

# Iluminadores para CCTV

## La tecnología LED

*El diodo emisor de luz, también conocido como LED, es un dispositivo semiconductor que emite luz incoherente de espectro reducido. Utilizado en la actualidad como alternativa para el ahorro energético en muchos ámbitos, el LED está comenzando a ser aplicado también en la iluminación asociada a los sistemas de videovigilancia.*

A la hora de diseñar un sistema de CCTV, debemos tener en cuenta diversos factores, ya que el desempeño dependerá no sólo de la cámara y la lente, sino también de la cantidad, calidad y distribución de la luz disponible. En este sentido, debemos analizar la luz existente para cada escena en el lugar y trabajar sobre este parámetro al que, hasta hace unos años, no se le daba demasiada importancia en un sistema de CCTV. A continuación, describiremos las principales características de los iluminadores infrarrojos y el impacto económico que tiene su correcta utilización en el sistema.

Antes de comenzar a desarrollar las principales características de la iluminación para sistemas de CCTV, veamos algo de teoría electromagnética.

Lo primero que hay que considerar es

que existen diferentes tipos de radiaciones electromagnéticas, un amplio espectro que va desde las frecuencias de radio hasta los rayos gamma. Para comprender esto, nos concentraremos en una porción del espectro electromagnético que abarca desde la radiación infrarroja, pasando por la luz visible, y hasta la radiación ultravioleta (UV).

El espectro visible es un intervalo muy pequeño, que va desde la longitud de onda correspondiente al color violeta (aproximadamente 400 nanómetros) hasta la longitud de onda correspondiente al color rojo (aproximadamente 700 nm). El ojo humano sólo puede detectar luz entre los 400 y 700 nanómetros.

Por ejemplo, si una persona toma el control remoto de un televisor, el rayo de luz infrarroja del LED que transmite

los órdenes para subir el volumen o para cambiar de canal, es invisible al ojo humano, ya que es superior a 700 nm. Pero si la persona toma ese mismo control remoto y lo apunta a una cámara que detecta infrarrojo, ésta "verá" la señal del control remoto y se podrá observar esta luz del LED en la pantalla de visualización.

Si bien, para generar imágenes, la mayoría de las cámaras día/noche utilizan la luz de la escena proveniente de fuentes ambientales que generan, a su vez, luz visible en forma de fotones, como es la luz de la luna o de las estrellas, debemos tener en cuenta que existen casos en donde no hay suficiente luz disponible, por lo tanto, la escena sufre consecuencias, produciendo así imágenes de poca calidad y visibilidad.



*"INGAL se está centrando desde hace casi dos años en brindar una respuesta tecnológica, profesional y responsable a la industria de la seguridad, iluminación pública, logística, barrios y condominios, equipos de minería, plantas mineras, barcos, etc. Estamos convencidos de que la tecnología LED será, en el futuro, la más utilizada en todos los ámbitos que requieran de iluminación artificial, eficiente y cuidadosa del medio ambiente"*

Nelson Vidal, INGAL

## ILUMINACIÓN DE ESCENAS

Uno de los detalles más importantes es el estudio de la iluminación para predecir el comportamiento de una instalación de cámaras. Cuando es de día, el problema está solucionado, pues la gran lámpara está prendida y nos sobra iluminación. En todo caso, este exceso de iluminación se puede compensar con la correcta elección de un lente autoiris.

Pero la cuestión cambia sustancialmente cuando se debe iluminar la escena con luz artificial. Para ello, hay un principio que debe tenerse en cuenta: la luz es color y sin ella no hay color ni imagen.

Si debemos iluminar artificialmente, primero hay que entender que tenemos que usar lo más parecido a la luz solar. O sea, desde el punto de vista técnico, luz blanca o luz policromática de espectro

lumínico continuo. Para ello deben elegirse las fuentes que tengan ese tipo de luz.

En primer lugar, existen las lámparas de filamento en todas las potencias, que no tienen luz blanca, pero sí espectro lumínico continuo, aunque presentan el agravante de consumir mucha energía por su bajo rendimiento.

A las lámparas de filamento, le siguen aquellas de descarga de mercurio, mercurio halogenado, sodio blanco y sodio de alta presión de color corregido, las cuales entregan una luz aparentemente blanca, de espectro lumínico no continuo. Aquellas de sodio de baja presión y alta presión comunes no son aptas por no entregar luz blanca; las características del sodio solo pueden ofrecer luz amarilla.

En el tercer escalón, se encuentran los tubos con color corregido, que son aptos

para este uso, pues entregan luz aparentemente blanca de espectro lumínico no continuo.

Siempre es mejor cantidad que calidad. Esto significa que es preferible la iluminación distribuida con lámparas de baja potencia y no un solo punto de emisión de alta potencia. Es en este punto donde el LED juega un papel fundamental.

En 1990, se incorpora a la iluminación la tecnología LED (Light Emitting Diode, Diodo Emisor de Luz de media potencia), totalmente de estado sólido, bajo consumo de corriente, alta eficiencia lumínica y asociado a una larga vida útil (superior a las 10 mil horas). Los más cercanos en el tiempo utilizaban la tecnología de los LED IR de baja potencia, en el mismo proyector luminoso, pero en muy grandes cantidades (cien o más) para lograr un



rendimiento mayor, del orden del 35%, con bajo consumo y una vida útil superior a las 50 mil horas.

Los iluminadores más modernos utilizan la tecnología LED de alta potencia y rendimiento, con emisión IR controlada, con espejos difractores especiales para asegurar una cobertura pareja y la utilización de montajes especiales para permitir un ángulo de cobertura específico, acorde a la aplicación necesaria. Las ventajas de estos equipos radica en su bajo consumo, alta eficiencia, gran distancia de cobertura (mayor a 80 metros) y una vida útil superior a las 80 mil horas.

La tecnología LED de alta potencia y alto rendimiento ofrecen actualmente dispositivos con un rendimiento de 90 a 110 lm/w (lumen por watt), lo que permite aplicaciones de alto rendimiento en la iluminación de áreas más extensas.

#### DIFERENCIAS ENTRE LA ILUMINACIÓN LED Y LA CONVENCIONAL

El uso del LED se está imponiendo en todos los aspectos, siendo el de la iluminación de escenas videovigiladas tan sólo una de las aplicaciones posibles para esta tecnología.

“Las diferencias entre las distintas tecnologías de iluminación son amplias,

pues se basan en parámetros diferentes. Pero hay una que es básica: la iluminación por LED es iluminación electrónica en todo sentido, mientras que la iluminación convencional es totalmente eléctrica”, explica Nelson Vidal, CEO y Gerente Comercial de INGAL LEDS.

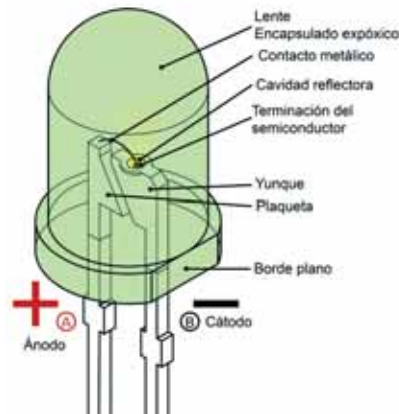
Por su parte, Juan José Cinalli, Director de Patagonia Industrial, destaca que una de las diferencias más significativas “es su alto rendimiento energético/lumínico, ya que por cada vatio consumido entrega mayor flujo lumínico. Otro factores importantes son su reducido tamaño, la calidad cromática controlable según la necesidad (ya que existen muchas variantes lumínicas puntuales), bajos costos de producción, bajo peso y volumen, alta resistencia mecánica, larga vida útil y el bajo nivel de contaminación durante su producción, uso y descarte”.

#### EL LED

Presentado como un componente electrónico en 1962, los primeros LEDs emittían luz roja de baja intensidad, pero los dispositivos actuales emiten luz de alto brillo en el espectro infrarrojo, visible y ultravioleta.

Cuando un LED se encuentra en polarización directa, los electrones pueden recombinarse con los huecos en el dis-

positivo, liberando energía en forma de fotones. Este efecto es llamado electroluminiscencia y el color de la luz (correspondiente a la energía del fotón) se determina a partir de la banda de energía del semiconductor.



Por lo general, el área de un LED es muy pequeña (menor a 1 mm<sup>2</sup>) y se pueden usar componentes ópticos integrados para formar su patrón de radiación.

Los LEDs presentan muchas ventajas sobre las fuentes de luz incandescente y fluorescente, principalmente con un consumo de energía mucho menor, ma-



*“Para dar una idea sobre el ahorro energético directo, hay que pensar que comparado, a una lámpara incandescente, el ahorro energético del led supera el 60%. Además, el led tiene como ventaja la menor generación de calor y no emiten de rayos UV, característica presente en el resto de las lámparas, lo cual, según las nuevas reglamentaciones de protección ambiental, es algo casi inconcebible.”*

Juan José Cinalli, Patagonia Industrial

yor tiempo de vida, tamaño más pequeño, gran durabilidad, resistencia a las vibraciones, no es frágil, reduce considerablemente la emisión de calor que produce el efecto invernadero en nuestro planeta, no contienen mercurio (el cual al exponerse en el medio ambiente es altamente venenoso) a comparación de la tecnología fluorescente o de inducción magnética que sí contienen mercurio, no crean campos magnéticos altos como la tecnología de inducción magnética, reducen ruidos en las líneas eléctricas, y son especiales para utilizarse con sistemas foto voltaicos (paneles solares). Asimismo, comparada con cualquier otra tecnología actual, al LED no le afecta el encendido intermitente (es decir, pueden funcionar como luces estroboscópicas) y esto no reduce su vida promedio y son especiales

para sistemas antiexplosivos, ya que no es fácil de quebrar.

Los LEDs en la actualidad pueden acondicionarse o incorporarse en un porcentaje mayor al 90% de todas las tecnologías de iluminación actuales y su excelente variedad de colores ha permitido el desarrollo de nuevas pantallas electrónicas de texto monocromáticas, bicolores, tricolores y RGB (pantallas a todo color) con la habilidad de reproducción de video. Debido a sus altas frecuencias de operación, son también útiles en tecnologías avanzadas de comunicaciones. En el rubro iluminación es donde debe incluirse su uso en seguridad, reemplazando progresivamente a los tradicionales iluminadores.

“La tecnología de LED se basa en la generación de luz mediante la unión especial de semiconductores especiales

y no posee partes frágiles o móviles, como los filamentos en las lámparas incandescentes o incluso el calefactor de muchas lámparas de descarga (tubos fluorescentes o bajo consumo). En su momento, se pensó en desarrollar esta tecnología en el norte del país, pero aún sin resultados concretos”, explica Cinalli.

Respecto de su posible fabricación nacional, Vidal argumenta que en el país “es aún imposible su fabricación y creemos que es hasta innecesaria, pues ya existen empresas líderes mundiales de altísima calidad, las cuales estudian y experimentan en esta tecnología desde hace más de 50 años. Es difícil comparar con otros avances tecnológicos de iluminación, ya que el LED es superior a todas las anteriores desde el descubrimiento de la lámpara de filamento”.



### CONSUMOS COMPARADOS

Una variable no menor, al momento de elegir cómo se iluminará una escena para lograr el máximo rendimiento de la cámara, es el costo del iluminador elegido y su consumo. Si bien un iluminador convencional puede resultar menos oneroso en sí mismo que uno de LED, en la proyección de tiempo de uso, la ecuación sin dudas se invierte: el menor consumo y mayor vida útil de un LED lo convierten en una opción más rentable, que se amortiza largamente durante el tiempo de uso.

A continuación, comparamos las diferentes fuentes de luz y su eficiencia y analizaremos el costo operacional durante 5 años.

- **LÁMPARA INCANDESCENTE:** incluyendo las halógenas, resultan ser muy ineficientes. Las lámparas halógenas consumen el 85% de la energía en forma de calor, mientras que las normales hasta un 90%. Además, su vida útil es de aproximadamente 5 meses, lo que va a representar altos costos de mantenimiento.
- **LÁMPARAS FLUORESCENTES:** éstas consumen el 60% de la energía en forma de calor, aunque poseen una vida útil más larga que las lámparas anteriores: aproximadamente mayor a 5 años.
- **LÁMPARAS HID (High Intensity Discharge):** resultan un poco más eficientes, ya que tienen un gasto de energía de entre 20 y 40% en forma de calor. Sin embargo, no son tan populares porque tienen un tiempo largo de encendido (de dos a tres minutos) y, además, no se pueden encender inmediatamente luego de haberse apagado. Su vida útil es de hasta 2 años.
- **ILUMINADORES LED DE LUZ BLANCA:** sólo consumen el 10% de la energía en forma de calor y tienen menor costo de operación. Asimismo, su vida útil es de hasta 10 años.



- **ILUMINADORES LED DE INFRARROJOS:** poseen el doble de rango que la luz blanca.

Comparando las luces halógenas, las HID y el iluminador LED, es evidente que existen diferencias considerables de costos entre las tres fuentes de luz: el consumo de energía del iluminador representa solo el 9% de lo que consume

la luz halógena y el 18% de lo que consume la luz HID.

En conclusión, la iluminación para sistemas de video vigilancia no solo le permitirá obtener mejores imágenes, sino también un retorno de la inversión en seguridad electrónica más elevado, seleccionando la mejor alternativa de productos.

### RESPUESTA DIRECTA

Nelson Vidal, CEO y Gerente Comercial de INGAL LEDS, y Juan José Cinalli, Director y desarrollador en Patagonia Industrial, fueron dos de los participantes de este informe. A ellos los consultamos acerca de la tecnología LED, sus usos y aplicaciones, y nos dieron un amplio panorama a través de sus respuestas, las que reproducimos a continuación:

#### - ¿Cuáles son las principales aplicaciones de los iluminadores?

(Nelson Vidal) - *Las aplicaciones actuales son amplísimas, pudiendo reemplazarse, y seguro así será en el futuro, todos los sistemas de iluminación del mundo por esta nueva tecnología. INGAL se está centrando desde hace casi dos años en brindar una respuesta tecnológica, profesional y responsable a la industria de la seguridad, iluminación pública, logística, barrios y condominios, equipos de minería, plantas mineras, barcos, etc.*

(Juan José Cinalli) - *Fueron diseñados para múltiples aplicaciones relacionadas con iluminación de entornos y escenarios de trabajo, ya sean de alto riesgo, iluminación vial y habitacional.*

#### - ¿Cuáles son las diferentes tecnologías aplicadas?

(Nelson Vidal) - *Cree Leds Light, desde sus plantas en Estados Unidos, impone los nuevos parámetros en la gama de LEDs entre 2 a 6 watts, con los últimos avances, siendo el referente mundial en esta tecnología. Es un honor para nosotros ser representantes a nuestros productos y por ello, día a día, trabajamos para mejorarlos y acompañar a este cambio de la mejor manera.*

(Juan José Cinalli) - *En el caso de nuestra empresa, los equipos Lampyrís poseen varias innovaciones tecnológicas. Una de ellas es el control inteligente lumínico espacial, mejorando significativamente sus cualidades crómicas, lumínicas, físico/oculares y el ahorro de energía.*

#### - ¿Cuáles son los beneficios en el uso de LEDs?

(Nelson Vidal) - *Los más importantes son el ahorro en el consumo (de entre un 30% a un 70%), menor generación de calor, no emiten de rayos UV, algo que el resto de las*

*lámparas de vapor sí generan, siendo hoy con las nuevas reglamentaciones de protección ambiental algo casi inconcebible. También podemos mencionar que las lámparas de LED no atraen insectos, permitiendo mantener la limpieza de los equipos. También es importante su índice de cromaticidad, superior al 0.8/0.85, lo que duplica a las actuales lámparas del mercado, permitiendo con esto una visibilidad más real. Otro beneficio, aunque no el último, es la anulación del efecto estroboscópico, permitiendo un nivel de seguridad mayor y una visión de cámaras perfecta.*

(Juan José Cinalli) - *Los beneficios son muchísimos, pero podrían destacarse como principales su larga vida útil, bajo consumo y calidad cromática frente a las demás tecnologías de iluminación.*

#### - ¿Cuál es el principio de funcionamiento del LED?

(Nelson Vidal) - *Los LEDs son diodos que emiten luz cuando son conectados a un circuito. Su uso más frecuente, como luces "piloto" en aparatos electrónicos para indicar si el circuito está cerrado, está variando rápidamente en el mundo a aplicaciones más importantes, en reemplazo de equipos de alto poder lumínico. Los LEDs operan con un voltaje relativamente bajo, entre 1 y 4 volts. El chip tiene dos regiones separadas por una juntura. La región P está dominada por las cargas positivas y la N por las negativas. La juntura actúa como una barrera al paso de los electrones entre la región P y la N y sólo cuando se aplica el voltaje suficiente al chip, puede pasar la corriente, con lo cual los electrones pueden cruzar la juntura hacia la región P. Si la diferencia de potencial entre los terminales del LED no es suficiente, la juntura presenta una barrera eléctrica al flujo de electrones. En la región P hay muchas cargas positivas y pocas negativas. En cambio, en la región N hay más cargas negativas que positivas. Cuando se aplica tensión y la corriente empieza a fluir, los electrones en la región N tienen suficiente energía para cruzar la juntura hacia la región P. Una vez en ésta, los electrones son inmediatamente atraídos hacia las cargas positivas, de acuerdo a la ley de Coulomb, que dice que fuerzas opuestas se atraen. Cuando un electrón se mueve lo suficientemente cerca de una carga positiva en la región P, las dos cargas se recombinan. Cada vez que un electrón se recombina con una carga eléctrica positiva, energía eléctrica potencial es convertida en energía electromagnética. Por cada una de estas recombinaciones, un quantum de energía electromagnética es emitido en forma de fotón de luz, con una frecuencia que depende del material semiconductor.*



## CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE UN LED

La enorme cantidad de fabricantes de LED y empresas que los encapsulan en montajes especiales, hace que la elección del componente adecuado para un producto sea compleja. Desgraciadamente muchos fabricantes dan información limitada o casi nula sobre los productos que ofrecen y muchas veces la elección se hace sólo por razones de costo, con degradación de la calidad del producto final y de su vida útil.

- Frecuencia pico y Spectral line half-width: Influencia térmica: estas características son críticas en displays multiLED, donde la variación de matiz entre distintos diodos resulta muy notoria. En el caso de los diodos blancos, la variación del matiz hacia el azul o el amarillo según las condiciones ambientales puede ser evidente.
- Diagrama de irradiación: Según la ubicación del LED puede ser conveniente que se lo vea desde variados ángulos o por el contrario, que la luz se enfoque sólo en ciertas direcciones preferenciales (como hacen los LED ovales). Esta decisión tiene además fuerte influencia en el consumo de potencia y por ende en el diseño de los circuitos de excitación y las fuentes de alimentación.
- Intensidad luminosa: La intensidad luminosa máxima posible de obtener de un LED es importante en aplicaciones de iluminación o en el caso de indicadores que deben poder verse en condiciones de alta iluminación ambiental. Vale destacar los últimos avances notables en el área de potencia lumínica, que permiten plantear su uso en aplicaciones de iluminación.
- Dispersión: Esta característica es sumamente importante en el caso de displays de calidad con múltiples LED. Por razones de fabricación, los diodos semiconductores tienen una importante dispersión y en el caso de los LED está dispersión se traduce en importantes variaciones de intensidad para una misma excitación. Los fabricantes más serios realizan una clasificación (binning) de diodos de performance similar, que forma parte del código del producto.
- Forma de montaje: Además de los tradicionales LED de inserción de 5mm y 3mm, hoy están disponibles otros montajes de inserción y encapsulados de montaje superficial, ya sea PLCC o con los formatos 1206, 0805, etc. En el caso de los LED de potencia SMD el respaldo del LED suele ser metalizado, de modo de soldarlo al circuito impreso, y usar al PCB como disipador. En otros casos los LED de potencia tienen un orificio para su fijación mediante tornillos a un disipador.
- Vida útil: Los LED se construyen encapsulando al chip en una base epoxy, que hace de base y de lente, y sus terminales internos son conectados a los externos mediante epoxy conductor e hilos de oro. Cuando un LED sufre variaciones térmicas estas uniones son sometidas a distintas dilataciones y procesos de fatiga térmica, que a la larga pueden llevar a un circuito abierto. En ensayos térmicos, cuando la temperatura ha superado los 100°C la estadística muestra un elevado incremento en la tasa de fallas; en el rango de 100°C a 115°C cada incremento en la temperatura máxima de 5°C disminuye la cantidad de ciclos tolerables antes de una falla en 5 veces.

### - Comparativamente, ¿Qué diferencia a un LED de otra tecnología lumínica?

(Juan José Cinalli) - *La tecnología de LED se basa en la generación de luz mediante la unión especial de semiconductores especiales, no posee partes frágiles o móviles como los filamentos en las lámparas incandescentes o incluso el calefactor de muchas lámparas de descarga (tubos fluorescentes o bajo consumo). Para dar una idea sobre el ahorro energético directo, hay que pensar que comparado a una lámpara incandescente, el ahorro supera el 60% (utilizando LEDs de buena calidad). Adecuadamente instalado, el LED posee una vida útil superior a las 50.000 hs. contra 1000 hs. de una tradicional incandescente. Los LEDs de color blanco frío no emiten luz UV ni IR como las demás.*

### - ¿Cuáles son las posibilidades del LED, en cuanto a aplicaciones y desarrollos futuros?

(Nelson Vidal) - *A nivel de aplicaciones, éstas son infinitas y cubren todo el espectro de iluminación pública, hogar, seguridad, industria, naviera, etc. En CREE consideran que para el 2020, el mundo estará en un 80% iluminado por LEDs. En desarrollos futuros, esto dependerá de cada fábrica nacional, apoyo económico, ventas, etc. Nuestra empresa viene desarrollando distintos equipos para soluciones puntuales como equipos para autoelevadores, equipos de iluminación de emergencia, equipos de potencia para torres de iluminación industrial y, estamos desarrollando un nuevo equipo de iluminación pública de altísima eficiencia y bajo costo, totalmente diseñado por INGAL.*

(Juan José Cinalli) - *Las posibilidades son*

*casi infinitas: todo lo que requiera una emisión de algún tipo de luz o radiación, éstos son capaces de hacerlo. A futuro, lo que se busca no es solo aumentar su vida útil, sino también su rendimiento Lúmenes/W, tratando de que nos entregue la mayor cantidad de luz por cada vatio consumido.*

### - ¿En qué grado de desarrollo se encuentra la industria nacional y qué necesita para, definitivamente, competir de igual a igual con desarrollos importados?

(Nelson Vidal) - *Realmente no estamos preocupados por la competencia nacional dentro de nuestro nivel industrial. Las grandes compañías de renombre marchan por un carril separado y aislado a nuestro trabajo puntual y específico. Consideramos que aún el resto de la industria es como un carro pesado tirado por un potro salvaje que es el LED. En esto nos incluimos: siendo una PyME, poseemos las virtudes y problemas de serlo, entre ellos, el depender en forma exclusiva de nuestra propia capacidad comercial y de la respuesta de los clientes, a quienes consideramos nuestros mayores socios. Sobre cómo competir con los desarrollos importados, el secreto pasa solo por lo económico. Contamos con el know-how, la experiencia, las ganas y el gran apoyo de Cree para ser iguales y hasta superiores.*

(Juan José Cinalli) - *Contamos con la capacidad técnica y profesionales idóneos, lo mismo que con un territorio apto y con recursos minerales. Quizá solo sea necesaria la firme decisión de concretarlo, financiamiento a PyMEs que pretendan dar un paso adelante en tal proyecto. Podríamos competir perfectamente con empresas extranjeras y me atrevería a decir que hasta a superarlas.*

### - ¿Existe algún proyecto o desarrollo más avanzado que el led en materia de iluminación?

(Nelson Vidal) - *A nivel mundial, Cree superó la barrera de los 200 lúmenes por watt en LEDs de 3 amperes en adelante, llegando a un nuevo led de 245 lúmenes por watt, que seguramente ayudará a posicionar esta tecnología entre empresas y gobiernos, pudiendo obtener mediciones lumínicas altas con menos equipos y menos dinero. En nuestro caso, estamos desarrollando dos nuevos equipos de alto poder lumínico, los cuales deseamos lanzar a fin de este año o primeros meses del próximo año y seguir mejorando los niveles de seguridad electrónica y física de los actuales productos de nuestra empresa.*

(Juan José Cinalli) - *Por el momento, todos se basan en el mismo principio de generación de luz que el ya conocido LED. En la actualidad, existen emisores orgánicos y placas generadoras de luz. ■*