

Lámparas incandescentes de luz

COMO LA DEL DÍA

Hace mucho tiempo que los técnicos se vienen preocupando con gran actividad en crear una fuente luminosa artificial, cuyo efecto sea igual al de la luz del día, problema importantísimo y de gran trascendencia. Todos saben que la mayor parte de los objetos coloreados aparecen á la luz artificial de la noche, con colores bastante distintos de los que tienen á la luz del día y que también las diversas fuentes luminosas artificiales, como son las de petróleo, gas, arco voltaico ó lámparas incandescentes, reproducen un color determinado de manera más distinta.

Al investigar el fundamento de este hecho, encontramos la solución en la óptica, en el fenómeno de Newton; ella nos enseña que la luz blanca se compone de un número grandísimo de luces diversamente coloreadas y exponentes de refracción desiguales. Refractando la luz blanca con el auxilio de un prisma, se descompone en sus elementos, apareciendo los colores espectrales, que se pueden reunir después reproduciendo la luz blanca.

Los colores de un cuerpo, ó sea los colores pigmentarios, deben su origen á que el cuerpo correspondiente absorbe algunos elementos de la luz blanca que incide sobre él (absorción de los rayos luminosos), y los otros, por el contrario, los refleja, siendo éstos los que determinan el color del cuerpo; así, por ejemplo, el cinabrio refleja preferentemente la luz roja, y si incide sobre él la luz blanca, también se reflejarán parcialmente por su superficie todos los otros rayos: una parte de la luz blanca penetra en el cuerpo y del interior del mismo se reflejan preferentemente los rayos rojos. De manera análoga se explica el origen de la coloración de los cristales coloreados.

Ahora bien, como los colores de los pigmentos y de los cristales coloreados son puros, sólo muy raras veces, así, por regla general, al hablar de ellos, sólo podemos tratar de un color dominante. Prescindiendo de la fosforescencia y de la fluorescencia, ningún cuerpo irradia más luz que la que recibe, y así, por ejemplo, un trozo de cinabrio colocado en las zonas espectrales, sólo se ve en la del rojo, pues los otros colores no los refleja. Además, si observamos los cuerpos coloreados á la luz de la llama de una lámpara de alcohol impregnada de sal, nos parecerán amarillos, pues sólo reciben la luz amarilla del sodio, distinguiéndose los cuerpos entre sí únicamente por su distinta luminosidad.

Este hecho se aprovecha muchas veces en el mercado para dar á determinados objetos una coloración roja, especialmente á las carnes mientras están á la venta, con objeto de que presenten un aspecto más vistoso y fresco. Pero si el comprador observa el producto á la luz ordinaria de petróleo, gas ó electricidad, entonces, naturalmente, desaparece el color rojo ilusorio.

Hablando, pues, en el tecnicismo de la óptica, ¿en qué consiste la diferencia esencial de la acción del color á la luz del día y á la luz artificial?

La luz del día proviene de una irradiación calorífica, de la del sol. Según Zöllner, es 619.000 veces, próximamente, más clara que la de la luna llena. La temperatura del sol alcanza algunos miles de grados, y según las investigaciones más modernas, es de unos 6.000° C. Si ahora observamos el espectro continuo de la luz solar, hallaremos que este foco calorífico emite preferentemente rayos luminosos azules y verdes.

La mayor parte de las fuentes luminosas artificiales son ciertamente también focos caloríficos, como el sol, pero con la gran diferencia de que ninguna de aquellas luces alcanza, ni aproxi-

madamente, la elevada temperatura del sol. Por esto, el espectro de las diversas fuentes luminosas artificiales presenta (en cuanto se considera su irradiación puramente calorífica) una gran pobreza, mayor ó menor, en rayos azules, siendo, por el contrario, tanto más amarilla la luz cuanto la fuente luminosa tiene una temperatura más baja de incandescencia. Aparece esta diferencia con especial claridad, cuando se comparan entre sí los espectros de las lámparas de filamento de carbón, de las lámparas Wotan y de las lámparas Wotan (una lámpara incandescente cuyo filamento es de metal wolfram estirado). El color de la luz va siendo más blanco á medida que las temperaturas de incandescencia son mayores, siendo de 1.760° C. la de las lámparas de carbón, de 1.830° la de las Wotan, y de 1.920° C. la de las lámparas wolfram.

Sin embargo, en comparación de la luz solar, este mismo color llamado «blanco», perteneciente á la última de las lámparas nombradas Wotan, aparece como amarillo.

Según lo indicado, también á la luz de una lámpara metálica Wotan, los objetos coloreados producirán un efecto muy distinto que á la luz del día, y precisamente porque la relación de la luminosidad de las diversas clases de rayos, que se combinan formando la luz blanca, es distinta en la lámpara Wotan y en la luz del día.

Si con una lámpara Wotan se quiere producir una luz de composición igual á la de la luz del día, esto se podría conseguir debilitando en el espectro de la lámpara Wotan los rayos que en ella abundan excesivamente. Con otras palabras: se debe absorber á partir del azul (0,42 μ) y aumentando siempre, el azul verdoso, verde-amarillo, amarillo, amarillo rojizo y rojo.

De esta manera la curva de relación se transformaría en una recta.

Esta debilitación de los rayos rojos en favor de los azules tiene, sin embargo, como consecuencia inmediata un empeoramiento del efecto de la lámpara incandescente, y la solución perfecta teóricamente sólo sería posible á costa del consumo en vatios de la lámpara, el cual alcanzaría á unos 10 ó 12 vatios por bujía Hefner, siendo así que las lámparas corrientes Wotan consumen próximamente, un vatio por bujía Hefner.

Para la naturaleza de la luz se admite hoy en la ciencia, casi universalmente, la «teoría electromagnética» establecida por Maxwell (1831-1879) y fundada experimentalmente por Hertz (1857-1894), según la cual las vibraciones luminosas deben tomarse como vibraciones eléctricas y magnéticas, cuyas longitudes de onda en milésimas de milímetro (1 μ = 0,001 milímetro), y cuyo número de oscilaciones para los distintos colores del espectro (valor medio) reproducimos en la siguiente tabla:

COLORES ESPECTRALES	Longitud de onda en milésimas de milímetro.	Número de vibraciones Z en billones. (Un billón = 1.000.000.000.000)
Rojo.. .. .	0,683 μ	437
Anaranjado.....	0,615 μ	485
Amarillo.....	0,559 μ	534
Verde.....	0,512 μ	582
Azul	0,473 μ	631
Índigo.....	0,439 μ	679
Violeta.....	0,410 μ	728

El ojo percibe como luz las vibraciones cuya longitud de onda está comprendida entre unas 0,82 y 0,373 μ y cuyo número de oscilaciones es de unos 366 á 804 billones por segundo

Las vibraciones del éter con una longitud de onda superior a $0,82 \mu$, las llamadas infrarrojas, se distinguen por su enérgica acción calorífica, en tanto que las vibraciones con longitud de onda inferior a $0,373 \mu$, las ultra-violeta, producen acciones químicas especiales. Sin embargo de esto, también los rayos visibles dan lugar a acciones caloríficas y químicas, igualmente que los rayos ultra-violeta producen acciones caloríficas y los infrarrojos también acciones químicas.

Bien se deja comprender que los consumidores de lámparas metálicas nunca se decidirán a gozar de las ventajas de una lámpara con luz como la del día a costa de aumentar el gasto de la corriente de diez a doce veces. La industria de las lámparas incandescentes se ha visto, pues, obligada a renunciar a la obtención de una luz completamente igual a la del día y a contentarse con resolver el problema de una manera aproximada, como indicamos a continuación.

El ojo humano posee para el verde-amarillo, esto es, para la luz de longitud de onda, $0,55 \mu$ una sensibilidad extraordinariamente mayor que para los otros colores restantes. Esta sensibilidad del ojo disminuye a un tercio de su valor máximo para el rojo naranja, de longitud de onda $0,62 \mu$ y para el azul con $0,46 \mu$, siendo sólo una décima de la sensibilidad, que tiene para el verde-amarillo con $0,55 \mu$, de la que tiene para el azul de $0,45 \mu$ y para el rojo de $0,66 \mu$.

Al hacer estas consideraciones, se supone que las intensidades luminosas que recibe el ojo en diversas longitudes de onda son iguales entre sí.

Por tanto, si prescindimos de los rayos cuyas longitudes de onda son inferiores a $0,48 \mu$ y superiores a $0,62 \mu$, entonces tenemos para la solución del problema unas condiciones bastante más claras y sencillas.

Así, pues, si la técnica de las lámparas incandescentes, atendiendo sólo a las longitudes de onda de $0,48 \mu$ a $0,62 \mu$, llegase a obtener un medio absorbente, mediante el cual, con un consumo de energía de un vatio por bujía, la luz emitida por el filamento de wolfram incandescente, igualase en su composición a la luz del día, por lo menos dentro de un pequeño círculo de ondas antes mencionado, entonces podríamos contar con una luz, si no totalmente igual a la del día, por lo menos de un efecto luminoso casi equivalente para todos los casos que ocurren en la práctica, y esto sin grandes pérdidas de energía. Descartando desde luego el que una solución del problema (como ya se ha discutido), es prácticamente imposible, tenemos en la nueva lámpara Wotan-Verico una fuente luminosa artificial que cumple con las condiciones requeridas.

El globo de cristal coloreado de azul, que en las lámparas Wotan-Verico rodea al filamento de wolfram incandescente, absorbe una parte de los colores demasiado excesivos en el espectro, y así la coloración de su luz se aproxima a la luz del día en una medida suficientísima para la mayor parte de los casos, sin que por esto el consumo de energía se eleve notablemente sobre el de las lámparas Wotan ordinarias; esto es, sin que exceda de un vatio por bujía. Según las mediciones precisas llevadas a cabo, las nuevas lámparas Wotan-Verico tienen un consumo de energía de 1,1 a 1,3 vatios por bujía Hefner.

Cuando se quieran reproducir con especial precisión los tonos delicados de los colores, tal como aparecen a la luz del día, entonces se provee la lámpara Wotan-Verico de una pantalla de cristal convenientemente coloreada. Este reflector se escoge de manera que estando colgada la lámpara, a unos dos metros de distancia, debajo de ella se consiga la debida impresión del color, como se comprenderá comparando la columna 2 con la columna 6 de la tabla. Fácilmente se comprende que la lámpara

Wotan-Verico con reflector debe colgarse a una distancia suficiente; esto es, a unos dos metros del objeto que se ha de examinar, pues debe efectuarse una mezcla efectiva de los rayos que vienen de la lámpara y del reflector.

La relación que guarda la lámpara Wotan-Verico respecto a la luz del día como fuente luminosa natural y respecto a la luz artificial de las lámparas de filamento de carbón y de las lámparas ordinarias Wotan de metal, la ha establecido el Dr. Voegelé como consecuencia de mediciones científicas reproducidas en la siguiente tabla. El valor lumínico del cielo cubierto se supone en la tabla por todos los colores = 1, y a continuación se ponen los números correspondientes a cada una de las fuentes luminosas artificiales (lámparas de filamento de carbón, lámparas metálicas Wotan ordinarias y lámpara Wotan-Verico sin y con reflector azul).

TABLA

1	2	3	4	LÁMPARAS WOTAN-VERICO	
				5	6
REGIÓN ESPECTRAL	Cielo cubierto.	Lámpara de carbón.	Lámpara Wotan ordinaria.	Sin reflector	Con reflector azul (*)
Azul.....	1,0	0,20	0,23	0,28	0,53
Verde..	1,0	0,79	0,86	0,90	1,15
Verde (amarillo)..	1,0	1,00	1,00	1,00	1,00
Rojo..	1,0	1,76	1,63	1,22	1,04
Rojo oscuro.....	1,0	2,70	2,10	1,37	»

(*) Suspendida a dos metros de distancia del objeto que se ha de examinar.

Las lámparas Wotan-Verico se construyen para tensiones de 100 a 160 voltios y de 200 a 260 voltios, para intensidades luminosas de 75 y 150 bujías Hefner, con zócalo norma Edison, de tal forma que pueden atornillarse sin más a cualquiera de los portalámparas ordinarios. El efecto lumínico de las lámparas Wotan-Verico permanece invariable durante todo el tiempo de su duración.

Las aplicaciones de las lámparas Wotan-Verico pueden agruparse desde dos puntos de vista, en conformidad con su montaje y según que tengan ó no reflector. La lámpara Verico sin reflector debe aplicarse donde quiera que se trate de completar ó sustituir de la mejor manera posible la luz del día, y, por tanto, ante todo en fábricas, oficinas, comercios, galerías de pinturas, exposiciones, etc. La lámpara Verico con reflector encuentra especial aplicación dondequiera que haya interés en distinguir con precisión los colores; por ejemplo, en los comercios de confección, en las fábricas de hilados y tejidos, y además en las de colores, papel, papeles pintados y de productos químicos, etc.

Como la luz de la lámpara Wotan-Verico es muy pobre de rayos de onda corta, su acción sobre la vista es beneficiosa, de tal forma que no se cansa con tanta rapidez, como sucede con las lámparas metálicas ordinarias de luz viva.

A. BENESTCH.

(De La Energía Eléctrica.)