

Las dos circunstancias desfavorables, área escasa y calles muy frecuentadas, se han orillado:

- 1.º Simultaneando muchos trabajos á diversas alturas.
- 2.º Suministrando al día los elementos precisos, acabados y previamente ajustados lo más completamente posible para su montaje en obra.

Al efecto, para que nada falte ni sobre, precisa una comprobación constante; todos los días hay conferencias entre los Ingenieros, los capataces y los proveedores para determinar los materiales que han de entregarse al día siguiente, y todos los días también es preciso reunir, examinar, despachar y recibir inmenso número de piezas, diferenciadas entre sí por marcas que parecen jeroglíficos.

Las piezas de acero, como todas las voluminosas y pesadas, llegan en carros que desfilan por delante de las fachadas, sin parar cada uno más que el tiempo preciso para que la grúa, ya preparada, tome la pieza, la suba y coloque en su emplazamiento y vuelva á bajar rápidamente el gancho en demanda de otro carro.

Algunas piezas, como los cajones de cimiento y los grandes trozos de armazón, han tenido que transportarse en carros enormes, contruídos exprofeso, arrastrados por muchas parejas de caballos, aprovechando las noches y los domingos para no impedir el tránsito habitual.

El tipo más empleado de grúa consta de un montante metálico mantenido vertical por medio de vientos. A la base del montaje se articula un pescante de celosía, con movimientos eléctricos horizontal y vertical, además del movimiento del cable de carga.

Las cuadrillas de montadores reciben y colocan las piezas en su sitio, sujetándolas provisionalmente con tornillos y tuercas. Siguen las de roblonadores que caldean en fraguas portátiles y remachan con martillos neumáticos.

Los demás materiales, como ladrillos, terracotas, mortero, piedra machacada, etc., se descargan de los carros al sótano por medio de canales, y se suben después á los diversos pisos por medio de montacargas rápidos, instalados en los 26 pozos destinados á los ascensores. Resulta tan constante y rápido el trabajo de los montacargas, que no puede permitirse su uso á los obreros, los cuales suben y bajan de ordinario suspendidos de las grúas.

Tan pronto están roblonadas las piezas de acero se enlucen con mortero de cemento en 2,5 á 3 centímetros de espesor, se rellenan de hormigón sus huecos y se envuelven con la cáscara de terracota ó ladrillo que constituyen las paredes.

Hechas las paredes de un piso se colocan las puertas y ventanas de acero moldeado y los vidrios. A la vez, se instalan, ocultos en los tabiques, los conductores de alumbrado y telefónicos y las cañerías de agua.

También sigue de cerca la construcción de las cuatro escaleras de hierro, en caja de acero, y con puertas dobles asimismo de acero en todos los pisos.

*
* *

Una observación para terminar:

Aunque el Woolworth es obra atrevida, su *esbeltez*, llamando así la relación entre su altura de 236,22 metros, y el solar que ocupa de $47 \times 61 = 2.867$ metros cuadrados, queda muy por bajo de la esbeltez alcanzada en construcciones de piedra. Las torres ojivales de la catedral de Colonia frisan altura de 160 metros y sus plantas miden no más que 27 metros en cuadro ó 730 metros cuadrados. Pero debe

reconocerse que los edificios rascacielos, forma arquitectónica del hierro nacida, á la vez que la torre Eiffel, han adelantado mucho, desde el especial punto de vista de la esbeltez, á la famosa torre parisién, cuyos 300 metros de elevación se ostentan sobre la enorme planta de

$$117 \times 127 = 14.859 \text{ metros cuadrados.}$$

¿Es que el acero, no obstante su resistencia específica, cincuenta veces superior á la de la piedra, resultará incapaz para proporcionar edificios más esbeltos que las viejas torres? Acaso es respuesta oportuna, que andamos aún en los comienzos de la arquitectura metálica.

SEVERINO BELLO.

Agosto 1912.

LUZ FRIA DE ORIGEN PUNTUAL

CONDICIONES GENERALES

El objeto del presente estudio se debe á las concepciones generales, sobre el reposo necesario para el funcionamiento de todo origen de energía, debido á los medios particulares de utilizar la energía luminosa.

La creencia de la necesidad de un período de reposo para todo lo existente, es una de las ideas más antiguas y más extendidas.

Los hebreos decían que el descanso sabático, no sólo es necesario al hombre, sino que la misma Naturaleza debe observarlo.

En todos los pueblos y en todo tiempo se ha reconocido, y puesto en práctica, la necesidad universal del descanso.

Los rudos obreros que trillan, que forjan el metal, que reman, descansan alternativamente. Obedecen así al seguro instinto de las masas populares, y el trabajo que rinden con su esfuerzo interrumpido es superior al que rendirían con un trabajo continuo.

Los sabios que han enseñado la verdad de tantas revelaciones y de tantas creencias aplicadas por un empirismo secular y tradicional, han demostrado que su corazón también descansa. Si nuestro pecho parece infatigable y nos da durante tanto tiempo la ilusión de un trabajo continuo, es porque organiza mejor su actividad que los demás músculos. Después de cada contracción descansa el tiempo suficiente para recuperar su energía; como su actividad es discontinua, puede durar tanto tiempo y dar el máximo de rendimiento.

Para estudiar en general la idea de un reposo universalmente necesario, se han realizado, desde 1909 á 1911, una serie de experimentos sobre las diferentes formas de la energía (1). (Origen de energía en movimiento, luz ultra-violeta, calor, sonido, ondas eléctricas.)

Por otra parte, las concepciones de un orden diferente, han determinado, de una manera particular, los estudios especiales emprendidos en la cuarta parte de este estudio.

Estas concepciones se refieren á las dos creencias siguientes, tan antiguas y tan extendidas, que consideran: Primero, la luz como origen de toda vida, la idea de luz eterna asociándose á la de una vida sin fin (2), y segundo,

(1) Académie des Sciences, Comptes-Rendus; 1910: 11 de Abril, 14 de Noviembre; 1911: 13 de Marzo, 18 de Abril, 26 de Junio.

(2) Sin luz, ningún fenómeno de la vida puede ser observado.

el fuego, es decir, la idea de un calor muy fuerte, asociándose á la de un aniquilamiento eterno.

La ciencia nos muestra la luz como una fuerza favorable para la vida aun á muy altas intensidades luminosas, y al mismo tiempo nos enseña que el calor en cantidades ínfimas (1), en razón á las que necesitamos para existir (2), destruye para siempre todo ser viviente.

En estas condiciones parece particularmente útil buscar el medio de producir, durante un tiempo muy largo y en un punto dado, una cantidad de luz desconocida é imposible de suponer hasta el día, sin crear al mismo tiempo una cantidad de calor perceptible.

Un método enteramente nuevo ha realizado este resultado (3), y permite por fin el poder estudiar los fenómenos vitales con la luz extraordinariamente intensa y sin calor nocivo, que pudo existir en el medio desconocido donde la vida apareció un día.

Si tal luz ha existido y en tal momento, para desaparecer en seguida, el hombre acaba de encontrarla y reproducirla en sus laboratorios donde, inspirándose en la Naturaleza, puede tener la esperanza de resolver ciertos problemas por ella resueltos (4).

CAPÍTULO PRIMERO

Corrientes no interrumpidas.

(CORRIENTES CONTINUAS Ó ALTERNAS)

Se sabe que los filamentos metálicos, principalmente los de tungsteno aglomerado ó estirado, usados en la incandescencia, dentro de una ampolla en la cual se hace el vacío, emiten al exterior de ésta una luz relativamente fría, es decir, no desprendiendo calor apreciable á la mano al acercarla á la ampolla. Esta propiedad no retuvo mucho la atención hace tres años, cuando se sustituyó la de filamentos de carbón por la de tungsteno; éstas dan la bujía con cuatro á cinco veces menos de vatios, es decir, sin calor, mientras que las de carbón despedían naturalmente el calor según el número de vatios necesario. Además, no es de una importancia capital en las lámparas de cierto espesor que se emplean en el alumbrado usual. En efecto, estas lámparas que encierran filamentos de tungsteno de algunos centímetros de longitud, bastante separados los unos de los otros, están en la mayoría de los casos situadas á cierta distancia de las personas que las usan ó de los objetos que se trata de alumbrar.

Pero si se enrolla el filamento de tungsteno de modo de reducirlo á un punto dentro de una lámpara de reducidas dimensiones, se obtiene al exterior de la ampolla una luz fría de "origen puntual", que tiene todas las ventajas sobre la luz caliente de origen puntual que produce el arco eléctrico ó la luz caliente de origen lineal de filamentos incandescentes

(1) Un ciento de grados. Mientras que los fríos mayores obtenidos (— 271°) dejan intactos muchos organismos, teniendo en cuenta que no puede existir temperatura inferior á — 273°.

(2) Algunas decenas de millar de grados.

(3) Ver en el cap. IV la descripción de este método, que separa por primera vez la acción calorífica de la acción luminosa, en la energía eléctrica.

(4) Las palabras luz, frío, vida, están asociadas en muchas expresiones populares, con una profunda intención (frío vivo, es decir vivificante, frescura que significa vida, etc.).

al aire libre, cuyas ventajas son carencia de todo peligro, duración mayor que la de filamento de carbón ó carencia de fragilidad y susceptibilidad de los filamentos al aire libre, puntos luminosos que se pueden acercar á los sistemas ópticos sin temor de hacerlos estallar ó ennegrecerlos, y que pueden igualmente acercarse á todo aquello que por cualquiera razón ataque el calor y posibilidad de establecer la corriente é interrumpirla instantáneamente.

La luz fría de origen puntual permite obtener:

1.º Los mismos resultados que se obtienen con el arco, pero empleando doscientas veces menos corriente eléctrica (cap. I, núm. 4.º).

2.º Resultados que no pueden ser obtenidos más que con arcos de una potencia imposible para ser utilizados en la práctica (cap. IV).

3.º Resultados particulares que no pueden ser obtenidos por ningún arco, sea cual fuere su potencia luminosa, ni tampoco por ningún otro de los procedimientos actuales de iluminación (cap. I, núm. 3.º).

I

PUNTO DE VISTA PRÁCTICO

La luz fría de origen puntual produce un alumbrado que resulta económico y á la vez higiénico para la vista.

En efecto, el origen luminoso, quedando reducido á un punto, puede adquirirse en el comercio á muy bajo precio y el entretenimiento resulta también poco costoso; la luz repartida en un cono cuya base uniformemente iluminada corresponde exactamente y sólo á aquella parte del espacio que se desea iluminar. Con las lámparas que se expenden en el comercio es imposible repartir en igual forma la luz, porque ocupando el filamento un gran espacio, y dadas las leyes de reflexión, no pueden reflejar la luz en igual forma que lo hace un punto luminoso, como ocurre, por ejemplo, con un origen de luz de 25 bujías, que sólo ocupan 10 milímetros cúbicos en el espacio, mientras que para la misma intensidad de luz ocupan 20.000 las lámparas ordinarias.

Resulta que en ciertos casos, cuando se trata de localizar la ley, de iluminar superficies pequeñas para usos especiales, se puede hacer con veinte veces menos cantidad de fluido que con las lámparas de incandescencia con filamento de carbón.

En efecto, por un lado, los filamentos metálicos necesitan solamente la cuarta ó quinta parte de fluido que los de carbón, y por otro lado se sabe que la superficie de un círculo máximo es la cuarta parte de la superficie de la esfera correspondiente.

Así es que cuando se trata de repartir sobre un círculo pequeño una luz intensa, y teniendo que estar bastante separada, no cabe duda que una lámpara ordinaria de 25 bujías no podrá dar la intensidad necesaria, y sí se podrá conseguir con una lámpara de 25 bujías de origen puntual y pequeña ampolla.

El inconveniente de los filamentos muy próximos ocultándose mutuamente su luz y la ventaja de su calentamiento recíproco, son de un orden despreciable en relación con la ventaja que resulta de su utilización y de su rendimiento con imágenes especiales.

El filamento, estando enrollado en forma de solenoide con dos milímetros de diámetro por cuatro aproximadamente de longitud, se puede, para evitar que se debilite la solenoide

incandescente, colocarlo en un campo magnético apropiado, lo cual no presenta ninguna dificultad ni complicación.

Los dispositivos usuales impiden, naturalmente, que el origen luminoso sea visto directamente, y el ojo no recibe más impresión que la de la luz difusa reflejada por los objetos iluminados, la cual no produce fatiga alguna.

II

PUNTO DE VISTA ARTÍSTICO

Si se vuelve una lámpara, de las que acabamos de hablar, provista de un proyector, éste ocupa entonces una posición horizontal y con la lámpara encima de él. En esta forma se obtiene un cono, cuya base ilumina el techo, y cuya luz se refleja difusa y suave como la del día. Además, la intensidad es tan viva en el punto de cruzamiento de los rayos que destella el reflector, que debido á los átomos que flotan constantemente en la atmósfera, hace el efecto de que la luz sale en un estado de efervescencia que produce igualmente la luz del sol, y sin que por ello la vista sienta molestia alguna, porque se trata de un haz de rayos luminosos, primero convergentes y luego divergentes, no susceptible en sí de irradiar en todos sentidos y de impresionar fuertemente la retina.

El proyector, en ciertos casos muy pequeño, y la ampolla pueden, además, disimularse fácilmente por el arte decorativo, de un aspecto nuevo, elegante y desconocido, como una copa cincelada de alabastro ó porcelana, un florero, un plato antiguo de cobre, estaño, etc.

Empleando vidrios de colores y esmaltes transparentes se obtienen cambios mágicos de luz de gran efecto, lo mismo dentro de un salón que al aire libre, bien entre los árboles, las plantas, las flores, las cascadas, las fuentes, los saltos de agua. etc., que producen juegos de luz inéditos atractivos y de mucha novedad.

Estos efectos transforman un punto luminoso blanco en una cristalización de piedras preciosas, lo mismo que las vidrieras góticas convirtieron por primera vez los débiles rayos de los países septentrionales en un sueño de luz y de belleza.

Pueden ser empleados en la industria arquitectónica, en la decoración, en la organización de fiestas luminosas y en toda clase de espectáculos (decorados transparentes, cajas luminosas, etc.)

III

RESULTADOS IMPOSIBLES DE OBTENER CON OTRA LUZ CUALQUIERA

Por razón de su concentración, estos orígenes puntuales de 25 bujías permiten el realizar ciertos experimentos imposibles de ser llevados á la práctica, ni por las lámparas de incandescencia ordinarias, ni por el arco, por mucha potencia que tenga, ni por ninguno de los sistemas de alumbrado conocidos. En efecto, el arco ó cualquiera otra luz, por efecto del calor que producen, pueden aproximarse á algunos centímetros del objeto que se desea iluminar, mientras que el origen puntual puede hacerlo á algunos milímetros, y como los efectos de iluminación están en razón inversa del cuadrado de la distancia, resulta que un origen de luz fría

puntual de 25 bujías á 5 milímetros, es igual á 5.000 bujías de luz caliente á 7 centímetros ($25 \times 70^2 = 5.000 \times 5^2$).

a) La mano en contacto con uno de estos orígenes de 25 bujías y 10 milímetros cúbicos de extensión, se transparente, la carne y los huesos tienen la apariencia de un cuerpo transparente y toman un color rosa-blancuecino, sobre el cual se destacan en azul-violeta los vasos sanguíneos.

La vista sólo puede soportar durante unos instantes los rayos luminosos, aun después de haber atravesado la mano; sería muy peligroso para la vista retirar en este momento la mano, pues la luz, llegando directamente á los ojos, produciría seguramente un deslumbramiento. La luz que ha atravesado la mano, ilumina la cara humana con un color rojo de sangre.

La mano iluminada en esta forma y transparente permite el poder hacer análisis espectroscópicos de la sangre en circulación y emplearse en la medicina para las diferentes fases de un tratamiento, ser observada por el microscopio como preparación, fotografiada en colores ó en negro, sobre muchas placas sensibles, cada una en su color, es decir, aplicando una placa para la carne, otra para los vasos sanguíneos, etc., según los respectivos colores. Se puede hacer en esta forma la anatomía topográfica por la fotografía en colores y el estereoscopio. En esta forma se han podido apreciar cuerpos extraños dentro del humano, como por ejemplo, un grano de plomo en un individuo que había sido herido tres años antes, proyectándose en negro sobre la carne rosa y entre dos vasos sanguíneos.

Estos dispositivos especiales permiten operar en las regiones más densas.

b) La luz fría de origen puntual, ha sido percibida por un ciego, pero sin conservar vestigios ni hacerse cargo de la visión recibida, quizás por hoy debido á la falta de un origen de luz suficientemente intensa para poder aproximarla sin temor al peligro del calor que desprende.

Con esto, se presenta un campo abierto para iniciar la noción de luz en los ciegos de nacimiento que tienen algún vestigio de visión y á una especie de reeducación en que aquellos que por un accidente fortuito han sido privados de la vista.

c) Las sustancias que son más inflamables, los animales y las plantas que más difícilmente resisten la acción del calor, los colores, las cristalizaciones más delicadas para los efectos térmicos, pueden de esta manera ser iluminadas fácilmente y practicar en ellas toda clase de estudios, aprovechando la gran intensidad de luz y falta de calor.

Una carta se puede leer aunque esté encerrada dentro de doce sobres; piezas de metal y billetes de banco pueden descubrirse dentro de una caja de cartón; en aquellos cuerpos en que se desconoce el color, como sucede en las raíces de algunas plantas, por este medio puede descubrirse en ellas coloraciones tan bellas y brillantes como las de las piedras preciosas.

d) La presión de irradiación puede estudiarse en condiciones muy ventajosas á las que presentan otros orígenes de luz.

e) Efectos catalépticos parece se producen por el grado extraordinario de concentración.

f) La conservación de la vida en aquellas partes todavía vivientes extraídas de los cadáveres recientes, con objeto de emprender nuevos estudios para los tratamientos medical ó quirúrgico.

g) En psiquiatría estos puntos luminosos pueden apli-

carse para producir la hypnosis, para inundar al enfermo en un baño de luz coloreada, según su estado, y, por último, pueden aplicarse al estudio de las reacciones en las cabezas de los ajusticiados.

IV

APLICACIONES Á LOS APARATOS PROVISTOS
DE SISTEMAS ÓPTICOS

El consumo de electricidad puede ser doscientas veces menor que, por ejemplo, en el caso de proyecciones fijas de doble sistema (20 vatios en lugar de 4.000).

En efecto, estando el origen luminoso muy cerca de la cara anterior de la ampolla, se puede aplicar esta última cara contra el condensador, cuyo rendimiento óptico es inversamente proporcional:

1.º Al cuadrado de la distancia del origen al condensador.

2.º Al volumen del origen luminoso.

3.º Al espesor del condensador.

Se comprende fácilmente que la economía pueda ser doscientas veces menor, después de practicar las experiencias siguientes:

Aproximando el origen dos veces más que en el caso del arco, se alcanza una economía de cuatro veces.

Tomando un origen de 10 milímetros cúbicos en vez de uno de 1.000 (arco correspondiente), se obtiene una economía que puede alcanzar como unas veinte veces aproximadamente, cuando se trata de un condensador de 3 centímetros de diámetro.

Si se toman dos condensadores de diámetro igual al de la imagen que se trata de iluminar, y colocados contra esta imagen, se obtiene una economía de dos veces, la que se obtendría con condensadores usuales, pero más gruesos, puesto que tienen un diámetro mayor, con el fin de que el origen luminoso no puntual pueda utilizarse por su centro. (Sólo se aprovecha bien la parte de luz comprendida en un tercio del diámetro de un condensador; la restante resulta débil.)

Los radios de curvatura y los índices de refracción deben calcularse bien para evitar la reflexión total y recoger el máximo de la luz en un haz convergente, divergente ó paralelo, según el caso.

Además, el origen puntual tiene la ventaja de evitar que en la pantalla se refleje ningún filamento y de suprimir el enfoque que se hace automáticamente al colocar la lámpara en el tubo. Evita también todo peligro, todo aprendizaje y la necesidad que tiene el arco de tener el sector y de tomar de la columna montante la corriente eléctrica.

Faros.—Con una pila pequeña y una lente simple se construyen faros de gran alcance, tan sencillos y tan baratos que cualquier barca de pesca puede usarlos para hacer señales, y aun el mismo soldado puede llevarlo en su mochila para emplearlo en la telegrafía óptica. Se pueden obtener haces tan divergentes, que constituyen verdaderos ojos, y emplearse para submarinos, aeroplanos, globos esféricos y dirigibles. Con los proyectores que han funcionado en París en presencia del Ministro de la Guerra, se han obtenido haces tan potentes que pueden prestar gran servicio para prestar socorro en los campos de batalla, entre los escombros producidos por un incendio, en los hundimientos en las minas, en los restos de un naufragio, etc.

Un diminuto reóstato es suficiente para poder graduar la luz, de modo de no emplear más que la intensidad estrictamente necesaria.

Cinematógrafo.—Se reemplaza el arco, la linterna, la cüba de agua, el reóstato y la cabina, lo cual representa una gran economía y una larga y costosa instalación, por una lámpara pequeña, cuyo precio es insignificante, y se acciona empleando un acumulador ó una sencilla pila; se suprime todo peligro, la acumulación de aparatos, el peso, el gasto de una corriente intensa que necesita la de un sector ó de la agrupación grande de electrógenos que aumenta considerablemente el precio. Una agrupación de electrógenos de 150 vatios, es decir, un volumen y un peso fácilmente transportable á mano, permite hacer una proyección de 4 metros de anchura é iluminar la sala. En estas condiciones, el cinematógrafo podrá servir de escuela, de periódico, y aun considerarlo como el teatro del porvenir. Suprimidas las actuales dificultades, debidas á las responsabilidades en casos de accidentes, lo elevado de las tarifas y las formalidades administrativas para la autorización, se empleará por todos y para todo.

Además, se realizan mejoras y novedades importantes, desconocidas hasta el día presente. La carencia de calor consiente á voluntad, y detenerla, si es preciso, para hacer estudios, dejando fija la imagen en la pantalla, en las diferentes fases de un movimiento, ó bien dejar descansar la vista sin interrumpir el espectáculo en aquellos momentos en que la película sólo representa objetos que están en reposo, lo que representa una economía de 30 francos por minuto en este último caso, puesto que son necesarios 20 metros de película impresionada para proyectar durante un minuto un objeto, una persona ó un paisaje en reposo.

En fin, esto permite de un modo práctico combinar las proyecciones fijas y movibles, produciendo efectos más artísticos y también el de combinar dos cinematógrafos, que proyecten alternativamente con objeto de evitar el centelleo, ó que proyecten simultáneamente imágenes rojas é imágenes verdes, que sirven para reproducir los colores naturales y evitan así á la vista la fatiga fisiológica, pues está acostumbrada á impresionarse con los colores fundamentales simultáneamente. Gracias á la luz fría de origen puntual, que ha sido aceptada, como se verá más adelante, por el Ministerio de Instrucción pública de Francia, el cinematógrafo va aplicarse en todas las escuelas, cuarteles, iglesias, Sociedades, etc.

Proyecciones fijas.—La posibilidad de poder emplear para la proyección fija vistas en celuloide sin inflamarlas ni abarquillarlas, gracias á la luz fija de origen puntual, permite hacer industrial el arte de la proyección, porque más adelante se pueden reemplazar los clichés de 8 1/2 centímetros $\times$ 10 centímetros de cristal por otros de 19 milímetros $\times$ 24 milímetros en celuloide, cortados en largas tiras perforadas en sus extremos, de modo que permitan tirar de ellas por medio de una máquina rotativa automática.

Un solo hombre puede vigilar una máquina que impresione 25.000 clichés por día. Estas diminutas fotografías, si las hace uno mismo, vienen á resultar á un céntimo y pueden ser proyectadas por medio de un aparato de bolsillo, cuyo precio está al alcance de todos, y cuyas proyecciones pueden alcanzar un ancho de 3 á 4 metros, aun en salones de 50 metros de longitud, pero con la condición de operar por transparencia.

En una hora de trabajo y con tres francos de película se

pueden fotografiar trescientas páginas de un libro, trescientos grabados ó documentos cualesquiera. En estas condiciones, la proyección fija será la Biblioteca y el Museo del porvenir, sobre todo si se toman fotografías instantáneas con colores naturales. Una docena de volúmenes de trescientas páginas, puede llevarse en un bolsillo del chaleco. Serían necesarios doce hombres para poderlos llevar en clichés ordinarios de cristal.

Estas tiras ó bandas perforadas permiten en un mismo aparato:

1.º Servir á su vez para tomar las vistas, sacar las positivas y proyectarlas.

2.º Con el mismo aparato pueden hacerse ampliaciones.

3.º Las preparaciones microscópicas pueden proyectarse con aumentos de diez millones de veces, sin ningún deterioro.

4.º Los experimentos científicos se proyectan igualmente con 4×4 metros, sin dificultad, porque el aparato puede colocarse en la posición perpendicular, quedando la lámpara sostenida por su base; es suficiente con colocar sobre el condensador que queda horizontal, los objetos en ensayo que se desea proyectar.

Si se añade un sencillo mecanismo de relojería, se pueden desarrollar las vistas automáticamente y emplearse para la proyección-reclamo, que puede hacerse en pleno día sobre pantallas colocadas dentro de un escaparate ó al aire libre sobre telas metálicas.

5.º Los cuerpos opacos, tarjetas postales, grabados de libros, fotografías en papel y cualquier objeto, se proyectan con un aparato análogo, donde reciben la luz oblicuamente, y así iluminados con una luz difusa, su imagen se refleja con sus colores naturales, sus relieves, sus movimientos, con dimensiones de 3×3 metros sobre la pantalla, debido al objeto que se encuentra colocado delante de ellos. Estas proyecciones pueden servir para hacer ampliaciones ó para dibujar. Pueden combinarse dos aparatos para hacer vistas fusibles.

Se comprende que estos aparatos de bolsillo, sin peligro, tendrán muchas aplicaciones y harán de la proyección lo que los aparatos de película han hecho de la fotografía, es decir, una gran industria moderna que será muy útil á la ciencia, á la enseñanza y, sobre todo, para la educación de los pueblos.

No cabe duda que los actuales aficionados á la fotografía tendrán interés en proyectar sus clichés con los paisajes favoritos, escenas y retratos de familia, empleando este nuevo método. Teniendo en cuenta que hoy los aficionados emplean en total para la adquisición de placas más de cien millones de francos, puede presumirse el brillante porvenir que le espera á la proyección por medio de la luz fría.

En fin, la pequeña cantidad de corriente que se necesita, permite el empleo de varios aparatos simultáneamente provistos cada uno de un diminuto reóstato, en lugar del obturador empleado hasta hoy, con el cual es difícil el poder emplear dos aparatos, pues sus efectos son desiguales al tener que vigilar y regular la luz, mientras que con los aparatos de luz fría, en que los reóstatos sustituyen á los obturadores, no es preciso regular la luz, produciendo efectos graduales en todo su conjunto, lo cual hace que la proyección realice la idea de la verdadera visión artística. Además, se obtiene la proyección en colores, empleando en cada linterna un cristal de diferente color (gasto 1,5 céntimo por hora).

No es de extrañar, en vista de estas condiciones, que el

Ministerio de Instrucción pública francés, por decreto de 2 de Diciembre de 1911, haya adoptado para la proyección escolar la luz fría de origen puntual. Otras naciones estudian igualmente el método de adaptación con igual fin. Este acuerdo del Ministerio francés, que consagra definitivamente la nueva luz, fué tomado en virtud de la Memoria presentada por los especialistas más competentes que asistieron á los ensayos que tan felices resultados obtuvieron.

Proyecciones de fotografías en colores naturales.—La proyección de las placas naturales constituirá una industria colosal; con sólo una centena de vatios, se obtienen resultados (proyección 2×2 metros) que hasta ahora han necesitado millares de vatios empleando la lámpara de arco, la cual es de uso muy dificultoso para los aficionados por su peligro, su canalización especial, su regularización, etcétera. Además la luz fría deja intactos los autocromos, mientras que el arco los deteriora.

Caja de luz fría.—Esta caja tiene la ventaja de que un sólo operador es suficiente, mientras que la caja de luz con arco, necesita varios. Es más, este sólo operador, sin dejar su sitio, puede ocuparse á la vez de muchas cajas (de un precio y un volumen insignificantes) cambiar instantáneamente las luces de colores, proyectando al mismo tiempo en diferentes sitios de la escena, empleando en vez de sector un sencillo acumulador.

Microscopio y ultramicroscopio.—Se les ha aplicado la luz fría, obteniendo un resultado muy satisfactorio.

CAPÍTULO II

Corrientes interrumpidas.

(CORRIENTES CONTINUAS Ó ALTERNATIVAS)

Se sabe que los filamentos metálicos, especialmente los de tungsteno, se iluminan en la práctica de una manera instantánea; por consiguiente, se puede aplicar á la luz fría de origen puntual corrientes interrumpidas, sin que se note pérdida de tiempo en su iluminación.

Estas corrientes pueden ser interrumpidas por dos procedimientos diferentes:

Antes de describir estos dos procedimientos, diremos que la propiedad que tiene el tungsteno de ponerse instantáneamente incandescente, no llamó mucho la atención cuando hace tres años sustituyó al carbón en las lámparas incandescentes ordinarias.

En efecto, contrariamente al carbón, el tungsteno es menos resistente á la corriente eléctrica, en frío que en caliente. Esta diferencia fundamental de propiedad no llamó mucho la atención, porque en la práctica, no influye el tiempo que tarda el carbón en encenderse ó apagarse en las lámparas, para el uso habitual, y, sin embargo, impide totalmente el poderle aplicar los procedimientos que vamos á describir, y esto sucede, por ejemplo, en el cinematógrafo, donde son necesarias dieciséis interrupciones por segundo.

Diremos, por último, que en contraposición de una opinión bastante extendida, la interrupción frecuente de corriente no tiene importancia apreciable en la práctica para la duración de las lámparas de tungsteno estirado ó aglomerado.

Primer procedimiento de interrupción.

1.º Se emplea una sola ampolla; la corriente se interrumpe, bien por un conmutador de mano, bien por un con-

mutador cualquiera accionado por un motor ó basado en uno de los numerosos principios conocidos, ó bien por un conmutador colocado sobre un órgano movable en el aparato empleado.

La interrupción puede igualmente combinarse con las fases de una corriente polifásica.

Este primer procedimiento se emplea en diferentes casos:

a) En los faros de eclipse, donde la luz brilla inútilmente más de la mitad del tiempo.

b) En las proyecciones fijas automáticamente, en las que la luz arde inútilmente más de la tercera parte del tiempo.

c) Al tomar vistas cinematográficas con luz artificial, en las cuales la luz arde inútilmente cerca de la tercera parte del tiempo.

d) Al tirar las positivas cinematográficas, donde la luz arde inútilmente la mitad del tiempo.

e) En las proyecciones de las positivas cinematográficas, en las que la luz brilla inútilmente cerca de la cuarta parte del tiempo.

f) En los estudios de los objetos en movimiento, donde las interrupciones reemplazan á los agujeros del disco estroboscópico rotatorio. Se puede así utilizar toda la luz producida y no una sola pequeña parte, la correspondiente al pasar el agujero á la hendedura. Un sencillo reóstato que obre sobre el motor del conmutador permite llegar á alcanzar progresivamente todas las velocidades hasta llegar á aquella que hace parecer inmóvil al objeto en movimiento.

g) Para ciertos ensayos de medida en los que se utiliza un rayo luminoso sobre un espejo, la luz se emite instantáneamente, sólo en el momento preciso, durante el desplazamiento del espejo.

En cada caso el conmutador colocado en un órgano movable convenientemente escogido, sólo da corriente en el momento preciso, y se economiza lámpara, corriente y queda suprimido el mecanismo de obturación, que solamente es necesario cuando se emplea un origen luminoso continuo.

Además, para los faros de destello variable el conmutador suprime la necesidad del uso de muchas lentes giratorias, que por su gran peso necesitan construcciones macizas, todo de precio y entretenimiento costoso. Lentes que cuesten 50.000 francos pueden ser reemplazadas por una sola de 50 francos.

Para formarse una idea de la economía de corriente que puede realizarse con una sola de las aplicaciones que acaban de enumerarse, como, por ejemplo, la relativa á las proyecciones cinematográficas, basta considerar que en cada día se emplean cerca de 100.000 horas en esta clase de proyecciones, ó sea 25.000 horas como minimum de luz inútil, porque el obturador oculta la luz durante una cuarta parte del tiempo, y cada hora cuesta alrededor de 4 francos; resulta que se pierden al año 40 millones de francos. Esta cifra irá constante en aumento, porque el cinematógrafo reemplaza poco á poco á la mayor parte de los espectáculos. Los parisienses dejan en el cinematógrafo cerca de 15 millones de francos; en los demás espectáculos 30 millones.

2.º También se puede, en lugar de economizar corriente empleando la misma cantidad de vatios utilizada en los aparatos de luz continua, dar mayor intensidad de luz en el tiempo útil, con lo cual se obtendrá mayor claridad en las proyecciones.

En la proyección de clichés fijos el momento de reposo

se consigue por medio del reóstato, que interrumpe la corriente entre cada vista, si no hay más que una sola linterna, y si hay dos, igualmente, por los reóstatos que envían progresivamente la corriente, de la una á la otra, lo cual es imposible de realizar con el arco, que tiene que estar siempre encendido.

CAPÍTULO III

Sobrevoltaje.

En todos los experimentos que se han descrito empleando corrientes no interrumpidas ó interrumpidas (primer procedimiento), no se ha dicho que aumentando el voltaje se aumenta igualmente la intensidad de la luz, pero en perjuicio de la duración de la lámpara. Además, la luz desprendida, continúa relativamente fría, sin inflamar los cuerpos, aun los más inflamables, pero si no hay interrupción, el cristal de la lámpara se calienta al cabo de algunos segundos.

Pueden reasumirse en esta forma los resultados del sobrevoltaje para una corriente no interrumpida.

CUADRO I

Sobrevoltaje.	Número de bujías.	Duración de la lámpara. Número de horas.	Vatios necesarios para producir una bujía.
0 %	1	1.000 horas	1
20 %	2	100 »	0,75
50 %	5	10 »	0,05
100 %	14	1/2 »	0,02
150 %	25	1/60 »	0,01

Ejemplo: Supongamos una lámpara de filamento de tungsteno, que da en régimen normal 10 bujías y cuesta 1 franco, funcionando por medio de una corriente no interrumpida, y que cuestan 7 céntimos los 100 vatios.

CUADRO II

Sobrevoltaje	Número de bujías.	Número de vatios necesarios.	GASTO DE LA LÁMPARA	GASTO DE ELECTRICIDAD
0 %	10	10	1/10 de céntimo por hora.	7/10 de céntimo por hora.
20 %	20	15	1 » »	1 » »
50 %	50	25	10 » »	2 » »
100 %	140	28	2 francos »	2 1/8 » »
150 %	250	25	60 » »	2 » »

Se ve por este cuadro que si se quiere emplear sobrevoltaje con un desgaste de lámpara conveniente, será preciso en general no sobrepasar los sobrevoltajes siguientes:

20 por 100 para el alumbrado ordinario.

50 por 100 para el alumbrado ocasional ó de socorro.

100 por 100 para el alumbrado de proyección, cinematográfico y endoscópico.

150 por 100 para el alumbrado instantáneo ó endoscópico.

Observaciones.—La duración de las lámparas empleando sobrevoltaje se ha indicado antes para el caso de corrientes no interrumpidas: pero no se ha dicho que si se emplea el primer procedimiento de interrupción que se ha descrito en las diferentes aplicaciones señaladas con este objeto, la duración de la lámpara con sobrevoltaje aumenta.

Por ejemplo, un anillo cuyas tres cuartas partes son de metal y una de ebonita se coloca sobre el árbol del cinematógrafo. Este anillo gira entre dos escobillas metálicas, lo que permite que la lámpara no esté encendida más que durante el tiempo que cada imagen está inmóvil delante del objetivo, es decir, durante $\frac{1}{4}$ de $\frac{1}{16}$ de segundo, tiempo suficiente para que la imagen siguiente se coloque delante del objetivo. Se sabe, en efecto, que 16 imágenes desfilan en un segundo. El obturador y todo el mecanismo de obturación puede suprimirse.

Alumbrado para instantáneas.—La corriente de sobrevoltaje de 15 por 100 la recibe la lámpara solamente en el preciso momento útil, por medio de un conmutador especial que se acciona al apretar la pera del aparato fotográfico. De este modo, una lámpara que cueste 1 franco, y cuya duración total sea de un minuto, puede servir para muchas veces, reemplazando al magnesio y evitando su peligro, el humo, el olor y el ruido que produce; se pueden hacer fotografías en todos aquellos sitios donde se prohíbe el uso del magnesio (espectáculos públicos, parlamentos, hospitales, etc.). Además, la luz fría es más patogénica que las demás y detalla mejor empleando una centena de vatios para la fotografía instantánea en colores (pantallas como para la luz del sol).

Endoscopia. (Uretoscopia, cistoscopia, vaginoscopia, rectoscopia, laringoscopia, espejo de Clar).—Si se puede proceder al examen necesario mirando algunos segundos seguidos, descansando y luego volviendo á mirar nuevamente, y así repetidas veces, con intervalos de varios segundos, se tiene la ventaja de poder emplear un sobrevoltaje de 100 por 100, y dejando un lapso de tiempo entre cada examen es suficiente para que el calor infinitesimal que se desarrolla tenga tiempo de disiparse, y no acumulándose este calor resulta prácticamente inapreciable, aun en lo que respecta al cristal de la lámpara, y se tiene durante el momento útil doblada la potencia luminosa.

Se interrumpe por un conmutador de mano ó por un conmutador giratorio cualquiera.

La vista distingue mejor un detalle útil en un objeto, viendolo muchas veces seguidas durante un segundo, con una luz intensa, que viéndolo durante diez segundos consecutivos, con diez veces menos de luz, y teóricamente, en los dos casos, el número de calorías desprendidas es igual. En la práctica hay una diferencia, debida al hecho de que la luz duplicada se obtiene por medio de sobrevoltaje, pero estas diferencias no tienen importancia en la práctica de este procedimiento.

CAPÍTULO IV

Corrientes interrumpidas.

(CORRIENTES CONTINUAS Ó ALTERNATIVAS)

Segundo procedimiento de interrupción.

1.º Si sobre el contorno de un disco que gira alrededor de su centro se colocan varias lámparas, sucesivamente, en el mismo punto del espacio, recibirán la corriente. Este se-

gundo procedimiento puede emplearse sin sobrevoltaje, porque el vidrio de la lámpara no llega á calentarse. Si se emplea sobrevoltaje, se llega á obtener resultados desconocidos hasta el día.

Se hace pasar la corriente más fuerte que pueda resistir el filamento, sin deteriorarse, durante una fracción de segundo.

Se colocan bastantes lámparas sobre el disco para que cada filamento tenga tiempo suficiente de tomar su color en frío, antes de que vuelva á encenderse nuevamente, y girando el disco con mucha rapidez, para que por la persistencia de las impresiones luminosas la vista se figure ver en el mismo punto del espacio una sola lámpara, siempre iluminada.

Se obtiene durante dos horas una luz fría, duplicada por el empleo del sobrevoltaje (1). El cristal de las lámparas no se calienta como en el primer procedimiento de interrupción, en el cual no se emplea más que una sola lámpara, sucediéndose los hechos como si de la corriente se hubiese separado la acción calorífica de la luminosa.

En efecto, las radiaciones caloríficas, inapreciables prácticamente, desprendidas sucesivamente y en el mismo punto del espacio, por las lámparas en el preciso momento de iluminarse, no se suman unas á otras, debido á la agitación del aire que produce el disco al girar.

Este procedimiento disipa la *acción calorífica* nociva de la corriente eléctrica en un *espacio máximo* donde no molesta, y concentra la *acción luminosa* útil de la misma corriente en un *espacio mínimo*, donde se aprovecha. Así, por ejemplo, con 50 y 160 vatios aplicados á 16 lámparas de 25 y 80 bujías respectivamente, en régimen normal se pueden obtener 200 y 800 bujías de luz fría durante muchas horas.

Estas diminutas lámparas, que emiten sus rayos de 250 y 800 bujías de luz fría de origen puntual en el foco de un condensador, sin hacerlo estallar ni ennegrecerlo, aun cuando el origen luminoso esté descentrado en la lámpara para aproximarle más al condensador, dan un resultado igual al que se obtendría con un arco de varias decenas de millar de bujías, debido á que el condensador utiliza un origen de luz, que es á la vez de pequeña dimensión y está colocado muy próximo á él. El gasto ocasionado por el desgaste de las lámparas es sensiblemente igual al de la gran cantidad de electricidad que hubiese sido necesario con un arco equivalente. Pero siempre se realiza una *economía importante*, evitando la compra de un material costoso, inútil para estos nuevos procedimientos.

Esta nueva luz se usa generalmente en aquellos casos donde se quiere tener una gran potencia luminosa empleando poca corriente (alumbrado ocasional ó accidental, por ejemplo, para producir la luz del día en un salón de fiestas que de ordinario está normalmente iluminado ó en el que no hay instalación eléctrica, en el alumbrado de un parque, para luz de socorro, en las minas, donde el gasto de instalación, la necesidad de un personal especial, el peso, la dificultad del transporte, dificultan el emplear corrientes eléctricas potentes, etc.), ó bien en todos aquellos casos en los

(1) Se puede comparar el trabajo de estas lámparas al de los obreros cuando se les obliga á dar el máximo de trabajo sin peligro para ellos, con intervalo de descanso entre dos esfuerzos sucesivos, y siendo el número de obreros lo bastante numeroso para que el trabajo total parezca continuo. Este experimento, en relación con lo que se refiere al problema del descanso, se convertiría en una prueba científica, en los estudios de los problemas sociales, que tanta importancia tienen en el día.

que se quiere exceder, por medio de un sistema óptico, todas las intensidades obtenidas con las luces conocidas hasta el día, con objeto de realizar baños de luz que penetren en los órganos interiores con un fin médico; para estas operaciones la vista debe protegerse para no sufrir los efectos de luz tan intensa.

Diferentes procedimientos se pueden emplear para que la vista no perciba el cambio de lámpara y para disimular el disco giratorio, por ejemplo, en el interior de un reflector que dirige su luz al techo, en el que un rosetón la esparce en todos sentidos.

Observaciones.—1.º Fijando delante de cada lámpara un condensador se evita la pérdida debida al paso del origen luminoso de un extremo al otro del condensador, cuando las lámparas son transportadas por el disco giratorio.

Se puede también conducir por un disco en movimiento discontinuo cada lámpara durante un corto momento, enfrente del centro del condensador único, en cuyo caso la lámpara sólo se encenderá al pasar por esta posición. El tiempo transcurrido entre el paso de cada lámpara será insignificante.

Cuando se usa reflector resulta práctico el poner uno detrás de cada lámpara, ó el poner varios reflectores que vengán á colocarse enfrente de una parte fija del reflector, colocado en el punto donde las lámparas vienen en su turno á encenderse.

Por el contrario, con un disco que tenga una lámpara excéntrica y otra no, ó poco número de lámparas, pero que gire muy deprisa, estas últimas estarán casi continuamente encendidas, permitiendo utilizar para una corriente cualquiera las ventajas del bajo voltaje empleado para la alternativa con transformador para el alumbrado sin sistema óptico.

2.º Duración de la interrupción dando el rendimiento máximo para la vista humana. Esta duración es igual á $\frac{1}{16}$ de segundo, tiempo necesario para que la vista vuelva á su primitivo estado, entre cada paso, como consecuencia de cesar la persistencia de las impresiones en la retina.

La luz en este caso es impropia para el alumbrado corriente, pero muy útil en otros usos, especialmente en el de señales.

En resumen, no sólo se trata de una gran economía de electricidad, sino también de un procedimiento enteramente nuevo que lleva á la práctica nuevos adelantos: una luz fría de muchos millares de bujías por centímetro cuadrado durante muchas horas, es decir, excediendo á todas las luces calientes conocidas hasta aquí. Con 160 vatios aproximadamente, que no es suficiente para la producción del arco más pequeño, se realizan con estos procedimientos ópticos resultados que sería imposible obtener con el arco, por muy grande que se pudiera obtener en la práctica.

Puede, desde luego, hacerse una idea del nuevo campo que se abre á la ciencia y á la industria.

El autor de este procedimiento lo ha llevado á la práctica en los estudios sobre los fenómenos vitales y sobre sustancias diversas, fácilmente inflamables.

Los resultados han excedido en mucho á los del cuadro, en el que por primera vez el autor ha reasumido y completado las cinco comunicaciones por él remitidas á la Academia de Ciencias, durante el curso de los tres últimos años, consagrados enteramente á crear la "Luz fría de origen puntual", y á realizar de una manera absolutamente práctica sus numerosas aplicaciones.

"París, laboratorio de la "Luz fría de origen puntual", 1909-1911.":

1.º Ultravioleta: Los filamentos metálicos, especialmente los de tungsteno, emiten el ultravioleta frío fuera de las lámparas, si éstas son de cuarzo; lo que ha sido hecho para la luz, acaba de emprenderse de una manera análoga para el ultravioleta, pero con sistemas ópticos de cuarzo con el fin de industrializarlo para tratamientos, síntesis y esterilizaciones, impidiendo el desenvolvimiento embrionario en los casos patológicos que lo necesitan, señales, fotografías secretas, etc.

2.º Origen de electricidad: Las lámparas con bajo voltaje, empleadas para la luz fría de origen puntual, funcionan con cualquier voltaje, empleando un transformador si la corriente es alterna y con un reductor de potencial ó interrupción é insuflación magnética desde la fábrica hasta el lugar iluminado si la corriente es continua; pero la pequeña cantidad de electricidad que es necesaria permite á falta del sector (carencia, reparaciones, huelgas, etc.) emplear á voluntad orígenes de luz muy manuales.

a) Pilas pequeñas ó acumuladores bien líquidos ó secos, cuyo precio es muy reducido y el entretenimiento ínfimo ó también los acumuladores de nueva invención, que se recargan calentándolos en un horno cualquiera.

b) Agrupaciones electrogenas minúsculas, cuya turbina se adapte á una espita cualquiera, agrupaciones electrógenas con motor de aire caliente que se adaptan á un mechero de gas ó á una lámpara de petróleo; agrupaciones electrógenas con motor de gas, de vapor, aire comprimido, etc.

c) Dínamos accionados, bien por resortes ó por pesos, por el esfuerzo humano por medio del pie, y que produce sin fatiga hasta quinientas bujías de luz fría gratuito. La fuerza animal, aun de las especies no utilizadas, sería suficiente, en vista del pequeño esfuerzo que se necesita.

3.º Las siguientes cifras son aproximadas, en vista de la dificultad de hallar medidas comparatorias, y no son proporcionales.

En efecto, la utilización de las lentes depende de sus dimensiones, de la posición del solenoide, de la aproximación del origen, que depende también de la magnitud de la lámpara según el número de amperios, la pérdida en el reóforo según el procedimiento de interrupción empleado.

De esta manera es como se ha obtenido el siguiente cuadro relativo:

1.º A los volúmenes de los orígenes de luz fría.

2.º A los volúmenes de los orígenes de luz caliente (arco eléctrico que da los mismos resultados): a) como proyección fija; b) como proyección cinematográfica.

Volumen del origen de luz fría.	Volumen del origen de luz caliente.	Vatios necesarios con la luz fría	Vatios necesarios con la luz caliente.	Superficie de proyección fija.	Superficie de proyección cinematográfica.
10 mm ⁵	300	20	2.000	3 × 3	1 1/2
10 »	900	40	2.500	4 × 4	2
20 »	3.000	80	3.000	5 × 5	3
40 »	8.000	160	4.000	6 × 6	4

H.

