

Comunicaciones y Redes

Primera parte: Física de las comunicaciones

Para el desarrollo de este apunte, consulté los siguientes sitios de la web::

http://efisica.if.usp.br/eletricidade/basico/campo_corrente/exper_oersted/

https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_electromagnetismo

<http://elfisicoloco.blogspot.com.ar/2013/02/induccion-electromagnetica.html>

<https://metode.es/revistas-metode/article-revistas/la-unificacion-electromagnetica.html>

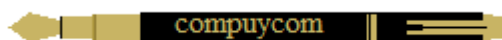
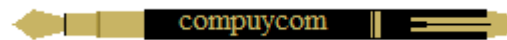
<http://prudentel.blogspot.com.ar/>

<https://sites.google.com/site/seguridadwifis/bandas-de-frecuencia>

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352006000500008

<https://gonzalezabustos.wikispaces.com/Tecnolog%C3%ADas+Inal%C3%A1bricas>

Gabriel Duperut

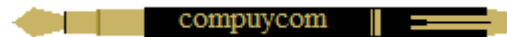


Comunicaciones y Redes

Unidad 1: Elementos de un sistema de comunicaciones

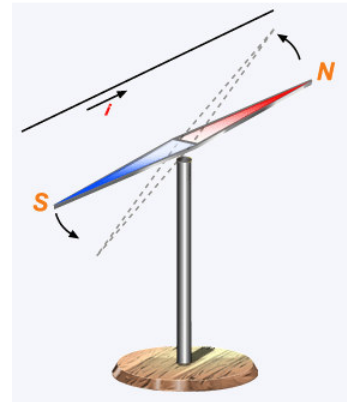
Les preparé este apunte con los temas más importantes de la unidad, para comenzar a familiarizarnos con el apasionante mundo de las comunicaciones. Al finalizar encontrarán los enlaces de todos los sitios que he consultado. Espero que lo disfruten!

Gabriel Duperut



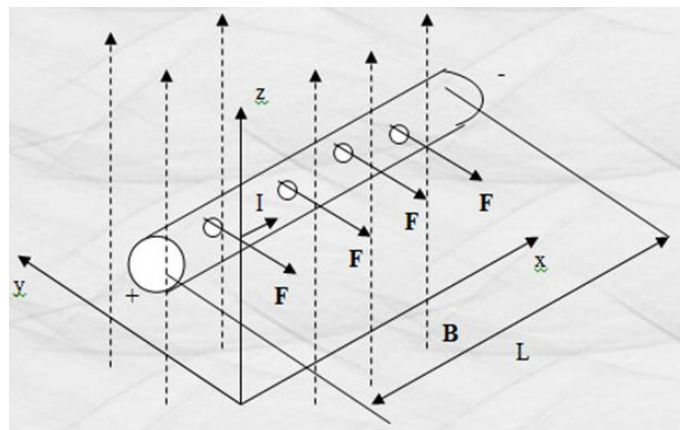
Física de las comunicaciones

Hans Christian **Oersted** (1777-1851) estudió filosofía natural en la Universidad de Copenhague, de la que fue catedrático de Física y Química. Empezó a realizar experimentos con una pila voltaica y en abril de 1820 comprobó que una corriente eléctrica desviaba una aguja imantada situada en sus proximidades. Había descubierto que una **corriente eléctrica produce efectos magnéticos** y que la electricidad y el magnetismo no eran fenómenos independientes.



compuycom.com.ar - Ing. Gabriel Duperut

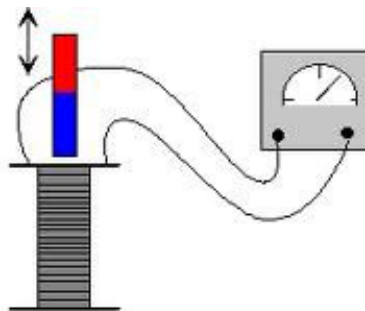
Contemporáneo de Oersted fue el francés **André-Marie Ampère** (1775-1836). Sus primeros años estuvieron marcados por la Revolución Francesa y por la ejecución de su padre en la guillotina (Pérez y Varela, 2003). Tras ser durante varios años profesor de física y química en colegios de enseñanza secundaria, en 1804 obtuvo una plaza de profesor en la Escuela Politécnica de París y en 1814 fue admitido en la Academia de Ciencias francesa. **Cuando circula corriente por un conductor en un campo magnético, se produce una fuerza sobre el mismo.**



Aunque Ampère mostró grandes cualidades para las matemáticas, la óptica y la química, sus contribuciones más importantes las hizo en el campo del **electromagnetismo**.

Una vez que **Hans Christian Oersted** puso de manifiesto que una corriente podía producir un campo magnético, muchos físicos empezaron a plantearse si ocurriría lo contrario: que un campo magnético fuese capaz de crear una corriente. Vamos a describir los experimentos que llevaron a cabo **Michael Faraday** en Inglaterra y **Joseph Henry** en E.U. y que ponen de manifiesto el fenómeno de la inducción.

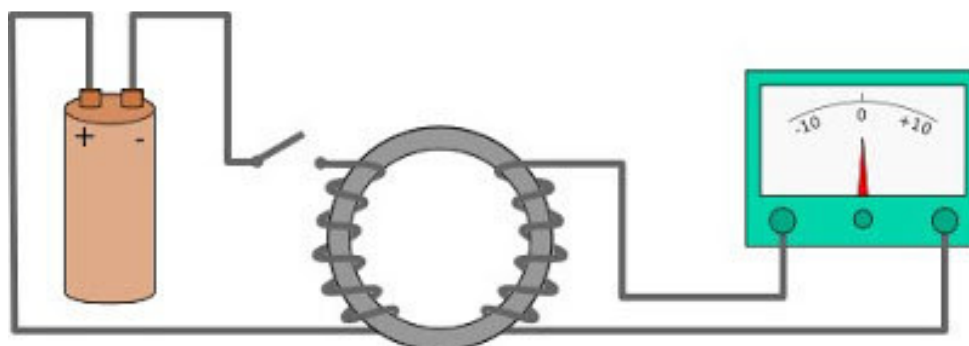
En 1831 **Faraday consiguió producir una corriente eléctrica a partir de una acción magnética, fenómeno conocido como inducción electromagnética**. Comprobó que al hacer pasar una corriente eléctrica por una bobina, se generaba otra corriente de muy corta duración en otra bobina próxima. Este descubrimiento marcó un hito decisivo en el progreso, no sólo de la ciencia sino de la sociedad y es el utilizado hoy en día para producir energía eléctrica a gran escala en las centrales eléctricas.



La inducción electromagnética es la producción de corrientes eléctricas por campos magnéticos variables con el tiempo.

La inducción electromagnética es el fenómeno que origina la producción de una fuerza electromotriz (f.e.m. o voltaje) en un medio o cuerpo expuesto a un campo magnético variable, o bien en un medio móvil respecto a un campo magnético estático. Es así que, cuando dicho cuerpo es un conductor, se produce una corriente inducida.

En uno de sus experimentos, en 1831, **Faraday** enrolló un cable conectado a una pila alrededor de un anillo de hierro y enrolló un segundo cable en el otro lado del anillo, un cable sin pila. La idea era simple: si una corriente eléctrica generaba un campo magnético, tal vez un campo magnético generaría una corriente eléctrica.



De modo que Faraday puso un detector en el segundo cable, el que no tenía pila alguna, y encendió el primer circuito conectado a la pila. Sin embargo, no sucedió lo que podría parecer evidente: cuando la pila estaba encendida y por tanto había un campo magnético, el segundo cable no mostraba corriente alguna. La situación era exactamente igual con la pila encendida que con la pila apagada. Pero, ¡ah!, algo inesperado sí sucedía: **justo en el momento de encender el primer circuito o apagarlo, aparecía una corriente eléctrica en el segundo circuito.**

Lo extraño era que no era la existencia de un campo magnético lo que inducía una corriente en el circuito sin pila: era **la variación del campo magnético la que generaba corriente**. Además, y esto era también curioso, cuando se encendía el circuito, la corriente en el segundo circuito iba en un sentido, pero al apagarlo, la corriente iba en sentido contrario. En ambos casos se detectaba corriente durante un tiempo muy corto: el que duraba la transición apagado-encendido y viceversa. Eran los cambios, y no la mera existencia de campo magnético, los que causaban la aparición de corriente.

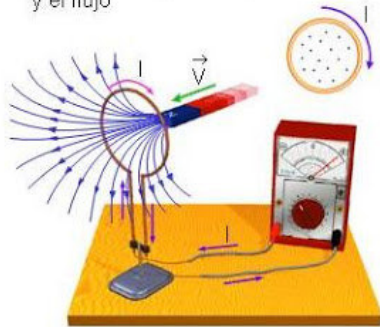
$$\varepsilon = -N \frac{d\phi}{dt}$$

Faraday enunció un principio que hablaba de cables y circuitos, y el ruso **Heinrich Lenz** lo refinó añadiendo el sentido de la corriente. Paradójicamente, ese fenómeno curioso pero aparentemente inútil del que ni siquiera el propio Faraday fue capaz de predecir su importancia, hoy en día domina nuestra vida cotidiana. Se encuentra allí donde dirigamos la mirada, pues es la base de nuestra tecnología, nuestro desarrollo y, en consecuencia, nuestra civilización: generadores eléctricos (ya sean de centrales térmicas, atómicas, hidráulicas, eólicas), motores eléctricos, transformadores (que se encuentran en todos los aparatos eléctricos y electrónicos del hogar), osciladores, baterías, hornos de inducción, etc. Las leyes de Faraday-Henry y la ley de Lenz pueden sintetizarse en una:

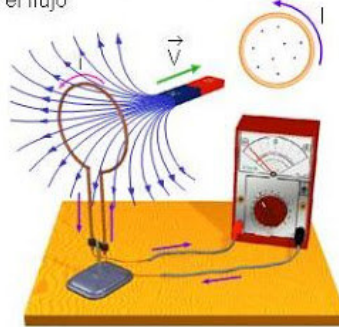
- El sentido de la corriente inducida se opone a la variación del flujo que la produce

$$\varepsilon = - \frac{d\phi}{dt}$$

- Al acercar el imán a la espira, aumenta el campo magnético que la atraviesa, y el flujo

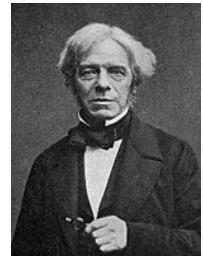


- Al alejar el imán de la espira, disminuye el campo magnético que la atraviesa, y el flujo



- La corriente inducida circula en el sentido en el que se genera un campo magnético por la espira, cuyo flujo tiende a contrarrestar el del campo magnético del imán

Los estudios e investigaciones de **Faraday** se extendieron desde 1831 hasta 1855 y una descripción detallada de sus experimentos, deducciones y especulaciones se encuentran en su publicación, titulada 'Investigaciones Experimentales en Electricidad'. Faraday era químico de profesión. No estaba en posesión de más remoto título en matemáticas en el sentido ordinario - de hecho hay una búsqueda de si en todos sus escritos hay una sola fórmula matemática.



En 1845, **Joseph Henry**, el físico estadounidense, publicó un relato de sus valiosas e interesantes experiencias, que muestra que las corrientes de orden superior pueden ser inducidas a partir del secundario de una bobina de inducción al primario de una segunda bobina, de allí a su conductor secundario, y así sucesivamente hasta el primario de una tercera bobina, etc.



En 1864, **James Clerk Maxwell** de Edimburgo, anunció su teoría electromagnética de la luz, que fue quizás el paso más grande en el conocimiento del mundo de la electricidad.

Maxwell mostró que las ecuaciones predicen la existencia de ondas de campos eléctricos y magnéticos oscilantes que viajan a través del espacio vacío a una velocidad que se podría predecir de sencillos experimentos eléctricos.

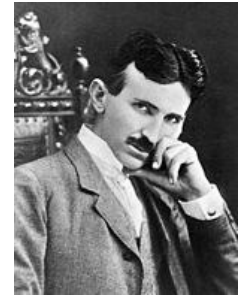


En 1864 Maxwell publicó un artículo titulado «Una teoría dinámica del campo electromagnético» en el que afirmaba: «parece que tenemos razones de peso para concluir que la propia luz (incluyendo el calor radiante y otras radiaciones si las hay) es una perturbación electromagnética en forma de ondas que se propagan según las leyes del electromagnetismo».

Los descubrimientos fueron, por una parte, la demostración de los efectos magnéticos producidos por corrientes eléctricas realizada por Hans Christian Oersted y André-Marie Ampère en 1820; y por otra, el descubrimiento de Michael Faraday en 1831 de la generación de corriente eléctrica a partir de campos magnéticos: la inducción electromagnética. Estas contribuciones pusieron los pilares del electromagnetismo moderno, que culminó en el último tercio del siglo XIX con la síntesis de Maxwell de la electricidad, el magnetismo y la óptica. Dicha síntesis representa probablemente la más profunda transformación de los fundamentos de la física desde los tiempos de Newton y es uno de los mayores logros de la ciencia, al unificar los fenómenos eléctricos y magnéticos y al permitir también desarrollar la teoría de las ondas electromagnéticas, incluyendo la luz (Udías, 2004).

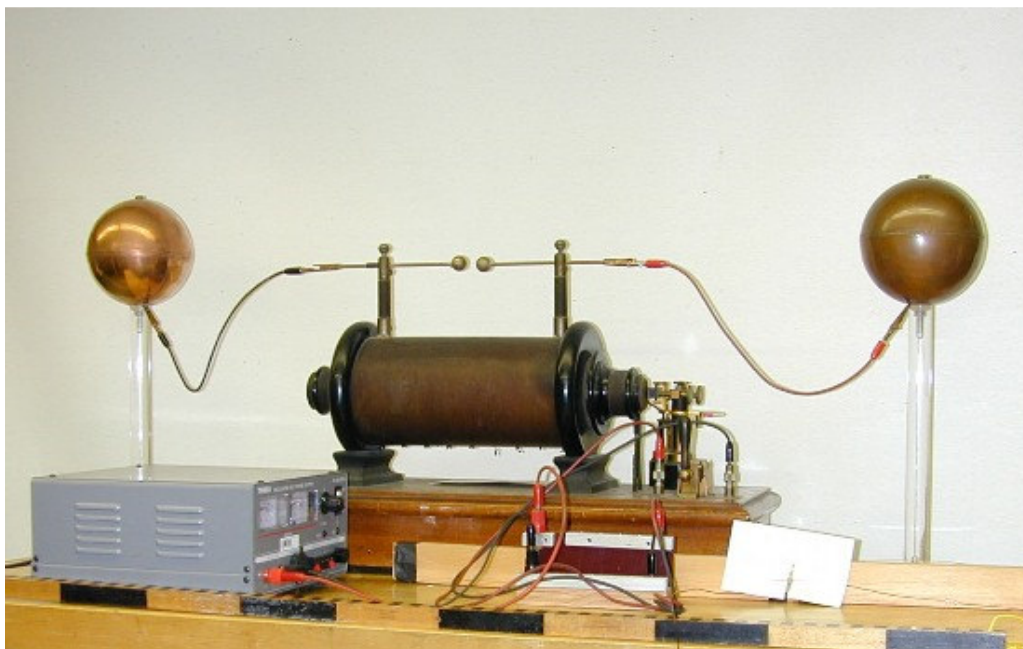
James Clerk Maxwell (1831-1879) fue uno de los científicos más importantes de todos los tiempos. Nos dejó la teoría del campo electromagnético, fundamental no sólo desde el punto de vista de la comprensión de los fenómenos naturales sino por su aplicación al mundo de la técnica, en particular al hoy omnipresente universo de las telecomunicaciones. Maxwell es uno de los grandes de la historia de la física, junto con Newton y Einstein.

En 1887, el Prof. **Heinrich Hertz** en una serie de experimentos demostró la existencia real de tales ondas. El descubrimiento de ondas eléctricas en el espacio condujo naturalmente al descubrimiento y la introducción a finales del siglo XIX de la telegrafía sin hilos, varios de cuyos sistemas se utilizan y se han utilizado sucesivamente en barcos, faros y la costa y estaciones de todo el mundo, por medio de la cual el conocimiento se transmite a través de los amplios océanos y la mayor parte de los continentes. Las ondas electromagnéticas fueron producidas por Heinrich Hertz en un laboratorio en 1888, lo que confirmó la teoría de Maxwell.



En 1883 Hertz comenzó a interesarse en los estudios realizados diez años antes por el científico escocés James Clerk Maxwell acerca del electromagnetismo. Maxwell, basándose en ecuaciones matemáticas, intuyó la existencia de las ondas electromagnéticas, aunque nunca pudo comprobar si sus predicciones eran ciertas.

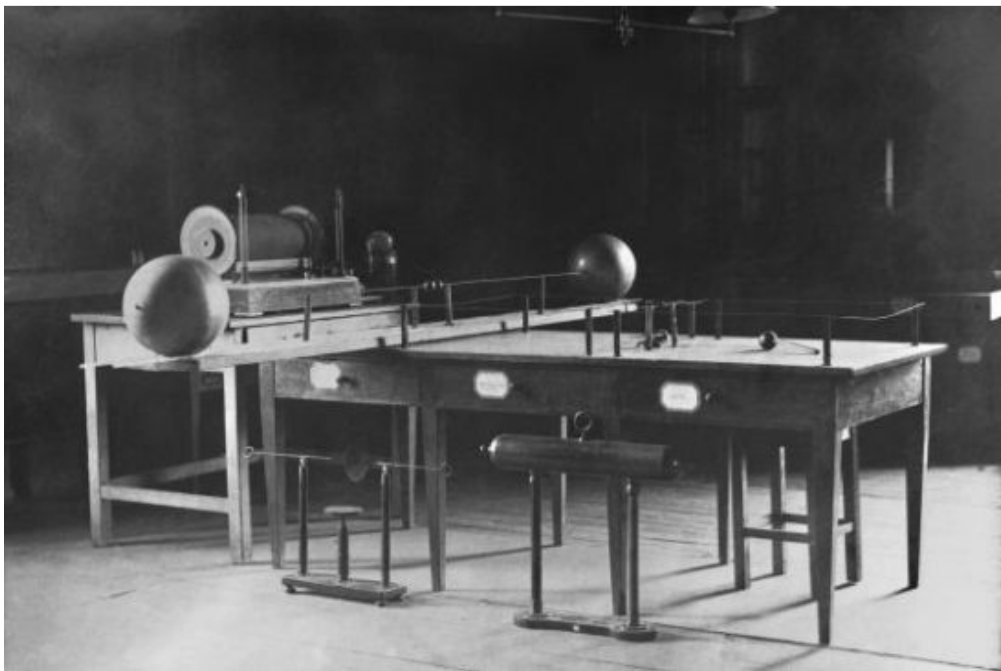
Por su parte Hertz, por medio de un oscilador elemental que él mismo había construido y apoyado en las investigaciones que realizaba en el laboratorio de Karlsruhe, pudo demostrar en la práctica que las predicciones de Maxwell eran ciertas y que las ondas electromagnéticas no sólo se propagaban a través del espacio, sino que poseían también propiedades de reflexión, difracción, refracción, polarización e interferencia. Incluso llegó a comprobar que se propagaban a la misma velocidad de la luz, es decir, a 300 mil kilómetros por segundo, descubriendo que tanto la luz como el calor constituían, igualmente, radiaciones electromagnéticas. Sin embargo, Hertz no llegó a imaginar en ningún momento la importancia que tendría en el futuro el resultado de sus investigaciones para las transmisiones inalámbricas, pues en ese momento no le encontró aplicación práctica a su descubrimiento.



compuycom.com.ar - Ing. Gabriel Duperut

Construyó un circuito eléctrico que, de acuerdo a las ecuaciones de Maxwell podía producir ondas magnéticas. Cada oscilación produciría únicamente una onda, por lo que la radiación generada constaría de una longitud de onda grande. Para establecer la presencia de la mencionada radiación, Hertz fabricó un dispositivo conformado de dos espiras entre las cuales existía un pequeño espacio de aire; Hertz se dio cuenta de que al pasar corriente por la primera espira, se originaba corriente en la segunda.

La explicación que dio a este fenómeno fue que la transmisión de ondas electromagnéticas se generaba a través del espacio existente entre las dos espiras. Por medio de un detector, Hertz determinó la longitud de onda que era de 66 centímetros o 2.2 pies y su velocidad. También el científico demostró que la naturaleza de estas ondas y la susceptibilidad hacia la reflexión y la refracción era igual que la de las ondas de luz. Cuando Hertz trabajaba como profesor de física en la Universidad de Bonn se dedicó al estudio de los rayos catódicos y logró determinar su carácter ondulatorio; además demostró que el calor proporciona una forma de radiación electromagnética.



Otro de sus descubrimientos fue el efecto fotoeléctrico.

En 1888 Hertz había descrito en una revista tecnológica de temas relacionados con la electricidad, la forma en que había generado ondas electromagnéticas en su oscilador. Por aquel entonces un físico italiano muy joven llamado **Guglielmo Marconi** leyó su artículo y se preguntó si se podría emplear el oscilador de Hertz y las ondas electromagnéticas para transmitir señales telegráficas inalámbricas. En 1894 Marconi comenzó a realizar sus primeros experimentos para mejorar la sensibilidad del oscilador y el receptor inalámbrico, incrementar su potencia y hacer que cubriera una distancia mucho mayor.

En 1901 el ingeniero italiano Guillermo Marconi realizó una **transmisión mediante ondas electromagnéticas** a través del océano Atlántico, entre Cornualles (Inglaterra) y San Juan de Terranova (Canadá). Marconi recibió el premio Nobel de Física en 1909 por sus contribuciones al desarrollo de la telegrafía sin hilos.

Rayos gamma, rayos X, radiación ultravioleta, luz visible, radiación infrarroja, microondas y ondas de radio y televisión, todas estas radiaciones constituyen el espectro de las ondas electromagnéticas, ondas cuya existencia predijo Maxwell hace 150 años. La síntesis de Maxwell marcó un hito en la historia de la unificación de las fuerzas de tal envergadura que a finales del siglo XIX muchos físicos pensaban que las leyes físicas ya estaban suficientemente comprendidas.

Cuando utilizamos los teléfonos móviles, escuchamos la radio, usamos el mando a distancia, vemos la televisión o calentamos los alimentos en el microondas es probable que no sepamos que James Clerk Maxwell es el responsable de que esta tecnología sea posible.

compuycom.com.ar - Ing. Gabriel Duperut