



ESPAÑA

10 ES	11 NUMERO 455.091	10 A 1
	21	
	22 FECHA DE PRESENTACION 15.1.77	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO 649.900	32 FECHA 16.1.76	33 PAIS Estados Unidos
---	---------------------	---------------------------

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL H01J61/22; H05B 41/00	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	---	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION
UN METODO PARA HACER FUNCIONAR UNA LAMPARA DE VAPOR METALICO A ALTA PRESION.

71 SOLICITANTE (S)
GENERAL ELECTRIC COMPANY

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
1 River Road, Schenectady, New York 12305, Estados Unidos.

72 INVENTOR (ES)
Mitchell Monroe Osteen, estadounidense, el cual ha cedido sus derechos a la Cía. solicitante.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

Cuando se hacen funcionar por medio de impulsos lám
paras de vapor de sodio de alta presión que contienen sodio o
al mismo tiempo, sodio y mercurio, su temperatura de color se
5 eleva y se mejora su capacidad de reproducción de los colores.
Durante el impulso se produce un reforzamiento y un ensancha-
miento considerable de las líneas de sodio a 449, 467, 498 y
568 nm, y el desarrollo de un espectro continuo desde 400 a
450 nm, e igualmente aparecen en las lámparas que contienen
10 mercurio líneas de mercurio visibles. Se obtienen resultados
óptimos con lámparas de potencia incluida entre 50 y 1.000 wa-
tios con frecuencias de repetición de los impulsos incluidas
entre 500 y 2.000 hz, y ciclos de trabajo de 10 a 30%. La tem-
peratura de color puede ser elevada desde el valor corriente
15 de 2.050°K hasta 2.700°K sin ninguna reducción sustancial de e-
ficacia o incluso la temperatura de color puede ser elevada to-
davía más si se acepta una cierta reducción de la eficacia.

El invento se refiere a lámparas de vapor de sodio
de alta presión y está relacionado con un sistema mejorado y
20 un método correspondiente para utilizar estas lámparas, permi-
tiendo un importante incremento de la temperatura de color sin
reducción de la potencia luminosa y del rendimiento de la lámpa-
ra. Es posible obtener una temperatura de color todavía más e-
levada y una capacidad de reproducción de color todavía más fa-
25 vorable al precio de una ligera reducción del rendimiento.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

Las lámparas de vapor de sodio de alta presión son
bien conocidas en la técnica y se utilizan ampliamente para i-
luminar calles, carreteras y otras zonas. Las lámparas inclu-
30 yen un tubo de cerámica de alumina que contienen una carga de

sodio o de sodio más mercurio y que está generalmente contenido en una envoltura o camisa externa de vidrio. Las lámparas se alimentan convencionalmente con corriente alterna de 60 ciclos a través de unas bobinas de reactancia previstas para limitar la corriente y aplicar a la lámpara una potencia que no rebasa su potencia nominal. La luz generada por la descarga a través del vapor de sodio o del vapor de sodio más mercurio se debe casi exclusivamente a la excitación de los átomos de sodio por medio de la auto-inversión y del ensanchamiento de la línea de sodio D a 589 nm. En aquellas lámparas que contienen mercurio, este último sirve como gas intermedio que eleva el gradiente de tensión y por tanto el rendimiento, pero que no se excita para producir una emisión apreciable. Por consiguiente, se obtiene una lámpara extremadamente eficaz en lo que a lúmenes por watio se refiere, presentando por ejemplo un rendimiento incluido entre 75 y 130 lúmenes por watio según el tamaño de la lámpara, y el rendimiento aumenta con el tamaño desde 70 watios hasta 1.000 watios. Sin embargo, la lámpara tiene una baja temperatura de color, incluida entre 2.000 y 2.100° Kelvin, y un índice de reproducción de color bajo, incluido entre 10 y 20. Aunque los colores de los objetos en todas las partes del espectro son reconocibles, aquellos colores situados en la extremidad "fría", tales como los colores violeta, azul, y en un cierto grado verde, se atenúan o adquieren tonalidades grises. Se ha demostrado que la lámpara es adecuada para la mayoría de las aplicaciones externas, pero no es generalmente aceptable para aplicaciones en el interior de locales, particularmente cuando se necesita una perfecta discriminación de los colores.

En la paten 3.248.590 a nombre de Schmidt, se ha

indicado que es posible obtener una mejor reproducción de los colores con lámparas de vapor de sodio de alta presión aumentando la presión del vapor de sodio, pero con una reducción del rendimiento. Schmidt ha sugerido intentar mejorar la temperatura de color y la capacidad de reproducción de los colores simplemente elevando la presión del vapor de sodio por un medio u otro. Por ejemplo, en la patente número 3.716.743 a nombre de Mizuno y socios, se propone obtener este resultado mediante pantallas de calor situadas alrededor de las extremidades de la lámpara. La elevación de la presión de sodio equivale a sobrealimentar la lámpara, es decir hacerla funcionar por encima de sus características de diseño. De este modo es posible elevar la temperatura de color, pero al precio de una reducción de rendimiento de aproximadamente 10 lúmenes por wattio por cada incremento de 100°K en la temperatura de calor por encima de 2.100°K . Igualmente una sobrealimentación puede acelerar mucho la pérdida de sodio que conduce, a corto plazo, a una elevación de la tensión y a un ennegrecimiento de la cubierta externa, y por tanto reduce la vida útil de la lámpara.

Otros intentos de mejorar la temperatura de color y la capacidad de reproducción de los colores han consistido en añadir a la mezcla de gas que llena la lámpara otros elementos. Por ejemplo, la patente número 3.521.108 a nombre de Hanneman, propone la adición de cadmio y facultativamente de talio al sodio y al mercurio. Hasta ahora, ninguno de estos intentos ha permitido obtener una lámpara o un sistema de iluminación capaz de ser realizado comercialmente de manera práctica porque las mejoras obtenidas son pequeñas o compensadas por inconvenientes resultantes.

RESUMEN DEL INVENTO

El objeto general del invento consiste en un sistema de iluminación y en un método para hacer funcionar lámparas de vapor de sodio de alta presión de una manera que permite obtener una temperatura de color más alta y una capacidad de reproducción de colores mejorada, sustancialmente sin ninguna pérdida de rendimiento o de reducción de la vida útil de la lámpara.

De manera convencional, las lámparas de vapor de sodio de alta presión contienen sodio y generalmente mercurio, aunque la radiación del mercurio producida por la descarga es insignificante. El invento está basado sobre el descubrimiento de que durante e inmediatamente después del intervalo de tiempo en el cual se aplica a la lámpara un frente de onda que se eleva rápidamente, se excita el sodio en sus estados electrónicos más elevados produciendo una emisión sustancial, y en las lámparas conteniendo mercurio aparece también una radiación procedente del mercurio. Haciendo funcionar la lámpara por impulsos, se produce un incremento de la temperatura de color y una mejora de la capacidad de reproducción de los colores como resultado de la emisión de varias líneas de sodio y de un espectro sustancialmente continuo en la porción visible, particularmente en la porción azul-verde del espectro, así como líneas de mercurio. Esta luz se añade a la luz normal que se debe al auto-inversión y al ensanchamiento de las líneas de sodio D.

Es preciso que se aplique a la lámpara una potencia reducida o nula, ya que una corriente de ánodo auxiliar mantiene la ionización del plasma y elimina la característica original que se debe al funcionamiento por impulsos. Pueden utili-

zarse impulsos con frecuencias de repetición superiores a 500 y hasta aproximadamente 2.000 hz, y ciclos de trabajo incluidos entre 10 y 30%. De este modo, la temperatura de color puede elevarse fácilmente desde aproximadamente 2.050°K hasta aproximadamente 2.300°K, generalmente con algún incremento de rendimiento, y hasta aproximadamente 2.600°K con una reducción pequeña o nula del rendimiento con relación al funcionamiento convencional con corriente alterna y sin ninguna reducción apreciable de la duración de vida de la lámpara. La temperatura de color puede ser elevada considerablemente más allá de 2.700°K si se admite un rendimiento inferior.

DIFERENCIAS CON RELACION A LA TECNICA ANTERIOR

En las lámparas en las cuales el rendimiento o la calidad espectral sube con la carga, pero en las cuales el material de la envoltura u otras características de construcción imponen un límite a la carga media que la lámpara puede soportar, es bien conocido utilizar el funcionamiento por impulsos. Gracias a ondas en forma de impulsos es posible conseguir una carga instantánea elevada manteniendo sin embargo la potencia media aplicada a la lámpara dentro de sus características nominales. Un ejemplo de una combinación de lámpara y circuito de la técnica anterior que permite obtener este resultado se describe en la patente número 2.938.149 a nombre de Wiley por "Circuito de Impulsos para Lámpara de Arco" (1960) y se da un ejemplo más reciente en la patente número 3.624.447 a nombre de Young y socios por "Método de Utilización de una Lámpara de Descarga en Gas a Alta Presión con Rendimiento Mejorado" (1971). En estos sistemas, el funcionamiento por impulsos constituye simplemente un medio para conseguir una elevada carga instantánea con una potencia de entrada media reducida. La duración de

los impulsos no es importante siempre y cuando sea bastante corta para que la temperatura general de la lámpara no suba apreciablemente durante un solo impulso. Por consiguiente, este funcionamiento por impulsos se ha realizado a una frecuencia baja, generalmente la frecuencia de 60 hz que corresponde a la frecuencia corriente de las líneas de alimentación, o a 120 hz cuando se genera un impulso por cada medio ciclo de la frecuencia de la línea. Acortando el ciclo de trabajo, es decir la relación entre el tiempo de conducción y el tiempo de no conducción durante un periodo, se aumenta la carga instantánea con una relación inversa. Los parámetros típicos de estos circuitos son una frecuencia de repetición de 120 hz cuyo periodo es de 8.333 microsegundos y un ciclo de trabajo de 20% que corresponde a un tiempo de conducción de 1.667 ms, y una potencia de alimentación adecuada para mantener la ionización del plasma entre los impulsos. Estos parámetros no permiten conseguir el modo de funcionamiento de acuerdo con el presente invento.

El presente invento utiliza impulsos para realizar un efecto diferente desconocido hasta ahora y que exige unos periodos de impulsos o tiempos de energización mucho más cortos. Las líneas de sodio y el espectro continuo producidos por los estados altamente excitados del sodio toman una intensidad elevada durante los primeros 200 microsegundos aproximadamente después de aplicar el frente de onda. Con duraciones de impulso superiores a 500 microsegundos aproximadamente, esta radiación empieza a decaer. En las lámparas que contienen mercurio, las líneas de mercurio visibles aumentan durante los primeros 100 microsegundos, pero decaen de manera todavía más rápida que la radiación de sodio de nivel superior. La ra

diación ensanchada e invertida de la línea de sodio D por otra parte se efectúa durante todo el impulso y no empieza a decaer hasta el final del impulso. La elevación de la temperatura de color y la mejora del índice de reproducción de los colores es
5 tán asociados con las líneas de sodio y la radiación continua más intensas y con la excitación de las líneas de mercurio con impulsos de energización de duración no superior a 500 microsegundos aproximadamente. Los impulsos de mayor duración permiten al plasma relajarse hasta su estado quieto lo que disminuye la capacidad de reproducción de color.
10

En la tecnica anterior se ha utilizado igualmente una corriente de electrodo de excitación que fluye a través de la lámpara entre los impulsos y cuyo valor es típicamente igual al 15% de la corriente media. En el presente invento, la corriente de electrodo de excitación destruye la radiación del
15 nivel de excitación elevado del sodio y del mercurio del cual depende la mejora del color y es preciso evitar esta corriente.
te.

DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

20 En los dibujos:

La figura 1 es una vista lateral, parcialmente en sección, de una lámpara de descarga de vapor de sodio de alta presión de 150 watios de tipo convencional, en combinación con un diagrama en bloques de un circuito adecuado para hacer
25 funcionar la lámpara mediante impulsos.

La figura 2 representa el espectro de la lámpara en condiciones normales de funcionamiento con corriente alterna.

La figura 3 representa el espectro típico de una lámpara similar a la lámpara de la figura 2 cuando está sobrealimentada y se aumenta la presión del vapor de sodio.
30

La figura 4 representa el espectro de la lámpara de la figura 2 funcionando con impulsos de acuerdo con el invento.

5 La figura 5 es un gráfico que representa las coordenadas de color C.I.E. de una lámpara para varias frecuencias de impulsos y varios ciclos de trabajo con una potencia de alimentación constante.

10 La figura 6 representa como la temperatura de color depende de la corriente de cresta y del tiempo de desenergización con potencia de alimentación constante.

La figura 7 representa cuantitativamente el comportamiento de la intensidad de la línea de sodio D y de la radiación continua en función de la frecuencia de repetición de los impulsos.

15 La figura 8.. representa cualitativamente el comportamiento de la intensidad de la línea de sodio D y de la radiación continua en función del ciclo de trabajo.

20 La figura 9 es un gráfico que relaciona la temperatura de color con el rendimiento de la lámpara para diferentes frecuencias de impulso y diferentes ciclos de trabajo.

DESCRIPCION DETALLADA

Haciendo referencia a la figura 1, la lámpara de vapor de sodio de alta presión 1 es una lámpara característica de las lámparas que pueden ser accionadas ventajosamente
25 mediante impulsos con el objeto de mejorar su temperatura de color y la calidad de reproducción de los colores de acuerdo con los conceptos del presente invento. La lámpara es una lám para de 150 watios, aunque lámparas similares se fabrican en una variedad de potencia variables entre 70 y 1.000 watios.
30 La lámpara incluye una envoltura externa 2 hecha de vidrio en

el cuello de la cual está sujeta una base 3 de casquillo roscado standard. La envoltura externa incluye una espiga prensada reentrante 4, a través de la cual pasan de manera convencional, un par de conductores de alimentación 5, 6 de diámetro relativamente importante, cuyas extremidades externas están conectadas al cuerpo roscado 7 y al ojete 8 de la base.

El tubo de arco 9 situado céntricamente en la envoltura externa está constituido por un tramo de tubo de cerámica de alumina. Puede tratarse de cerámica policristalina transparente o de un solo cristal de alumina o zafiro sintético transparente y límpido. Unos cierres de extremidad que consisten en capas metálicas 10, 11 hechas de niobio cuyo coeficiente de dilatación está adaptado al coeficiente de dilatación de la cerámica de alumina, están sellados en los extremos del tubo por medio de una composición de sellado vidriosa. La tapa de extremidad 10 está provista de un tubo metálico 12 herméticamente adaptado a través de ella y que sirve como tubo de escape y de llenado durante la fabricación de la lámpara. El tubo de escape está obturado en su extremidad externa y sirve como depósito en el cual el sodio metálico sobrante o la amalgama de sodio-mercurio se condensa durante el funcionamiento de la lámpara, estando la lámpara ilustrada prevista para funcionar con su base orientada hacia abajo. El electrodo 13 situado en el interior de la lámpara está sujeto en el saliente interno del tubo de evacuación 12, y un tubo de evacuación falso 14 que se extiende a través de la tapa de extremidad metálica 11 soporta el otro electrodo 15. A título de ejemplo, el tubo de arco contiene xenon a una presión aproximadamente de 30 torr como gas de iniciación y una carga de 25 miligramos de amalgama constituida por sodio a razón de 25% y mercurio a razón de

75%.

El tubo de evacuación 12 está conectado por el conector 16 y la barra de soporte corta 17 con el conductor de alimentación 6 que asegura la continuidad del circuito hasta el ojete 8 de la base. El tubo de evacuación falso 14 se extiende a través de un soporte anular 18 sujeto en la barra lateral 19 que mantiene lateralmente el tubo de arco al mismo tiempo que permite su dilatación axial. Una tira metálica flexible 20 conecta el tubo de evacuación falso 14 con la barra lateral 19 la cual a su vez está soldada en el conductor de alimentación 5, asegurando así la continuidad del circuito con el cuerpo 7 de la base. La extremidad alejada de la barra lateral 19 está mantenida en el casquillo invertido 21 formado en la extremidad abombada de la envoltura por medio de un anillo elástico 22 que se acopla con ella.

FUNCIONAMIENTO CONVENCIONAL A 60 HZ

Esta lámpara de tipo conocido se hace funcionar normalmente a través de una reactancia inductiva convencional constituida por unos devanados situados en un núcleo de hierro, a partir de una fuente de suministro de corriente alterna de 60 ciclos. Algunas reactancias inductivas contienen un circuito especial para generar un impulso de alta tensión y de baja energía para cebar la lámpara. Por ejemplo, las especificaciones actuales para una lámpara de 400 vatios indican un impulso de un microsegundo de amplitud mínima de 2.250 voltios que se aplica por lo menos 50 veces por segundo. Cuando la lámpara empieza a funcionar, el circuito de impulsos se desconecta automáticamente y los impulsos no se aplican durante el funcionamiento prolongado o continuo de la lámpara.

Algunas lámparas de vapor de sodio de presión eleva

da se ceban por medio de un interruptor de acción brusca situado en el interior de la envoltura externa, dispositivo preferido por algunos fabricantes europeos. En posición de descanso, el interruptor cortocircuita la lámpara, y cuando la lámpara se ha energizado un movimiento de calentamiento hace que el interruptor se abra permitiendo que el impulso inductivo producido por la reactancia inductiva cebe el arco. Otras lámparas utilizan una mezcla de neon o una mezcla de Penning constituida por neon con un porcentaje extremadamente reducido de argon en lugar de xenon como gas de cebado. Esto reduce la tensión de cebado, particularmente cuando se utiliza en combinación con elementos de calentamiento o electrodos capacitivos situados al exterior del tubo de arco.

Con el funcionamiento convencional con corriente alterna, cuando se energizan inicialmente las lámparas, el xenon y el mercurio producen en el tubo de arco una luminiscencia azul-blanco. Cuando el sodio ha sido vaporizado por el calor generado, la luz toma en primer lugar un color amarillo monocromático y a continuación, de manera progresiva un color blanco con matices dorados o naranja, necesitándose aproximadamente un minuto para el calentamiento completo. Las lámparas que contienen la mezcla de Penning emiten en primer lugar una luz roja debido a su gas de cebado exento de neon, pero conforme el calentamiento va efectuándose, este color se transforma en el color usual. En la figura 2, se ilustra un espectro típico de una lámpara después del periodo de calentamiento. La temperatura de color es de 2.030°K y el índice de reproducción de colores es de 16,4. Aunque el rendimiento, 73,5 lúmenes/watio sea bajo para una lámpara de sodio de alta presión, esto se debe al corto intervalo de arco de esta lámpara de potencia

reducida, que hace que las pérdidas en los electrodos sean importantes con relación a la potencia de alimentación. La luz se debe principalmente a las extremidades ensanchadas en cada lado de las líneas amarillas auto-invertidas de sodio D a 589 nanómetros y en segundo lugar a las líneas de sodio tales como las de 569, 498 y 617 nanómetros. A pesar de que el relleno metálico de la lámpara puede contener más mercurio que sodio, la radiación debida al mercurio es insignificante. El potencial de excitación inicial del átomo de sodio de 2,1 voltios es muy inferior al potencial de excitación inicial del átomo de mercurio de 4,9 voltios, o a los estados más intensamente excitados del sodio de 4 a 5,1 voltios. En estas circunstancias la debilidad de la radiación de sodio salvo las líneas D, y la ausencia de radiación de mercurio puede explicarse por un plasma en equilibrio termodinámico local siendo la temperatura del plasma demasiado baja para excitar sustancialmente estados superiores a 2,1 voltios. La función de mercurio en las lámparas que lo contienen consisten simplemente en servir como gas intermedio que eleva el gradiente de tensión del arco. Esto permite a la lámpara y también a su reactancia inductiva asociada funcionar más eficazmente con una caída de tensión más elevada y una corriente más baja.

El rendimiento de las lámparas de sodio de alta presión de tipo convencional aumenta en general con el tamaño o las características de la lámpara; por ejemplo, en una lámpara de 150 watios, el rendimiento es de 105 lúmenes/watio; en las lámparas de 400 watios es de 125 lúmenes/watio; y en las lámparas de 1.000 watios es de 140 lúmenes/watio. Sin embargo, existe poca variación en la temperatura de color la cual está generalmente incluida entre 2.000 y 2.100^o Kelvin,

o en el coeficiente de reproducción de colores que está generalmente incluido entre 10 y 20.

SOBREALIMENTACION

5 El efecto de una sobrealimentación que consiste en hacer funcionar la lámpara muy por encima de sus características de diseño para obtener una presión de vapor más alta se ilustra típicamente por el espectro de la figura 3. Salvo el hecho de que está provista de un orificio más ancho, la lámpara es similar a la de la figura 2, pero se hace funcionar con 10 una potencia de alimentación de 220 vatios con corriente alterna de 60 hz en lugar de una potencia de 100 vatios en el caso anterior. La presión de vapor parcial del sodio puede alcanzar 235 torr lo que produce un ensanchamiento más importante de los flancos de las líneas de sodio D autoinvertidas. La temperatura de color aumenta hasta 2.400°K , pero el alimento disminuye hasta 59,4 lúmenes/watio. La pérdida de eficacia se debe en gran parte a la elevación del flanco en el lado de las longitudes de onda largas de la línea D, el llamado flanco rojo. 15 La energía radiante en esta zona tiene un valor que disminuye para la iluminación, y cualquier energía más allá de 700 nm está en el espectro infrarrojo y no es útil para la iluminación. Ya que la sobrealimentación, además de reducir el rendimiento acarrea una pérdida acelerada de sodio que conduce a una elevación de la tensión, a un ennegrecimiento de la envoltura externa y a un acortamiento de la vida útil de la lámpara, no se trata de un procedimiento aceptable para elevar la 20 temperatura de color.

FUNCIONAMIENTO POR MEDIO DE IMPULSOS

El funcionamiento por medio de impulsos de acuerdo con el invento tiene el resultado imprevisto de excitar esta- 30

**POOR
QUALITY**

dos de energía elevada del sodio normalmente sin importancia en las descargas convencionales, así como del mercurio en aquellas lámparas que lo contienen. Este efecto puede ser demostrado y estudiado utilizando al equipo y el circuito que se representan en la figura 1. La fuente de suministra de energía es un rectificador de onda completa y un filtro energizados por una tensión de corriente alterna de 240 voltios, a través de un transformador variable 26. La lámpara 1 está conectada en serie con una resistencia 27 y un interruptor electrónico 28 a través de la fuente de suministro de corriente continua con la polaridad indicada. Para mayor conveniencia, se han utilizado para la resistencia 27 dos lámparas incandescentes de 1.000 watios conectadas en paralelo. El interruptor electrónico se representa bajo la forma de un simple transistor cuyo circuito emisor-colector está conectado en serie con la lámpara y cuya base se alimenta con señales de control, aunque cualquier equipo electrónico capaz de conectar y desconectar la corriente procedente de la fuente 25 de manera controlable, pueda ser empleado. Un generador de formas de onda 29 que produce tensiones en el diente de sierra 30 dispara un generador de impulsos 31 que suministra impulsos rectangulares 32 para activar el transistor 28. Durante el intervalo de tiempo en el cual el transistor conduce la corriente, la tensión de la fuente 25 se aplica a la combinación de lámpara y resistencia, y su magnitud se controla por medio del transformador variable 26. El equipo permite controlar a voluntad la frecuencia o el ritmo de repetición de los impulsos, la duración de los impulsos y la amplitud de los mismos. Unos instrumentos adecuados, que no se representan, se emplean para medir o indicar la tensión instantánea,

la corriente y la forma de onda, para medir la potencia de alimentación y para medir y analizar la potencia luminosa obtenida.

5 Se ha observado en primer lugar que el funcionamiento por medio de impulsos a frecuencias sónicas tales como 1.000 hz producía una mejora en el color sin reducción del rendimiento. Por el contrario, el funcionamiento por medio de impulsos a las frecuencias de la línea de alimentación, tales como 60 ciclos, no conducían al mismo resultado. En la figura 10 4, se representa un espectro típico. El flanco de sodio rojo ha cambiado a penas con relación al funcionamiento convencional a 60 hz que se representa en la figura 2. La característica realmente sorprendente es el fuerte acrecentamiento de las líneas de sodio en el lado azul del espectro tales como las 15 líneas de 449, 467, 498 y 568 nm, y el espectro continuo que no se había observado anteriormente, que empieza en la extremidad azul del espectro visible y que se extiende aproximadamente hasta 450 nm. En las lámparas que contienen mercurio, las líneas de mercurio a 404, 436 y 546 nm contribuyen también a mejorar el color. Este acrecentamiento de las líneas en el 20 azul y el verde y la formación de un espectro continuo en la extremidad azul del espectro en una descarga de sodio sin presencia de un flanco rojo prominente es un fenómeno nuevo que no se había observado nunca anteriormente. Este fenómeno permite obtener una elevada temperatura de color sin reducción 25 del rendimiento.

Se ha realizado un estudio de las frecuencias de repetición de los impulsos entre 667 y 2.000 hz y de los ciclos de trabajo entre 15% y 30%. La potencia de alimentación 30 media del tubo de arco se mantuvo en 150 wattios lo que ha man

tenido la presión parcial del sodio aproximadamente en 60 torr
valor casi óptimo para el rendimiento luminoso. La presión
parcial correspondiente del mercurio en el caso de una carga
que incluye sodio a razón de 25% en peso, y mercurio a razón
5 de 75% en peso, es aproximadamente de 200 torr. Los puntos
de color resultantes de la C.I.E. (Commission Internationale
d'Eclairage) que corresponden a cada condición experimental
se representan en la figura 5 bajo la forma de puntos negros.
Todos los puntos de la lámpara alimentada con impulsos están
10 situados cerca de la curva de cuerpo negro que es el lugar
geométrico de color de un radiador del tipo de cavidad en la
misma gama de temperatura y se extiende lejos más allá de la
temperatura de color de 2.500⁰ K. Los puntos de color de la
misma lámpara que se hace funcionar convencionalmente con co-
15 rriente alterna de 60 ciclos se indica igualmente a título
de referencia.

Los valores observados de temperatura de color co-
rrespondientes en función lineal de tres variables, es decir
la corriente de cresta, el tiempo de activación de los impul-
20 sos y el tiempo de desactivación de los impulsos, pueden des-
cribirse por medio de un programa de regresión múltiple. Con-
siderando una serie de impulsos rectangulares aplicados a una
lámpara, si se indica la corriente de cresta por I, la anchu-
ra de los impulsos por t_1 , y el tiempo de desenergización en-
25 tre impulsos por t_2 , y si se supone una tensión constante V
aplicada a la lámpara durante los impulsos, la energía sumi-
nistrada a la lámpara durante cada impulso es igual a $I.V.t_1$.
Por tanto, la potencia media de la lámpara P viene dada por
la siguiente ecuación:

30

$$P = \frac{I.V.t_1}{t_1 + t_2} \quad (1)$$

Cuando la potencia media se mantiene constante, aun que se haga variar el tiempo de excitación de los impulsos y el tiempo de desexcitación de los impulsos para evitar la necesidad de cambiar la carga de la pared del tubo y la temperatura del punto frío de la amalgama, I , t_1 y t_2 se relacionan con la ecuación anterior de tal manera que cualquiera de estas tres variables sea adecuada para describir las variaciones de temperatura de color observadas. Eligiendo la corriente de cresta de la lámpara y el tiempo de desconexión entre impulsos como variable, se obtiene la siguiente relación:

$$T - 2513 = 0,378 (t_2 - 868) + 34,5(I - 10,8) \quad (2)$$

En la cual, T = temperatura de color correspondiente en $^{\circ}\text{K}$.

t_2 = tiempo de desconexión entre impulsos, en microsegundos, e

I = corriente de cresta de los impulsos en amperios.

Esta relación se representa gráficamente en la figura 6 que indica que para una potencia de alimentación media constante de la lámpara, la temperatura de color aumenta con la corriente de cresta y también con la duración del tiempo de desconexión entre impulsos.

La ecuación 2 y la representación gráfica de la figura 6 indican que la temperatura de color más elevada se alcanza cuando la anchura de los impulsos es mínima y cuando el tiempo de desenergización entre impulsos es máximo. Sin embargo, con una potencia de alimentación constante, esta condición es la de corriente de cresta máxima, y el hacer que la corriente de cresta tenga un valor máximo no conduce a un rendimiento general óptimo de la lámpara. Si se aumentan al mismo tiempo

t_1 y t_2 de tal manera que $\frac{t_1}{t_1 + t_2}$ permanece constante, la con
dición de ciclo de trabajo constante existe y la corriente de
cresta 1 permanecerá constante. En las figuras 7a, 7b la in-
tensidad de la línea de sodio D autoinvertida y ensanchada y
5 la intensidad de la radiación continua azul-verde para una po-
tencia de alimentación constante y un ciclo de trabajo fijo
han sido representadas cualitativamente en función de la fre-
cuencia de los impulsos para indicar la configuración corres-
pondiente. Puede verse que la intensidad del espectro continuo
10 aumenta, mientras que la intensidad de la línea de sodio D dis
minuye hacia las frecuencias más bajas.

Por otra parte, si se mantiene constante la frecuen-
cia de repetición de los impulsos, la corriente de cresta va-
ría inversamente con la anchura de los impulsos o el ciclo de
15 trabajo. La configuración correspondiente se representa en las
figuras 8a, 8b, en las cuales se ha ilustrado cualitativamente
la intensidad de la línea de sodio D ensanchada y la intensi-
dad del espectro continuo azul-verde para una potencia de ali-
mentación constante y una frecuencia fija, en función de la
20 anchura de los impulsos y de la corriente de cresta que varía
en sentidos inversos. En este caso, la intensidad de la línea
de sodio D es más constante mientras que la intensidad del es
pectro continuo aumenta cuando la corriente de cresta aumenta.

La información contenida en las figuras 7 y 8 debe
25 combinarse para conseguir una temperatura de color máxima com
patible con un rendimiento elevado. Esto se ha realizado en
la figura 9 representando el rendimiento de la lámpara en fun-
ción de la temperatura de color para diferentes frecuencias
de impulsos y diferentes ciclos de trabajo en una lámpara da-
30 da que contiene 25-75% en peso de amalgama de Na-Hg y que se

hace funcionar con una potencia de alimentación constante de 150 vatios. Se han dibujado las curvas pasando por los puntos de frecuencias de impulso constante. La reducción de rendimiento desde 1.000 hz hasta 833 hz y 667 hz se debe a la reducción de la radiación de sodio que se representa en la figura 7a. La reducción más lenta de rendimiento cuando el ciclo de trabajo disminuye a lo largo de cada curva individual se debe a la configuración de la radiación de sodio que se representa en la figura 8a. La misma lámpara que se hace funcionar convencionalmente con corriente alterna de 60 hz presenta un rendimiento óptimo de 103 lúmenes/watio.

El gráfico de la figura 9 indica claramente que si la frecuencia de impulsos se reduce a un valor inferior a 650 hz, el rendimiento de la lámpara será inferior al rendimiento con funcionamiento convencional con corriente alterna de 60 hz. Si se necesita un rendimiento tan elevado como en el caso del funcionamiento convencional, se produce una temperatura de color más elevada, aproximadamente a 670 hz y con un ciclo de trabajo de 20%, o a 833 hz y un ciclo de trabajo de 15%. Ya que una frecuencia de impulsos más bajas corresponde a una reducción de la corriente de cresta, es preferible utilizar este procedimiento para reducir el coste de la reactancia y las interferencias radioeléctricas. Por consiguiente, en el caso del requisito mencionado más arriba, se optimiza la lámpara energizada por impulsos a una frecuencia de aproximadamente 670 hz y con un ciclo de trabajo del 20% obteniéndose en estas condiciones una temperatura de color de 2.670°K , un índice de reproducción de colores de 37 y un rendimiento de 102,3 lúmenes/watio.

En la figura 9, todos los datos están situados a

la izquierda de la línea de puntos inclinada cuya pendiente correspondiente a una pérdida de aproximadamente 5 lúmenes por watio por cada ganancia de 120°K en la temperatura de color. Un incremento suplementario de la temperatura de color a expensas del rendimiento, cambiando el uno por otro para decirlo así, es posible, pero se hace cada vez menos favorable más allá de 2.700°K . Otro medio de aumentar la temperatura de color consiste en elevar la presión del vapor de sodio, aunque en este caso también se reduce el rendimiento de la lámpara.

Utilizando tubos de arco constituidos por un solo cristal de alumina más transparente que la alumina policristalina, es posible recuperar una parte de la pérdida de rendimiento resultante de una presión de vapor de sodio superior al valor óptimo. Unas lámparas similares a la que se ilustra en la figura 1 y hechas con este material han funcionado a 175 wattios con una frecuencia de 667 hz y un ciclo de trabajo del 20% con una presión de vapor de sodio parcial de 105 torr. Estas lámpara han producido 103 lúmenes/watio, una temperatura de color de 2.700°K y un índice de reproducción de colores de 47. La máxima temperatura del tubo de arco de estas lámpara no rebasa 1.150°C y esta temperatura es compatible con una larga vida útil. La temperatura de color de esta lámpara es muy parecida a la de una lámpara incandescente de la misma potencia que tendría una temperatura de color de aproximadamente 2.800°K . Sin embargo, la lámpara incandescente tiene un rendimiento inferior a 14 lúmenes/watio y por tanto la presente lámpara energizada por impulsos de acuerdo con el invento, producirá aproximadamente 7 veces más luz a temperaturas de color comparables.

Los datos que anteceden han sido obtenidos utilizando

do impulsos unidireccionales, principalmente porque el equipo de suministro de energía o de generación de impulsos necesario es más sencillo que en el caso de impulsos bidireccionales. Con alimentación por impulsos unidireccionales, es conveniente que el ánodo esté situado en la extremidad inferior de la lámpara cuando ésta funciona verticalmente según se representa en la figura 1, en la cual el electrodo 13 es el ánodo. El tubo de evacuación 12 que sirve como depósito de punto frío de la amalgama de sodio/mercurio está igualmente en el punto más bajo, y esto es conveniente para evitar la separación de colores en la cual una extremidad del tubo de arco es más azul que la otra debido a la falta de sodio. El cátodo 15 se activa naturalmente para obtener una emisión electrónica eficaz, pero el ánodo 13 no necesita contener ningún material emisor de electrones. De hecho, es preferible cuando se alimenta la lámpara con impulsos unidireccionales, que el ánodo no sea activado porque la activación facilita el ennegrecimiento de las paredes.

En el funcionamiento con impulsos bidireccionales, los resultados espectrales son sustancialmente los mismos que con los impulsos unidireccionales. Naturalmente, debe utilizarse una lámpara dotada de cátodos, es decir de electrodos activados en ambos extremos.

Como se ha indicado anteriormente, una corriente de electrodo auxiliar es perjudicial para la emisión mejorada en el espectro azul-verde de la cual depende la elevación de la temperatura de color. Por tanto, se evitará preferentemente una corriente de electrodo auxiliar. Si debido a requisitos económicos debe ser utilizada en el diseño de una fuente de suministro de energía en forma de impulsos, esta corriente se

mantendrá en el valor mínimo absoluto.

En resumen, la presente patente de invención que se solicita deberá recaer en las siguientes:

REIVINDICACIONES

5 1. - Método para hacer funcionar una lámpara de vapor metálico de alta presión que incluye sodio en una envoltura provista de electrodos separados y previstos para producir, a la potencia de alimentación nominal, una presión de vapor de sodio que da lugar a la auto-inversión y al ensanchamiento de
10 las líneas de resonancia D del sodio, estando dicho método caracterizado por la operación que consiste en:

energizar dicha lámpara mediante impulsos eléctricos que producen aproximadamente dicha potencia de alimentación nominal, teniendo dichos impulsos una amplitud que aumenta a una velocidad suficiente y una duración suficientemente
15 corta para producir, además de la luz resultante de la auto-inversión y del ensanchamiento de las líneas de sodio D, una luz sustancial en el lado azul-verde del espectro, dando lugar a un incremento de la temperatura de color.

20 2. - Método según la reivindicación 1, caracterizado porque la duración de los impulsos es suficientemente corta para que la luz en el lado azul-verde del espectro que se emite inmediatamente después del comienzo de un impulso represente una porción sustancial de la luz producida por la lámpara.
25

3. - Método según la reivindicación 1, caracterizado porque los impulsos presentan una duración y una amplitud de corriente tales que la luz emitida en el lado azul-verde del espectro inmediatamente después del comienzo de un impulso,
30 represente una porción sustancial de la luz producida por

la lámpara y de tal manera que no se obtenga ningún incremento apreciable en el flanco rojo de las líneas de sodio D.

5 4. - Método según la reivindicación 1, caracterizado porque la amplitud de la corriente de los impulsos es suficientemente importante para producir una cantidad de luz sustancial en el lado azul-verde del espectro, lo que da lugar a un incremento de la temperatura de color.

10 5. - Método según la reivindicación 1, caracterizado porque la amplitud de corriente de los impulsos es suficientemente importante para producir una emisión sustancial de líneas por medio de átomos de sodio intensamente excitados y un espectro continuo en la zona azul-verde.

15 6. - Método según la reivindicación 1, utilizado para hacer funcionar una lámpara del tipo que contiene mercurio además de sodio, caracterizado porque la amplitud de corriente de los impulsos es suficientemente importante para producir una emisión sustancial de líneas por medio de átomos de sodio intensamente excitados y por medio de átomos de mercurio, así como un espectro continuo en la zona azul-verde.

20 7. - Método según la reivindicación 1, caracterizado porque los impulsos tienen una duración suficientemente corta para producir una luz suficiente en el lado azul-verde del espectro para elevar la temperatura de color hasta por lo menos 2.300°K .

25 8. - Método según la reivindicación 1, caracterizado porque los impulsos tienen una duración y una amplitud de corriente que permiten obtener una elevación de la temperatura de color de por lo menos 200°K por encima de la temperatura de color de la lámpara en condiciones de funcionamiento
30 convencionales a dicha potencia de alimentación nominal, y un

rendimiento más elevado que en dichas condiciones de funcionamiento convencionales.

5 9. - Método según la reivindicación 1, caracterizado porque los impulsos tienen una duración y una amplitud de corriente que permiten obtener una elevación de la temperatura de color de por lo menos 400°K encima de la temperatura de color de la lámpara en las condiciones convencionales de funcionamiento a dicha potencia de alimentación nominal, y un rendimiento no sustancialmente inferior al que se obtiene en
10 dichas condiciones de funcionamiento convencionales.

10. - Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dichos impulsos tienen una frecuencia de repetición superior a 500 hz y una duración suficientemente corta para producir, además de la luz resultante de la auto-inversión y del ensanchamiento de las líneas de sodio D, una cantidad de luz sustancial en el lado azul-verde del espectro, dando así lugar a un incremento de la temperatura de color.
15

11. - Método según la reivindicación 10, caracterizado porque la frecuencia de repetición no es superior a 2.000 hz.
20

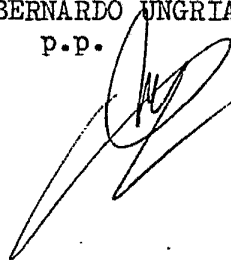
12. - Método según la reivindicación 10, caracterizado porque la frecuencia de repetición no es superior a 2.000 hz, y el ciclo de trabajo está incluido entre 10 y 30%.

13. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la patente de invención que se solicita: UN
25 **METODO PARA HACER FUNCIONAR UNA LAMPARA DE VAPOR METALICO A ALTA PRESION.**

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de veintiseis páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 15 de Enero de 1977

BERNARDO UNGRIA
P.P.



5

10

15

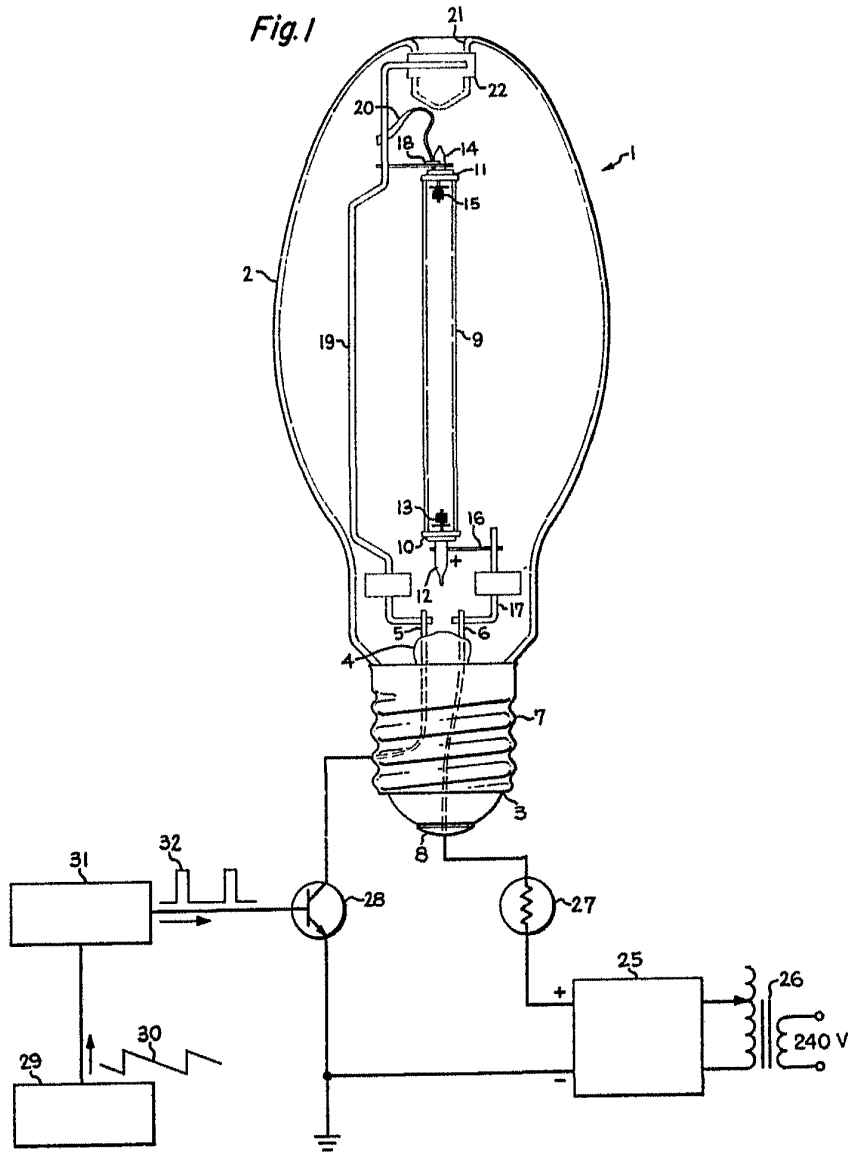
20

25

30

455-091

Fig. 1



ESCALA VARIABLE
Madrid, 15 Enero de 1977
BERNARDO UNGRIA
P.P.

Fig. 2

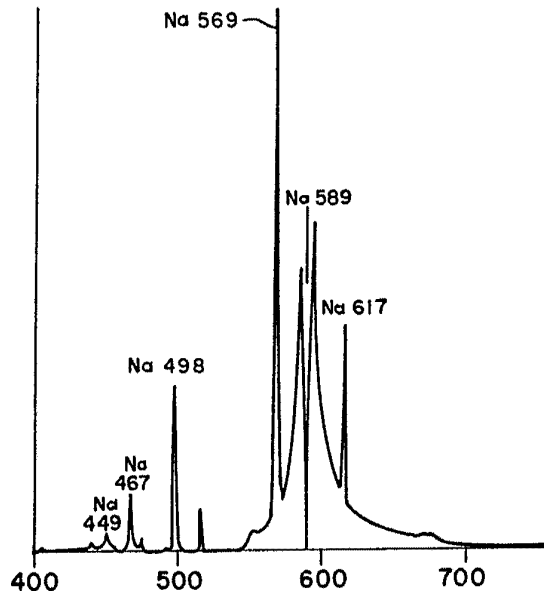
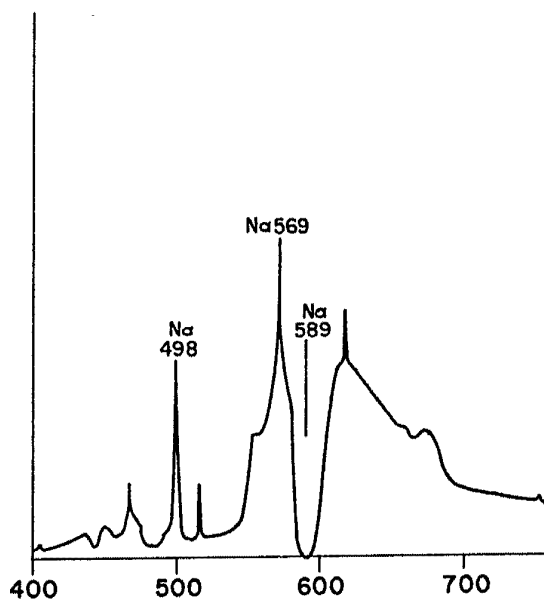


Fig. 3



ESCAL VARIABLE
Madrid, 15 Enero de 1977
BERNARDO UNGERIA
P.P.

Fig. 4

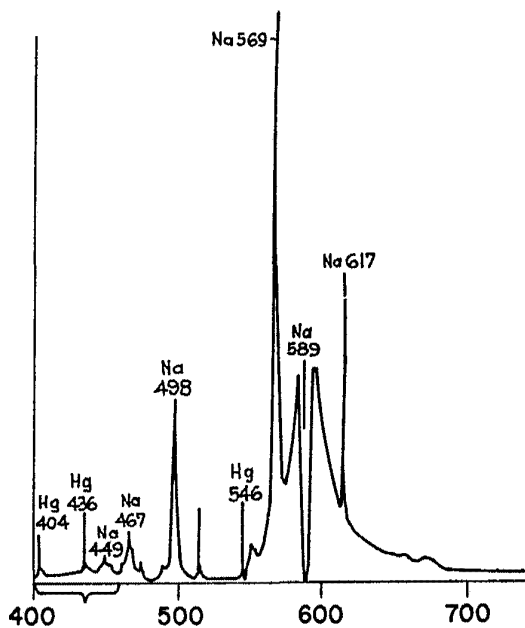
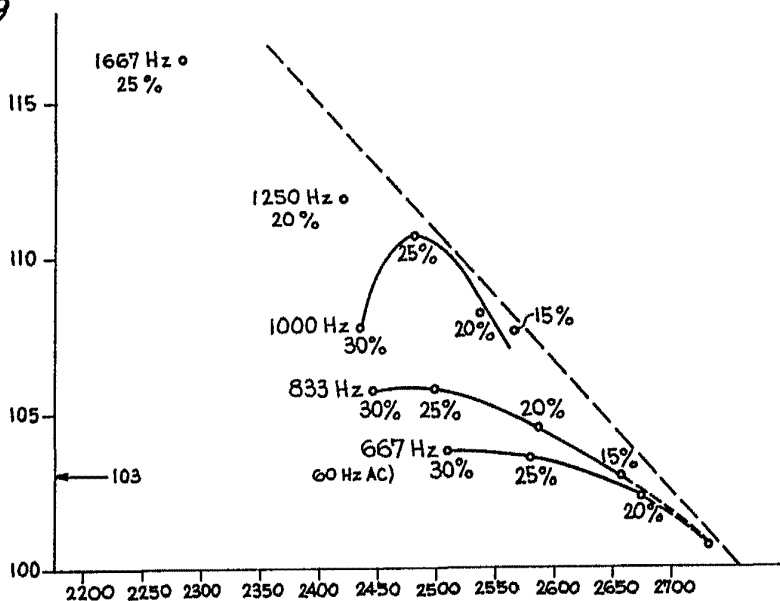


Fig. 9



ESCALA VARIABLE
Madrid, 15 Enero de 1977
BERNARDO UNGRIA
P.D.

Fig. 5

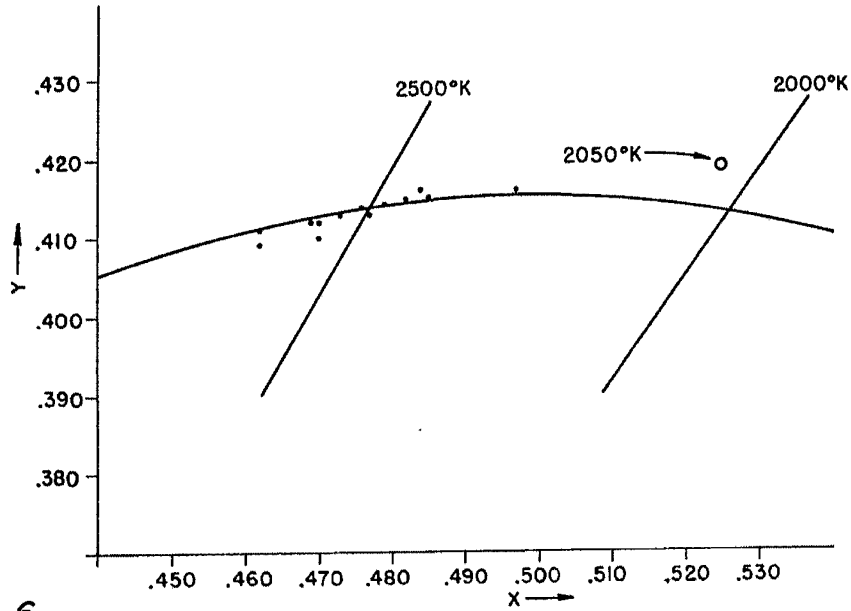
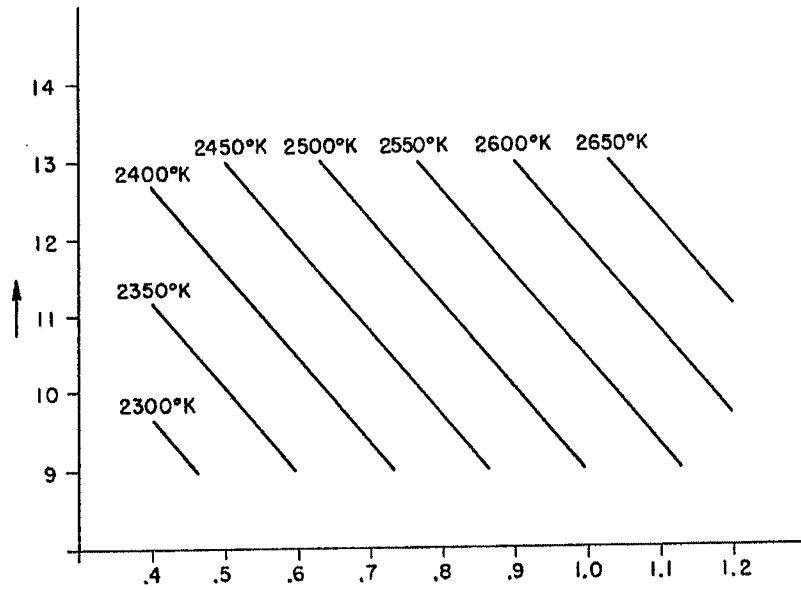


Fig. 6



ESCALA VARIABLE
Madrid 15 Enero de 1977
BERNARDO UNGRIA

P.P.

Fig. 7

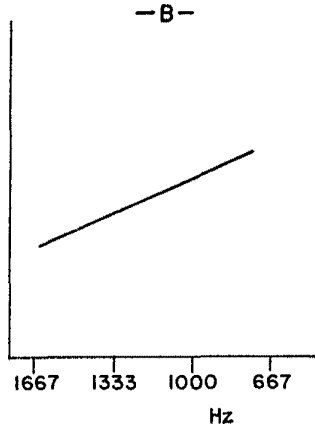
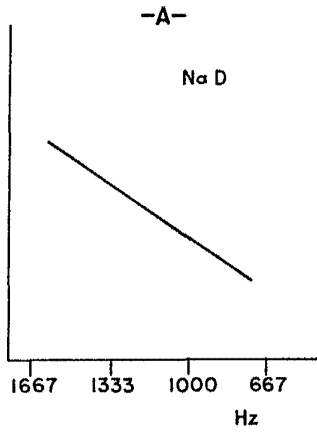
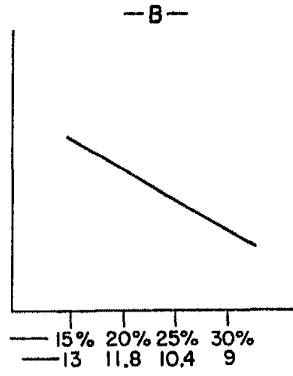
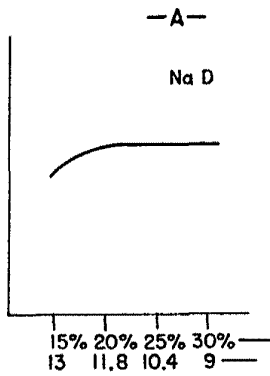


Fig. 8



ESCALA VARIABLE
Madrid, 15 Enero de 1977
BERNARDO UNGRIA
P.P.