

LA AMPOLLETA HA MUERTO, BIENVENIDA LA TECNOLOGÍA LED

Giancarlo Stagno Canziani*

Resumen

La tecnología LED ha revolucionado el mercado de la producción de luz y ha dejado atrás a la más que centenaria ampolleta incandescente debido a su mayor eficiencia y menor impacto medioambiental. La ampliación de la oferta y el uso de materiales más económicos, han impulsado un descenso en el nivel de precios de la nueva tecnología, posicionándose hoy como el sistema de iluminación del siglo XXI.

Palabras clave: Ampolleta; LED; Thomas Alva Edison, Joseph Wilson Swan; tubo fluorescente; LFC.

Hace unos meses atrás, disfruté mucho una serie de televisión que estaba ambientada en los inicios del siglo pasado en un pueblo español donde los acontecimientos transcurrían en un gran hotel. Un hito importante de la serie que motivó una gran recepción en los salones del hotel, fue el advenimiento de la luz eléctrica en reemplazo de las antiguas lámparas de aceite, lo que constituyó todo un acontecimiento tecnológico.

La nueva tecnología estaba sustentada en la generación de luz mediante el empleo de un filamento metálico que quedaba incandescente debido al paso de corriente eléctrica.

La paternidad del invento fue arduamente disputada por su pionero, Joseph Wilson Swan, quien recibió la patente británica para su dispositivo en 1878 y Thomas Alva Edison, quien fue el primero en patentar en el año 1880, una ampolleta incandescente de filamento de carbono que resultó ser comercialmente más efectiva, convirtiéndose en uno de los inventos más utilizados por el ser humano.

La última versión estaba construida en base a un filamento de wolframio muy fino, encerrado

en una ampolla de vidrio en un ambiente de vacío o relleno con un gas inerte para evitar que el filamento se volatilice por las altas temperaturas que alcanza. El conjunto se completaba con una base metálica, en la que se ubicaban las conexiones eléctricas.

Pero la eficiencia de la vieja ampolleta incandescente es baja, ya que sólo convierte en luz visible aproximadamente un 15% de la energía consumida, mientras que la energía restante se convierte en calor. Además, su durabilidad es precaria.

La tecnología incandescente dio nuevos pasos con la aparición de las ampolletas halógenas, que funcionan con un filamento de tungsteno dentro de un gas inerte y una pequeña cantidad de un elemento halógeno como el bromo o el yodo. Habida cuenta que, la temperatura de funcionamiento es mayor, el clásico vidrio fue reemplazado por un compuesto de cuarzo, que soporta mucho mejor el calor.

Son más eficientes, ya que consumen menos energía eléctrica por lumen de intensidad de luz aportado y son más compactas que una

* Vicealmirante. Magister en Ciencias Navales y Marítimas. Destacado Colaborador de la Revista de Marina desde 2015. (gstagno@asmarcop.cl)

ampolleta incandescente de wolframio de la misma potencia, lo que le permitió tener un gran campo de aplicación en las luces de los automóviles.

Como contraparte, indicar que debido a que el filamento está ubicado cerca de la envoltura, el cristal de cuarzo toma una gran temperatura y eventualmente dicho filamento se puede fundir, especialmente si la ampolleta ha sido manipulada con los dedos, ya que la grasa de las manos altera la composición química del cristal.



■ Ampolletas halógenas.

Cabe agregar que una compañera de toda la vida de la ampolleta, fue la llamada luminaria fluorescente o más conocida como tubo fluorescente. Este sistema ha tenido una gran aplicación doméstica e industrial, debido principalmente a su mejor eficiencia energética.

Apareció a principios del siglo XVIII, en que Francis Hauksbee logró efectuar una ionización electrostática del vapor de mercurio generando una luz azulada que alcanzaba para leer un papel.

La tecnología se desarrolló y se logró incorporar dentro del tubo, además de una pequeña cantidad de vapor de mercurio, un gas inerte a una presión ligeramente inferior a la atmosférica. En cada extremo, se ubica un filamento que debido a la acción de la electricidad contribuyen a la ionización de los gases y la emisión de luz.

La patente de esta invención fue adquirida por la empresa General Electric y fue explotada

comercialmente a contar del año 1938; los principios de funcionamiento han permanecido en el tiempo hasta nuestros días, en que sólo ha variado por el empleo de materiales de mejor rendimiento y el advenimiento de la electrónica en sus sistemas de partida.

Una de las aplicaciones exitosas derivada de los tubos fluorescentes, es la de las lámparas fluorescentes compactas LFC. En ellas se aprovechó la tecnología tradicional de tubos fluorescentes, para fabricar ampolletas de menor tamaño al aumentar su superficie emisora de luz enrollando el tubo.

Hay que tener presente que este tipo de tecnología tiene ventajas en términos de eficiencia y vida útil en relación a la ampolleta incandescente, sin embargo, produce residuos que son tóxicos debido a su contenido de vapor de mercurio, por lo que están en la mira de los organismos ambientales.



■ Ampolleta Fluorescente Compacta LFC.

Réquiem para la ampolleta incandescente

La ampolleta pasó al olvido casi sin que nos diéramos cuenta, después de iluminar por mucho tiempo miles de hogares. Hace más de un siglo que son por definición, el símbolo de una idea o un pensamiento brillante, brillo que ya está siendo desplazado por las nuevas tecnologías, especialmente la de los diodos emisores de luz más conocida como LED.

La mayor parte de los países desarrollados han dado pasos para lograr la erradicación de las ampolletas incandescentes del mercado, apuntando a obtener avances en el ámbito del mejor uso de los recursos y de la eficiencia energética.

El pionero fue Australia que en el año 2007 aprobó un plan trienal que prohibió la venta de este tipo de ampolletas, el que concluyó el año 2012 en que desaparecieron del mercado.

Por otra parte, la directiva Ecodesign 2009/125/CE estableció en todos los países miembros de la Unión Europea, la prohibición de comercializar ampolletas incandescentes en sus territorios. La medida fue implementada en forma gradual desde el año 2009 y hoy es una realidad.

Estados Unidos promulgó en diciembre de 2007 la Ley de Seguridad e Independencia Energética (*Energy Independence and Security Act*), que promueve el uso eficiente de la energía e introdujo restricciones para el uso de ampolletas incandescentes las que fueron retiradas gradualmente.

Cabe destacar que en Chile también estamos en sintonía con el advenimiento de la nueva tecnología que apunta a iluminar con eficiencia y promover el ahorro de energía; es así que a contar de diciembre del año 2015 se estableció la prohibición de comercializar las ampolletas incandescentes.

El tema fue asumido como un compromiso a nivel de Estado, y el propio ministro de Energía de la época promovió el suceso en la plaza de la Constitución con una parodia de la película *Star Wars*, en que el empleo de luces con tecnología de punta es una impronta relevante de la obra.

Es decir, la noble ampolleta de filamento de wolframio ya nos dejó y pasó al olvido, ya que fue desplazada por una nueva tecnología, la del diodo emisor de luz o más conocida por LED.

La tecnología LED

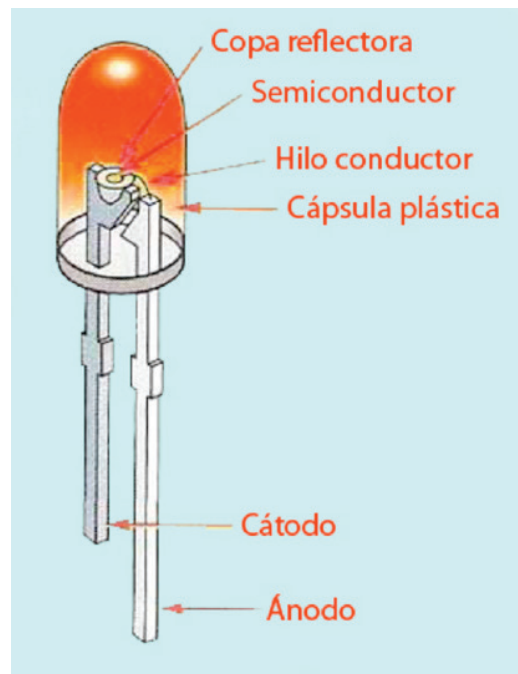
¿En qué consiste esta tecnología que ha despertado el interés de la ciencia y el mercado y que se encuentra disponible en nuestro país hace aproximadamente 10 años?

La tecnología LED (*Light Emitting Diode*) consiste básicamente en un componente electrónico de

material semiconductor que al ser sometido al paso de corriente eléctrica y es polarizado en forma directa, induce a los electrones a subir a capas superiores. Dicho fenómeno tiene asociado una pérdida de energía la cual se manifiesta en forma de fotón, es decir, emite luz monocromática.

Los diodos convencionales, de silicio o germanio, emiten radiación infrarroja muy alejada del espectro visible, sin embargo, si se incorpora el uso de determinados elementos existentes en la tabla periódica, pueden conseguirse longitudes de onda visibles.

El científico ruso Oleg Vladimirovich en el año 1927 fue el pionero en plantear la utilidad del fenómeno LED, sin embargo, hubo que esperar hasta la década de 1960 en que la multinacional estadounidense dedicada a la biotecnología Monsanto, iniciara la producción industrial, la que sólo era factible en términos constructivos de obtener colores de luz determinados (rojo y verde), lo que motivó que inicialmente su aplicación estuviese centrada en controles remotos, luces de funcionamiento de electrodomésticos, calculadoras electrónicas y relojes digitales.



■ Componentes básicos de un diodo LED.

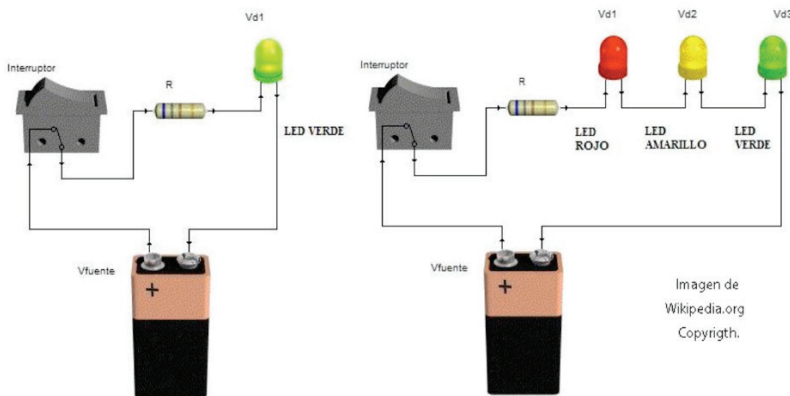


Imagen de Wikipedia.org Copyright.

■ Circuito básico de polarización directa de LEDs.

Pero la tecnología, como siempre ocurre, dio un paso más y a fines de los años noventa, del siglo pasado, los japoneses Akasaki, Amano y Nakamura inventaron los LED azules que fueron los que revolucionaron el mercado, habida cuenta que, a partir de este elemento en combinación con diodos rojos y verdes, se pudiera producir luz blanca de una forma completamente nueva y eficiente.

Las aplicaciones de la tecnología LED son numerosas: semáforos, adornos navideños, luces de automóviles, retroalimentación de pantallas de TV, linternas, decoración, etc, pero sin duda que el ingenio de los científicos japoneses que lograron producir la luz blanca, impulsó el nacimiento del sistema de iluminación del siglo XXI, creación por la que les fue otorgado el premio Nobel de física el año 2014.

Cabe recordar que el color de un LED depende del material con el que está construido, ya que emiten distintas longitudes de onda, así por ejemplo, si se usa Nitruro de Galio (GaN) el color será verde, si se emplea carburo de silicio (SiC), será azul, mientras que si el material usado es Arseniuro fosfuro de galio (GaAsP) su color será rojo.

¿Por qué la iluminación con tecnología LED?

La primera vez que se usó la tecnología LED para luminarias en la vía pública en Europa fue el año 2007 en el paseo marítimo de Cádiz, hoy son una realidad y han tenido un crecimiento explosivo. ¿Pero por qué ocurrió este fenómeno? la respuesta

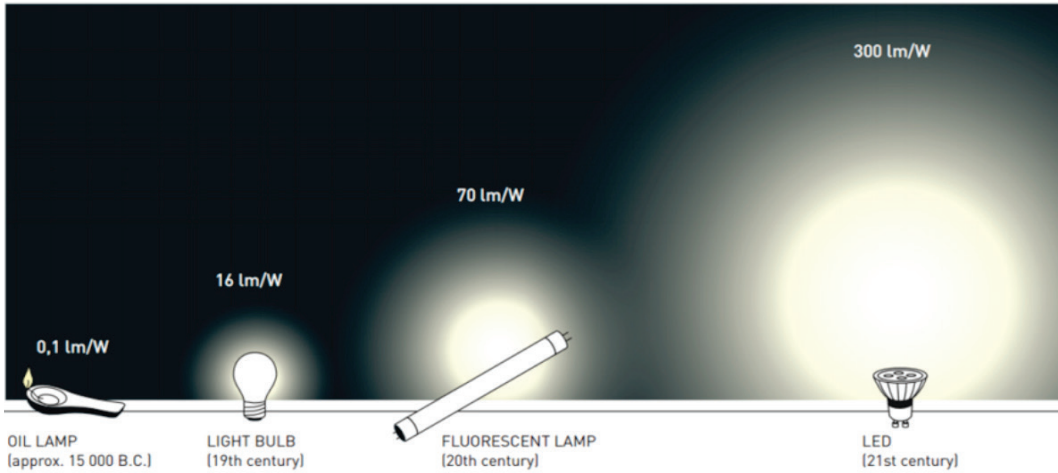
es variada; tienen una mayor eficiencia energética debido a que consumen menos energía eléctrica; hasta un 85% menos que las antiguas ampollitas incandescentes y aproximadamente un 5% menos que las ampollitas LFC, ya que sus pérdidas por calor son menores.

Por la misma razón su vida útil es mayor, ya que si se comparan tiempos medios de duración, las ampollitas incandescentes están en el orden de las 1.000 horas, las halógenas 4.000 horas y las LFC 10.000 horas. Las LED tienen una duración media mayor a todas las anteriores ya que no utilizan filamentos luminiscentes y su encapsulado plástico es altamente resistente a agentes externos lo que le permite absorber vibraciones y golpes. Una lámpara LED puede mantener su luminosidad inalterable entre aproximadamente 15.000 y 35.000 horas de uso.

Cabe destacar que un factor relevante en el uso de esta tecnología es su menor impacto con el medio ambiente, debido a que por su bajo consumo de energía se reducen las emisiones y el efecto invernadero. Pero sin duda que una ventaja importante a considerar en relación a



■ Foco de iluminación LED.



■ **Evolución de la iluminación artificial.**

la tecnología fluorescente, es que no contiene mercurio, que es un elemento altamente tóxico.

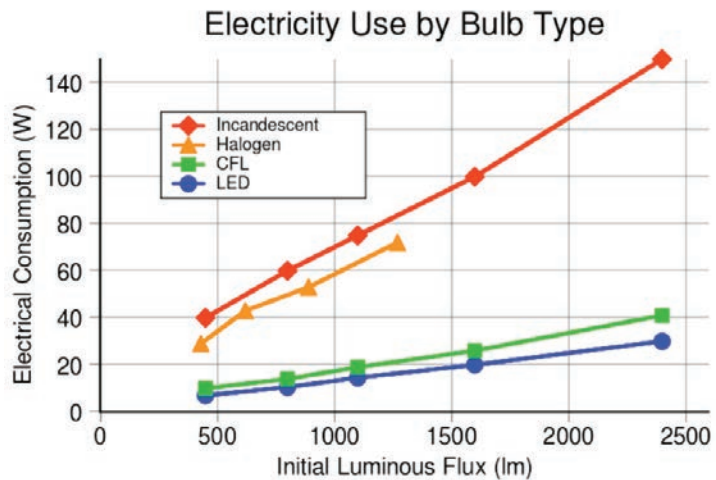
Pese a que la utilización de las lámparas fluorescentes es defendida por algunas organizaciones ambientalistas, debido a que también minimizan la emisión de gases, hoy están en alerta debido a que la normativa de reciclaje es débil y las cantidades de mercurio que contienen pueden representar un problema sanitario importante si no se adoptan medidas para que sean depositados en lugares adecuados.

Baja en los precios y consolidación en el mercado

Sin duda que el principal inconveniente que conlleva el uso de la tecnología LED es su alto precio que no está al alcance de todos, sin embargo, el uso de materiales más económicos y el aumento de la demanda, ha generado economías de escala que el mercado está asumiendo.

Por otra parte, es importante tener presente el retorno de la inversión considerando la baja en el consumo de energía eléctrica requerida

para iluminación. En la Tabla 1 se muestra una comparación de las potencias eléctricas requeridas por los distintos tipos de lámparas y los diferentes flujos de luz de salida. Se puede apreciar que a una misma cantidad de luminosidad (lm), el LED es el que tiene la menor demanda de energía (W).



■ **Tabla 1.**

¿Nubarrones en el horizonte?

Han aparecido versiones en la prensa que indican la existencia de problemas en carreteras y calles que han sido dotadas con iluminación LED. El inconveniente planteado tiene relación con el alto componente de luz azul presente. La

Asociación Estadounidense de Medicina indicó que las LED azules operan en longitudes de onda de luz día, por lo que suprimen la secreción de melatonina retardando el ciclo del sueño, afectando la memoria y el rendimiento lo que aumentaría el riesgo de accidentabilidad.

Sin embargo, cabe destacar que la tecnología LED actualmente permite producir luz blanca cálida en un rango de longitud de onda cercano a los 2.000 Kelvin lo que no tendría efectos nocivos para la salud.

Conclusiones

La noble ampolleta incandescente ha pasado al olvido sin que nos diéramos cuenta. Ha sido desplazada por una nueva tecnología que invadió el mercado, especialmente por sus aplicaciones en electrónica, luces para autos y en pantallas de TV que es quizás la más conocida.

En su aplicación para emisión de luz, hoy tiene un mercado consolidado y creciente en el alumbrado público y también incipiente

en nuestro país en la iluminación de casas y departamentos.

La prohibición de comercializar las ampolletas incandescentes establecida internacionalmente a contar del año 2007 y en el año 2015 en nuestro país, contribuyó a aumentar su presencia en el mercado.

Las ventajas de la tecnología LED están a la vista, ya que al consumir una menor cantidad de energía eléctrica son más eficientes y más amigables con el medio ambiente.

Asegurar que LED será el único sistema de iluminación legal dentro del corto plazo, es una idea que carece de realismo debido a su alto costo. No obstante, los precios están apuntando a la baja principalmente con la incorporación de materiales más económicos. En todo caso, la tecnología LED es la vanguardia en el siglo XXI.

La antigua ampolleta nacida en el siglo XIX, ya descansa en paz y a lo mejor ahora cuando alguien tenga una idea brillante, tendrá que decir ¿se me encendió la LED en vez de exclamar se me encendió la ampolleta?

BIBLIOGRAFÍA

1. BBC Mundo. (07 de octubre de 2014). Los creadores de las luces LED se llevan el Premio Nobel de Física 2014. enero 2017, de BBC Mundo Sitio web: http://www.bbc.com/mundo/ultimas_noticias/2014/10/141007_ultnot_nobel_fisica_lp
2. Paleo Daniela "Precio de ampolletas LED ha bajado 50% en los últimos años y se consolidan en el mercado", Diario El Mercurio, julio 2016.
3. El Mundo. (2011). "Nuevo decreto: pocas luces al decidir cómo ahorrar energía." El Mundo. <http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/cosmos/>.
4. Leighton, Paula. (25.ene.2017) "Médicos y astrónomos advierten sobre el lado oscuro de las luces LED". El Mercurio, Cuerpo A, p. A11.
5. <http://www.ecologiaverde.com/las-bombillas-incandescentes-seran-historia-en-la-union-europea>, agosto 2012
6. "Ventajas de la tecnología led en estudios realizados", artículo en el sitio web Kokoh Investigación, febrero 2010.
7. Barquín Gil, Julián. "Energía: técnica, economía y sociedad", Univ. Pontificia Comillas, 2004
8. http://www.asífunciona.com/electrónica/af/cfl/af_cfl.html
9. <http://americanhistory.si.edu/lighting/bios/edison.html>