

## LA NUEVA DEFINICION PARA LA UNIDAD DE INTENSIDAD DE CORRIENTE ELÉCTRICA EL AMPERE

El Ampere viene a ser la unidad de medida de la Intensidad de Corriente Eléctrica cuya definición actual es (ver figura 1):

“La intensidad de una corriente constante que, manteniéndose en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de un metro uno de otro en el vacío, produciría una fuerza igual a  $2 \times 10^{-7}$  newton por metro de longitud.” [1]

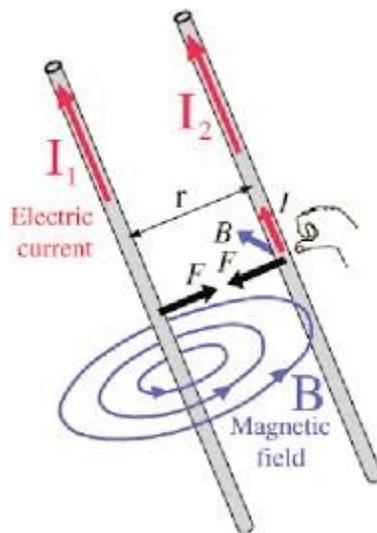


Fig. 1 Definición actual del amperio

De acuerdo con las decisiones de la Conferencia General de Pesas y Medidas, el SI va a ser modificado sustancialmente en el año 2018, cambiando la definición del Ampere para ser medible a través de constantes naturales. La definición para el Ampere según la nueva propuesta es:

**“El amperio, símbolo A, es la unidad de corriente eléctrica del SI. Se define asignando el valor numérico fijo para la carga elemental  $e$  de  $1,602\ 176\ 6208 \times 10^{-19}$ , cuando se expresa en la unidad C, que es igual a A s, donde el segundo está definido en términos de  $\Delta\nu_{Cs}$ .”** [1]

Esta definición implica la relación exacta  $e = 1,602\ 176\ 6208 \times 10^{-19}$  A s. Invertiendo esta relación se obtiene una expresión exacta para la unidad ampere en términos de las constantes de definición  $e$  y  $\Delta\nu_{Cs}$  [2]

:

$$A = (e / 1,602\ 176\ 6208 \times 10^{-19}) s^{-1} = 6,789\ 687 \dots \times 10^8 \Delta\nu_{Cs} e$$

El efecto de esta definición es que un ampere es la corriente eléctrica correspondiente al flujo de  $1 / (1,602\ 176\ 6208 \times 10^{-19})$  cargas elementales por segundo [2].

La definición previa del ampere basada en la fuerza entre conductores portadores de corriente tuvo el efecto de fijar el valor de la constante magnética  $\mu_0$  (permeabilidad del vacío) en el valor exacto de  $4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1} = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$ ; donde H y N denotan las unidades derivadas coherentes henry y newton, respectivamente. La nueva definición del ampere fija el valor de  $e$  en lugar de  $\mu_0$ , y por lo tanto ahora  $\mu_0$  debe determinarse experimentalmente [2].

También se deduce que, dado que la constante eléctrica  $\epsilon_0$  (permitividad del vacío), la impedancia característica del vacío  $Z_0$  y la admitancia del vacío  $Y_0$  son iguales a  $1 / \mu_0 c^2$ ;  $\mu_0 c$  y  $1 / \mu_0 c$ ; respectivamente, los valores de  $\epsilon_0$ ;  $Z_0$ ;  $Y_0$  ahora deben también determinarse experimentalmente, y se ven afectados por la misma incertidumbre estándar relativa de  $\mu_0$  ya que  $c$  es exactamente conocida. El producto  $\epsilon_0 \mu_0 = 1 / c^2$  y el cociente  $Z_0 / \mu_0 = c$  permanecen exactos. En el momento de adoptar la definición actual del ampere,  $\mu_0$  era igual a  $4\pi \times 10^{-7} \text{ H / m}$  con una incertidumbre estándar relativa menor a  $1 \times 10^{-9}$  [2].

Hoy en día, debido al avance de la tecnología, casi cualquier cosa que queramos hacer y/o utilizar involucra utilizar dispositivos, equipos, sistemas o redes eléctricas, es decir que existe un alto consumo de energía eléctrica.

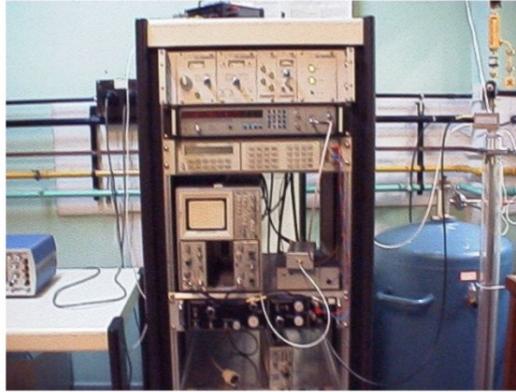
El consumo de energía de los diferentes dispositivos, equipos, sistemas o redes eléctricas es medible en base a la intensidad de corriente eléctrica que circula a una determinada tensión y durante un intervalo de tiempo.

La importancia de saber el valor de intensidad de corriente eléctrica que circula en un equipo o un circuito no se limita al hecho de poder facturar el consumo de energía eléctrica de manera justa, sino también es de vital importancia a la hora de: resolver fallas, determinar si existen problemas de sobrecarga, mantener la calidad de energía eléctrica, detectar perturbaciones debidas al ingreso de fuentes de energía renovables o por fallas de algún equipo dentro de una red eléctrica

En el caso de las unidades eléctricas, en todos los casos la redefinición del SI generará modificaciones muy pequeñas en el orden de magnitud de una parte en 10 millones; o sea no va a haber cambios notables en relación con las unidades anteriores. De esta forma se asegura que la factura de corriente de la empresa proveedora de electricidad no se modifique por la redefinición del ampere. [1]

Se ve de manera más directa las ventajas de la nueva definición del Ampere en la realización de circuitos electrónicos que utilizan el "recuento" individual de electrones. Los efectos cuánticos establecidos metrológicamente hace ya bastante tiempo para el volt y el ohm (efectos Josephson y Hall cuánticos) cumplirán con el SI gracias a la redefinición. [1]

## Patrones de Medida. El efecto Josephson del INTI



Sistema Josephson completo

Fig. 2 Equipos para el Efecto Josephson en el INTI de Argentina

Los efectos cuánticos (efecto Hall cuántico y efecto Josephson) establecidos ya hace mucho en la metrología eléctrica toman incluso una importancia mayor a través de la redefinición del SI: Dado que además del valor de “ $e$ ” en el nuevo SI se establece también el valor de “ $h$ ”, los patrones de tensión de Josephson realizarán el volt (sobre la base de la constante de Josephson  $K_J = 2 e/h$ ) y las resistencias Hall cuánticas el ohm (sobre la base de la constante de von Klitzing  $R_K = h/e^2$ ). [1]

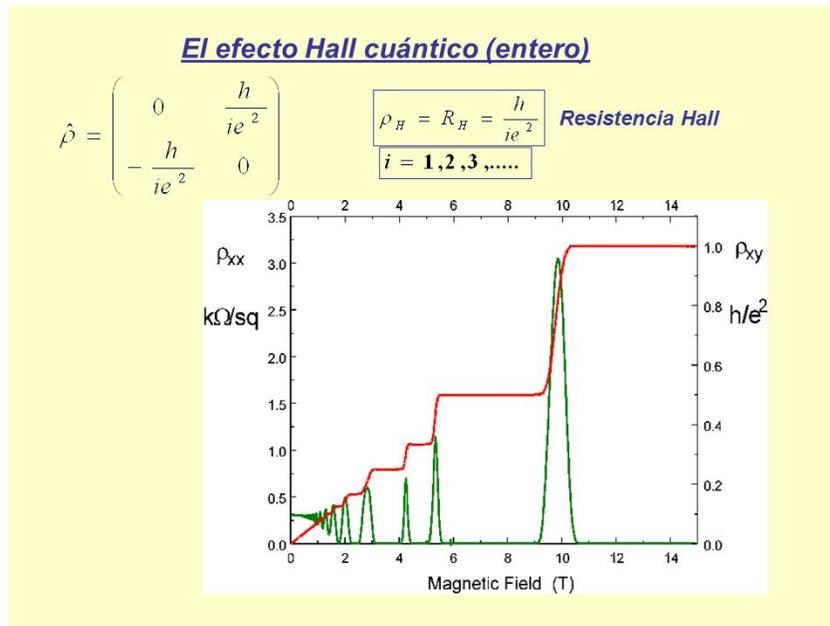


Fig. 3 Efecto Hall Cuántico

Además de la realización directa del amperio mediante los circuitos con transporte individual de electrones (Single-Electron-Transport, SET), también conformará al SI la realización indirecta con un patrón de tensión de Josephson y una resistencia Hall cuántica. Con vista a la metrología eléctrica en general debe hacerse notar además que se va a seguir desarrollando la utilización de los efectos Josephson y Hall cuánticos, partiendo del elevado nivel alcanzado, sobre todo para aplicaciones con corriente alterna [1].

El perfeccionamiento de la metrología eléctrica permite realizar nuevos experimentos básicos que apuntan a una mejor comprensión del transporte de cargas cuantizadas en cuerpos sólidos. Entre ellos se encuentran experimentos como el “triángulo metrológico cuántico” [1].

Es previsible que en un futuro cercano los nuevos desarrollos de los paquetes de transporte individual de electrones (bombas SET) con barreras de potencial controlables brinden intensidades de corriente incluso en el rango de los nA con incertidumbres relativas mejores que  $10^{-7}$  [1].

Con esto se mejorará la exactitud de las calibraciones de instrumentos hasta en dos órdenes de magnitud para las bajas intensidades de corriente. Esto es relevante para aplicaciones en la industria y la instrumentación ambiental y médica: la industria moderna de los semiconductores (micro y nanoelectrónica) y también la técnica de medición ambiental y en la medicina (por ejemplo, la dosimetría y las mediciones de protección contra la inmisión) requieren cada vez en mayor medida métodos para la medición exacta de pequeñas intensidades de corriente [1].

## **REFERENCIAS**

[1] PTB-Mitteilungen 126 (2016), Número 2-Armin Sperling, Stefan Kück

[2] Draft of the Ninth SI Brochure, 10 November 2016. Bureau International des Poids et Mesures – BIPM. Sèvres Cedex France