICA BÁSICA III  
INFORME No. 3

LEY DE *OHM* Y  
FUENTES DE TENSION CONTINUA

**Integrantes:**

Bastos Lizondo Rosemary.  
Blanco Alconz John Brandon.  
Caballero Burgoa Carlos Eduardo.  
Villena Gutiérrez Ismael Cristian.

**Docente:**

Ing. Flores Flores, Freddy.

**Grupo:** G3.

**Fecha de entrega:** 07 de Abril del 2021.

## 1. Evaluación previa

### 1. ¿Qué expresa ley de *Ohm*?

La ley de *Ohm* establece que la cantidad de corriente que pasa por un circuito es directamente proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia del circuito.

### 2. ¿Con qué instrumento se mide la corriente eléctrica y la diferencia de potencial, y cómo se deben conectar para su medición?

La intensidad de corriente eléctrica se mide colocando el instrumento sobre la línea (fase) a la cual se desea medir. El método de conexión es en serie con la carga, es decir, se conecta el instrumento sobre el mismo cable. Se utiliza un amperímetro.

Para la medición de la diferencia de potencial se debe colocar el instrumento de forma paralela a la carga o a la fuente. Se utiliza un voltímetro.

### 3. ¿Qué es la resistencia interna?

Como una batería real está hecha de materia, dentro de la batería hay una resistencia al flujo de carga eléctrica, esta resistencia se conoce como resistencia interna.

### 4. ¿Qué valores deben tener las resistencias internas de los voltímetros y amperímetros?

La resistencia interna del voltímetro ha de ser al menos 10 veces mayor que la resistencia cuya tensión se quiere medir, para que de esta forma el error cometido no sea demasiado grande.

La resistencia interna del amperímetro ha de ser al menos 10 veces menor que la resistencia del circuito que se quiere medir.

### 5. ¿Cuáles son las diferencias entre una fuente de tensión continua ideal y una real?

Una fuente de tensión real es la que tiene una determinada resistencia interna ( $R_i$ ). En esta  $R_i$ , hay una pérdida de tensión. El resto de la tensión va a la carga que es la que se aprovecha.

Una fuente de tensión ideal es la que tendría una  $R_i = 0$  y producirá una salida de tensión constante.

### 6. ¿Qué cuidados se tienen para el uso de una fuente de tensión continua?

Los equipos que trabajan con pilas o baterías, no representan, en general, ningún riesgo para la vida humana; pero cuando hablamos de una red eléctrica, tanto industrial como doméstica, tenemos que tomar cuidados importantes para no recibir una descarga o shock eléctrico, esto también es válido para los voltajes más bajos, como 110V.

Una regla general y a la cual tenemos que dar muchísima importancia, es que antes de comenzar cualquier trabajo con electricidad de red, tanto en la industria como en nuestras viviendas, es cortar el suministro de tensión, accionando el dispositivo que tengamos a la entrada de corriente de la casa, o del sector si se trata de una industria. Cualquiera que sea el protector utilizado, hay que interrumpir en todos los casos el flujo de corriente eléctrica.

### 7. ¿Qué es la fuerza electromotriz de una fuente, y en qué se distingue con una diferencia de potencial?

Cuando conectamos los bornes o polos de un generador eléctrico en un circuito se rompe la estabilidad de las cargas y estas comienzan a moverse. El generador está realizando un trabajo para impulsar las cargas aumentando su energía potencial.

La capacidad que poseen los generadores para poner en movimiento las cargas se mide mediante una magnitud denominada fuerza electromotriz (FEM).

La fuerza electromotriz ( $\epsilon$ ) de un generador es el trabajo eléctrico que realiza por cada unidad de carga positiva que lo atraviesa, aunque  $\epsilon$  se denomine fuerza electromotriz, no se trata de una fuerza, simplemente es la causa de que se genere una diferencia de potencial.

#### 8. ¿Qué es la corriente de cortocircuito?

Un corto circuito es un fenómeno eléctrico que ocurre cuando dos puntos entre los cuales existe una diferencia de potencial se ponen en contacto entre sí, caracterizándose por elevadas corrientes circulantes hasta el punto de falla. Se puede decir que un corto circuito es también el establecimiento de un flujo de corriente eléctrica muy alta, debido a una conexión por un circuito de baja impedancia, que prácticamente siempre ocurren por accidente. La magnitud de la corriente de corto circuito es mucho mayor que la corriente nominal o de carga que circula por el mismo.

El objetivo del estudio de corto circuito es calcular el valor máximo de la corriente y su comportamiento durante el tiempo que permanece el mismo. Esto permite determinar el valor de la corriente que debe interrumpirse y conocer el esfuerzo al que son sometidos los equipos durante el tiempo transcurrido desde que se presenta la falla hasta que se interrumpe la circulación de la corriente.

## 2. Objetivos

- Verificar la ley de Ohm.
- Encontrar la relación funcional entre la diferencia de potencial de los bornes de una fuente de tensión continua y la corriente que circula por el circuito.
- Determinar el valor de la fuerza electromotriz ( $FEM$ ), la resistencia interna ( $r_i$ ) y la corriente de cortocircuito ( $I_{cc}$ ) de una fuente de tensión continua.

## 3. Fundamento teórico

### 3.1. Ley de *Ohm*

La ley de *Ohm* indica que la diferencia de potencial  $V_{ab}$  entre los extremos de un conductor es directamente proporcional a la corriente que circula por él, donde la constante de proporcionalidad es la resistencia eléctrica que el conductor tiene al paso de la corriente:

$$V_{ab} = R \cdot I \tag{1}$$

La unidad de medida de la resistencia eléctrica es el *ohmio* [ $\Omega$ ].

Para producir el movimiento de carga eléctrica (corriente eléctrica), los extremos de la resistencia se conectan a una fuente de tensión.

### 3.2. Fuente de tensión continua ideal

Una fuente de tensión continua ideal, es aquella fuente que suministra una diferencia de potencial  $V_{ab}$  constante, para cualquier valor de la corriente eléctrica que circula por el circuito, es decir, es independiente del valor de la resistencia eléctrica  $R$  del circuito.

### 3.3. Fuente de tensión continua real

Entre las fuentes de tensión continua real se tienen: pilas, baterías, fuentes de alimentación con energía eléctrica, y se diferencia de una fuente de tensión continua ideal por su resistencia interna (producida por el conjunto de piezas de la fuente de tensión; conductores, soluciones ácidas, metales, etc.), que está conectada en serie con la propia fuente de tensión. La diferencia de potencial entre los bornes de la fuente de tensión, depende del valor de la corriente eléctrica que circula por el circuito.

Aplicando la ley de voltaje de *Kirchhoff*, el voltaje entre los puntos  $a$  y  $b$  del circuito es:

$$V_{ab} = \epsilon - r_i \cdot I \quad (2)$$

Donde:  $\epsilon$  es la *FEM*, y  $r_i$  es la resistencia interna. Los valores extremos para la resistencia eléctrica  $R$  son: para  $R = \infty$ , se tiene un circuito abierto, entonces la corriente en  $R = 0$ , entonces se tiene que:  $\epsilon = V_{ab}$ . Para  $R = 0$ , se tiene un circuito en cortocircuito, los bornes de la fuente de tensión están unidos a través de una conexión de resistencia despreciable. La corriente de cortocircuito  $I_{cc}$  es la máxima posible:

$$I_{cc} = \frac{\epsilon}{r_i} \quad (3)$$

## 4. Materiales

- Simulador «PhET Interactive Simulations» Kit de Construcción de Circuitos: CD - Laboratorio Virtual.

## 5. Procedimiento experimental

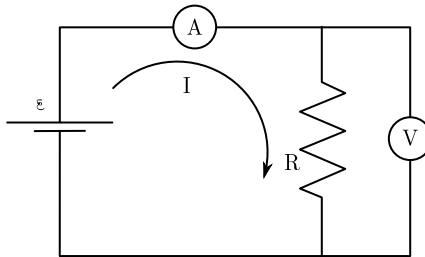
### 5.1. Ley de *Ohm*

A continuación se describe el procedimiento experimental que se llevará a cabo.

1. Ir al simulador ubicado en la dirección web: ([https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_es.html)), tal como se muestra en la **Figura 1**.
2. Fijar un valor constante de la resistencia eléctrica, y armar el circuito de la **Figura 2**.
3. Para un voltaje en la resistencia, registrar la corriente que circula por ella.
4. Variar el voltaje en la resistencia, y registrar el cambio respectivo en la corriente eléctrica.
5. Registrar las mediciones tomadas, elaborar las gráficas e interpretar los resultados.



**Figura 1:** Simulador para el montaje de circuitos.

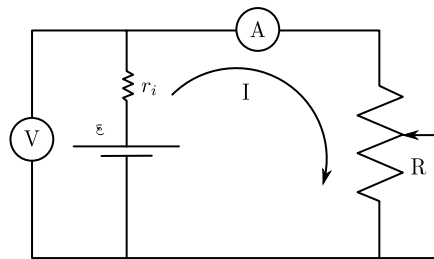


**Figura 2:** Circuito para la medición de la ley de *Ohm*.

## 5.2. Fuentes de tensión continua

A continuación se describe el procedimiento experimental que se llevará a cabo.

1. Ir al simulador ubicado en la dirección web: ([https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_es.html)), tal como se muestra en la **Figura 1**.
2. Fijar un valor constante de la resistencia eléctrica, y armar el circuito de la **Figura 3**.
3. Fijar un valor constante de voltaje de la fuente.
4. Variar el valor de la resistencia, y registrar el cambio respectivo en la corriente eléctrica y



**Figura 3:** Circuito para la medición de tensión continua.

el voltaje del circuito.

5. Registrar las mediciones tomadas, elaborar las gráficas e interpretar los resultados.

## 6. Resultados

### 6.1. Ley de *Ohm*

En la **Figura 4** puede verse el montaje del circuito realizado para la toma de datos.



**Figura 4:** Simulador para la medición de la ley de *Ohm*.

Valor de la resistencia:

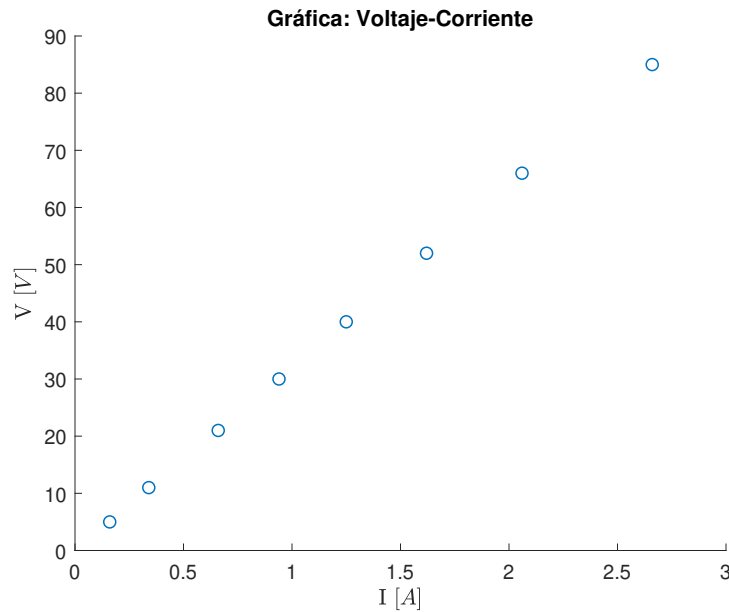
$$R = 32[\Omega]$$

En el **Cuadro 1** se presentan los valores de la intensidad de corriente eléctrica ( $I$ ) para diferentes valores de voltaje ( $V$ ).

$i$	$I_i[A]$	$V_i[V]$
1	0.16	5.0
2	0.34	11.0
3	0.66	21.0
4	0.94	30.0
5	1.25	40.0
6	1.62	52.0
7	2.06	66.0
8	2.66	85.0

**Cuadro 1:** Mediciones de la corriente eléctrica para diferentes voltajes.

A partir de los datos del **Cuadro 1**, se obtiene la gráfica presentada en la **Figura 5**.



**Figura 5:** Voltaje en función de la corriente eléctrica para una resistencia constante.

Por tanto, la ecuación de ajuste es:

$$V = A + B \cdot I$$

Calculamos los parámetros de la recta por el método de los mínimos cuadrados, con la ayuda de los datos presentados en el **Cuadro 2**.

$i$	$I_i V_i$	$I_i^2$	$V_i^2$	$Y$	$d_i$	$d_i^2$
1	0.8000	0.0256	25	5.0961	-0.0961	0.0092
2	3.7400	0.1156	121	10.8585	0.1415	0.0200
3	13.8600	0.4356	441	21.1027	-0.1027	0.0106
4	28.2000	0.8836	900	30.0664	-0.0664	0.0044
5	50.0000	1.5625	1600	39.9905	0.0095	0.0001
6	84.2400	2.6244	2704	51.8354	0.1646	0.0271
7	135.9600	4.2436	4356	65.9212	0.0788	0.0062
8	226.1000	7.0756	7225	85.1291	-0.1291	0.0167

**Cuadro 2:** Valores para el método de mínimos cuadrados.

$$n = 8$$

$$\sum I_i = 9.6900$$

$$\sum V_i = 310$$

$$\sum I_i^2 = 16.9665$$

$$\sum V_i^2 = 17372$$

$$\sum I_i V_i = 542.9000$$

$$\Delta_1 = n \sum I_i^2 - \left( \sum I_i \right)^2 = 41.8359$$

$$\Delta_2 = n \sum V_i^2 - \left( \sum V_i \right)^2 = 42876$$

$$A = \frac{\sum V_i \sum I_i^2 - \sum I_i V_i \sum I_i}{\Delta_1} = -0.0260$$

$$B = \frac{n \sum I_i V_i - \sum I_i \sum V_i}{\Delta_1} = 32.0132$$

$$\sum d^2 = 0.0943$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum d_i^2}{n - 2} = 0.0157$$

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{\sigma^2 \sum d_i^2}{\Delta_1}} = 0.0798$$

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sigma^2 n}{\Delta_1}} = 0.0548$$

$$A = (-0.03 \pm 0.08)[V]; 307.54 \%$$



$$B = (32.01 \pm 0.05)[\Omega]; 0.17 \%$$

Siendo el coeficiente de correlación:

$$r = \frac{n \sum I_i V_i - (\sum I_i)(\sum V_i)}{\sqrt{\Delta_1 \Delta_2}} = 1.0000$$

La ecuación de la recta resultante es:

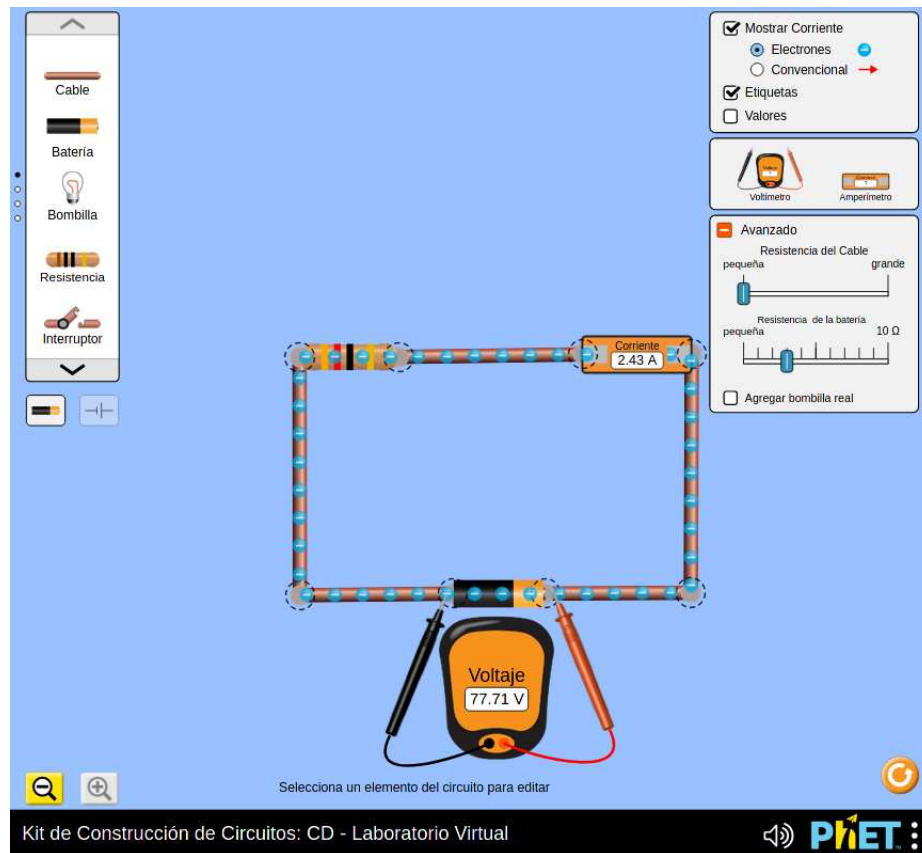
$$V = -0.03 + 32.01 \cdot I$$

Despreciando el valor de  $A$  y utilizando la ley de *Ohm*, se determina el valor de la resistencia eléctrica:

Resultado
$R = (32.01 \pm 0.05)[\Omega]; 0.17 \%$

## 6.2. Fuentes de tensión continua

En la **Figura 6** puede verse el montaje del circuito realizado para la toma de datos.



**Figura 6:** Simulador para la medición de tensión continua.

Valor de la resistencia interna:

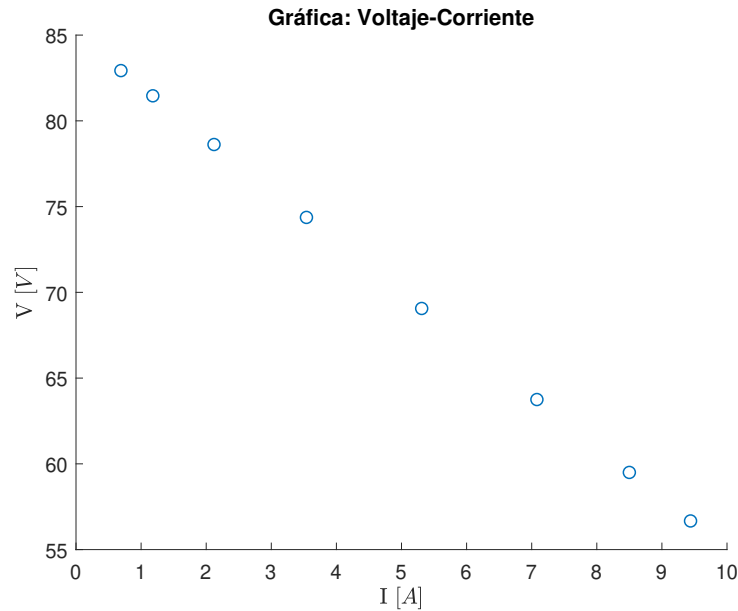
$$R_i = 10[\Omega]$$

En el **Cuadro 3** se presentan los valores de la intensidad de corriente eléctrica ( $I$ ) para diferentes valores de voltaje ( $V$ ).

$i$	$I_i[A]$	$V_i[V]$	$R_i[\Omega]$
1	9.44	56.67	6.0
2	8.50	59.50	7.0
3	7.08	63.75	9.0
4	5.31	69.06	13.0
5	3.54	74.37	21.0
6	2.12	78.62	37.0
7	1.18	81.46	69.0
8	0.69	82.93	120.0

**Cuadro 3:** Mediciones de la corriente eléctrica para diferentes voltajes.

A partir de los datos del **Cuadro 3**, se obtiene la gráfica presentada en la **Figura 7**.



**Figura 7:** Voltaje en función de la corriente eléctrica para una fuente de tensión.

Por tanto, la ecuación de ajuste es:

$$V_{ab} = A + B \cdot I$$

Calculamos los parámetros de la recta por el método de los mínimos cuadrados, con la ayuda de los datos presentados en el **Cuadro 4**.

$i$	$I_i V_i$	$I_i^2$	$V_i^2$	$Y$	$d_i$	$d_i^2$
1	534.9648	89.1136	$3.2115 \times 10^3$	56.6718	-0.0018	$0.0032 \times 10^{-3}$
2	505.7500	72.2500	$3.5402 \times 10^3$	59.4919	0.0081	$0.0652 \times 10^{-3}$
3	451.3500	50.1264	$4.0641 \times 10^3$	63.7521	-0.0021	$0.0046 \times 10^{-3}$
4	366.7086	28.1961	$4.7693 \times 10^3$	69.0624	-0.0024	$0.0058 \times 10^{-3}$
5	263.2698	12.5316	$5.5309 \times 10^3$	74.3727	-0.0027	$0.0072 \times 10^{-3}$
6	166.6744	4.4944	$6.1811 \times 10^3$	78.6329	-0.0129	$0.1664 \times 10^{-3}$
7	96.1228	1.3924	$6.6357 \times 10^3$	81.4530	0.0070	$0.0484 \times 10^{-3}$
8	57.2217	0.4761	$6.8774 \times 10^3$	82.9231	0.0069	$0.0474 \times 10^{-3}$

**Cuadro 4:** Valores para el método de mínimos cuadrados.

$$n = 8$$

$$\sum I_i = 37.8600$$

$$\sum V_i = 566.3600$$

$$\sum I_i^2 = 258.5806$$

$$\sum V_i^2 = 4.0810 \times 10^4$$

$$\sum I_i V_i = 2.4421 \times 10^3$$

$$\Delta_1 = n \sum I_i^2 - \left( \sum I_i \right)^2 = 635.2652$$

$$\Delta_2 = n \sum V_i^2 - \left( \sum V_i \right)^2 = 5.7180 \times 10^3$$

$$A = \frac{\sum V_i \sum I_i^2 - \sum I_i V_i \sum I_i}{\Delta_1} = 84.9932$$

$$B = \frac{n \sum I_i V_i - \sum I_i \sum V_i}{\Delta_1} = -3.0002$$

$$\sum d^2 = 3.4814 \times 10^{-4}$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum d_i^2}{n - 2} = 5.8023 \times 10^{-5}$$

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{\sigma^2 \sum d_i^2}{\Delta_1}} = 0.0049$$

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sigma^2 n}{\Delta_1}} = 8.5481 \times 10^{-4}$$

$$A = (84.993 \pm 0.005)[V]; 0.006 \%$$

$$B = (-3.0 \pm 8.5 \times 10^{-4})[\Omega]; 0.03 \%$$

Siendo el coeficiente de correlación:

$$r = \frac{n \sum I_i V_i - (\sum I_i)(\sum V_i)}{\sqrt{\Delta_1 \Delta_2}} = -1.0000$$

La ecuación de la recta resultante es:

$$V_{ab} = 84.993 - 3.0 \cdot I$$

Utilizando la ley de voltaje de *Kirchhoff*, se determina que el valor de la *FEM*, resistencia interna y corriente de cortocircuito son:

Resultado
$\epsilon = (84.993 \pm 0.005)[V]; 0.006 \%$

Resultado
$r_i = (-3.0 \pm 8.5 \times 10^{-4})[\Omega]; 0.03 \%$

Se determinará la corriente de cortocircuito, a partir de la ecuación (3):

$$I_{cc} = \frac{\epsilon}{r_i} = 28.33[A]$$

Las derivadas parciales son:

$$\frac{\partial I_{cc}}{\partial \epsilon} = \frac{1}{r_i}$$

$$\frac{\partial I_{cc}}{\partial r_i} = \frac{\epsilon}{r_i^2}$$

Siendo el error de la medición:

$$e_I = \sqrt{\left(\frac{1}{r_i}\right)^2 \cdot e_\epsilon^2 + \left(\frac{\epsilon}{r_i^2}\right)^2 \cdot e_r^2} = 0.008$$

Por tanto la corriente de cortocircuito es:

Resultado
$I_{cc} = (28.33 \pm 0.008)[A]; 0.03 \%$