

# ELECTRÓNICA

# Guía de estudio 6:

# Impedancia

**Nivel:** Secundario - Modalidad Educación Técnico-Profesional.

**Ciclo:** Segundo ciclo.

**Especialidades:** Electrónica, Electricidad.

## Introducción

En esta guía veremos que es una impedancia, su expresión genérica, su unidad, su representación en el plano complejo, operaciones con impedancias, cálculo de impedancias.

**¿Qué estamos aprendiendo?:** Impedancia en circuitos electrónicos

Antes de comenzar con esta guía es necesario haber completado la Guía 4 - Capacitancia y la Guía 5 - Inductancia.

## Materiales de estudio

**Recursos:** Geogebra <https://www.geogebra.org/m/jqfX8AHH>



## Conceptos relevantes, explicaciones y ejercitaciones.

### Impedancia

La impedancia de un circuito o de un componente representa la cantidad de ohm con la cual se opone a la circulación de corriente. Es la suma vectorial de la resistencia más la reactancia.

La impedancia es un número complejo. La parte real es la resistencia del circuito y la parte imaginaria la reactancia.

La unidad de la impedancia es el ohm  $\Omega$  y la letra que la representa es la  $Z$ .

$$Z = R + j X$$

En vez de usar la  $i$  para la parte imaginaria se emplea la  $j$  para no confundirla con el símbolo de la corriente.

Recordemos de las guías de capacitancia e inductancia que las reactancias capacitiva e inductiva son:

$$X_C = -j \frac{1}{\omega C} \quad \text{y} \quad X_L = j \omega L$$

Como las dos reactancias están en el eje imaginario del plano complejo, se pueden sumar:

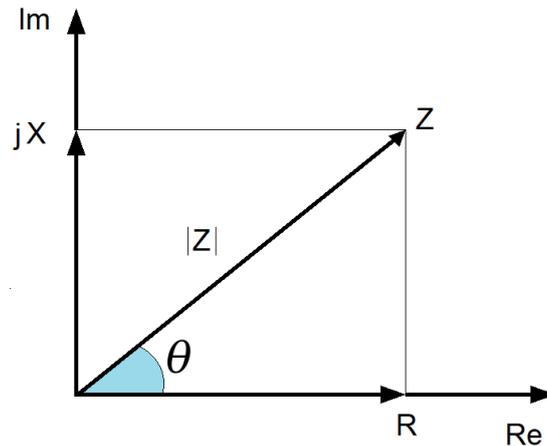
$$X = X_L - X_C = j \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right)$$

Cuando un circuito tiene resistencias y reactancias, la Ley de Ohm se generaliza incluyendo la impedancia:

$$v = i \cdot Z$$

Para continua la tensión y la corriente se expresan como  $V$  e  $I$  mayúsculas. Para alterna se usan minúsculas:  $v$  e  $i$ .

La representación en el plano complejo de una impedancia es la siguiente:



## Operaciones entre impedancias

La impedancia es un número complejo, y como tal, puede escribirse de las siguientes formas:

*Forma binómica:*  $Z = a + j b$  donde  $a$  es la parte real (resistencia) y  $b$  la parte imaginaria (reactancia)

*Forma exponencial:*  $Z = \rho e^{j\varphi}$  donde  $\rho$  es el módulo y  $\varphi$  la fase.

*Forma polar:*  $Z = \rho \angle \varphi$

Para pasar de *binómica* a *exponencial* o *polar*:

$$\rho = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\varphi = \text{arc tg } b/a$$

Para pasar de *exponencial* o *polar* a *binómica*:

$$a = \rho \cos \varphi$$

$$b = \rho \text{ sen } \varphi$$

## Ejemplos de Operaciones

**Suma:**

$$Z_1 + Z_2 = (a + jb) + (c + jd) = (a + c) + j(c + d)$$

$$Z_1 = 1 + j2, Z_2 = 3 + j4 \quad Z_1 + Z_2 = (1 + 3) + j(2 + 4) = 4 + j6$$

**Producto:**

En forma binómica:

$$Z1 * Z2 = (a + jb)*(c + jd) = (a.c - b.d)+j(a.d + b.c)$$

Dados  $Z1 = 1+j2$ , y  $Z2 = 3+j4$ 

$$Z1 * Z2 = (1.3 - 2.4) + j(1.4 + 2.3) = -5 + j 10$$

En forma exponencial:

si  $Z1 = \rho_1 \cdot e^{j\varphi_1}$ , y  $Z2 = \rho_2 \cdot e^{j\varphi_2}$ 

$$Z1 * Z2 = \rho_1 \cdot \rho_2 \cdot e^{j(\varphi_1 + \varphi_2)}$$

$$Z1 = 2 e^{j30}, Z2 = 3 e^{j45}$$

$$Z1 * Z2 = 6 e^{j75}$$

**Cociente:**

En forma binómica:

$$\frac{Z1}{Z2} = \frac{a + jb}{c + jd} = \frac{(a + jb) * (c - jd)}{(c + jd) * (c - jd)} = \frac{ac + bd + j(b.c - a.d)}{c^2 + d^2}$$

$$\frac{Z1}{Z2} = \frac{1 + j3}{2 + j4} = \frac{(1 + j3) * (2 - j4)}{(2 + j4) * (2 - j4)} = \frac{1.2 + 3.4 + j(3.2 - 1.4)}{2^2 + 4^2} = \frac{14 + j2}{20} = 0,7 + j0,1$$

En forma exponencial:

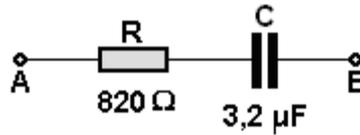
$$\frac{Z1}{Z2} = \frac{\rho_1 \cdot e^{j\varphi_1}}{\rho_2 \cdot e^{j\varphi_2}} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot e^{j(\varphi_1 - \varphi_2)}$$

$$\frac{Z1}{Z2} = \frac{2 e^{j60}}{3 e^{j45}} = \frac{2}{3} e^{j(60-45)} = 0,75 e^{j15}$$

**Ejercicio N°1:**

- a) Halle la reactancia del capacitor a la frecuencia de trabajo  $f=50\text{Hz}$ , y encuentre la impedancia total entre los puntos A y B. ¿Cuál es la corriente si la tensión  $V_{AB}$  es de  $100\text{V}$  con fase  $0^\circ$ ?
- b) Repetir para  $f = 150 \text{ Hz}$

A modo de ejemplo, la parte a. se resuelve de la siguiente manera:



$$\frac{V_C}{I_C} = X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314 \text{ radianes/seg}$$

$$X_C = -j1 / (314 \cdot 3,2 \cdot 10^{-6}) = -j995 \Omega$$

$$Z_{AB} = R - jX_C = (820 - j995)\Omega$$

$$Z_{AB} = 1289 \Omega \mid \underline{-50,5^\circ}$$

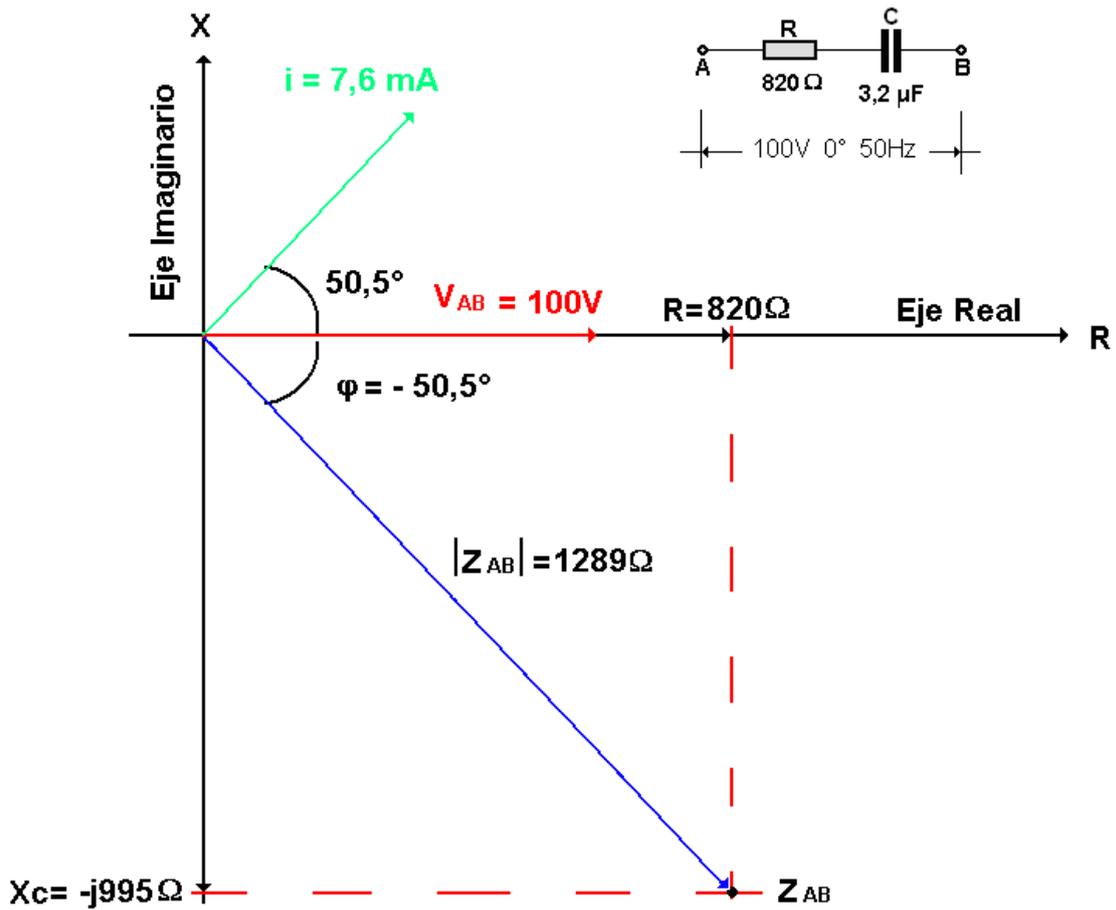
Si fuera solamente un capacitor, la fase de la impedancia sería  $90^\circ$ .

Si fuera solamente una resistencia, la fase de la impedancia sería  $0^\circ$ .

Puede verse que la fase de la impedancia es menor que  $90^\circ$  porque no es un capacitor solo y es mayor que  $0^\circ$  porque no es una resistencia sola.

$$i = V_{AB} / Z_{AB} = 100\text{V} / 1289 \Omega \mid \underline{-50,5^\circ} = 77,6 \text{ mA} \mid \underline{50,5^\circ}$$

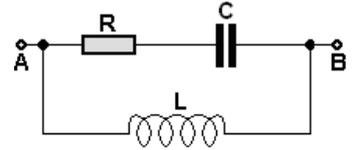
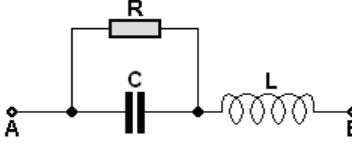
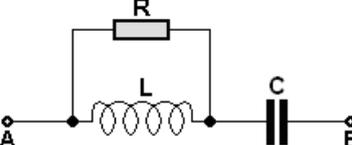
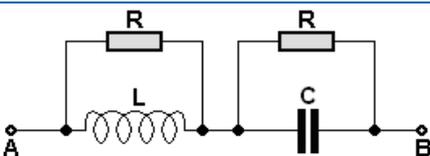
El circuito es capacitivo porque la tensión atrasa  $50.5^\circ$  a la corriente.



### Ejercicio N°2

Para los siguientes circuitos halle la impedancia entre los puntos A y B

N°	CIRCUITO	DATOS	INCOGNITA
a)		R = 20 Ω L = 63,7 mHy C = 318,5 μF f = 50 Hz	Z =
b)		R = 20 Ω L = 63,7 mHy C = 318,5 μF f = 50 Hz	Z =
c)		R = 20 Ω L = 63,7 mHy C = 318,5 μF f = 50 Hz	Z =

d)		R = 20 $\Omega$ L = 63,7 mHy C=318,5 $\mu$ F f= 50 Hz	Z=
e)		R = 20 $\Omega$ L = 63,7 mHy C=318,5 $\mu$ F f= 50 Hz	Z=
f)		R = 20 $\Omega$ L = 63,7 mHy C=318,5 $\mu$ F f= 50 Hz	Z=
g)		R = 20 $\Omega$ L = 63,7 mHy C=318,5 $\mu$ F f= 50 Hz	Z=

Para seguir aprendiendo:

### Ejercicio N°3

En el siguiente enlace hay un graficador de impedancias. Observe cómo se modifica la impedancia al cambiar la resistencia o la reactancia de un circuito.

<https://www.geogebra.org/m/jqfX8AHH>



Aprender también es practicar. Realizá todos los ejercicios puedas resolver y que encuentres también en otras guías, recursos, libros. Marcá los más difíciles, los que no lograste resolver o tenés duda que están bien. Recurrí nuevamente a la teoría, tratá de entender cada aspecto de tus razonamientos. Escribí, señalá en tus ejercicios resueltos aquellas dudas que sí o sí necesitás que tu profesora o profesor verifique y si es necesario te explique. No dejes de hacerlo.

Aprender también es desarrollar la capacidad de diferenciar aquellas cosas que podés hacer solo y las que necesitás ayuda o explicaciones en un determinado momento de tu estudio.