

Corriente alterna

Se denomina **corriente alterna** (abreviada **CA** en español y **AC** en inglés, de *alternating current*) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente. La forma de oscilación de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una oscilación senoidal (figura 1), puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía. Sin embargo, en ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de oscilación periódicas, tales como la triangular o la cuadrada.

Utilizada genéricamente, la CA se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los

hogares y a las empresas. Sin embargo, las señales de audio y de radio transmitidas por los cables eléctricos, son también ejemplos de corriente alterna. En estos usos, el fin más importante suele ser la transmisión y recuperación de la información codificada (o modulada) sobre la señal de la CA.

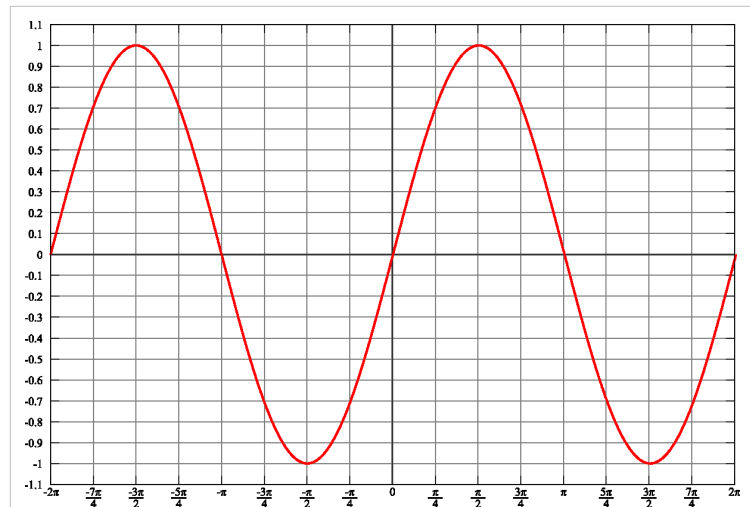


Figura 1: Forma sinusoidal.

Historia

En el año 1882 el físico, matemático, inventor e ingeniero Nikola Tesla, diseñó y construyó el primer motor de inducción de CA. Posteriormente el físico William Stanley, reutilizó, en 1885, el principio de inducción para transferir la CA entre dos circuitos eléctricamente aislados. La idea central fue la de enrollar un par de bobinas en una base de hierro común, denominada bobina de inducción. De este modo se obtuvo lo que sería el precursor del actual transformador. El sistema usado hoy en día fue ideado fundamentalmente por Nikola Tesla; la distribución de la corriente alterna fue comercializada por George Westinghouse. Otros que contribuyeron en el desarrollo y mejora de este sistema fueron Lucien Gaulard, John Gibbs y Oliver Shallenget entre los años 1881 y 1889. La corriente alterna superó las limitaciones que aparecían al emplear la corriente continua (CC), el cual es un sistema ineficiente para la distribución de energía a gran escala debido a problemas en la transmisión de potencia, comercializado en su día con gran agresividad por Thomas Edison.

La primera transmisión interurbana de la corriente alterna ocurrió en 1891, cerca de Telluride, Colorado, a la que siguió algunos meses más tarde otra en Alemania. A pesar de las notorias ventajas de la CA frente a la CC, Thomas Edison siguió abogando fuertemente por el uso de la corriente continua, de la que poseía numerosas patentes (véase la guerra de las corrientes). De hecho, atacó duramente a Nikola Tesla y a George Westinghouse, promotores de la corriente alterna, a pesar de lo cual ésta se acabó por imponer. Así, utilizando corriente alterna, Charles Proteus Steinmetz, de General Electric, pudo solucionar muchos de los problemas asociados a la producción y transmisión eléctrica, lo cual provocó al fin la derrota de Edison en la batalla de las corrientes, siendo su vencedor Nikola Tesla y su financiador George Westinghouse.

Corriente alterna frente a corriente continua

La razón del amplio uso de la corriente alterna viene determinada por su facilidad de transformación, cualidad de la que carece la corriente continua. En el caso de la corriente continua la elevación de la tensión se logra conectando dínamos en serie, lo cual no es muy práctico, al contrario en corriente alterna se cuenta con un dispositivo: el transformador, que permite elevar la tensión de una forma eficiente.

La energía eléctrica viene dada por el producto de la tensión, la intensidad y el tiempo. Dado que la sección de los conductores de las líneas de transporte de energía eléctrica depende de la intensidad, podemos, mediante un transformador, elevar el voltaje hasta altos valores (alta tensión), disminuyendo en igual proporción la intensidad de corriente. Con esto la misma energía puede ser distribuida a largas distancias con bajas intensidades de corriente y, por tanto, con bajas pérdidas por causa del efecto Joule y otros efectos asociados al paso de corriente tales como la histéresis o las corrientes de Foucault. Una vez en el punto de consumo o en sus cercanías, el voltaje puede ser de nuevo reducido para su uso industrial o doméstico y comercial de forma cómoda y segura.

Las matemáticas y la CA sinusoidal

Algunos tipos de oscilaciones periódicas tienen el inconveniente de no tener definida su expresión matemática, por lo que no se puede operar analíticamente con ellas. Por el contrario, la oscilación sinusoidal no tiene esta indeterminación matemática y presenta las siguientes ventajas:

- La función seno está perfectamente definida mediante su expresión analítica y gráfica. Mediante la teoría de los números complejos se analizan con suma facilidad los circuitos de alterna.
- Las oscilaciones periódicas no sinusoidales se pueden descomponer en suma de una serie de oscilaciones sinusoidales de diferentes frecuencias que reciben el nombre de armónicos. Esto es una aplicación directa de las series de Fourier.
- Se pueden generar con facilidad y en magnitudes de valores elevados para facilitar el transporte de la energía eléctrica.
- Su transformación en otras oscilaciones de distinta magnitud se consigue con facilidad mediante la utilización de transformadores.

Oscilación senoidal

Una señal sinusoidal, $a(t)$, tensión, $v(t)$, o corriente, $i(t)$, se puede expresar matemáticamente según sus parámetros característicos (figura 2), como una función del tiempo por medio de la siguiente ecuación:

$$a(t) = A_0 \cdot \sin(\omega t + \beta)$$

donde

A_0 es la *amplitud* en voltios o amperios (también llamado *valor máximo o de pico*),

ω la *pulsación* en radianes/segundo,

t el tiempo en segundos, y

β el ángulo de fase inicial en radianes.

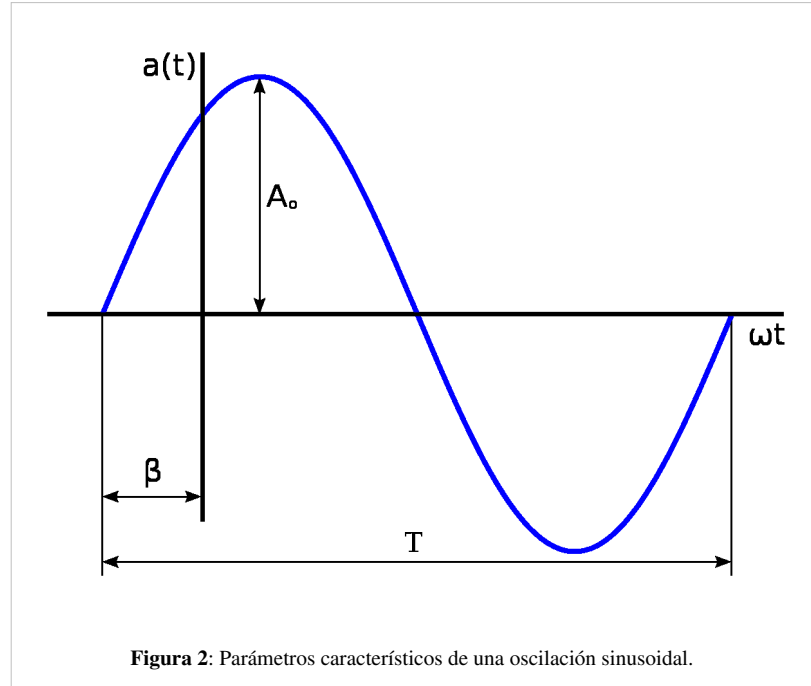


Figura 2: Parámetros característicos de una oscilación sinusoidal.

Dado que la velocidad angular es más interesante para matemáticos que para ingenieros, la fórmula anterior se suele expresar como:

$$a(t) = A_0 \cdot \sin(2\pi ft + \beta)$$

donde f es la frecuencia en hercios (Hz) y equivale a la inversa del período $f = \frac{1}{T}$. Los valores más empleados en la distribución son 50 Hz y 60 Hz.

Valores significativos

A continuación se indican otros valores significativos de una señal sinusoidal:

- **Valor instantáneo** ($a(t)$): Es el que toma la ordenada en un instante, t , determinado.
- **Valor pico a pico** (A_{pp}): Diferencia entre su pico o máximo positivo y su pico negativo. Dado que el valor máximo de $\sin(x)$ es +1 y el valor mínimo es -1, una señal sinusoidal que oscila entre $+A_0$ y $-A_0$. El valor de pico a pico, escrito como A_{p-p} , es por lo tanto $(+A_0) - (-A_0) = 2 \times A_0$.
- **Valor medio** (A_{med}): Valor del área que forma con el eje de abscisas partido por su período. El valor medio se puede interpretar como el componente de continua de la oscilación sinusoidal. El área se considera positiva si está por encima del eje de abscisas y negativa si está por debajo. Como en una señal sinusoidal el semiciclo positivo es idéntico al negativo, su valor medio es nulo. Por eso el valor medio de una Oscilación sinusoidal se refiere a un semiciclo. Mediante el cálculo integral se puede demostrar que su expresión es la siguiente;

$$A_{med} = \frac{2A_0}{\pi}$$

- **Pico o cresta**: Valor máximo, de signo positivo (+), que toma la oscilación sinusoidal del espectro electromagnético, cada medio ciclo, a partir del punto "0". Ese valor aumenta o disminuye a medida que la amplitud "A" de la propia oscilación crece o decrece positivamente por encima del valor "0".
- **Valor eficaz** (A): su importancia se debe a que este valor es el que produce el mismo efecto calorífico que su equivalente en corriente continua. Matemáticamente, el valor eficaz de una magnitud variable con el tiempo, se define como la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de los valores instantáneos alcanzados durante un período:

$$A = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

En la literatura inglesa este valor se conoce como R.M.S. (*root mean square*, valor cuadrático medio), y de hecho en matemáticas a veces es llamado valor cuadrático medio de una función. En el campo industrial, el valor eficaz es de gran importancia ya que casi todas las operaciones con magnitudes energéticas se hacen con dicho valor. De ahí que por rapidez y claridad se represente con la letra mayúscula de la magnitud que se trate (I, V, P, etc.). Matemáticamente se demuestra que para una corriente alterna sinusoidal el valor eficaz viene dado por la expresión:

$$A = \frac{A_0}{\sqrt{2}}$$

El valor **A**, tensión o intensidad, es útil para calcular la potencia consumida por una carga. Así, si una tensión de corriente continua (CC), V_{CC} , desarrolla una cierta potencia P en una carga resistiva dada, una tensión de CA de V_{rms} desarrollará la misma potencia P en la misma carga si $V_{rms} = V_{CC}$.

Para ilustrar prácticamente los conceptos anteriores se considera, por ejemplo, la corriente alterna en la red eléctrica doméstica en Europa: cuando se dice que su valor es de 230 V CA, se está diciendo que su *valor eficaz* (al menos nominalmente) es de 230 V, lo que significa que tiene los mismos efectos caloríficos que una tensión de 230 V de CC. Su tensión de pico (amplitud), se obtiene despejando de la ecuación antes reseñada:

$$V_0 = V_{ef} \cdot \sqrt{2}$$

Así, para la red de 230 V CA, la *tensión de pico* es de aproximadamente 325 V y de 650 V (el doble) la *tensión de pico a pico*.

Su frecuencia es de 50 Hz, lo que equivale a decir que cada ciclo de la oscilación sinusoidal tarda 20 ms en repetirse. La tensión de pico positivo se alcanza a los 5 ms de pasar la oscilación por cero (0 V) en su incremento, y 10 ms después se alcanza la tensión de pico negativo. Si se desea conocer, por ejemplo, el valor a los 3 ms de pasar por cero en su incremento, se empleará la función sinusoidal:

$$v(t) = V_0 \cdot \sin(2\pi ft) = 325 \sin(2\pi \cdot 50 \cdot 3 \cdot 10^{-3}) = 325 \sin(0,3\pi) \approx 262,9 \text{ V}$$

Representación fasorial

Una función sinusoidal puede ser representada por un número complejo cuyo argumento crece linealmente con el tiempo (figura 3), al que se denomina fasor o representación de Fresnel, que tendrá las siguientes características:

- Girará con una velocidad angular ω .
- Su módulo será el valor máximo o el eficaz, según convenga.

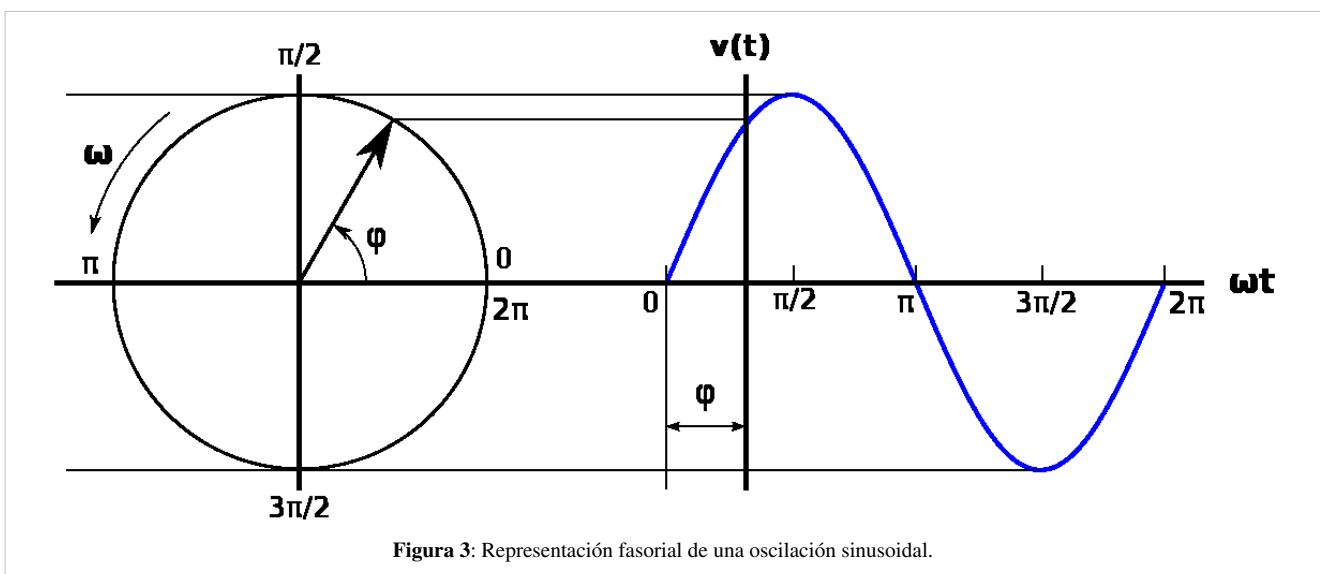


Figura 3: Representación fasorial de una oscilación sinusoidal.

La razón de utilizar la representación fasorial está en la simplificación que ello supone. Matemáticamente, un fasor puede ser definido fácilmente por un número complejo, por lo que puede emplearse la teoría de cálculo de estos números para el análisis de sistemas de corriente alterna.

Consideremos, a modo de ejemplo, una tensión de CA cuyo valor instantáneo sea el siguiente:

$$v(t) = 4 \sin(1000t + \frac{\pi}{4})$$

Tomando como módulo del fasor su valor eficaz, la representación gráfica de la anterior tensión será la que se puede observar en la figura 4, y se anotará:

$$\vec{V} = 2\sqrt{2}e^{\frac{\pi j}{4}} = 2\sqrt{2} /45^\circ$$

denominadas formas polares, o bien:

$$\vec{V} = 2 + 2j$$

denominada forma trinómica.

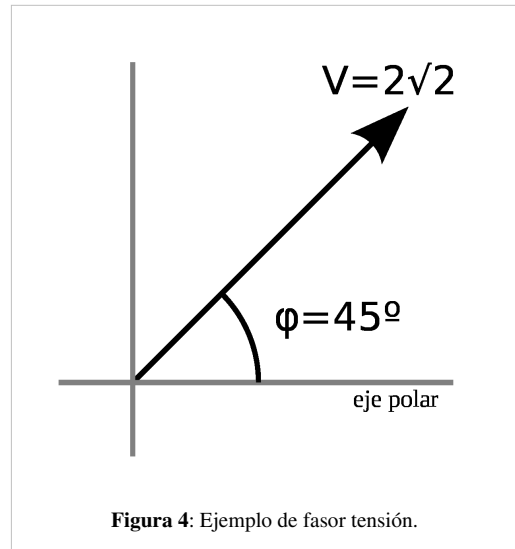


Figura 4: Ejemplo de fasor tensión.

Corriente trifásica

La generación trifásica de energía eléctrica es la forma más común y la que provee un uso más eficiente de los conductores. La utilización de electricidad en forma trifásica es común mayoritariamente para uso en industrias donde muchas de las máquinas funcionan con motores para esta tensión.

La corriente trifásica está formada por un conjunto de tres formas de oscilación, desfasadas una respecto a la otra 120° (grados), según el diagrama que se muestra en la figura 5.

Las corrientes trifásicas se generan mediante alternadores dotados de tres bobinas o grupos de bobinas, enrolladas sobre tres sistemas de piezas polares equidistantes entre sí. El retorno de cada uno de estos circuitos o fases se acopla en un punto, denominado neutro, donde la suma de las tres corrientes, si el sistema está equilibrado, es cero, con lo cual el transporte puede ser efectuado usando solamente tres cables.

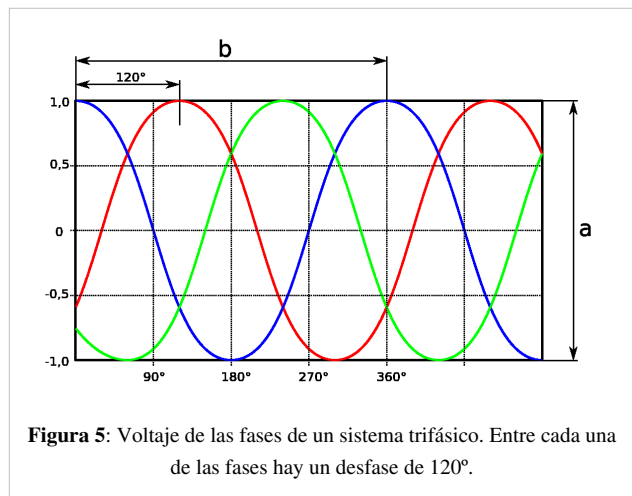


Figura 5: Voltaje de las fases de un sistema trifásico. Entre cada una de las fases hay un desfase de 120°.

Esta disposición sería la denominada conexión en *estrella*, existiendo también la conexión en *triángulo* o *delta* en las que las bobinas se acoplan según esta figura geométrica y los hilos de línea parten de los vértices.

Existen por tanto cuatro posibles interconexiones entre generador y carga:

1. Estrella - Estrella
2. Estrella - Delta
3. Delta - Estrella
4. Delta - Delta

En los circuitos tipo *estrella*, las corrientes de fase y las corrientes de línea son iguales y, cuando el sistema está equilibrado, las tensiones de línea son $\sqrt{3}$ veces mayor que las tensiones de fase y están adelantadas 30° a estas:

$$V_{línea} = [\sqrt{3}V_{fase}]_{(\phi+30)}$$

En los circuitos tipo *triángulo* o *delta*, pasa lo contrario, las tensiones de fase y de línea, son iguales y, cuando el sistema está equilibrado, la corriente de fase es $\sqrt{3}$ veces más pequeña que la corriente de línea y está adelantada 30° a ésta:

$$I_{fase} = \left[\frac{I_{linea}}{\sqrt{3}} \right]_{(\phi+30)}$$

El sistema trifásico es un tipo particular dentro de los sistemas polifásicos de generación eléctrica, aunque con mucho el más utilizado.

Referencias

- *Notas sobre corriente alterna* ^[1]. Jaime Planas Rosselló (2000)- Universidad de Valencia
- ¿Cómo es la corriente alterna? ^[2]. IES Gerald Brenan

[[bn:পরবির্তী তড় . ি প্ৰবাহ]]

Referencias

[1] <http://informatica.uv.es/ii guia/INS/material/inst05.pdf>

[2] http://fisicayquimica.iesgbrenan.com/ESPA/Bloque11/42_alterna.pdf

Fuentes y contribuyentes del artículo

Corriente alterna *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=62893135> *Contribuyentes:* -jem-, 333, Ajuto, AleMC, Algarabia, Algarroboycurro, Amanuense, Anderander, Antur, Aportador, Açipni-Lovrij, Barteik, BuenaGente, Camima, Cerato, Craigehek, Cratón, Criss08, Dangelin5, David0811, Demex, Diamondland, Dianai, Diegusjaimes, Digigalos, Dionisio, Dodo, Dyson, ECAM, El loko, Elriki, FAR, Fmariluis, Foundling, Gabbor, Gaijin, Galio, Gallocayo, Gerardpc, Greek, HUB, Helmy oved, Hispa, Igna, Jarke, JaviMad, Javierito92, Jcaraballo, Jebba, Jekter, Jkbw, Jmcalderson, JorgeGG, Josemontero9, Juan Mayordomo, Juliho.castillo, Kippel, Kmkeze1, LBenet, Laura Fiorucci, Leonpolanco, Leugim1972, Lwsegovia, MAD-0011, Maldoror, Manolo456, Manuel Trujillo Berges, MarcoAurelio, Matdrodes, Mbrenes, Mel 23, Moriel, Mpeinadopa, NaSz, NahuelMS, Netito777, Nicoguaró, Nicop, Nikai, OMenda, Ortisa, Oscar ., Osiris fancy, PACO, Periku, Poco a poco, Pólux, Quetzal02, Ralorin, Raulshc, RoyFocker, Sanbec, Satin, Savh, Seldaiendil, Soulreaper, Svoice, Tano4595, Technopat, TheSensei, Tjmoel, Tostadora, Triku, Txo, Urdangaray, Waka Waka, Xuankar, Érico Júnior Wouters, 452 ediciones anónimas

Fuentes de imagen, Licencias y contribuyentes

Archivo:Sin.svg *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Sin.svg> *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Self: Commons user Keytotime

Archivo:OndaSenoidal.svg *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:OndaSenoidal.svg> *Licencia:* Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported *Contribuyentes:* derivative work: Josemontero9 (talk) OndaSenoidal.PNG: José Luis Gálvez

Archivo:OndaSenoidal2.svg *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:OndaSenoidal2.svg> *Licencia:* Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported *Contribuyentes:* Derivative work: Josemontero9 Fazor.PNG by José Luis Gálvez

Archivo:EjemploFazor.svg *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:EjemploFazor.svg> *Licencia:* GNU Free Documentation License *Contribuyentes:* derivative work: Josemontero9 (talk) EjemploFazor.PNG: José Luis Gálvez

Archivo:3-phase-voltage.svg *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:3-phase-voltage.svg> *Licencia:* Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported *Contribuyentes:* User:Tomia

Licencia

Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
[//creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)