



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

# **CIRCUITOS ELECTRICOS I**

## **TEMA 1**

**MSc. Ing. Juan José Edgar**  
**MONTERO GUEVARA**



# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## OBJETIVOS DE LA UNIDAD

Introducción

SI - Unidades

Voltaje-Corriente

Elemento de Circuito

Potencia-Energía

Problemas

- **Introducir en el estudio de los Circuitos Eléctricos**
- **Aplicar el Sistema Internacional de Unidades SI.**
- **Establecer los componentes básicos de los circuitos eléctricos**
- **Definir los principales parámetros eléctricos: Voltaje, Intensidad de corriente eléctrica, potencia y energía.**



# **UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS**

## **Introducción a la Ingeniería Eléctrica y Electrónica**

**La Ingeniería Eléctrica es la profesión que se ocupa de los sistemas que producen, transmiten y miden señales eléctricas y está centrada en las aplicaciones de los modelos de los fenómenos naturales.**

**Los sistemas eléctricos están presentes en todas las actividades de la vida cotidiana y de acuerdo a ello se tiene la siguiente clasificación de los sistemas en: *Comunicación, Computación, Control, Potencia y Procesamiento de señales***

# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Introducción a la Ingeniería Eléctrica y Electrónica

- **Sistemas de Comunicación:** Sistemas eléctricos que generan, transmiten y distribuyen información
- **Sistemas de Computación:** Sistemas que utilizan señales eléctricas para procesar información.
- **Sistemas de Control:** utilizan las Señales eléctricas para regular procesos (temperatura, presión, caudales, motores, etc.)
- **Sistemas de Potencia:** generan y distribuyen la energía eléctrica
- **Sistemas de Procesamiento de señales:** amplia gama de sistemas (ej. Tomografía)



# **UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS**

## **Introducción a la Ingeniería Eléctrica y Electrónica**

- **Un Ingeniero (Eléctrico, Electrónico, Electromecánico) se especializa en una de las áreas, pero debe poseer conocimiento acerca de todas las otras áreas.**
- **El aspecto común entre todas las ramas lo constituyen los CIRCUITOS ELÉCTRICOS y su conocimiento será base para el análisis y diseño de circuitos a través de modelos, técnicas matemáticas, familiarización con el lenguaje de los circuitos como marco intelectual de trabajo del futuro ingeniero permitiendo operar los sistemas antes descritos.**

# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Introducción a la Ingeniería Eléctrica y Electrónica

- La Teoría de Circuitos es un caso especial de la teoría de los Campos Electromagnéticos, es decir el estudio de las Cargas Eléctricas Estáticas y dinámicas, basada en tres suposiciones:
- Las cargas en movimiento originan señales eléctricas, que se propagan a través de un sistema con una velocidad finita.
- La carga neta de cada componente del sistema siempre es cero.
- No hay acoplamiento magnético entre los componentes en un sistema.



# **UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS**

## **Sistema Internacional de Unidades**

- Una característica distintiva de las Ingenierías es su preocupación por las medidas cuantitativas, a fin de comparar la teoría con el experimento y los diseños de ingeniería que sean competitivos.
- La ingeniería moderna siendo profesiones multidisciplinarias ven que la única forma de comunicarse es a través de resultados
  - ⇒ Utilizar las mismas Unidades
  - ⇒ Sistema de Unidades
  - ⇒ SISTEMA INTERNACIONAL

# **UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS**

## **Sistema Internacional de Unidades**

- **El Sistema Internacional representa para los circuitos y sus elementos el sistema de medida para las cantidades que participan en el mismo, a partir de:**
- **Las Magnitudes Fundamentales y sus respectivas Unidades Fundamentales**
- **Las Magnitudes Derivadas con sus Unidades Derivadas**



# **UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS**

## **Sistema Internacional de Unidades**

<b>Magnitud</b>	<b>Nombre</b>	<b>Símbolo</b>
<b>Longitud</b>	<b>metro</b>	<b>m</b>
<b>Masa</b>	<b>kilogramo</b>	<b>kg</b>
<b>Tiempo</b>	<b>segundo</b>	<b>s</b>
<b>Intensidad de corriente eléctrica</b>	<b>ampere</b>	<b>A</b>
<b>Temperatura termodinámica</b>	<b>kelvin</b>	<b>K</b>
<b>Cantidad de sustancia</b>	<b>mol</b>	<b>mol</b>
<b>Intensidad luminosa</b>	<b>candela</b>	<b>cd</b>

# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Sistema Internacional de Unidades

Magnitud	Nombre	Símbolo	Expresión en otras unidades SI	Expresión en unidades SI básicas
Frecuencia	hertz	Hz		$s^{-1}$
Fuerza	newton	N		$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Presión	pascal	Pa	$N \cdot m^{-2}$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Energía, trabajo, cantidad de calor	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Potencia	watt	W	$J \cdot s^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Cantidad de electricidad carga eléctrica	coulomb	C		$s \cdot A$
Potencial eléctrico fuerza electromotriz	volt	V	$W \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Resistencia eléctrica	ohm	$\Omega$	$V \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
Capacidad eléctrica	farad	F	$C \cdot V^{-1}$	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
Flujo magnético	weber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Inducción magnética	tesla	T	$Wb \cdot m^{-2}$	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Inductancia	henry	H	$Wb \cdot A^{-1}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$



# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Sistema Internacional de Unidades

Factor	Prefijo	Símbolo	Factor	Prefijo	Símbolo
$10^{24}$	yotta	Y	$10^{-1}$	deci	d
$10^{21}$	zeta	Z	$10^{-2}$	centi	c
$10^{18}$	exa	E	$10^{-3}$	mili	m
$10^{15}$	peta	P	$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{12}$	tera	T	$10^{-9}$	nano	n
$10^9$	giga	G	$10^{-12}$	pico	p
$10^6$	mega	M	$10^{-15}$	femto	f
$10^3$	kilo	k	$10^{-18}$	atto	a
$10^2$	hecto	h	$10^{-21}$	zepto	z
$10^1$	deca	da	$10^{-24}$	yocto	y

# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Tensión, Corriente, Potencia y Energía Eléctrica

## TENSIÓN Ó VOLTAJE

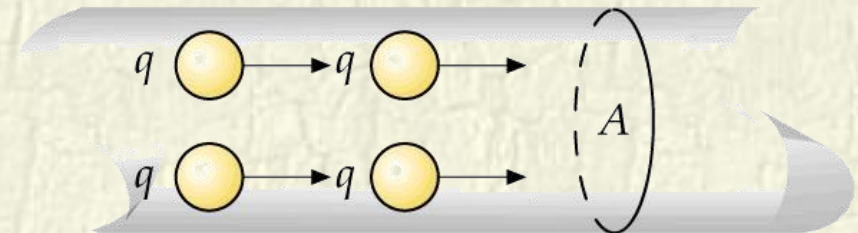
- Es la variación de energía que *experimentaría* una unidad de carga al moverse entre dos puntos de un circuito

$$v = \frac{dw}{dq} \quad [V] = \left[ \frac{J}{C} \right]$$

## INTENSIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA

- Es la cantidad de carga que pasa por un punto dado en un instante de tiempo

$$i = \frac{dq}{dt} \quad [A]; \left[ \frac{C}{s} \right]$$



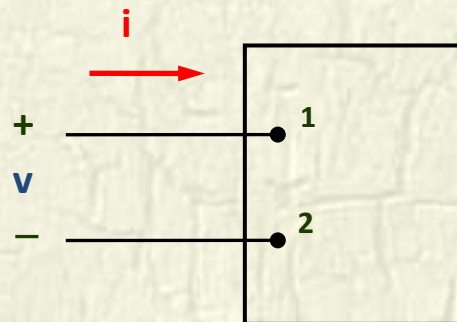


# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

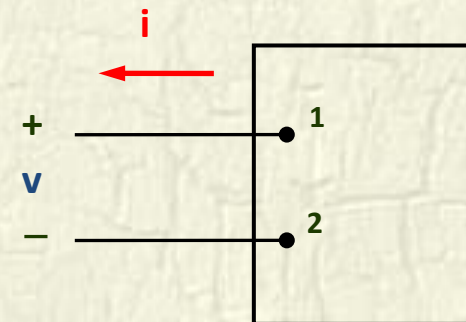
Tensión, Corriente, Potencia y Energía Eléctrica

## ELEMENTO BÁSICO IDEAL DE CIRCUITO

- Es un componente de dos terminales que no puede dividirse y que puede describirse matemáticamente en función de su voltaje y su corriente terminales



Elemento Pasivo  
Recibe o absorbe Energía



Elemento Activo  
Entrega o genera Energía

# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Tensión, Corriente, Potencia y Energía Eléctrica

## POTENCIA ELÉCTRICA

- Potencia es la energía por unidad de tiempo, es decir la rapidez con la que se efectúa un trabajo.

$$p = \frac{dw}{dt} [W] = \left[ \frac{J}{s} \right] \quad p = v i [W] = [V A]$$

- Donde:

**p = Potencia**

**W = Trabajo (Energía)**

**t = Tiempo**

- Donde:

**p = Potencia**

**v = Tensión (Voltaje)**

**i = Corriente**



# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Tensión, Corriente, Potencia y Energía Eléctrica

### POTENCIA MEDIA

$$P_m = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt$$

- Donde:
- $T$  = Período
- $p$  = Potencia instantánea
- $t$  = Variable de integración

### ENERGÍA ELÉCTRICA

- Es la energía absorbida o entregada por el elemento de circuito.

$$p = \frac{dw}{dt} \quad \text{de donde} \quad W = \int_{t_1}^{t_2} p dt$$

# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Problemas

### PRÁCTICA 1

1. Obtenga la corriente de un elemento de circuito cuando la carga que ha entrado al elemento es:

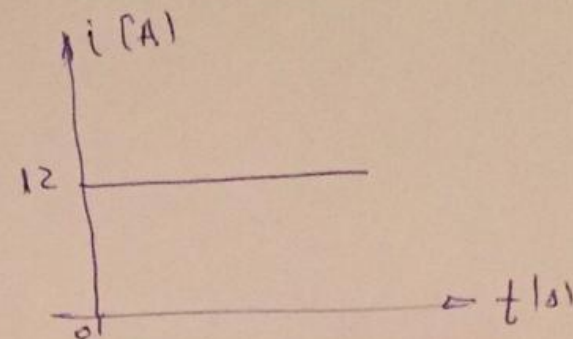
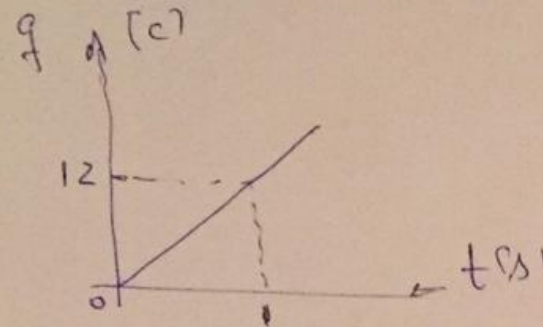
$$q(t) = 12t \text{ [C]}$$

$$R.: 12[\text{A}]$$

Problema 1

$$q(t) = 12t \text{ [C]} \quad i = ?$$

$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow i = \frac{d(12t)}{dt} \Rightarrow \underline{i = 12 \text{ [A]}}$$





# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Problemas

2. La carga total acumulada por cierto dispositivo esta dada como una función del tiempo por:  $q(t) = 8t^2 - 2t^4$  [C] en unidades del Sistema Internacional (SI)
- a) Cuál es la carga total que se acumula en  $t = 2$  [s]? R.: 0 [C]
- b) Cuál es la carga máxima acumulada en el intervalo  $0 < t < 3$  [s] y cuando ocurre? R.: 8 [C]
- c) Determinar la velocidad con que se acumula la carga en  $t = 0.8$  [s]. R.: 8.70 [A]

P-2

$$q(t) = 8t^2 - 2t^4 \text{ [C]}$$

$$q_2 = ? \quad t = 2 \text{ [s]}$$

$$q_{\max} = ? \quad 0 \leq t \leq 3 \text{ [s]}$$

Repickz cuando se acumula la carga  $t = 0.8 \text{ [s]}$

$$q_2 = 8(2)^2 - 2(2)^4 \Rightarrow \underline{q_2 = 0 \text{ [C]}}$$

$$\frac{dq}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{d(8t^2 - 2t^4)}{dt} = 0 \Rightarrow 16t - 8t^3 = 0 \Rightarrow \underline{t = \sqrt{2}}$$

$$q_{\max} = 8(\sqrt{2})^2 - 2(\sqrt{2})^4 \Rightarrow \underline{q_{\max} = 8 \text{ [C]}}$$

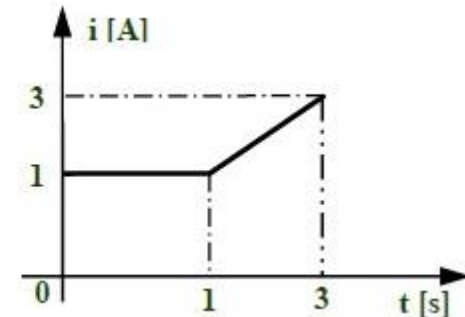
$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow i_{0.8} = 16(0.8) - 8(0.8)^3 \Rightarrow \underline{i_{0.8} = 8.704 \text{ [A]}}$$

# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

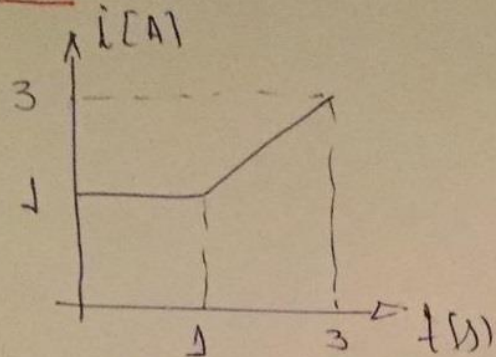
## Problemas

3. Si  $q(t) = 0[C]$  para  $t < 0$ , se pide determinar la carga que ha entrado a la terminal de un elemento desde  $t = 0[s]$  hasta  $3[s]$  cuando la corriente es como se muestra en la figura:

R.:  $5[C]$



P-3



$$\int_{q(t_0)}^{q(t)} dq = \int_{t_0}^t i dt \Rightarrow$$

$$q(t) = 0 [C] \quad t < 0$$
$$q = ? \quad 0 \leq t \leq 3 [s]$$

$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow dq = i dt$$

$$q(t) = \int_{t_0}^t i dt + q(t_0)$$

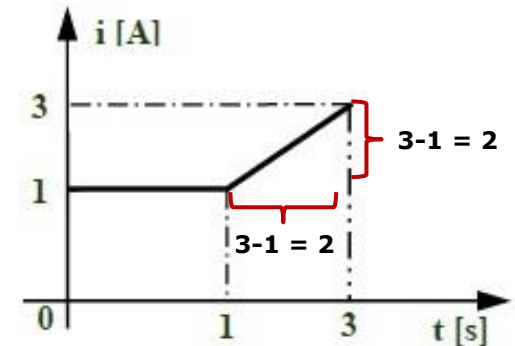


# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Problemas

3. Si  $q(t) = 0[C]$  para  $t < 0$ , se pide determinar la carga que ha entrado a la terminal de un elemento desde  $t = 0[s]$  hasta  $3[s]$  cuando la corriente es como se muestra en la figura:

R.:  $5[C]$



$$i_1 = 1$$

$$i_2 = t$$

$$0 \leq t \leq 1[s]$$

$$1 \leq t \leq 3[s]$$

$$y = y_0 + m(x - x_0)$$

$$i = i_0 + m(t - t_0)$$

$$i_2 = 1 + \frac{3-1}{3-1}(t-1)$$

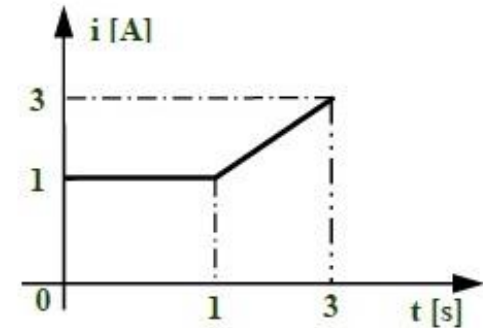
$$i_2 = 1 + (t-1)$$

# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Problemas

3. Si  $q(t) = 0[C]$  para  $t < 0$ , se pide determinar la carga que ha entrado a la terminal de un elemento desde  $t = 0[s]$  hasta  $3[s]$  cuando la corriente es como se muestra en la figura:

R.:  $5[C]$



$$q(t) = \int_{t_0}^t i dt + q(t_0)$$

$$q_1 = \int_0^1 1 dt + 0 \Rightarrow q_1 = 1 [C] \quad 0 \leq t \leq 1$$

$$q_2 = \int_1^3 t dt + q_1 \Rightarrow q_2 = \left. \frac{t^2}{2} \right|_1^3 + 1$$

$$q_2 = \frac{1}{2} (3^2 - 1^2) + 1 \Rightarrow q_2 = 5 [C]$$

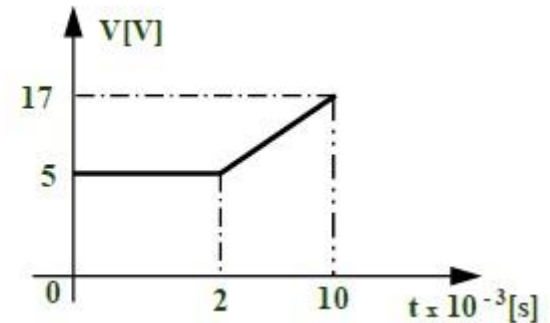


# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

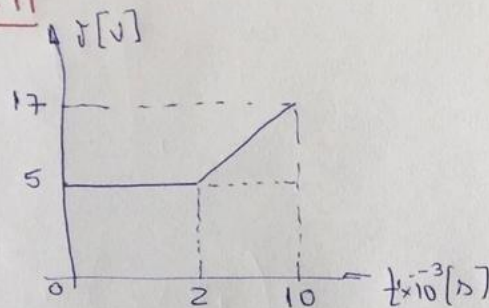
## Problemas

11. Si  $v(t) = 0[V]$  para  $t < 0$ , se pide efectuar las gráficas de corriente, potencia y calcular la potencia media entre 0 y 10[ms] de un elemento de circuito, donde la tensión es directamente proporcional a la corriente en 5 unidades, cuando la tensión es como se muestra en la figura:

R.: 22.28[W]



P-11



$$v(t) = 0 \quad t \leq 0 [s]$$

$$\text{Graf } \begin{cases} i = f(t) \\ p = f(t) \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 10 [ms]$$

$P_{\text{m}} = ?$

Graf  $P_{\text{m}}$

$v \propto i$  en 5 unidades

$$v \propto i \Rightarrow v = 5i \Rightarrow i = \frac{v}{5}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} v_1 = 5 [V] \quad 0 \leq t \leq 2 [ms] \\ v_2 = 2 + 1,5t \quad 2 \leq t \leq 10 [ms] \end{array} \right\} \quad \left\{ \begin{array}{l} y = y_0 + m(x - x_0) \\ v = v_0 + m(t - t_0) \\ v = 5 + \frac{17-5}{10-2}(t-2) \\ v = 5 + 1,5(t-2) \end{array} \right.$$

# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Problemas

$$i_1 = \frac{5}{5} \Rightarrow i_1 = 1 \text{ [A]} \quad 0 \leq t \leq 2 \text{ [ms]}$$

$$i_2 = \frac{2+1,5t}{5} \Rightarrow i_2 = 0,4 + 0,3t \text{ [A]} \quad 2 \leq t \leq 10 \text{ [ms]}$$

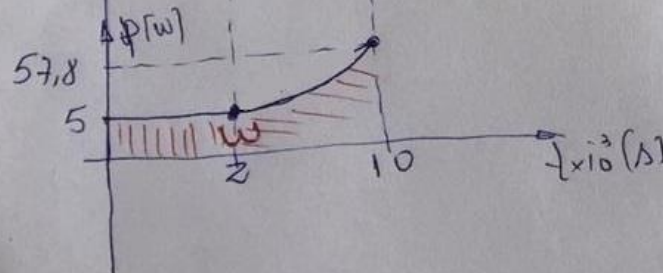
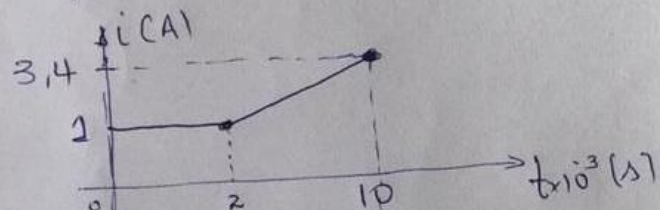
$$P = \sqrt{i}$$

$$P_1 = 5(1)$$

$$\Rightarrow P_1 = 5 \text{ [W]}$$

$$P_2 = (2+1,5t)(0,4+0,3t) \Rightarrow$$

$$P_2 = 0,8 + 1,2t + 0,45t^2 \text{ [W]}$$

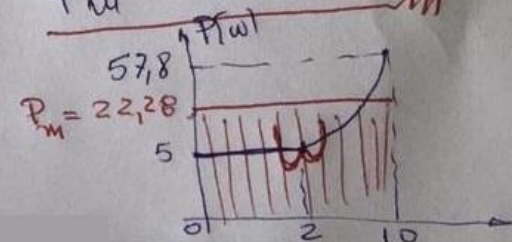


$$P_m = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt$$

$$P_m = \frac{1}{10} \left[ \int_0^2 5 dt + \int_2^{10} (0,8 + 1,2t + 0,45t^2) dt \right]$$

$$P_m = \frac{1}{10} \left[ 5t \Big|_0^2 + 0,8t \Big|_2^{10} + \frac{1,2}{2} t^2 \Big|_2^{10} + \frac{0,45}{3} t^3 \Big|_2^{10} \right]$$

$$P_m = 22,28 \text{ [W]}$$

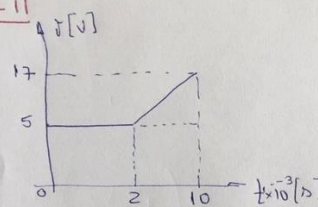




# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Problemas

P-11



$$v(t) = 0 \quad t \leq 0 \text{ [s]}$$

$$\text{Graf } \begin{cases} i = f(t) \\ p = f(t) \end{cases} \quad 0 \leq t \leq 10 \text{ [ms]}$$

$$P_{\text{m}} = ?$$

$$\text{Graf } P_{\text{m}}$$

$$v \propto i \text{ en 5 unidades}$$

$$v \propto i \Rightarrow v = 5 i \Rightarrow i = \frac{v}{5}$$

$$\begin{cases} v_1 = 5 \text{ [V]} & 0 \leq t \leq 2 \text{ [ms]} \\ v_2 = 2 + 1,5t & 2 \leq t \leq 10 \text{ [ms]} \end{cases} \quad \begin{cases} y = y_0 + m(x - x_0) \\ v = v_0 + m(t - t_0) \\ v = 5 + \frac{17-5}{10-2}(t - 2) \end{cases}$$

$$v = 5 + 1,5(t - 2)$$

$$i_1 = \frac{5}{5} \Rightarrow i_1 = 1 \text{ [A]} \quad 0 \leq t \leq 2 \text{ [ms]}$$

$$i_2 = \frac{2 + 1,5t}{5} \Rightarrow i_2 = 0,4 + 0,3t \text{ [A]} \quad 2 \leq t \leq 10 \text{ [ms]}$$

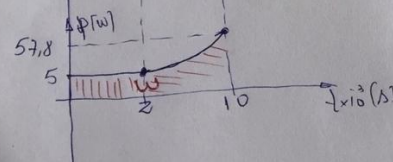
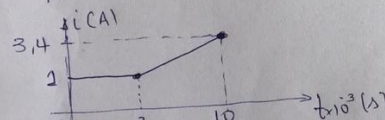
$$P = v i$$

$$P_1 = 5(1)$$

$$\Rightarrow P_1 = 5 \text{ [W]}$$

$$P_2 = (2 + 1,5t)(0,4 + 0,3t)$$

$$\Rightarrow P_2 = 0,8 + 1,2t + 0,45t^2 \text{ [W]}$$

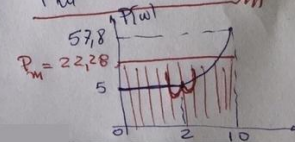


$$P_{\text{m}} = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt$$

$$P_{\text{m}} = \frac{1}{10} \left[ \int_0^2 5 dt + \int_2^{10} (0,8 + 1,2t + 0,45t^2) dt \right]$$

$$P_{\text{m}} = \frac{1}{10} \left[ 5t \Big|_0^2 + 0,8t \Big|_2^{10} + \frac{1,2}{2} t^2 \Big|_2^{10} + \frac{0,45}{3} t^3 \Big|_2^{10} \right]$$

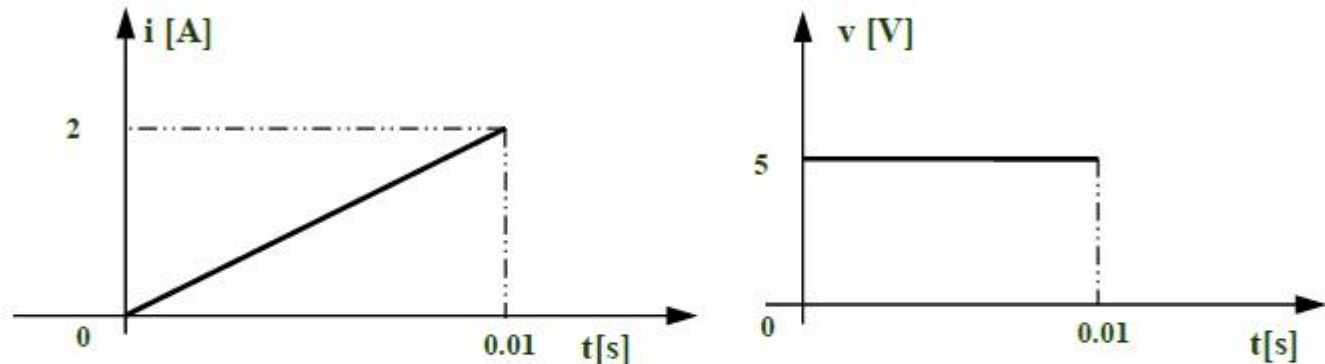
$$P_{\text{m}} = 22,28 \text{ [W]}$$



# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Problemas

13. Las curvas de corriente y voltaje en los terminales de un elemento de circuito son como se muestran a continuación en la siguiente figura.



A partir de dicha información se pide:

- a) Determinar la potencia instantánea.
- b) Graficar potencia en función del tiempo entre 0 y 0.01 segundos.
- c) Calcular la potencia media entre 0 y 0.01 [s]
- d) Calcular la energía entre 0 y 0.01 [s]

$$1000 t \text{ [W]}$$

$$5 \text{ [W]}$$

$$0.05 \text{ [J]}$$

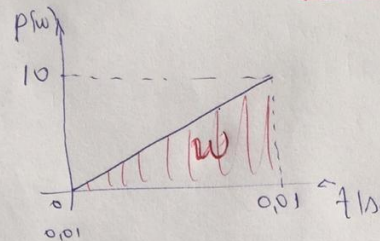


# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

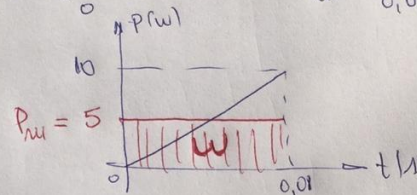
## Problemas

P-13

$$\begin{cases} i = 200t \\ v = 5 \end{cases} \Rightarrow P = vi \Rightarrow \underline{P = 1000t \text{ [W]}}$$



$$P_{\text{m}} = \frac{1}{0,01} \int_0^{0,01} 1000t \, dt \Rightarrow P_{\text{m}} = \frac{1000}{0,01(2)} t^2 \Big|_0^{0,01} \Rightarrow \underline{P_{\text{m}} = 5 \text{ [W]}}$$



$$W = \int_0^t P \, dt \Rightarrow W = \int_0^{0,01} 1000t \, dt = \frac{1000}{2} t^2 \Big|_0^{0,01}$$

$$\underline{W = 0,05 \text{ [J]}}$$

Gráficamente:  $W = \text{Área bajo la curva } P = f(t)$   
 $\downarrow$  Triángulo  
 $W = \frac{\text{base} \times \text{Altura}}{2}$

$$W = \frac{0,01(10)}{2} \Rightarrow \underline{W = 0,05 \text{ [J]}}$$

# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Problemas

21. La tensión en un elemento de circuito es  $v = 150 \sin \omega t$  [V]. Si la tensión en este elemento es directamente proporcional a la corriente en un valor de 25 se pide:
- a) Hallar la corriente en [A].
  - b) Determinar la potencia instantánea.
  - c) Graficar: corriente, tensión y la potencia instantánea.
  - d) Hallar el valor de la potencia media.
  - e) Representar gráficamente la potencia media.



# UNIDAD 1: VARIABLES Y PARÁMETROS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

## Problemas

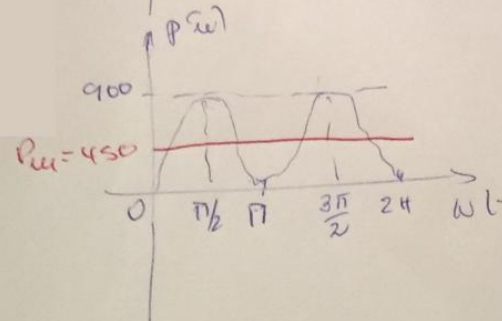
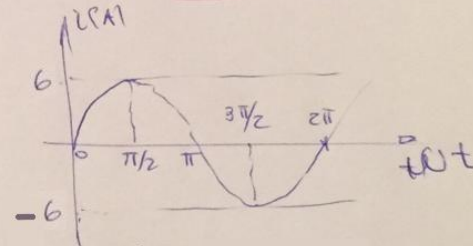
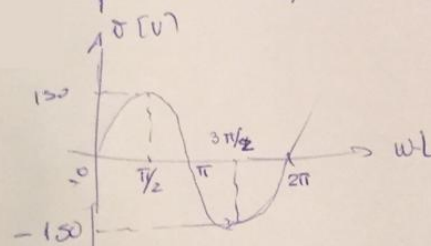
(2)  $v = 150 \sin \omega t \text{ [V]}$   
 $v = 2s i$

$i = ?$   
 $P = ?$   
 $\text{Gráf} = \begin{cases} i = f(t) \\ v = f(t) \\ p = f(t) \end{cases}$

$P_{av} = ?$   
 Gráfica:  $P_{av}$

$i = \frac{v}{2s} \Rightarrow i = 6 \sin \omega t \text{ [A]}$

$p = v i = 150 \sin \omega t \cdot 6 \sin \omega t \Rightarrow p = 900 \sin^2 \omega t \text{ [W]}$



$$P_{av} = \frac{1}{T} \int_0^T p(t) dt$$

$$P_{av} = \frac{1}{T} \int_0^T 900 \sin^2 \omega t d(\omega t)$$

$P_{av} = 450 \text{ [W]}$





**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

**CIRCUITOS ELÉCTRICOS I**

**iii FIN DE LA PRESENTACIÓN !!!**

**iii GRACIAS !!!**

**MSc. Ing. Juan José Edgar**  
**MONTERO GUEVARA**