

# La historia del transformador eléctrico

El transformador eléctrico es ese noble, sencillo y seguro aparato eléctrico que desde el inicio de la electrotecnia nos acompaña en la vida diaria cumpliendo fielmente su misión de transformar parámetros eléctricos. Pero, ¿cómo fue su descubrimiento/evolución?

Ing. Ricardo Berizzo  
UTN Regional Rosario  
rberizzo@gmail.com

En general, todos los descubrimientos y aplicaciones en que se fundamenta la electrotecnia, que se desarrolló en aproximadamente un siglo (desde Volta, en 1779, a Tesla, en 1901), no son atribuibles a una sola persona sino a una concatenación, causal o no, de hechos, circunstancias, estudio, dedicación, etc. de muchas mentes inquietas.

El transformador eléctrico no es una excepción, y es por ello que no resulta fácil establecer un orden cronológico y geográfico de los hechos acaecidos para su descubrimiento/evolución. Como el transformador eléctrico se merece el intento, vamos a tratar de rendirle un sencillo homenaje con este escrito.

*Todos los descubrimientos y aplicaciones en que se fundamenta la electrotecnia [...] no son atribuibles a una sola persona sino a una concatenación, causal o no, de hechos, circunstancias, estudio, dedicación, etc. de muchas mentes inquietas.*

El fenómeno de inducción electromagnética en el que se basa el funcionamiento del transformador fue descubierto por Michael Faraday (1791-1867) en 1831. Faraday fue un físico y químico que dedicó su carrera profesional al estudio del electromagnetismo y la electroquímica.

El fenómeno electromagnético se basa, fundamentalmente, en que cualquier variación de flujo magnético que atraviesa un circuito cerrado genera una corriente inducida, y en que la corriente inducida solo permanece mientras se produce el cambio de flujo magnético.

Faraday se basó en estudios previos de Hans Christian Ørsted (1777-1851) físico y químico danés, gran estudioso del electromagnetismo.



En 1813, el danés ya predijo la existencia de los fenómenos electromagnéticos, que no demostró hasta 1820, cuando observó que una aguja imantada colocada en dirección paralela a un conductor eléctrico se desviaba cuando se hacía circular una corriente eléctrica por el conductor. Demostró así la existencia de un campo magnético en torno a todo conductor atravesado por una corriente eléctrica, e inició de ese modo el estudio del electromagnetismo. Este descubrimiento fue crucial en el desarrollo de la electricidad, ya que puso en evidencia la relación existente entre la electricidad y el magnetismo.

*El fenómeno de inducción electromagnética en el que se basa el funcionamiento del transformador fue descubierto por Michael Faraday en 1831.*

André-Marie Ampère (1775-1836) fue un matemático y físico francés. Conoció los experimentos de Ørsted en septiembre de 1820, lo que le sirvió para desarrollar poco más tarde la teoría que sería el punto de partida del electromagnetismo.

De los estudios de Ampère, la ley más conocida es la de la electrodinámica, que describe las fuerzas que dos conductores paralelos atravesados por corriente eléctrica ejercen uno sobre otro. Si el sentido de la corriente es el mismo en los dos conductores, estos se atraen; si la corriente se desplaza en sentidos opuestos, los conductores se repelen. Describe igualmente la relación que existe entre la fuerza de corriente y la del campo magnético correspondiente.

Faraday, con su descubrimiento, explica por qué se producen las corrientes inducidas, pero no determina la dirección de estas. Es aquí donde entra el aporte del estonio Heinrich Friedrich Lenz (1804-1865). Lenz siguió indagando en las corrientes inducidas descubiertas por Faraday y enunció la ley que lleva su nombre. De esta manera, se completó la Ley de Faraday por lo que es habitual llamarla

también "Ley de Faraday-Lenz" para hacer honor a sus esfuerzos en el problema.

En 1825, el físico e inventor británico William Sturgeon (1783-1850) inventó el electroimán, arrollando hilo conductor sin aislar alrededor de una herradura de hierro barnizada. El estadounidense Joseph Henry (1797-1878) mejoró esta invención en 1828 colocando varios arrollamientos de alambre aislado alrededor de una barra de hierro, creando un electroimán más potente. Tres años después, Henry desarrolló un sistema de telegrafía eléctrica que mejoró en 1835 gracias al relé que inventó, para que fuera usado a través de largos tendidos de cables, ya que este dispositivo electromecánico podía reaccionar frente a corrientes eléctricas débiles. Y de esa manera, simultáneamente, se extendía el ferrocarril y también lo hacía el telégrafo, que fue el primer sistema de comunicación eléctrico.

La primera bobina de inducción fue inventada por el sacerdote irlandés Nicholas Joseph Ca-



Transformador de potencia

llan (1799-1864) en la Universidad de Maynooth en 1836. Callan fue uno de los primeros investigadores en darse cuenta de que cuantas más espiras hay en el secundario, en relación con el bobinado primario, más grande es el aumento de la tensión eléctrica.

La bobina de inducción fue el primer tipo de transformador eléctrico. Durante su desarrollo entre 1836 y 1860, los investigadores descubrieron muchos de los principios que rigen todos los transformadores, como la proporcionalidad entre el número de vueltas de los devanados primario y secundario y la tensión de salida, y el uso de un núcleo de hierro dividido para reducir las pérdidas por corrientes de Foucault.

La bobina de Ruhmkorff es un ejemplo de los estudios que se iban desarrollando sobre la bobina de inducción. Este aparato permite obtener tensiones muy elevadas, del orden de los miles o decenas de miles de voltios, a partir de una fuente de corriente continua. Fue inventada hacia 1850 por Heinrich Daniel Ruhmkorff (1803-1877), mecánico de precisión parisino de origen alemán. En lugar de corriente alterna (CA), su acción se basó en un me-

canismo vibrador que regularmente interrumpía la corriente continua provista por la batería de alimentación del circuito.

Entre las décadas de 1830 y 1870, los esfuerzos para construir mejores bobinas de inducción, en su mayoría por ensayo y error, revelaron lentamente los principios básicos de los transformadores. Un diseño práctico y eficaz no apareció hasta la década de 1880.

*Entre las décadas de 1830 y 1870, los esfuerzos para construir mejores bobinas de inducción, en su mayoría por ensayo y error, revelaron lentamente los principios básicos de los transformadores. Un diseño práctico y eficaz no apareció hasta la década de 1880.*

En 1876, el ingeniero ruso Pavel Yablochkov (1847-1894) inventó un sistema de iluminación basado en un conjunto de bobinas de inducción en el cual el bobinado primario se conectaba a una fuente de corriente alterna, y los devanados secundarios podían conectarse a varias lámparas de arco, de su propio diseño. Las bobinas utilizadas en el sistema se comportaban como transformadores primitivos.

En 1878, los ingenieros de la empresa Ganz, en Hungría, asignaron parte de sus recursos de ingeniería para la fabricación de aparatos de iluminación eléctrica para Austria y Hungría. En 1883, realizaron más de cincuenta instalaciones para dicho fin. Ofrecía un sistema que constaba de dos lámparas incandescentes y de arco, generadores y otros accesorios.

En 1882, Lucien Gaulard (1850-1888) y John Dixon Gibbs (1834-1912), ingenieros francés e inglés respectivamente, expusieron por primera vez un dispositivo con un núcleo de hierro llamado "generador secundario" en Londres. Luego, vendieron la idea a la compañía estadounidense Westinghouse Electric. Este sistema fue expuesto en Turín (Italia),

en 1884, donde fue adoptado para el sistema de alumbrado eléctrico.

Entre 1884 y 1885, los ingenieros húngaros Károly Zipernowsky (1853-1942), Ottó Bláthy (1860-1939) y Miksa Déri (1854-1938), de la compañía Ganz, crearon en Budapest el modelo ZBD de transformador de corriente alterna, basado en un diseño de Gaulard y Gibbs (Gaulard y Gibbs habían diseñado solo un modelo de núcleo abierto). En su solicitud de patente aparece por primera vez la palabra "transformador", acuñada por Bláthy, quien además de ser coinventor del transformador eléctrico, es responsable del regulador de tensión, del vatímetro, de la generación de energía eléctrica con turbina de gas y de una turbina de gas de alta eficiencia.

*Entre 1884 y 1885, los ingenieros húngaros Károly Zipernowsky (1853-1942), Ottó Bláthy (1860-1939) y Miksa Déri (1854-1938), de la compañía Ganz, crearon en Budapest el modelo ZBD de transformador de corriente alterna [...]. En su solicitud de patente aparece por primera vez la palabra "transformador".*

En 1885, el estadounidense George Westinghouse (1846-1914), empresario, ingeniero e inventor, titular de la Westinghouse Electric Company, compró las patentes del ZBD y las de Gaulard y Gibbs. También le encomendó a William Stanley (1858-1916) la construcción de un transformador de tipo ZBD para uso comercial. Con el desarrollo de un transformador, la corriente alterna podría enviarse a largas distancias a través de cables relativamente pequeños utilizando una tensión convenientemente alta, y luego transformarla a la tensión reducida utilizada por los clientes domiciliarios.

Nicola Tesla (1856-1943), junto a George Westinghouse, construyeron la central hidroeléctrica de las cataratas del Niágara, llevando la elec-

tricidad por 40 kilómetros hasta la ciudad de Buffalo, utilizando el transformador como adaptador de niveles de tensión.

A partir de esta y otras aplicaciones, la industria eléctrica del mundo ha realizado un recorrido en tal forma que, en la actualidad, el transformador sigue formando parte del desarrollo tecnológico.

Hoy en día existe muchas clases de transformadores, según su aplicación se puede nombrar los siguientes: transformador elevador/reductor de tensión, transformadores variables, transformador de aislamiento, transformador de alimentación, transformador trifásico, transformador de pulsos, transformador de línea o flyback, transformador diferencial de variación lineal, transformador con diodo dividido, transformador de impedancia, estabilizador de tensión, transformador híbrido, transformador electrónico, transformador de frecuencia variable, transformadores de medida, y siguen las aplicaciones. ■

#### Fuentes

- [1] <https://library.e.abb.com/>
- [2] <https://es.wikipedia.org/>
- [3] <http://maquinaselectas.mex.tl/>
- [4] <http://www.sectorelectricidad.com/>
- [5] <http://www.edisontechcenter.org/Transformers.html>

