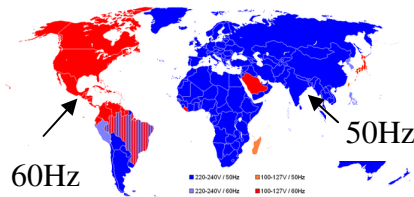
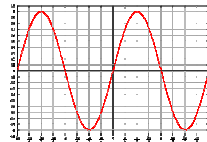


50 y 60Hz: ¿Cómo se desarrollaron?

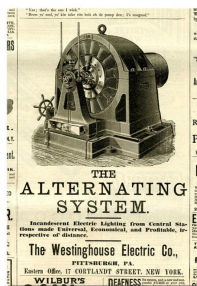
La llamada frecuencia "Europea" de 50Hz es uno de los dos estándares mundiales, junto con la frecuencia "Norteamericana" de 60Hz. Hay una historia detrás de cada una. En el contexto mundial, el estándar de 50Hz cubre Cuatro y Medio continentes. Se debe recordar que hasta 1882 la Corriente Directa (CD) dominó el panorama de la electricidad mundial. Cuando Tesla desarrolló el primero motor de inducción, empieza la "Guerra de las Corrientes", entre Edison (CD) y Westinghouse (CA), que termina con la construcción de la Central Hidroeléctrica de las Cataratas del Niágara (1896), imponiéndose la idea de la CA, por sus bondades en la transmisión a grandes distancias.



Definición: Frecuencia es el Número de Oscilaciones por Unidad de Tiempo, la unidad es el Hertz (Hz). Aplicada a la corriente eléctrica, se define como la razón de cambio entre polaridad Positiva a Negativa por unidad de tiempo. En el caso de 50Hz, la corriente eléctrica hace 50 cambios (Ciclos) de polaridad por segundo. Un ciclo corresponde a un periodo completo de cambio. Ver figura adjunta, que muestra 2 ciclos. En 1895, el Prof. Silvanus Thompson del Colegio Técnico de Londres fue el primero en utilizar el término **Frecuencia**. Posteriormente, se establece la unidad de frecuencia como el **Hertz**, en honor al físico Heinrich R. Hertz, quien investigó las ondas electromagnéticas.



En Norteamérica: Al inicio se usó 133 y 125Hz, desde que Westinghouse construyera las primeras unidades de generación en CA. Los generadores giraban a 2000RPM, construidos con 8 polos magnéticos, y según la fórmula de la frecuencia generada, sería: $f = \frac{\text{RPM} \cdot \text{Polos}}{120}$, es decir $f=133.33\text{Hz}$. Por otro lado, General Electric, empresa que fundó Edison, prefería girar sus generadores a 1875RPM, lo que daba 125Hz de frecuencia. Ambas frecuencias fueron muy altas para lograr óptimo desempeño de aplicaciones motrices y en los transformadores del sistema de transmisión y distribución; para iluminación si era conveniente al no sentirse el parpadeo. Tesla opinó que bajar la frecuencia beneficiaría las aplicaciones futuras. Hacia fines de 1892, el equipo de ingeniería de Westinghouse determinó, a partir de experiencias prácticas, el uso de dos frecuencias: 60 Hz para iluminación y 30 Hz para fuerza motriz y conversión a CC. Pero tenían problemas con el número de polos de los generadores para que cumplieran con los 60 ó 30Hz (16 polos - 33-1/2 Hz; 12 polos - 25 Hz; 8 polos - 16-2/3Hz). Además de ello, la Compañía Eléctrica del Niágara tenía un compromiso de generación a 25 Hz, para la industria siderúrgica debido a los trenes de laminación de baja velocidad. Para esta fecha, General Electric realiza esfuerzos por ingresar al mercado con generación a 40 Hz, con muchas dificultades para superar la estructura ya emplazada de 60 y 25 Hz. A pesar de ello, GE no queda afuera del mercado eléctrico y luego de unificar patentes con Westinghouse, llevan a



cabo sistemas a 60 Hz de gran escala. Para el año 1910 dos frecuencias se imponían: 60 Hz para iluminación y usos generales, y 25 Hz para transmisión y fuerza motriz. Pero en los años 1920 los problemas de transmisión se logran resolver adoptando en Norteamérica los 60 Hz como única frecuencia.

Cabe mencionar, que hoy existen partes del sistema de distribución en 25Hz en zonas de Ontario, Quebec, Norte de USA y en trenes eléctricos. Algunos generadores de 25 Hz siguen en servicio cercanos a las cataratas del Niágara, que proveen de energía a industrias. Así también en New Orleans el sistema de bombeo de aguas a 25 Hz.

En Europa: La alemana AEG, empresa que adquirió algunas patentes de Edison, desarrolló el generador a 50 Hz en el año 1891. Se ha dicho que la razón es que los 60Hz de Norteamérica no eran un número "métricamente amigable". Además de ello, ya en Europa existía un sistema a 40 Hz que presentaba un incómodo parpadeo en luminarias, a causa del enfriamiento periódico del filamento del bulbo. También se había demostrado mayor eficiencia en la transmisión de energía a 50 Hz para grandes distancias. Fue así como se impuso en sus estándares de generación los 50 Hz. Europa para la década de 1910 estaba eléctricamente más fragmentada que Norteamérica. Por ejemplo, Londres tenía 70 autoridades eléctricas con 50 sistemas diferentes, que incluían 10 valores de frecuencias y 24 niveles de tensión. Hacia los años 1920 y 1930, toda Europa estaba progresando hacia el sistema a 50 Hz. Inglaterra inicia en 1926 la implementación de la red nacional que obligaba a la estandarización de las frecuencias. Los 50 Hz se establecen completamente para antes de la Segunda Guerra Mundial.

Niveles de Tensión: Al inicio, los niveles de tensión en Norteamérica y Europa se encontraron entre 100 y 110 V de CD, debido al éxito que encontraba Edison en el reemplazo de la iluminación a gas por las lámparas eléctricas desarrolladas por él. El nivel de 110V no debilitaba el filamento del bulbo, alargando su vida útil. Por otro lado, Berlín era atendido por la empresa Berlín Electric Works (perteneciente a AEG) con 110V de corriente alterna, y luego fue duplicada para aumentar la capacidad de carga del sistema de distribución, lo que se extiende a toda Europa. Este cambio de 110 a 220V no se dio en Norteamérica debido a que no era económicamente viable ya que el sistema se encontraba relativamente avanzado. Es así como se establece que en toda Europa, Groenlandia y la mayor parte de América del Sur, junto a casi la totalidad de África, Asia y Oceanía el uso de 220-230 Voltios a 50Hz. Los demás países, principalmente Japón y resto de América, usan 100-127 V a 60Hz. Aunque en Japón, la electricidad doméstica es de 100 V, donde en el este y norte de Honshū (incluyendo Tokio) tienen una frecuencia de 50 Hz, mientras el oeste de Honshū (incluyendo Nagoya, Osaka, e Hiroshima) operan a 60 Hz.

Efecto en la velocidad del motor: Una característica de los motores eléctricos relacionada con la Frecuencia es la velocidad de giro (en RPM). En primer lugar, se debe mencionar que el Campo Magnético Rotatorio sigue la fórmula: $N_{\text{sinc}} = \frac{120 \cdot f}{\text{Polos}}$, conocida como la Velocidad Sincrónica. Cuando un devanado trifásico se alimenta con frecuencia f , el campo magnético gira a la velocidad sincrónica, arrastrando el rotor. El rotor gira a la velocidad mecánica N_m . El principio del motor de inducción se basa en el hecho que N_{sinc} es mayor a N_m , y se produce el intercambio entre el estator y rotor. Según los estándares internacionales IEC y NEMA, la frecuencia de alimentación en motores eléctricos debe estar en un rango, este es: **± 5% del valor de placa.**

Sobre esta misma teoría se basa el variador de velocidad electrónica, que es ampliamente usado en aplicaciones industriales.

