



Materia Electrotecnia de 5° año

Trabajo Práctico N° 7

1. Dibujar y describir la tensión y la corriente.
2. Nombrar los tipos de potencia.
3. ¿Qué es la impedancia equivalente?
4. ¿Qué es un cortocircuito?



CAPITULO 2

PRINCIPIOS EN CORRIENTE ALTERNA

Introducción

En todas las experiencias surgidas hasta el momento, la corriente fluía en un mismo sentido, por lo que se la denomina **corriente continua**. Dicha corriente es la que provee alimentación a una linterna, la que entrega un acumulador de plomo ácido de un automóvil (batería), la descarga que produce un rayo o la que provee el dínamo de una bicicleta.

Sin embargo, la corriente que resulta de uso más cotidiano es la **corriente alterna**, ya que con ella podemos hacer funcionar por ejemplo los artefactos eléctricos de una casa, la mayor cantidad de máquinas pesadas en una industria o la iluminación nocturna de la vía pública.

La diferencia que existe principalmente entre la corriente continua y la corriente alterna es que en la continua (c.c.) los electrones se desplazan por el conductor eléctrico siempre en el mismo sentido, mientras que en alterna (c.a.), los electrones cambian de sentido (entiéndase cambio de polaridad) cierta cantidad de veces por segundo. Esa cantidad de veces que cambia la polaridad se denomina frecuencia, y en la Argentina, dicha frecuencia es de 50 ciclos/segundo (llamados Hertz).

Las corrientes alternas son generadas en centrales térmicas, hidroeléctricas, nucleares, eólicas, etc., y pueden ser transformadas para poder realizar una distribución de la misma con la menor pérdida posible (entiéndase mejor rendimiento). Las *formas de onda* de las señales alternas son sinusoidales (desarrollo de la función matemática $\text{sen } \omega t$ en función del tiempo). Los parámetros que se definirán a continuación de una onda de corriente alterna son los definidos gráficamente en la fig. 2.1, a saber:

Período (T): Tiempo que demora la señal en pasar dos veces por el mismo punto.

Frecuencia (f): Número de períodos por unidad de tiempo. Por lo general, la unidad de tiempo es el segundo (s).

Pulsación (ω): Número de períodos en 2π radianes.

Valores eficaces de tensión y de corriente: Habitualmente, cuando uno se refiere a un valor determinado de corriente alter-



na, menciona un *valor eficaz* como dato. Por ejemplo, la tensión de línea se menciona como *220 Volt*, siendo éste el valor de la tensión eficaz de línea. Se define **valor eficaz** como el valor de una corriente continua que al pasar por un conductor durante un tiempo determinado produce la misma *cantidad de calor* (o desde el punto de vista de la física se menciona como *trabajo*) que una corriente alterna dada.

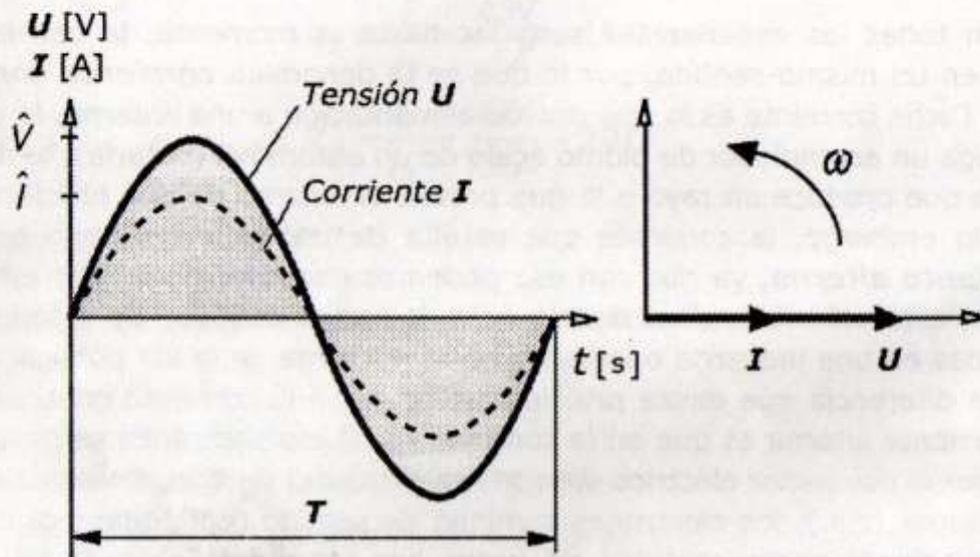


Fig. 2.1 Curvas de tensión y corriente alterna y diagrama fasorial

Siendo la unidad de medida de la tensión el *Volt* (V) y de la corriente el *Ampere* (A), la unidad de medida de la potencia será el *Volt-Ampere* (abreviatura VA) para circuitos de corriente alternada.

En *corriente alternada*, a esa potencia se la denomina **potencia aparente**; ya que la misma está compuesta por la **potencia activa** y la **potencia reactiva**.

La **potencia activa** es la potencia efectivamente transformada en:

- ♦ **Potencia mecánica.**
- ♦ **Potencia térmica.**
- ♦ **Potencia lumínica.**

La **potencia reactiva** es la parte transformada en campo magnético, necesaria para el funcionamiento de:

- ♦ **Motores, Transformadores y Reactores.**

La **potencia aparente** resulta de sumar vectorialmente la *potencia*



Capítulo 2: Principios en Corriente Alterna

11

activa y la potencia reactiva. Su resultado dependerá del grado de *desfasaje* (ángulo existente entre ambos, denominado con la *letra griega* ϕ) que los vectores representativos de dichas potencias posean entre sí.

En instalaciones eléctricas que no contengan *motores, transformadores, capacitores o inductores* (elementos inductivos o capacitivos), la *potencia reactiva* será nula, por lo que la *potencia activa* será igual a la *potencia aparente*.

En proyectos de instalaciones eléctricas residenciales los cálculos se efectúan en base a la *potencia aparente* y a la *potencia activa*. El valor de la corriente que circule, dependerá de la *tensión aplicada* y de *resistencia eléctrica* que el circuito ofrezca a su paso. La resistencia se mide en *Ohm* (símbolo Ω), y tiene el valor de 1Ω si al aplicar una tensión de $1V$ circula una corriente de $1A$. Esto se ve reflejado en las siguientes ecuaciones básicas (*Ley de Ohm*), las que se cumplen al igual que para corriente continua en corriente alterna, con la única salvedad que la *resistencia R* (en c.c.) se denomina *impedancia Z* (en c.a.).

$$\text{tensión} = \text{Corriente} \cdot \text{Impedancia}$$

$$U [V] = I [A] \cdot Z [\Omega]$$

$$\text{Corriente} = \text{Tensión} / \text{Impedancia}$$

$$I [A] = U [V] / Z [\Omega]$$

$$\text{Impedancia} = \text{Tensión} / \text{Corriente}$$

$$Z [\Omega] = U [V] / I [A]$$

$$\text{Potencia} = \text{Tensión} \cdot \text{Corriente}$$

$$P [W] = U [V] \cdot I [A]$$

La corriente alternada trifásica utilizada en la Argentina es de 380 Volt entre fases y de 220 Volt entre cada fase y neutro (denominada comúnmente como $3 \times 380\text{ V}/220\text{ V}$), con una *frecuencia* (cantidad de veces que se repite el *período T* por unidad de tiempo) de $50\text{ ciclos por segundo}$ (denominado *Hertz* y simbolizado Hz). La corriente que se distribuye es trifásica, y para abastecer a los hogares, se toma la tensión entre una fase y la conexión de neutro o tierra.

Ahora definiremos algunos términos utilizados habitualmente. El término **carga**, en el lenguaje habitual de la electrotécnica, puede tener varias acepciones tal como se detalla:

- Conjunto de valores eléctricos que caracterizan la sollicitación a



12

Ayudante Eléctrico - Pedro Claudio Rodríguez

que está sometido un equipamiento eléctrico (transformador, máquina, etc.).

- ♦ Equipamiento eléctrico que absorbe potencia.
- ♦ Potencia (o corriente) transferida por un equipamiento eléctrico.
- ♦ Potencia instalada.

Por otra parte, para un circuito o equipamiento eléctrico hablamos de *funcionamiento en carga cuando está consumiendo potencia*, funcionamiento a *plena carga cuando está en el límite superior de consumo* y funcionamiento en *vacío cuando no se registra consumo alguno*.

En un **circuito en serie** la corriente I que circula tiene el mismo valor en todas las partes del circuito, siendo la *impedancia total Z* la suma de las *impedancias individuales*. La *tensión U* varía en las distintas partes del circuito, siendo:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

Ello significa que si en un circuito de 220 V se conectan varias lámparas en *serie*, cada una de ellas deberán estar preparadas para una tensión U/n , y si una de ellas se quema se interrumpe todo el circuito y las lámparas se apagarán. Salvo en casos excepcionales en las instalaciones eléctricas, las cargas se conectan en *paralelo*.

La inmensa mayoría de las instalaciones eléctricas poseen cargas en paralelo. En esos circuitos uno de los cálculos más comunes consiste en determinar la corriente total exigida por las cargas, a fin de determinar la sección de los conductores y la protección que se le deberá dar al circuito. En un circuito con *cargas en paralelo*, a cada una de las cargas estará aplicada la misma tensión y la corriente total será la suma de las corrientes de cada carga individual. La *ley de Ohm* puede ser aplicada a cada una de las ramas para determinar las corrientes.

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

La impedancia de una carga específica generalmente no es de interés, excepto como un paso para determinar la corriente o la potencia consumida. De este modo, la corriente total que circula en un circuito con cargas en paralelo se puede calcular en función de la **impedancia equivalente del circuito**, que en circuitos resistivos puros de c.a. se llama **resistencia equivalente**, y se calcula mediante la siguiente expresión:



Capítulo 2: Principios en Corriente Alterna

13

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{P_1}{U_1^2} + \frac{P_2}{U_2^2} + \frac{P_3}{U_3^2} + \dots + \frac{P_n}{U_n^2}$$

La resistencia de un equipamiento eléctrico se fija en la fase de proyecto, y cualquier cálculo que involucre esa magnitud deberá utilizar la tensión nominal del equipamiento y no la del circuito; por lo que las tensiones $U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$ pueden ser diferentes entre sí. Si todas las cargas tuvieran la misma tensión nominal la expresión anterior queda:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{U^2}$$

Por lo tanto:

$$R_{eq} = (\text{Tensión nominal})^2 / \text{Suma de la potencias nominales}$$
$$R_{eq} = U^2 / P$$

Una *instalación eléctrica* es un conjunto de componentes eléctricos asociados con características coordinadas entre sí con una determinada finalidad. Ahora definiremos cada uno de los componentes que componen una instalación eléctrica.

- Líneas o circuitos (conductores eléctricos), elementos de fijación (abrazaderas, bandejas, etc.), protección mecánica (tableros, cajas, etc.).
- Equipamientos (elementos de iluminación, aire acondicionado, electrodomésticos, etc.).
- Elementos de maniobra y protección (interruptores, disyuntores, fusibles, etc.).

Los tipos de circuitos de alimentación se clasifican según su uso en *circuitos para usos generales*, *circuitos para usos especiales* y de *conexión fija*.

Los *circuitos de alimentación para usos generales* son monofásicos que alimentan bocas de salida para alumbrado y bocas de salida para tomacorrientes. Deberán tener una protección para una corriente de



hasta 16 A. y el número de bocas por circuito no debe ser mayor que 15.

Los *circuitos de alimentación para usos especiales* son circuitos de tomacorrientes monofásicos o trifásicos que alimentan consumos unitarios superiores a 10 A, o bien para alimentar circuitos a la intemperie (parques, piletas de natación, jardines, etc.). Deberán tener una protección para una corriente no mayor a 25 A.

Los *circuitos de alimentación de conexión fija* son circuitos que alimentan directamente a determinados consumos sin la utilización de tomacorrientes. No deben tener derivación alguna.

Las instalaciones eléctricas de *baja tensión* (BT) pueden estar sometidas a fallas o anomalías en su funcionamiento que pueden causar graves daños a las mismas. Se produce una falla cuando en una instalación o un equipamiento dos o más partes que están a potenciales diferentes (diferentes tensiones respecto a tierra) entran en contacto accidental por *fallas de aislación* entre sí o contra tierra.

Una falla puede ser *directa*, cuando las partes tienen contacto físico entre sí, o *indirecta*, si no lo tienen. Cuando una de las partes es *tierra* hablamos de una *falla a tierra*. Un *cortocircuito* es una *falla directa* entre dos conductores vivos, esto es fases o neutro.

Las *sobrecorrientes* son las corrientes que exceden del valor nominal prefijado (por ejemplo la corriente nominal de un equipamiento o la capacidad de conducción de un conductor). Es un valor cualitativo, ya que si la corriente nominal es de 50 A, tanto una corriente de 51 A como otra de 5.000 A constituyen sobrecorrientes.

Las *sobrecorrientes* deben ser eliminadas en el menor tiempo posible dado que pueden producir una drástica reducción en la vida útil de los conductores. Las corrientes de cortocircuito, por ser muy superiores a las corrientes nominales pueden además ser el origen de incendios.

Las *corrientes de sobrecarga*, no tienen origen en fallas sino que se deben a circuitos subdimensionados por error de diseño, o a la sustitución de equipos por otros de mayor potencia a la prevista originalmente, o por motores eléctricos que están consumiendo más de lo previsto por accionar cargas excesivas.

Las *corrientes de fuga* son aquellas que, por *fallas de aislación*, fluyen a tierra o a elementos conductores extraños a la instalación. En la práctica siempre existen corrientes de fuga ya que no existen aislantes perfectos, pero son extremadamente bajas y no causan perjuicios a las



Capítulo 2: Principios en Corriente Alterna

15

instalaciones. Debido a la existencia de las mismas en las instalaciones, se deberán contemplar diversas funciones de corte que hacen a la seguridad de las personas y de los equipamientos; éstas son básicamente tres: *Interrupción, Protección, y Conmutación.*

Los *elementos de interrupción* (maniobra) son dispositivos que permiten establecer, conducir e interrumpir la corriente para la cual han sido diseñados.

La norma IEC 947-1 define las características de los aparatos según sus posibilidades de corte. Ellos son los *seccionadores* (cierran y cortan sin carga y pueden soportar un cortocircuito estando cerrados), *interruptores* denominados también *seccionadores bajo carga* (cierran y cortan en carga y en sobrecarga), *interruptores seccionadores* (interruptores que en posición abierto satisfacen las condiciones especificadas para un seccionador), *interruptores automáticos* (interruptores que satisfacen las condiciones de un interruptor seccionador e interrumpen un cortocircuito).

Para altas corrientes (30 a 1.000 A) se suelen utilizar interruptores a cuchilla, colocados de manera tal que la gravedad tienda a abrirlas. Para usos domiciliarios se emplean llaves embutidas, normalmente combinadas con toma corrientes.

Los denominados *elementos de protección* son dispositivos que permiten detectar condiciones anormales definidas (sobrecargas, cortocircuitos, corriente de falla a tierra, etc.) e interrumpir la línea que alimenta la anomalía u ordenar su interrupción a través del elemento de maniobra al que se encuentre acoplado. Cuando hablamos de protección nos estamos refiriendo a la protección de las personas, de los edificios o de las instalaciones.

El elemento de protección tradicional es el *fusible*, pero los protectores automáticos aportan una mejor solución por mantenerse invariables en el tiempo y por la posibilidad de asegurar la continuidad del servicio.

Los *elementos de conmutación* son dispositivos empleados cuando se requiere un comando automático y una gran cadencia de maniobra, como sucede con el accionamiento de máquinas.

De acuerdo al tiempo de desconexión de los *elementos de protección* se puede hablar de *protecciones rápidas* (actúan en el caso de producirse sobrecorrientes súbitas, superiores a los valores normales como es el caso de los cortocircuitos) entre las que tenemos los fusibles y las protecciones automáticas magnéticas, las *protecciones retardadas* (actúan



cuando la sobrecorriente es superior a la normal pero de respuesta lenta) entre las que están las llaves térmicas, las *protecciones combinadas* (las cuales son una combinación de las anteriores) como por ejemplo las protecciones termomagnéticas.

Los sistemas de distribución y las instalaciones son caracterizadas por sus tensiones nominales, dadas en valores eficaces. Las tensiones usadas en las redes públicas de baja tensión son de 220 V para *sistemas monofásicos* y 220/380 V para *sistemas trifásicos*.

Volviendo a considerar las diferencias entre *resistencias e impedancias* en corriente alterna, diremos que en corriente alterna, se cumple la ley de ohm en forma vectorial. De allí que al ser nulo el defasaje entre la tensión y la corriente, se puede tomar como si fuese un circuito resistivo puro, y operar como en corriente continua. Pero en la mayoría de los casos, al existir transformadores, motores, tubos fluorescentes, etc., el defasaje existe y es distinto de cero.

El mayor o menor defasaje estará relacionado con que tan capacitiva o inductiva sea la carga, haciendo que el ángulo ϕ formado entre la *tensión V* y la *corriente I* varíe en función de ello.

En teoría el factor de potencia $\cos\phi$ debería ser igual a uno, aunque en la práctica, un valor de 0,95 se da por bueno. Para llegar a dicho factor de potencia, se deben compensar las cargas para que la potencia consumida sea la real, o no diste demasiado de ella.

En una vivienda o instalación pequeña, principalmente se puede presentar una alteración en el factor de potencia $\cos\phi$ si es que existen muchas cargas inductivas (bobinados de motores, reactancias, transformadores, etc.) no compensadas.

En la actualidad, cada equipo con algún factor inductivo, viene compensado internamente para cumplir con el $\cos\phi$ mencionado.

En realidad, este factor se debe tener en cuenta en instalaciones de mayor magnitud, principalmente en cargas trifásicas en que se deba equilibrar el consumo de cada fase.