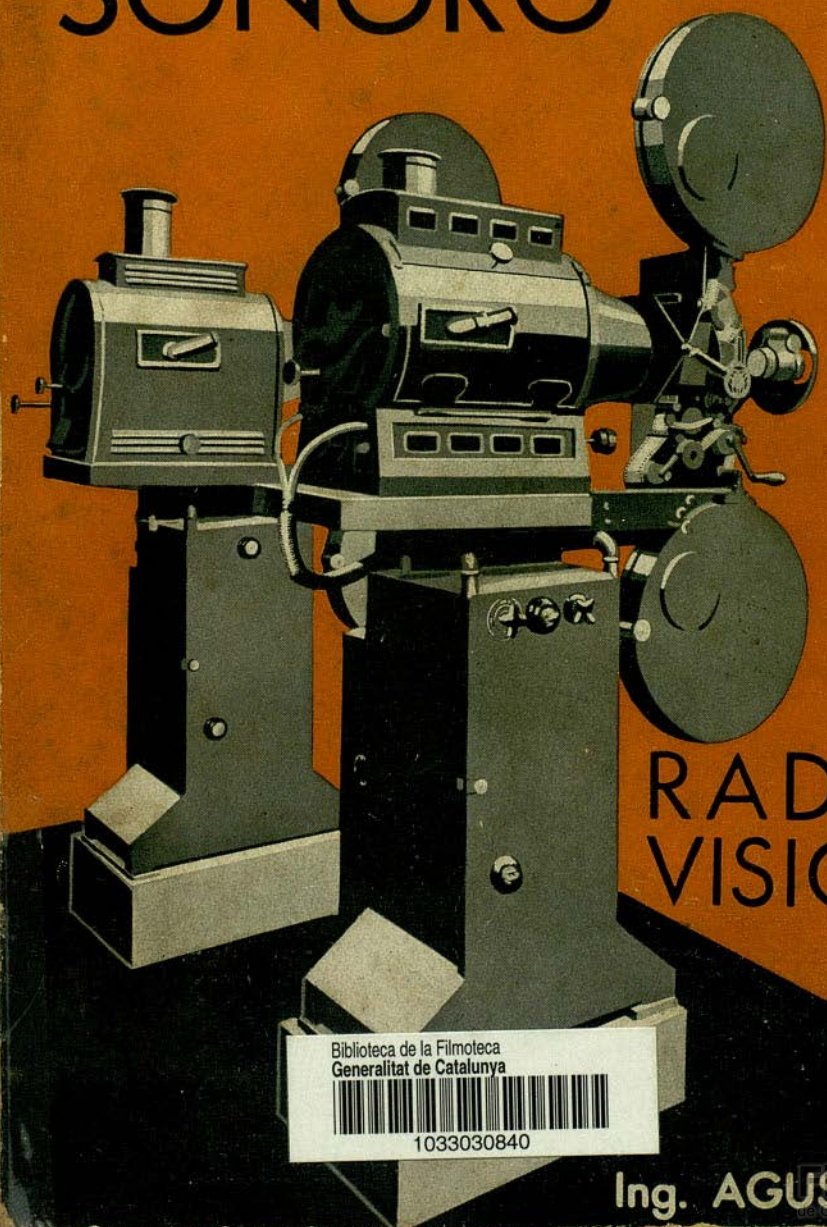


EL CINE SONORO



LA
RADIO
VISION

Biblioteca de la Filmoteca
Generalitat de Catalunya



1033030840

Ing. AGUSTIN RIU

EL CINE
SONORO

OBRAS DEL MISMO AUTOR

- RADIO RECEPCIÓN, 1.^a edición, octubre de 1924. (Agotada).
RADIO RECEPCIÓN, 2.^a edición, enero de 1925. (Agotada).
RADIO RECEPCIÓN, 3.^a edición, abril de 1925. (Agotada).
CONSTRÚYASE SU APARATO, 1.^a edición, diciembre de 1925.
(Agotada).
ESQUEMAS Y CONSTRÚYASE SU APARATO, 2.^a edición, junio
de 1926. (Agotada).
MANUAL DEL RADIOEXPERIMENTADOR Y LOS GRANDES INVEN-
TOS, 1.^a edición abril de 1928. (Agotada).
GUÍA DEL RADIOAFICIONADO, 1.^a edición, enero de 1929.
(Agotada).
GUÍA DEL RADIOAFICIONADO, 2.^a edición, julio de 1929,
(Agotada).
MANUAL DEL RADIOEXPERIMENTADOR Y LOS GRANDES INVEN-
TOS, 2.^a edición, agosto de 1930. (Agotada).
GUÍA PRÁCTICA DE RADIO, (3.^a edición de la GUÍA DEL RA-
DIOAFICIONADO), agosto de 1930. (Agotada).
RADIO CIENCIA, 1.^a edición, enero de 1932. (Agotada).
MANUAL DEL RADIOEXPERIMENTADOR Y LOS GRANDES INVEN-
TOS, 3.^a edición, abril de 1932. (Agotada).
RADIO CIENCIA, 2.^a edición, febrero de 1933 5 ptas.
CURSO DE RADIO, por correspondencia, en 40 lecciones,
enero de 1935 160 ptas.
RADIO RECEPCIÓN MODERNA, 1.^a edición, enero de 1934.
(Agotada).
RESPUESTAS de los Capítulos de la obra RADIO RECEPCIÓN
MODERNA, de la 1.^a edición, marzo de 1934. (Agotada).
MANUAL DEL RADIOEXPERIMENTADOR, 4.^a edición, Tomo I,
enero de 1935 6 ptas.
RADIO RECEPCIÓN MODERNA, 2.^a edición, enero de 1935 . . 6 ptas.
EL CINE SONORO Y LA RADIOVISIÓN, febrero de 1935 . . 6 ptas.
GUÍA PRÁCTICA DE RADIO, 2.^a edición, Marzo de 1935 . . 6 ptas.

EN PREPARACIÓN:

MANUAL DEL RADIOEXPERIMENTADOR, tomo II.

R 242 Riu

EL CINE SONORO Y LA RADIOVISIÓN

POR EL

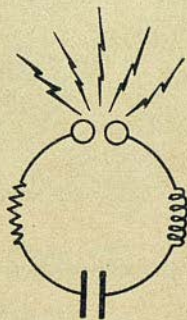
ING. AGUSTÍN RIU

Radio Ingeniero (Escuela Superior de Electricidad, París)

Ingeniero Mecánico Electricista (E. S. M. E., París)

Miembro del Instituto de Radio Ingenieros de los EE. UU.

Diplomado de la S. E. I. (Buenos Aires)



0030-89260



EDITORIAL RADIO

APARTADO 1058 - BARCELONA

1935

FilmoTeca
de Catalunya

ES PROPIEDAD DEL AUTOR.
Queda hecho el depósito que exige la Ley. Todos los derechos reservados, sin excepción. Copyright by Agustín Riu, 1935

Imprenta LA POLÍGRAFA, Balmes, 54 - Barcelona



Un saludo afectuoso a mis lectores
de Europa y América y un ferviente
deseo de éxito a todos mis alumnos
del Curso de Radio

Josep Maynada

Barcelona, Enero de 1935.

ADVERTENCIA

Los lectores que deseen ampliar los conocimientos sobre Electricidad, especialmente los referentes a Amplificadores, encontrarán en mis obras RADIO RECEPCIÓN MODERNA y MANUAL DEL RADIO EXPERIMENTADOR un excelente complemento de esta obra.

A

Publio Ovidio Nasón

*que supo hacer de la más antigua
de las pasiones humanas un Arte,
dedico este Compendio de la más
moderna de las Ciencias.*

Ing. AGUSTÍN RIU

Barcelona, 1935

INTRODUCCIÓN

Como complemento de las diversas obras que he escrito de Radiotelefonía, publico este libro de *Cine Sonoro y Radiovisión*.

Respecto al primero de estos dos títulos, he procurado que fuese útil a los operadores de cabina cuando se les presenten dificultades, que es conveniente sepan resolver por sí mismos; a la vez he cuidado de que fuese una obra interesante para el público que desee saber en qué consiste este magnífico invento que se utiliza tanto y que se comprende tan poco.

Desde este doble aspecto me parece que he conseguido mi objeto, ya que gradualmente y mezclando tanto lo que puede interesar al profesional como al profano, he descrito todo cuanto puede presentar un verdadero interés, ya sea desde el punto de vista documental como práctico.

El *Cine Sonoro* lo he dividido en dos secciones. En la primera describo los principios fundamentales, independientemente de los sistemas de las máquinas empleadas, habiendo prestado una atención muy cuidadosa en hacer resaltar los principios básicos del funcionamiento de la válvula electrónica, la célula fotoeléctrica, el micrófono, el altavoz, etc., cuyo conjunto forman el complemento del cine mudo para transformarlo en sonoro; asimismo he procurado que el lector tenga una idea muy clara del por qué y cómo se produce la ilusión del movimiento en el cine mudo y, finalmente, he acoplado estos diversos efectos. Pienso que he conseguido que una persona que lea atentamente esta obra sabrá en qué consiste el Cine Sonoro y, si es operador, tal vez encuentre en ella una serie de conocimientos que probablemente no poseía y que es del mayor interés que los pueda aplicar con perfecto conocimiento de causa.

En la segunda sección se describe la impresión y proyección de películas, insistiendo sobre las condiciones acústicas de las salas, asunto este casi siempre olvidado y que tiene la mayor importancia. Es en esta segunda parte donde describo aparatos de las marcas más famosas del mundo, que he reducido a tres o cuatro, para que así los operadores puedan tomar orientaciones concretas.

He publicado una serie de datos prácticos que considero serán recibidos con interés por los operadores y todos los que tienen que establecer un estudio previo de instalación de cine sonoro.

Finalmente, en la *Radiovisión* he resumido los procedimientos más modernos que parece serán los adoptados en las instalaciones comerciales, que sería de desear fuesen bien pronto puestas en servicio.

En resumen, he procurado comunicarle las últimas creaciones derivadas del estudio de los movimientos electrónicos. Si leyendo este libro consigue tener una visión de las inmensas posibilidades de la ciencia contemporánea y a la vez le produce una utilidad práctica, habré obtenido la doble finalidad que me propuse al escribirlo.

ING. AGUSTIN RIU

Barcelona, febrero de 1935.

PRIMERA PARTE

CAPITULO PRIMERO

Principios de electricidad elemental

Para aquellos lectores que no tienen ningún conocimiento de la electricidad, creo oportuno decir algunas palabras, a fin de que puedan, sin dificultad alguna, seguir el curso de esta obra, especialmente para cuando trataremos la célula fotoeléctrica, la válvula eléctrica y los amplificadores.

Actualmente se considera a la electricidad como la consecuencia del desplazamiento de ciertos corpúsculos negativamente polarizados, llamados electrones. Estos electrones se propagan muy bien por los metales y con cierta dificultad por los cuerpos de origen animal. Finalmente su propagación es muy mala en los cuerpos de origen vegetal.

A los cuerpos que se propagan bien los electrones se les llama conductores y finalmente, por los que se propaga muy mal, se llaman aisladores.

En resumen, por lo tanto, ya vemos que la electricidad es la consecuencia del desplazamiento de estos corpúsculos infinitamente pequeños que al desplazarse a lo largo de un conductor, crean en él una serie de fenómenos, tales como producción de un campo magnético, calentamiento del conductor, etc., dándose el nombre de electricidad a la causa de todos aquellos fenómenos, Fig. 1.

Si los electrones fluyen siempre en la misma dirección y sentido, a razón de una cantidad constante por segundo, originan lo que se llama una corriente continua. En cambio si su cantidad sigue una ley senoidal y por otra parte el sentido de su propagación se invierte periódicamente al pasar por los valores

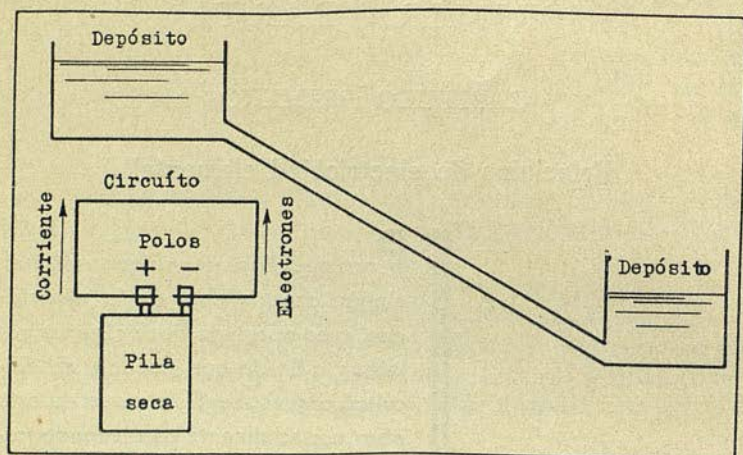


Fig. 1. — Similitud entre el desplazamiento de un líquido y una corriente eléctrica.

mínimos, entonces se produce lo que se llama una corriente alterna.

De la corriente eléctrica nos interesa saber que lo que produce el desplazamiento de los electrones es lo que podremos llamar una presión eléctrica, algo así como la presión del agua que fluye por una cañería.

Esta presión eléctrica se la llama voltaje debido su nombre a que la unidad en que se mide es el *voltio*.

Si consideramos la cantidad de electrones que fluye a través de un punto del conductor durante un segundo, entonces tendremos la noción de intensidad eléctrica o *amperaje*, debido este último nombre a que la intensidad se mide en *amperios*.

Finalmente es intuitivo que el desplazamiento de los electrones por el conductor no se efectúa sin que éste ofrezca una determinada resistencia la cual se mide en *ohmios*.

Entre estas tres unidades, amperio, voltio y ohmio, existe

una ley que las liga entre sí, llamada la ley de Ohm, la cual se expresa diciendo, que por un circuito que tenga la resistencia de un ohmio circulará la intensidad de un amperio si la presión eléctrica es de 1 voltio, Fig. 2.

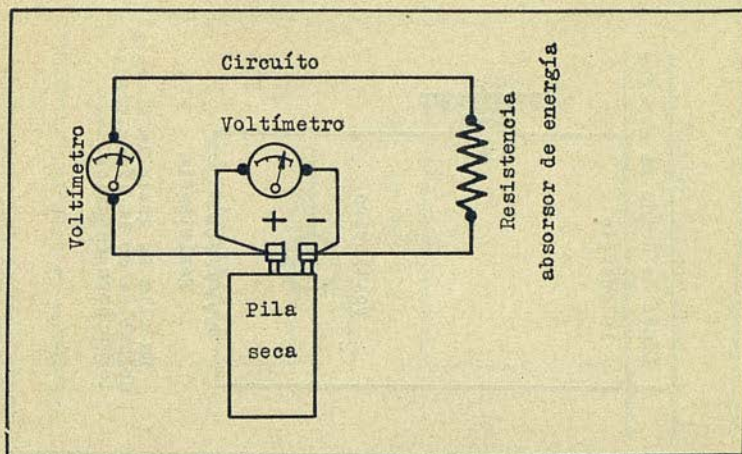


Fig. 2. — Una fuente de energía eléctrica cerrada por una resistencia, da origen a una corriente.

Analíticamente esta ley se expresa de la siguiente manera:

$$1 \text{ amperio} = \frac{1 \text{ Voltio}}{1 \text{ ohmio}}$$

y en general:

$$\text{amperios} = \frac{\text{Voltios}}{\text{Ohmios.}}$$

Estas unidades tienen sus múltiplos y sus submúltiplos, de los cuales el más empleado es el múltiplo kilo, que significa mil veces y el submúltiplo mili que significa milésimas y micro que significa millonésimas. Así, por lo tanto, para decir mil amperios, podemos decir kilo-amperios y para expresar 5 milésimas de amperio diremos 5 mili-amperios, o bien 3 micro-amperios, si queremos expresar 3 milésimas de miliamperio, cantidades éstas muy empleadas en las células fotoeléctricas.

La potencia eléctrica se mide multiplicando los voltios por

los amperios: la unidad es el vatio, llamado también Volt-amper. Luego $1 \text{ vatio} = 1 \text{ voltio} \times 1 \text{ amperio}$.

El múltiplo más empleado es el kilovatio que significa que vale mil vatios, unidad industrial muy empleada en la práctica.

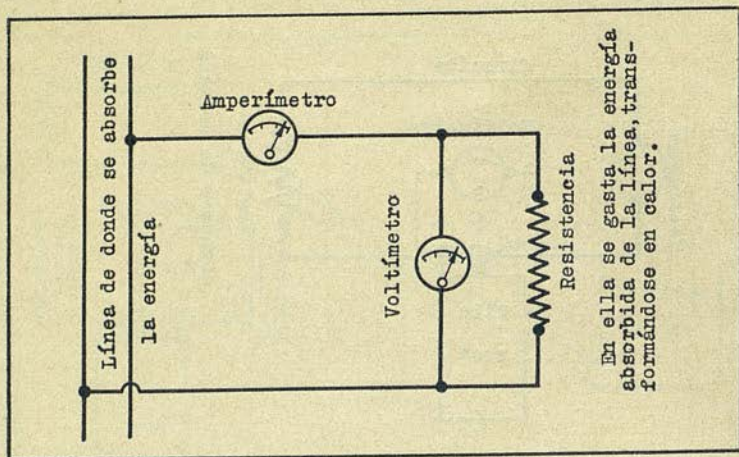


Fig. 3. — Esquema demostrativo de una aplicación práctica de la ley de Ohm.

Ejemplos:

a) Cuál será la intensidad que circulará por un circuito derivado de la línea de 150 v. si su resistencia es de 60 ohmios.

Solución. — Utilizando un voltímetro y un amperímetro (conectados siempre según se indica en el esquema Fig. 3), encontraremos los siguientes valores:

$$\text{amperios } I = \frac{150 \text{ voltios}}{60 \text{ ohmios}} = 2,5 \text{ amperios.}$$

b) Evaluar la potencia absorbida en vatios.

Solución: Watios = $W = I \times E = 2,5 \times 150 = 450$ vatios.

$$\text{Watios } w = I \times E = 2,5 \times 150 = 460 \text{ watios.}$$

En la utilización de válvulas electrónicas y células fotoeléctricas, se encuentran acoplando los diversos circuitos, bobinas, condensadores y resistencias. Nos interesa dar una breve idea

de como se comparten estos tres elementos, cuando circula una corriente continua o bien una corriente alterna.

Una *resistencia* se comparte igualmente en ambas corrientes: su efecto es el de ocasionar una pérdida de energía que se

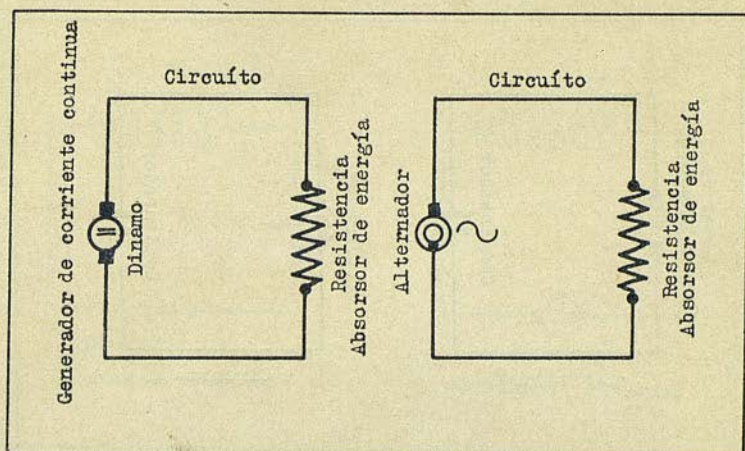


Fig. 4. — Efectos de una resistencia al intercalarse en un círculo recorrido por una corriente continua o una de alterna

transforma en calor, Fig. 4. Es decir, que ocasiona una caída de tensión cuyo valor en voltios viene expresado por el producto de la resistencia en ohmios multiplicado por la intensidad en amperios. Así, por ejemplo, si por un circuito por el cual circula una corriente de 10 amperios hemos intercalado una resistencia de 100 ohmios, su producto $100 \text{ multiplicado por } 10 = 1000$, será el número de voltios que ocasionará de caída de tensión. Dicho en otros términos, si colocamos un voltímetro a los bornes de esta resistencia nos ocasionará un valor de 1000 voltios.

Un *condensador* conectado en un circuito de corriente continua hace el mismo efecto que cortar el conductor, Fig. 5; las dos láminas estando separadas por un espacio de algún milímetro o fracción de milímetro, impide que los electrones fluyan debido a estar faltos de continuidad. En cambio, si el condensador se intercala en un circuito recorrido por una corriente alterna, entonces las dos láminas del condensador sirven de depósitos, entreteniéndolo, por lo tanto, una cierta cantidad de electrones

que pueden fluir al invertirse la polaridad de la corriente alterna. De ello resulta que cuanto más grande sea la capacidad de un condensador, mayor será la intensidad de corriente que podría fluir por el circuito en el cual está conectada.

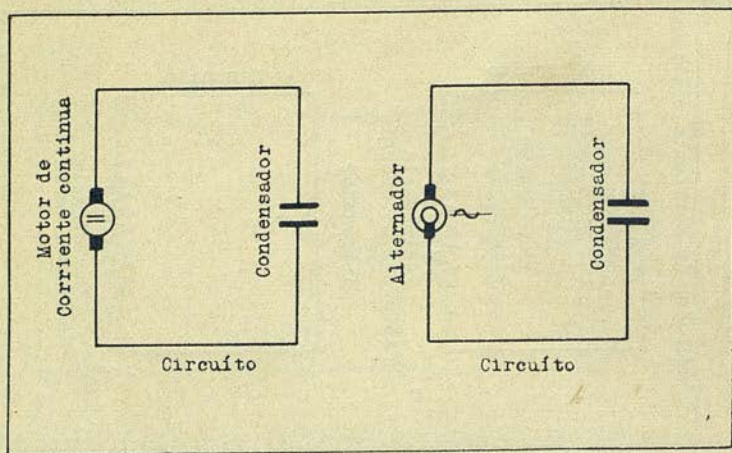


Fig. 5. — Fenómenos que se observan al conectar un condensador en un circuito por el cual circula una corriente continua o una de alterna.

Si intercalamos una *bobina* en un circuito de corriente continua, no producirá otro efecto sino crear un campo magnético el cual continuará constante mientras dure el paso de la corriente, en cambio si esta bobina se intercala en un circuito recorrido por una corriente alterna entonces la formación y desaparición del campo magnético ocasionará un retardo a la formación de la corriente y una prolongación de la misma una vez haya desaparecido; al efecto de este fenómeno se le llama impedancia, Fig. 6.

Las resistencias se miden en ohmios, lo mismo que los efectos de inductancia, en cambio los condensadores se mide su capacidad en una unidad llamada faradio, que es excesivamente grande para los fines de la práctica; un condensador tiene la capacidad de un faradio, cuando al aplicarle una tensión de un voltio fluye una intensidad de un amperio.

Prácticamente se emplea el sub-múltiplo de microfaradio que vale una millonésima del faradio, y a veces se utiliza el micro-

microfaradio que vale la millonésima de la millonésima parte de un faradio; estas diminutas capacidades son las que se emplean, generalmente, en los condensadores fijos y variables de los aparatos de radio, amplificadores de cine sonoro, etc.

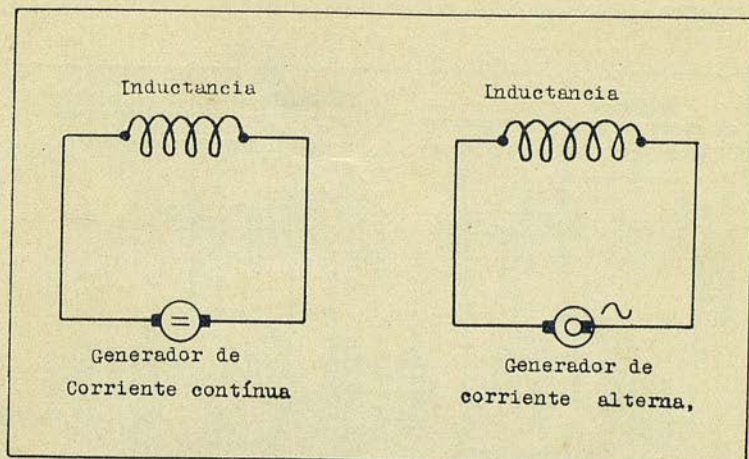
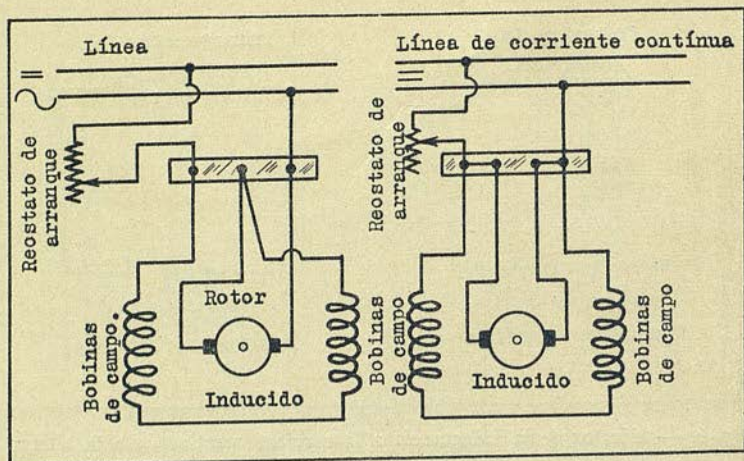


Fig. 6. — Efectos de la inductancia a la corriente continua y a la alterna.

Conviene saber las intensidades que pueden soportar los conductores sin calentarse. En la siguiente tabla indico los valores que prácticamente dan buenos resultados:

CONDUCTORES DE COBRE, RECUBIERTOS DE CAUCHO			
Diámetro del alambre desnudo	Sección en mm. ²	Máxima intensidad permanente de la corriente	
		En el alambre	En el fusible
1.-	0.75	9	6
1.1	1.-	11	6
1.4	1.5	14	10
1.8	2.5	20	15
2.3	4.-	25	20
2.8	6.-	31	25
3.6	10.-	43	35
4.2	14.-	62	50
4.7	17.-	75	60
5.7	25.-	100	80
6.7	35.-	125	100

Las máquinas proyectoras están accionadas por motores eléctricos, por cuyo motivo a continuación indico los esquemas y forma de conectar los diversos tipos que se encuentran en la mayoría de cabinas, para así no tener dificultades al hacer las conexiones.



Figs. 7 y 8. — Formas de conectar un motor universal y un motor de corriente continua a la línea.

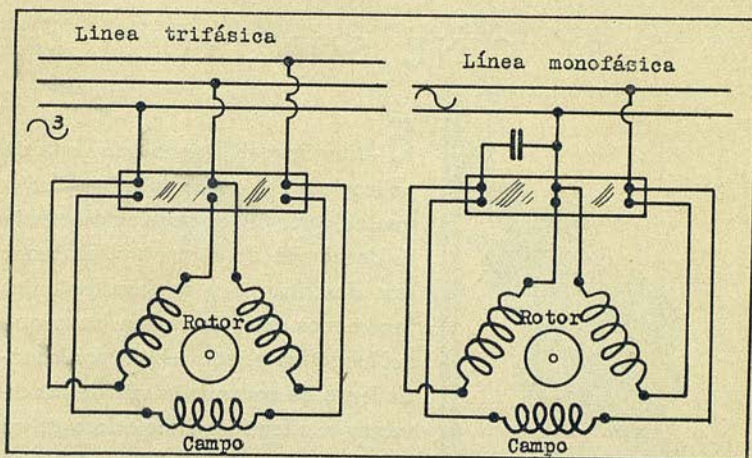
Motor en serie, universal. — Este motor se alimenta indistintamente con corriente continua y con corriente alterna. La forma de conectar el reóstato de arranque y demás conexiones se indica en la Fig. 7.

Motor en derivación, para corriente continua. — Las conexiones diversas se ilustran en la Fig. 8. Si el sentido de rotación es contrario al que se necesita, hay que invertir las conexiones del campo de excitación.

Motor sincrónico, para corriente alterna trifásica. — La forma de conectar este tipo de motor se indica en la Fig. 9.

Motor sincrónico, para corriente alterna monofásica. — En la Fig. 10 se ilustra como conectar este tipo de motor a la red.

Es necesario que el operador cuide que el motor esté siempre perfectamente engrasado y a la vez evite la producción de chispeo en el frote de los carbones con los anillos o el colector. Esto lo conseguirá con una cuidadosa limpieza.



Figs. 9 y 10. — Manera de conectar un motor de corriente alterna, trifásico, a la línea.

CAPITULO II

EL CINE SONORO

El Cine Sonoro, siendo una serie de aplicaciones diversas, prefiero, para que el lector pueda seguir claramente el desarrollo de esta obra, empezar por describir muy someramente los fenómenos que intervienen para que así luego me pueda seguir, con conocimiento de causa, a través de las diversas explicaciones que aclararán en detalle lo que no puedo describir en este esbozo de conjunto.

Principio del cine mudo

El principio del cine se funda en una propiedad puramente fisiológica de nuestra vista: las imágenes persisten en nuestra retina un dieciseisavo de segundo una vez se ha desplazado el objeto. Es decir, que si vemos un objeto y éste se oculta con gran rapidez, en una milésima de segundo, por ejemplo, para nosotros todo sucede como si durante un dieciseisavo de segundo continuásemos viéndola en el mismo lugar.

Una imagen bien fácil de obtener para comprobar este principio, consiste en encender un objeto (tea, antorcha, etc.), y tomándolo con una mano, hacerle describir una circunferencia: un observador verá no un punto luminoso que gira, sino una línea continua. La causa está en la persistencia de la imagen en nuestra retina y el efecto siendo tanto más nítido cuanto con más rapidez se hace girar el objeto encendido.

Utilizando este principio se idearon distintos procedimientos para producir la ilusión de las imágenes en movimiento, pero lo que señala la invención del *cinematógrafo*, que es tal como lo llamaron los hermanos Lumière, fué el proyector que presentaron al público en 1895, aparato que, desde luego, ofrecía las imperfecciones propias de todo invento que acaba de salir del laboratorio pero, no obstante, desde aquel momento el cine existía.

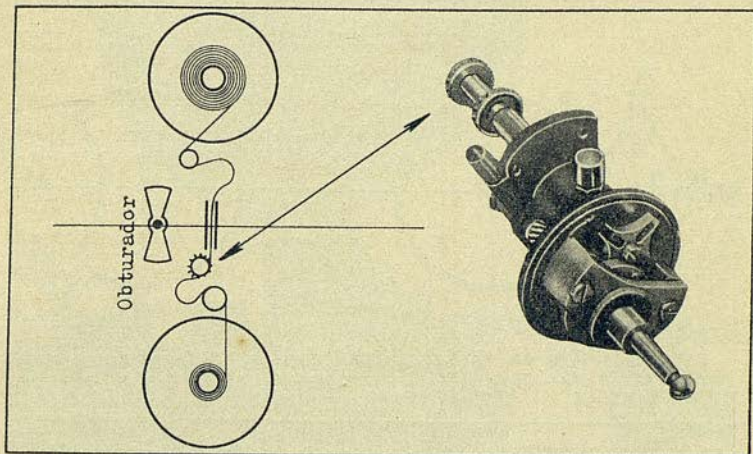


Fig. 11. — Representación esquemática del mecanismo de obturación y movimiento intermitente de la película, gracias a la Cruz de Malta.

Supongamos que tenemos una serie de fotografías tomadas a intervalos de un dieciseisavo de segundo, por ejemplo. Si proyectamos una imagen sobre una pantalla y una vez esto obtenido obstruimos la luz durante un cincuantavo de segundo y durante este tiempo desplazamos la fotografía primera y colocamos la segunda y una vez ésta fija, volvemos a proyectar la luz y así sucesivamente, las imágenes persistirán en nuestra retina, en virtud del fenómeno antes explicado. Luego ya vemos que la teoría del cine, en realidad, es sumamente sencilla: basta con disponer de un aparato fotográfico que nos permita tomar imágenes a razón de dieciseis fotografías por segundo y luego tener un aparato proyector que en los mismos intervalos nos proyecte estas fotografías sobre una pantalla.

Ocupémonos ahora, con cierto detalle, de la proyección de las películas. Luego volveremos a insistir sobre su impresión.

Ya vemos que lo verdaderamente fundamental consiste en asegurar una gran exactitud de la imagen, tanto en la toma de vistas como en su proyección. En efecto, mientras se impresiona una vista es preciso que la película esté perfectamente

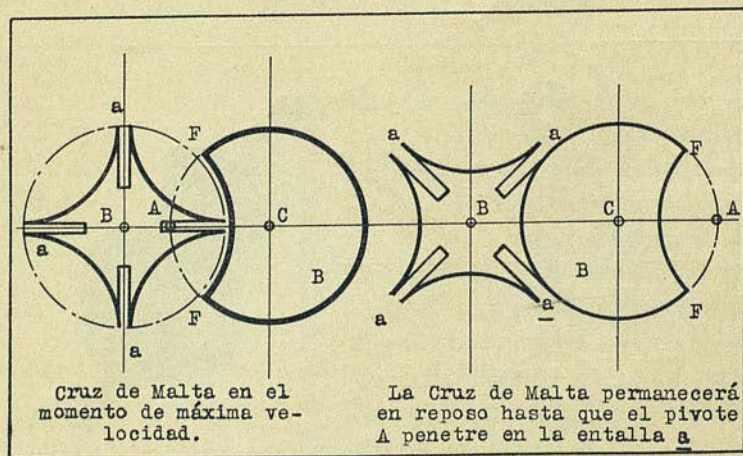


Fig. 12. — La Cruz de Malta en sus dos posiciones extremas de funcionamiento.

quieta, pero una vez la fotografía tomada, es necesario obstruir la luz, desplazar la película, volverla a dejar quieta para entonces volver a tomar una nueva fotografía, o inversamente, proyectarla y así sucesivamente. En la Fig. 11 se indica esquemáticamente el principio de este mecanismo.

En los aparatos antiguos estos movimientos alternativos se efectuaban por medio de una horquilla, que se encajaba en los orificios laterales de la película produciendo así el movimiento de avance intermitente. Esto, desde luego, ocasionaba roturas de la película, o al menos destrozaba las ranuras laterales y al cabo de unas cuantas veces de haber servido, las imágenes sufrían desplazamientos que daban como resultado proyecciones defectuosas. Estos inconvenientes se evitaron con la llamada *Cruz de Malta* que consiste, según puede apreciarse en la Fig. 12, en una

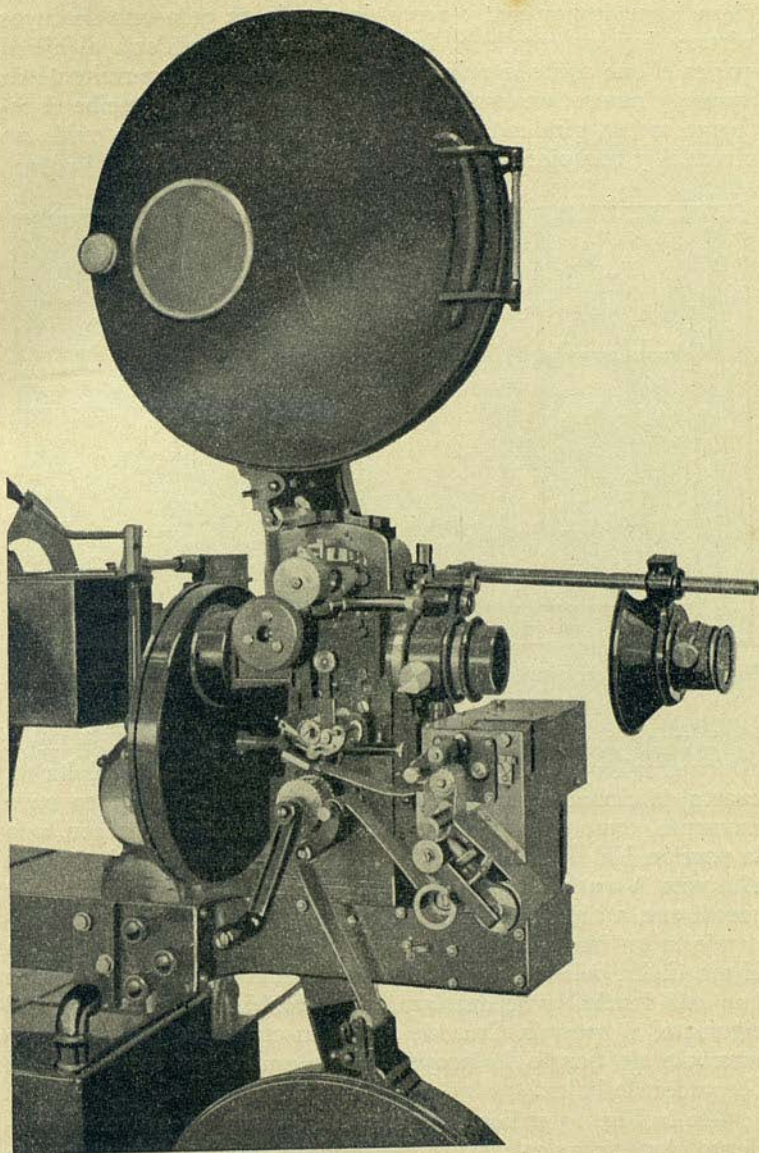


Fig. 13. — Aspecto de la parte principal de un proyector sonoro.

pieza formada por cuatro arcos de círculo en cada uno de cuyos vértices hay un entalle *a*. La cruz se coloca solidaria al eje B que es el que asiste la película en su movimiento intermitente de avance y reposo, en cambio, el eje C, que es el que recibe el esfuerzo motor, gira con movimiento uniforme, llevando unido un pivote A y una pieza B, de la cual falta el sector FF.

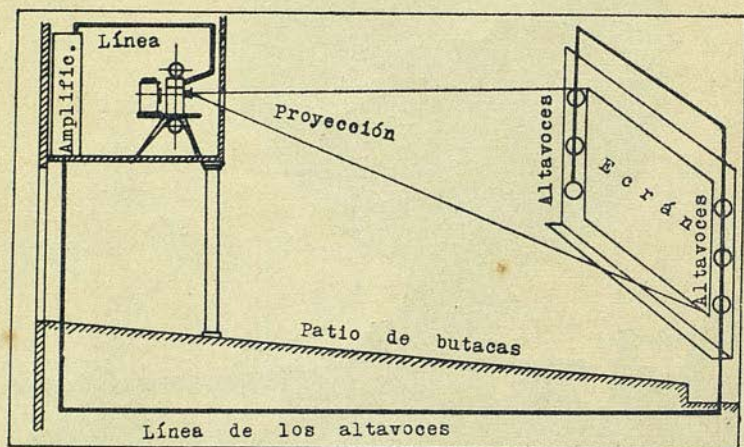


Fig. 14. — Conjunto esquemático de una instalación de cine sonoro.

Supongamos las cosas tal como indica la figura. El pivote A al penetrar en la entalla *a* en 1 hace girar la Cruz de Malta un cuarto de circunferencia hasta que el pivote llega en 2 en cuyo momento, como en uno de los sectores de la Cruz roza con toda la porción FE de la pieza C, la Cruz quedará inmóvil hasta que el pivote A vuelva a penetrar nuevamente en la posición 1. De suerte que, a cada revolución del disco C, el eje B gira 90° , quedando luego inmóvil durante las $3/4$ partes del tiempo que gira el eje C. La película se proyecta durante el intervalo de tiempo que está inmóvil y se desplaza, para cambiar un cuadro por el siguiente, al hacer la Cruz de Malta su cuarto de giro, en cuyo intervalo de tiempo la proyección se anula por medio de un obturador de la luz.

En la Fig. 13 indico la parte principal de un proyector moderno, donde pueden verse fácilmente los órganos mostrados esquemáticamente en la Fig. 11.

Una vez esto explicado, la proyección de películas es francamente sencilla. Un lente poderoso (arco voltaico) concentra la luz sobre la imagen de la película y un sistema de lentes hacen que ésta se proyecte sobre una pantalla de grandes dimensiones.

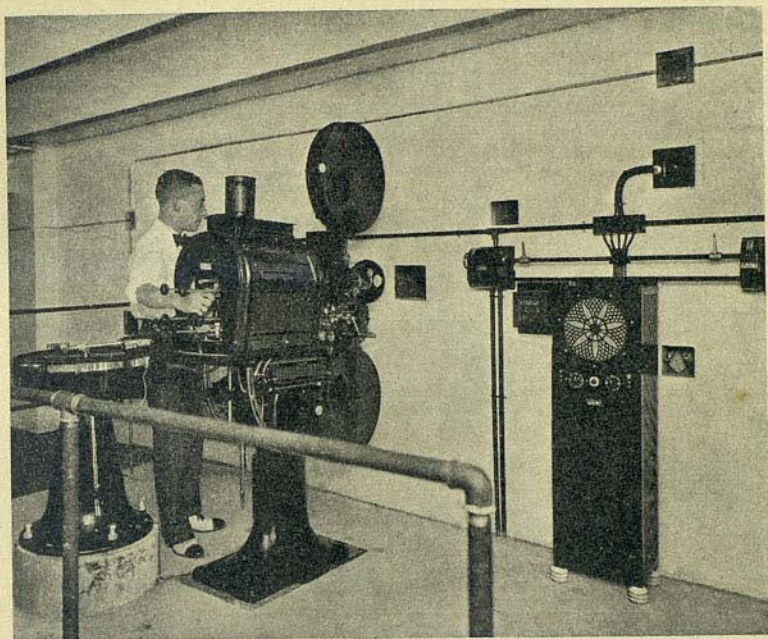


Fig. 15. — Vista de la cabina de una instalación moderna de cine sonoro.

La película, gracias a la Cruz de Malta, se desplaza con movimiento intermitente, según he explicado antes y las imágenes se van proyectando, una después de otra, quedando inmóvil en el momento de su desplazamiento. Así, una a una, las imágenes irán desfilando y producirán en nuestra retina la ilusión del movimiento.

Tal es, resumido en pocas palabras, el principio del cine mudo, mostrando en la Fig. 14 una instalación esquemática, y en la Fig. 15 una vista del interior de una cabina con el proyector, el amplificador con el altavoz de control y la reproducción de los sonidos con discos, hoy día ya casi no usada.

Impresión de los sonidos en una película

El cine sonoro exige que en una estrecha banda lateral de la película se vayan inscribiendo los sonidos fotográficamente. En consecuencia tendremos que empezar por *transformar los sonidos en variaciones de luz*, problema éste sumamente complicado, ya que ha exigido inventar procedimientos completamente nuevos.

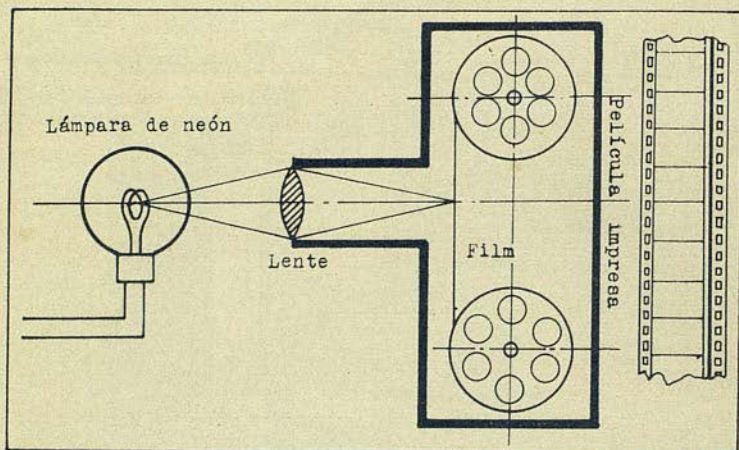


Fig. 16. — Principio del registro de las variaciones de luz en una película.

Para comprender claramente en qué consiste este proceso, supongamos que hacemos desfilarse, con movimiento uniforme, una película cinematográfica delante de una pantalla de unos 3 milímetros de ancho y de algunas centésimas de milímetro de abertura. Es evidente que si delante de esta ventanilla colocamos una fuente luminosa de intensidad constante, al desplazarse la película detrás de ella será impresionada y obtendremos en el revelado un trazo continuo, Fig. 16.

Supongamos ahora que la fuente luminosa mencionada no sea de intensidad constante sino que pueda variar según una ley cualquiera. Para simplificar, supongamos que nuestra lámpara eléctrica está alimentada con la corriente alterna del sec-

tor, cuya frecuencia supondremos sea de 60 períodos por segundo. Como que a cada período la corriente pasa por dos máximos y también se anula dos veces, la lámpara producirá una intensidad lumínica que será en cada instante, proporcional a la

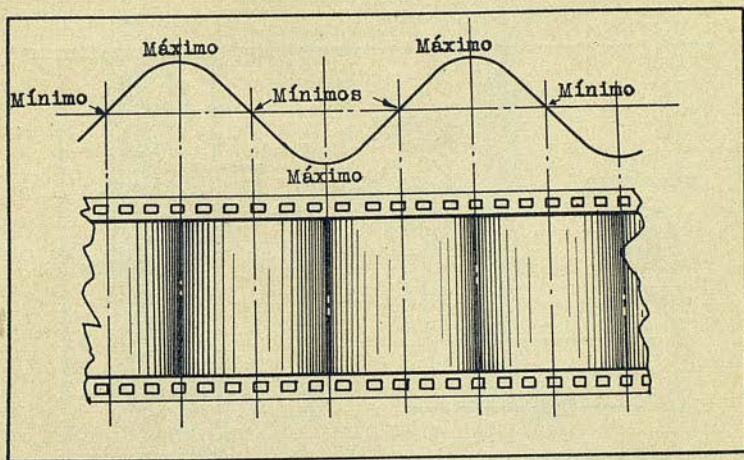


Fig. 17. — Variaciones de tonalidad obtenidas al fotografiar las variaciones de la intensidad luminosa de una lámpara alimentada con una corriente alterna.

intensidad eléctrica que recorrerá su filamento; dicho en otras palabras, la lámpara se encenderá y se apagará 120 veces por segundo, partiendo de 0 para pasar a un máximo, volverse a anular y volver a obtener un valor máximo para volverse a anular otra vez y así sucesivamente, pasando, desde luego, por todos los valores intermedios, Fig. 17.

Es intuitivo que si esta lámpara la colocamos delante de la ventanilla de la cámara oscura y dentro de ella se desplaza la película con movimiento uniforme, iremos registrando en la película estas diversas variaciones de intensidad lumínica de la lámpara, lo cual se pondrá en evidencia revelando luego la película. Observaremos, en efecto, que se han impreso las diversas tonalidades variables de la luminosidad instantánea de la lámpara, hecho que se traducirá por variaciones de tono que demostrarán la ausencia de luz, graduaciones intermedias y un va-

lor máximo de intensidad luminosa para volverse a anular y así sucesivamente.

Si, por ejemplo, esta película se desplaza a una velocidad uniforme de 12 centímetros por segundo, es decir, 120 milímetros, como que la frecuencia de máximos de luz es de 120 en el pre-

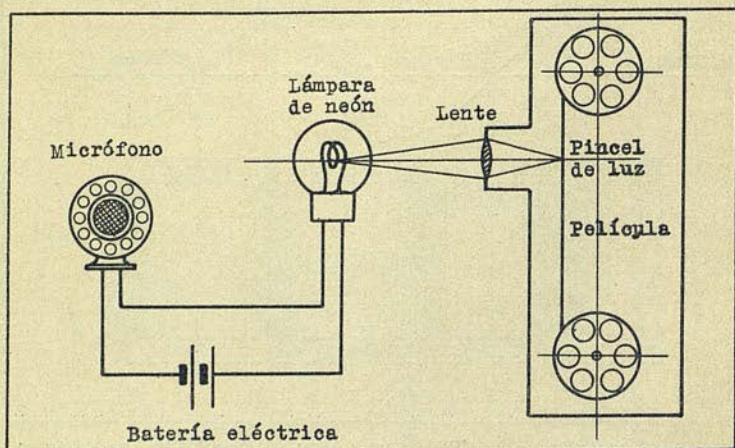


Fig. 18. — Principio de la transformación de los sonidos en corrientes variables, estas en variaciones de luz y fotografía de las mismas.

sente caso, observaremos que a cada milímetro de distancia tendremos un máximo de impresión luminosa.

Luego, según lo anteriormente explicado, ya vemos que es posible fotografiar variaciones de intensidad eléctrica mediante una lámpara que se enciende sin inercia, es decir, que puede seguir las más diversas fluctuaciones de una corriente eléctrica variable sin que el retardo del tiempo sea superior a un cincantavo de segundo. Ya veremos, en otra parte de esta obra, que las lámparas de *neón* cumplen perfectamente este cometido.

Si en vez de intercalar nuestra lámpara en un circuito de corriente alterna lo intercalamos en el circuito de un micrófono, entonces observaremos que las corrientes variables, producidas, por complicadas que éstas sean, la lámpara *neón* las seguirá transformando así las rápidas corrientes microfónicas en intensidades de luz rigurosamente proporcionales. Es fácil comprender

que en estas condiciones inscribiremos en la película una serie de tonalidades luminosas que representarán fotográficamente el sonido que se ha producido ante el micrófono, Fig. 18.

Este procedimiento de inscripción de los sonidos en una pe-

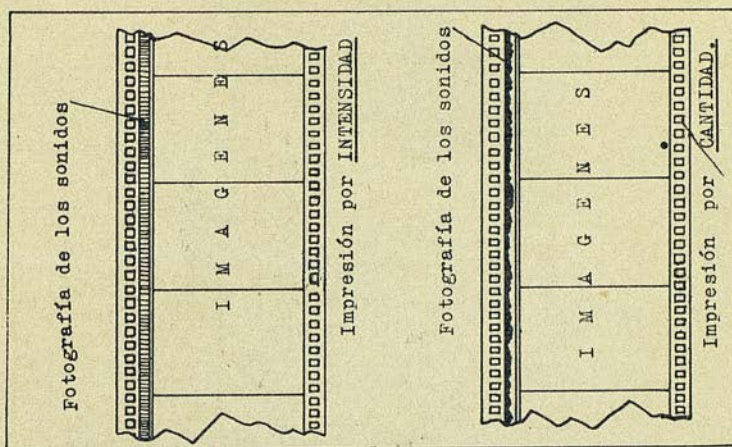


Fig. 19. — Los dos sistemas fundamentales de la inscripción de los sonidos en una película: a densidad variable y a densidad constante.

lícula, llamado de *densidad variable*, es el que se empleó en las primeras tentativas de cine sonoro; es el sistema del Dr. Forest.

Hay otro sistema, que analizaremos en momento oportuno, llamado de *densidad constante*, en el cual la inscripción fotográfica de los sonidos se hace por intermedio de un galvanómetro. Un trozo de película mostrando estos dos sistemas de registro fotográfico de los sonidos se indica en la figura 19.

Producción de los sonidos

Una vez revelada y fijada la película se nos presenta tal como se indica en la figura. Veamos ahora como es posible volver a reproducir los sonidos que se produjeron al impresionarla.

Ahora interviene un nuevo órgano que podríamos llamar el *ojo eléctrico*, instrumento sumamente sencillo que pone en evi-



Fig. 20. — Aspecto de una célula fotoeléctrica

dencia las variaciones de luz más insignificantes: nos referimos a la célula fotoeléctrica.

La célula fotoeléctrica de la cual en el Capítulo IV haré un estudio detenido, transforma las variaciones de luz en co-

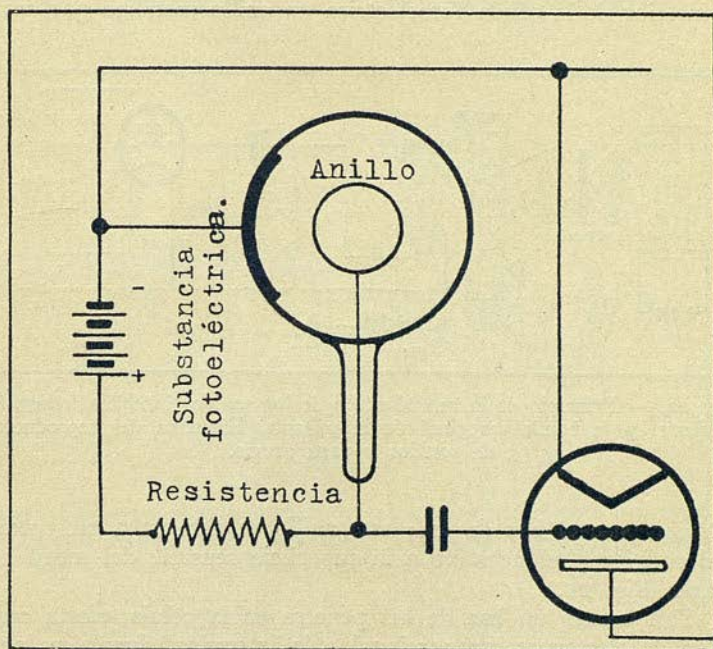


Fig. 21. — Esquema de la interconexión de una célula fotoeléctrica y una válvula electrónica.

rientes eléctricas y esto en una forma rigurosamente proporcional y respondiendo a las variaciones más rápidas, mucho más que las que quedan llegar a necesitar en la práctica.

Dire sólo en este momento que se compone de una lámpara de muy reducidas dimensiones, cuyo envoltorio cristalino está recubierto interiormente de una capa de plata, formando cámara oscura, dejando sólo una pequeña abertura para que puedan penetrar los rayos luminosos, Fig. 20. En la superficie interior, donde inciden los rayos luminosos, se han depositado varias

substancias, entre las cuales predominan los metales alcalinos (potasio, cadmio, etc.) que tienen la curiosísima propiedad de emitir electrones cuando sobre su superficie se hace incidir cierta cantidad de luz. Estos electrones libres, pueden ser atraídos por un potencial positivo y para realizar este fenómeno se dispone en el interior de la célula fotoeléctrica un anillo metálico por cuyo

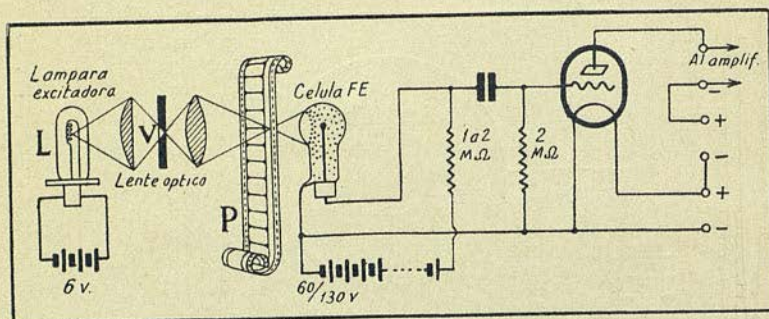


Fig. 22. — Principio de la reproducción de los sonidos inscritos fotográficamente en la banda marginal de la película. Esquema del reproductor de sonidos y paso previo.

interior pase el haz de luz; este anillo se conecta a un potencial positivo y el negativo a la superficie sensible del metal alcalino, Fig. 21.

Tan pronto un haz de luz penetra en la célula, cierta cantidad de electrones, proporcional a la intensidad lumínica incidente, se pone en libertad, siendo instantáneamente absorbidos por el anillo elevado a un potencial positivo. De todo esto sucede que habremos transformado una intensidad luminosa en una corriente eléctrica proporcional, que podrá ponerse en evidencia intercalando en este circuito un auricular.

Así las cosas, hagamos ahora el experimento indicado en la figura 22 que, según vemos, consiste en hacer desplazar, con movimiento uniforme, la película que anteriormente hemos impreso con la luz que proporciona una lámpara cuando es recorrida por una corriente alterna. Dispongamos las cosas de tal manera que la lámpara L, mediante un sistema de lentes, concentre la luz ante una estrecha ventanilla V tras la cual se desplaza la película P. Es evidente que a través de esta ventanilla

pasará una intensidad de luz proporcional a las tonalidades de transparencia de la película que ocasionarán variaciones de luz las cuales ahora haremos incidir en la célula fotoeléctrica: en efecto, en el auricular oiremos una nota baja, de 120 vibraciones por segundo: son precisamente los valores máximos de transparencia, producidos por la luz de la lámpara impresora.

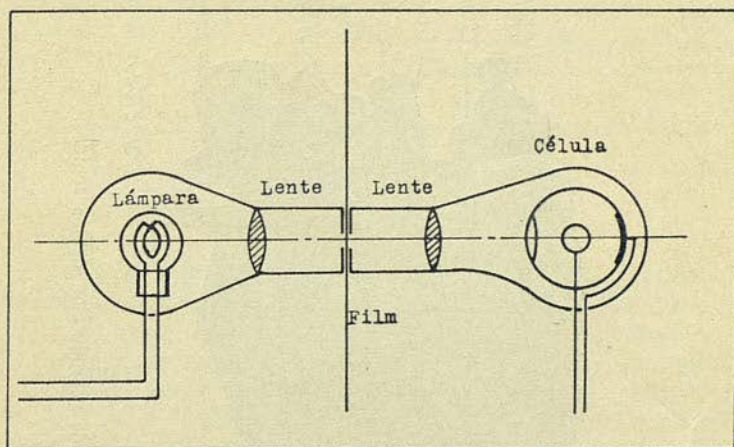


Fig. 23. — Esquema del reproductor de sonidos (llamados a veces: cabeza, lector, etc.).

Si suponemos que hacemos desfilir delante de esta ventanilla una película que ha registrado los sonidos procedentes de una corriente microfónica, notaremos que lo que se oye ahora en los auriculares no es un zumbido monótono sino que oiremos la música o la palabra que se produjo delante del micrófono.

Lo que sí se notará es una especie de sonido de fondo, algo así como un murmullo confuso, que se mezcla con la música o la palabra. Esto lo ha observado usted al asistir a cualquier representación de cine sonoro y ello es debido a que la película no es de una transparencia uniforme sino que tiene variaciones de tonalidad, debidas especialmente a las granulaciones de la gelatina que son más o menos opacas: al desfilir ante el trayecto del rayo luminoso que va a incidir en la célula fotoeléctrica, ocasionan variaciones de luz que se traducen por corrientes que

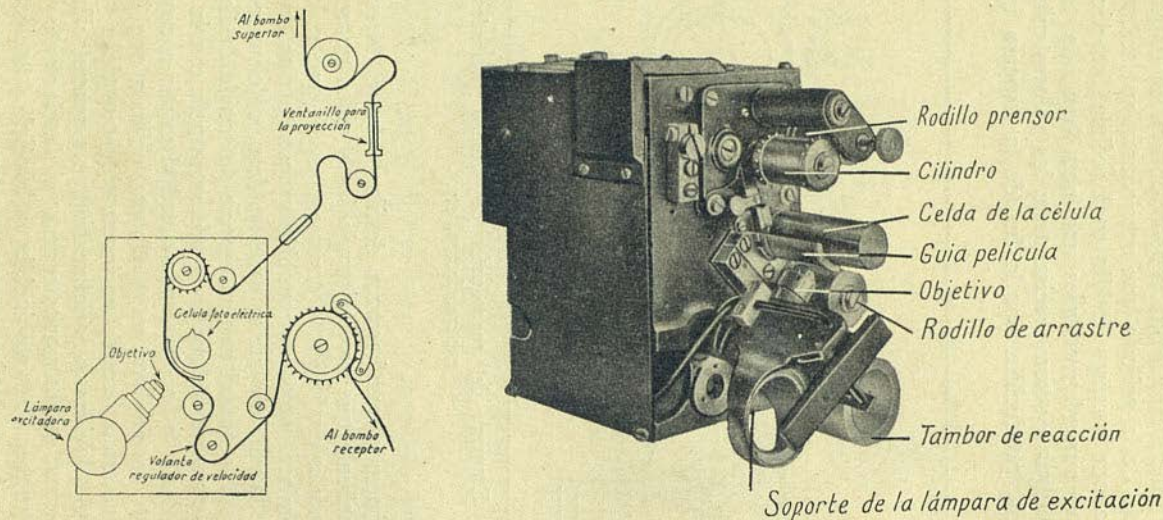


Fig. 24. — Bloc de reproducción de los sonidos.

finalmente actúan en los altavoces con una especie de murmullo que en ciertos casos es sumamente desagradable.

De los dos sistemas de impresión de los sonidos en una película, el de densidad variable y el de densidad constante, hay quienes prefieren el uno y quienes prefieren el otro; en realidad, ambos son buenos. Lo que sucede es, que por motivos de patentes, estos dos sistemas están en manos de dos grandes monopolios mundiales de producción y por lo tanto, a veces se emplea el uno y a veces se emplea el otro, sin que ello signifique supremacía de ninguno de los dos. Lo interesante a retener en este caso es que cualquiera que sea el procedimiento empleado, los aparatos de producción son los mismos, sin ninguna variación.

Principio del Cine Sonoro

Ahora que ya he explicado de la forma que se proyectan las películas y cómo se reproducen los sonidos inscritos en ellas, voy a reunir ambas inscripciones y obtendremos así la proyección de las imágenes y, simultáneamente, la reproducción de los sonidos.

Ya dije que para proyectar las imágenes en la pantalla era preciso hacer desfilar, al menos, 16 imágenes por segundo y esto en una forma intermitente, es decir, que la película se detiene ante el objetivo en el momento de proyectar la imagen y luego se desplaza para cambiar esta imagen por la siguiente, en cuyo espacio de tiempo la proyección es interrumpida.

En cambio, para reproducir los sonidos, ya hemos visto que es necesario que la película se desplace con movimiento uniforme, pues, toda interrupción, por rápida que fuese, ocasionaría cortes de la música o la palabra.

Como consecuencia de todo esto, vemos que el equipo de lámpara y célula fotoeléctrica es preciso instalarlo en una parte de la máquina proyectora donde la película se desplace con movimiento uniforme. Esto, desde luego, no ofrece ningún inconveniente. Esquemáticamente se indica en la Fig. 23.

En la Fig. 24 vemos el bloc de reproducción de los sonidos, compuesto de una lámpara excitadora, una guía para la película y luego una pequeña cavidad en la cual se aloja la célula fotoeléctrica. En esta región, precisamente, es donde la película se desplaza con movimiento uniforme, de modo que sin ningún inconveniente se transforma en corrientes eléctricas las varia-

ciones de tonalidad que hay inscritas en la banda lateral destinada para la inscripción fotográfica de los sonidos. La célula fotoeléctrica es un órgano sumamente sencillo y, sobre todo, responde con una fidelidad asombrosa a las variaciones de intensidad lumínica. Su defecto reside en que la corriente eléctrica que produce es sumamente pequeña y debido a esta circunstancia es

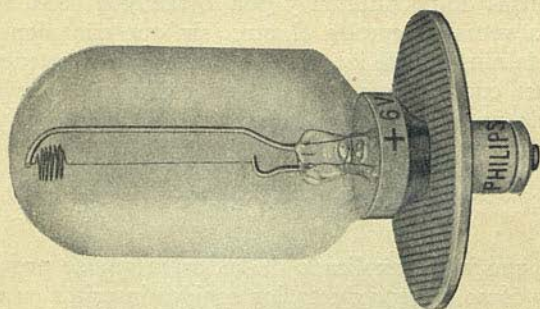


Fig 25. — Tipo de lámpara excitadora. Obsérvese la construcción rectilínea del filamento.

necesario amplificar muchísimos millares de veces las diminutas corrientes eléctricas que produce. Por esta causa los equipos de cine sonoro tienen un amplificador muy potente, el cual alimenta los altavoces que deben difundir los sonidos en la sala de espectáculos. Ya veremos más adelante que hay una estrecha relación entre el volumen en metros cúbicos de la sala y el número de vatios que deben radiar los altavoces.

En la Fig. 25 indico una lámpara excitadora, concebida para poderse cambiar fácilmente.

Finalmente, para tener ahora una idea concreta de todo lo que se precisa en una instalación de cine sonoro, hagamos referencia a la figura 26 en la cual vemos la cabina del operador donde hay el aparato proyector de imágenes, el grupo lámpara y célula fotoeléctrica y, a continuación de ésta el amplificador, cuyo control, la mayoría de las veces, está bajo la custodia del mismo operador cinematográfico, aunque, en las instalaciones de primera categoría, el control de los sonidos se hace desde una cabina independiente, donde, mediante un pequeño altavoz piloto, el operador puede regular a voluntad, no sólo el volumen

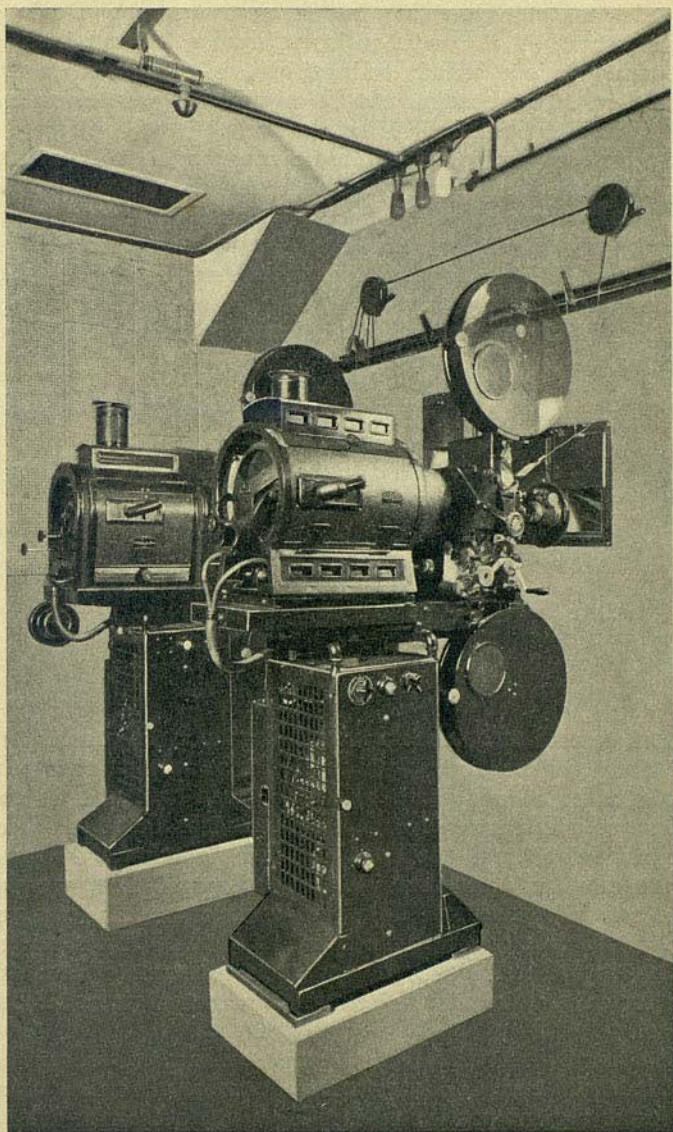


Fig. 26. — Conjunto de la instalación de una cabina provista de una instalación Philips.

de todos los altavoces sino los de ciertos grupos. Desde esta misma cabina es de donde, en los intervalos, se transmiten discos, anuncios, que pueden radiarse ya sea en la sala de espectáculos, en el bar, pasillos, etc. Un modelo de instalación de esta categoría es el Gaumont Palace, de París.

Ahora ya tenemos una idea de conjunto de todo el mecanismo de una instalación de esta clase. Asimismo hemos visto, en una forma muy elemental, cómo se imprimen y se proyectan las películas de cine sonoro: ahora nos interesa estudiar, separadamente, los distintos órganos que intervienen en una instalación de esta clase para poder así profundizar su funcionamiento.

Luego, nos interesa tratar en esta primera parte, los siguientes puntos:

- a) La célula fotoeléctrica.
- b) El amplificador de baja frecuencia.
- c) Los altavoces y los micrófonos.
- d) Procedimientos de inscripción de los sonidos en las películas.

CAPITULO III

La Célula Fotoeléctrica

PRELIMINARES

Las teorías más modernas han llegado a la conclusión de que la materia está compuesta de partículas infinitamente pequeñas, llamadas átomos; pero, así como desde hace más de 20 siglos ya se admitía esta teoría, los fenómenos de la radioactividad han demostrado que estas diminutas porciones de materia poseen, también, una cierta cantidad de energía. Esta energía se manifiesta bajo la forma de cargas eléctricas, verdaderas vorágines de energía que forman impactos como si fuesen materializadas, girando alrededor de un núcleo central (el átomo) en una forma muy similar a como los planetas giran alrededor del sol.

Lo maravilloso, lo verdaderamente admirable, es que estas cantidades de energía infinitamente pequeñas, llamadas electrones, están regidas por las mismas leyes que gobiernan a los astros inmensos que giran por el espacio infinito, alrededor de los soles estelares.

La teoría de los electrones ha sido una consecuencia necesaria, pues es la única forma de poder explicar una cierta clase de fenómenos que de otra manera no sería posible. El desplazamiento de la electricidad entre dos puntos sin que haya conexión metálica entre ellos, es una prueba evidente de que este fluido no es un algo que necesite un conductor para propagarse de un punto a otro, sino que esto puede hacerse sin contacto metálico alguno, lo cual hace suponer que se trata del desplazamiento de lo que podemos llamar una carga eléctrica que se propaga a lo largo de los conductores y asimismo a través del espacio. Para que esto sea posible, es preciso que haya un algo que deje en libertad a estas cargas y otro algo que sea capaz de absorberlas, estableciendo entre los dos puntos que estas cargas se desplazan, lo que vulgarmente se llama una corriente eléctrica.

En el caso de la válvula electrónica lo que ocasiona el desprendimiento de los electrones, es el aumento de temperatura a que se somete el filamento metálico, caldeo que se obtiene gracias a una batería auxiliar destinada a este solo efecto. Si cerca del filamento colocamos una placa mantenida a una tensión positiva, ésta absorberá los electrones desprendidos por el filamento y entre éste y la placa se establecerá un paso de electrones produciendo una serie de fenómenos a cuya causa se le llama *electricidad*.

Hay otro procedimiento para dejar electrones libres: es el llamado efecto fotoeléctrico.

Según he dicho anteriormente, alrededor del núcleo central de un átomo hay una verdadera pléyade de electrones en una forma de un todo similar a un sistema solar. Los electrones que giran alrededor del núcleo central tienen una velocidad determinada, es decir, poseen una cierta cantidad de energía; en el caso del filamento de una válvula electrónica se aumenta la velocidad de los electrones que contiene por la inducción de una cierta cantidad de energía bajo la forma de energía calorífica, pero también es posible aumentarla introduciendo al sistema esta cantidad de energía mediante un rayo luminoso. En efecto, supongamos un sistema así construido, según indica la figura 12 y que hacemos incidir un rayo de luz; como que éste en realidad no es sino una corriente electromagnética, esta energía se comunicará a los electrones en movimiento, acelerándola, las órbitas se agrandarán y si la cantidad de energía introducida es

muy considerable este aumento de la órbita llegará a alcanzar proporciones tales que el electrón romperá el equilibrio de la atracción que sobre él ejerce el núcleo central y escapará a su influencia; habremos obtenido un electrón libre.

Luego, ya vemos que mediante un rayo luminoso es posible obtener una cierta cantidad de electrones libres y cuya libera-

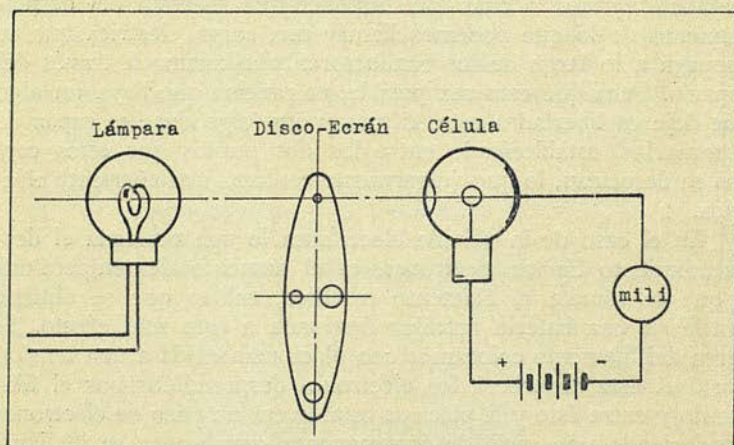


Fig. 27. — Disposición para estudiar el funcionamiento de la célula.

ción será directamente proporcional a la cantidad de energía luminosa introducida al sistema. Dicho en otros términos, el número de electrones liberados es directamente proporcional a la cantidad de luz incidente, Fig. 27.

Esto solo ya explica la base del funcionamiento de la célula fotoeléctrica.

Hay ciertos metales que responden mejor a las variaciones de intensidad luminosa unos que otros. Los llamados metales alcalinos son los más indicados para producir estos efectos, aunque en realidad puede decirse que todos los cuerpos desprenden electrones libres al ser iluminados.

La realización práctica de una célula fotoeléctrica se compondrá, por lo tanto, de un envoltorio cristalino, generalmente en forma esférica o cilíndrica, en cuyas paredes interiores se habrán depositado sustancias que fácilmente liberen electrones

al ser iluminados. Se dejará una pequeña abertura para que penetre el rayo luminoso y en el trayecto comprendido entre esta abertura y la superficie sensible se colocará un anillo metálico

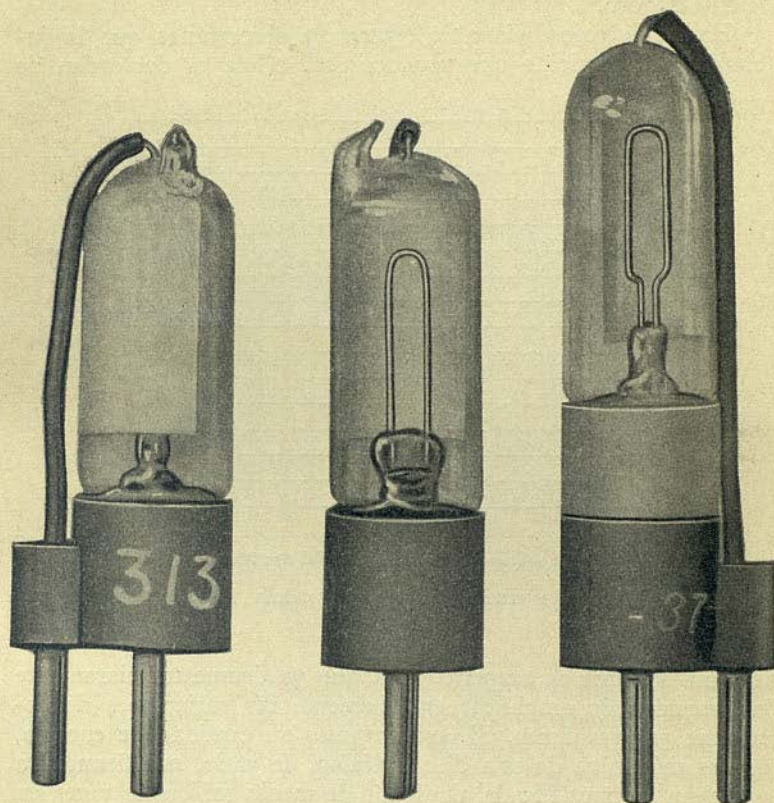


Fig. 28. — Tres tipos de células Philips

para absorber los electrones libres que desprenderá la superficie sensible adherida a las paredes.

Las células así fabricadas son en realidad tal como se presentan en las instalaciones de cine sonoro.

La figura 28 ilustra tres tipos de células fabricados por la Compañía Philips para servir en las instalaciones de Cine Sonoro. Según vemos su estructura es sumamente sencilla y de di-

mensiones muy reducidas, puesto que su diámetro es de unos 2 centímetros y su longitud de 5,5 cms.; pues bien, este órgano tan diminuto es, en realidad, el alma de un aparato proyector de cine sonoro.

Haciendo referencia a la figura 29 observamos que la intensidad de corriente que produce esta célula es del orden de

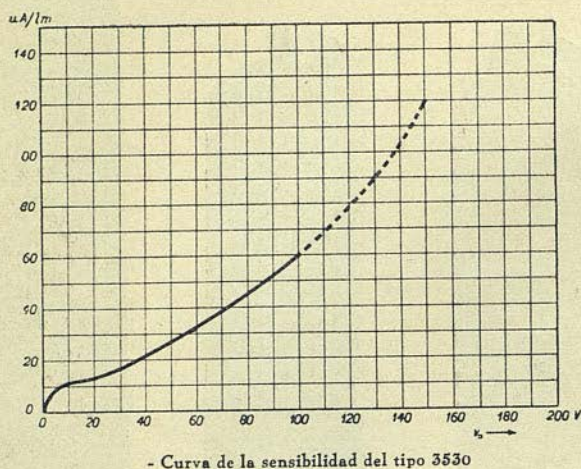


Fig 29. — Curva de sensibilidad de una célula fotoeléctrica con gas.

una millonésima de amperio, cosa que ya demuestra claramente la necesidad de amplificar enormemente las variaciones de corrientes que producen. Si consideramos su cantidad de energía, que es del orden de una diez milésima de vatio, nos demuestra que debe ser amplificada alrededor de medio millón de veces en los casos sencillos de instalaciones de cine sonoro.

Desde luego, esto sólo es posible mediante los amplificadores de válvulas electrónicas que se describirá en otro capítulo de esta obra.

Hay otros tipos de célula fotoeléctrica contruídos por las casas que representan los grandes sistemas de cine sonoro hoy día empleados. Por ejemplo, en la figura 30 indico la forma constructiva de la célula utilizada por la Movietone, donde se puede apreciar con toda claridad la capa interior de plata, depositada con el fin de servir de cámara oscura y la superficie

sensible de potasio; finalmente, en la parte central, se ve la colocación de un anillo que es el cátodo destinado a absorber los electrones desprendidos de la superficie de potasio.

La casa Pressler, que es la que suministra las células para los sistemas de cine sonoro construídos en Alemania, construye

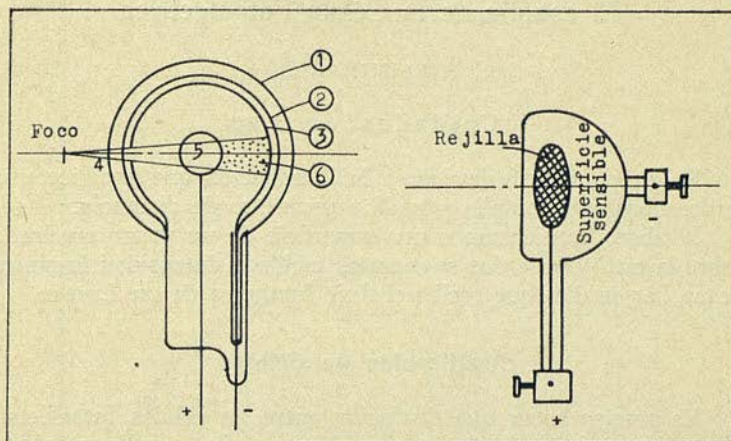


Fig. 30. — Célula empleada en América.

Fig. 31. — Tipo de célula utilizado en Alemania.

una célula que es algo distinta de la antes mencionada. La figura 31 ilustra este nuevo modelo de célula, cuya diferencia fundamental con las otras consiste en la forma que se ha dado al cátodo: consiste en una rejilla a través de cuyas mallas puede pasar el anillo luminoso variable y que a la vez absorbe los electrones desprendidos de la superficie sensible.

Siendo la célula fotoeléctrica el órgano más importante del cine sonoro, ampliaremos su estudio, ahora que ya tenemos una idea de conjunto de su funcionamiento.

CAPITULO IV

El estudio de la Célula Fotoeléctrica

PRELIMINARES

Unidades de Luz

Se da el nombre de *Lux* a la iluminación que produce una bujía sobre una pantalla situada a un metro de distancia.

Si ahora consideramos una superficie de un metro cuadrado sobre la cual y en todos sus puntos incide la intensidad lumínica de un *lux* se dice que recibe el flujo luminoso de un *Lumen*.

Clasificación de Células

Es preciso hacer una distinción entre las células fotoeléctricas en las cuales se ha hecho el vacío y aquellas que tienen cierta cantidad de gases, expresamente puestos en su interior. La diferencia característica entre estos dos tipos de células puede verse comparando la figura 34 (célula en la cual se ha hecho el vacío) y la figura 35 (célula llena de gases). Estas características muestran la corriente fotoeléctrica en relación del voltaje para una iluminación constante de 100 mili-lumens.

Células con vacío:

Desde luego, la corriente de saturación ocurre en las células en las cuales se ha hecho el vacío: si gradualmente aumentamos la tensión anódica, *V a.* (con una iluminación constante) empezando desde 0 voltios, la corriente primeramente aumentará gradualmente. No obstante, cuando el voltaje exceda de un cierto valor, llamado voltaje de saturación, representado en la figura 34 alrededor de los 70 voltios, la corriente de ánodo prácticamente cesará de aumentar, puesto que todos los electrones liberados del cátodo por la iluminación serán atraídos por el ánodo.

Por lo tanto, ya vemos que con este tipo de célula hay una

gran independencia del voltaje, puesto que si operamos con una tensión más elevada que el voltaje de saturación, las variaciones en el voltaje no tendrán, prácticamente, ninguna influencia sobre la corriente fotoeléctrica.

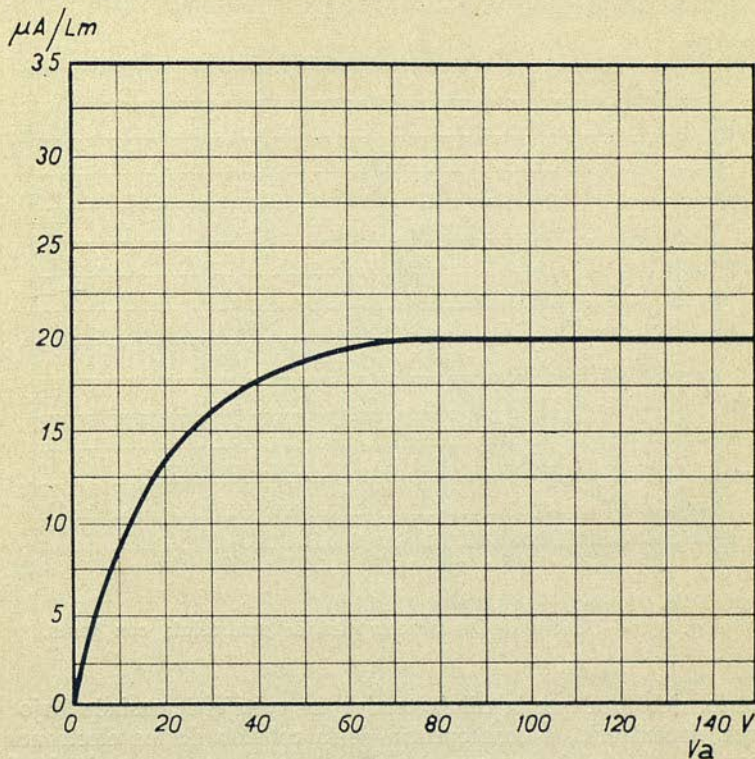


Fig. 34. — Característica de una célula al vacío.

La figura 34 muestra que la sensibilidad en la región de la saturación posee un valor muy elevado para una célula fotoeléctrica al vacío, puesto que es del orden de 20 microamperios por lumen.

Célula fotoeléctrica con gases:

El fenómeno de saturación no ocurre con las células fotoeléctricas llenas de gases (figura 35). Si aumentamos gradualmente

el voltaje de la célula, con la iluminación constante, empezando desde 0 voltios, la corriente primero aumentará gradualmente, aunque no se ionizará el gas debido a que los electrones liberados por el cátodo no poseerán la velocidad necesaria para ha-

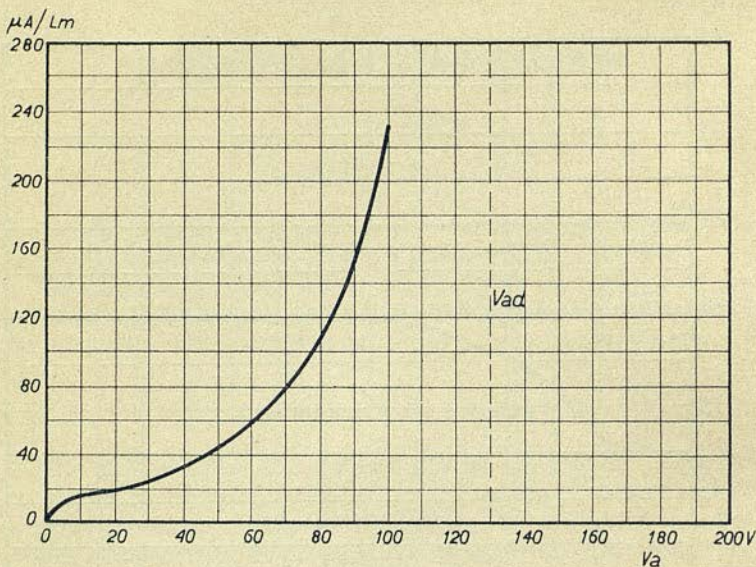


Fig. 35. — Curva de la característica de una célula con gases.

cerlo, debido a que la célula tendrá un voltaje demasiado bajo; por el contrario, a consecuencia de la colisión de los electrones con los átomos de gas que encontrarán en su trayecto, desde el cátodo al ánodo, una cierta porción de estos electrones no alcanzarán nunca el ánodo.

Cuando se aumenta el voltaje, los electrones alcanzarán la velocidad de ionización, y por lo tanto, debido a las colisiones, los electrones primarios con las átomos de gas, iones y electrones se formará, contribuyendo a formar la corriente fotoeléctrica de manera tal que ésta alcance valores muchísimo más elevados.

El llamado factor de amplificación del gas de una célula fotoeléctrica, indica la relación entre la corriente para un cierto

valor de voltaje de la célula y la corriente para el voltaje al cual no habría habido ionización.

Si continuamos aumentando el voltaje, a un cierto momento habrá un gran aumento de corriente combinada con una descarga luminicente. Entonces la célula se ha transformado en una lám-

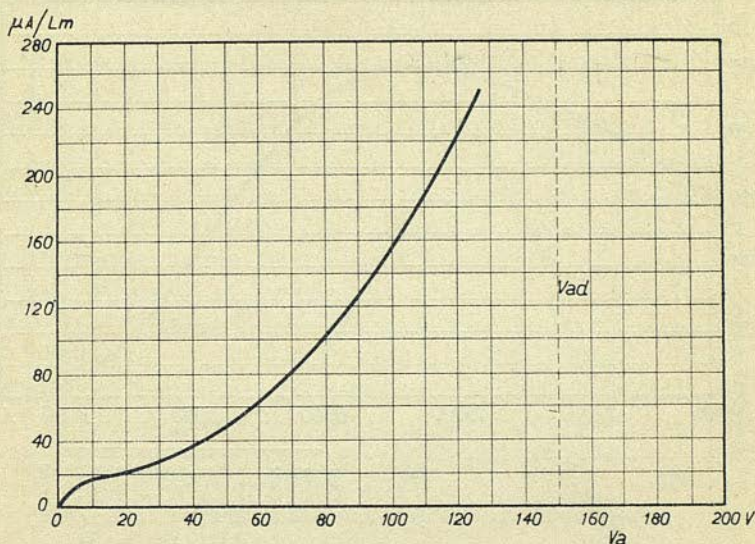


Fig. 36. — Característica de una célula al voltaje de ruptura de 150 voltios.

para incandescente; la luz continuará incluso cuando no esté ya iluminada la célula por la luz incidente.

El voltaje al cual esta descarga luminicente se produce con una célula no iluminada, se llama voltaje de ruptura. El valor de este voltaje depende de la iluminación, puesto que esta descarga luminicente representa una disminución muy grande de la vida de la célula fotoeléctrica: el voltaje debe de mantenerse en todas las circunstancias mucho más bajo que la tensión de ruptura.

Puesto que la sensibilidad de una célula llena de gases aumenta con el valor del voltaje al cual funciona, es recomendable, a fin de obtener la máxima eficiencia posible, hacer que el voltaje de operación sea lo más próximo posible del voltaje de ruptura.

rios por lumen; el factor de amplificación del gas es en este caso de 7,5 y 11, respectivamente.

Sin embargo, es de desear que el voltaje de operación pueda ajustarse con la ayuda de un potenciómetro, de forma que pueda encontrarse por la experiencia el voltaje más favorable para un caso determinado.

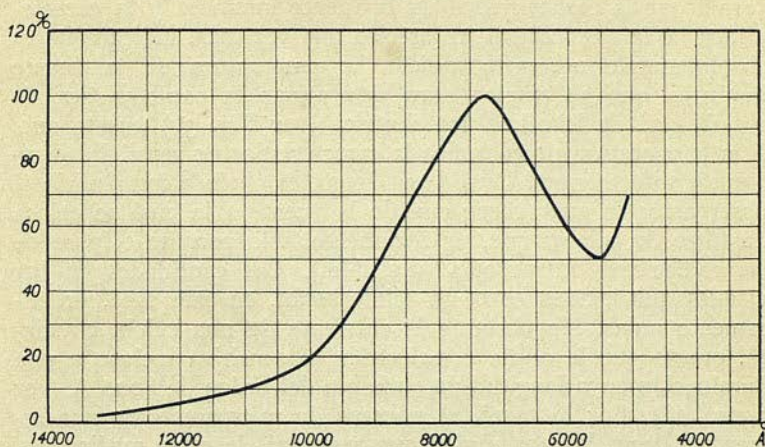


Fig. 38. — Sensibilidad espectral de una célula Philips.

La figura 36 muestra la característica de una célula fotoeléctrica con un voltaje de ruptura cuyo valor es de, al menos, 130 voltios para una célula no iluminada.

Sensibilidad espectral de las Células:

Ya hemos indicado que el valor de la corriente de una célula está asimismo determinado por la distribución de la energía espectral en la fuente luminosa y por esta razón nuestros datos para determinar las características de una célula deben de estar basados sobre una fuente lumínica cuya temperatura de filamento sea idéntica, unos 2600° Kelvin. La figura 37 representa la distribución espectral relativa a una lámpara excitadora que reúne estas condiciones. (Lámpara Ph. n.º 3871). La longitud de onda de la luz está expresada en unidades Angstrom, la cual vale una cien millonésima de centímetro ($1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ cms.}$),

aunque, para claridad, los nombres de los colores correspondientes están indicados en la misma figura.

A fin de comparar la sensibilidad espectral, la figura 38 muestra estos datos para la célula fotoeléctrica Philips para cine sonoro. Es preciso llamar la atención sobre el hecho de que la célula es muy sensitiva en la banda del rojo y el infrarrojo, de forma que la característica de la fuente luminosa y la característica de la sensibilidad, es preciso una vez más, indicar que es absolutamente necesario indicar la temperatura de la fuente luminosa que se emplea para determinar la característica de sensibilidad de la célula fotoeléctrica (ver Fig. 37) puesto que, si la temperatura no se indica la característica de sensibilidad no tendría valor alguno. Esto desde luego, es obvio o innecesario si observamos lo que sucede cuando la fuente a la cual se coloca un filtro de colores que, prácticamente, sólo permite el paso de las radiaciones infrarrojas (invisibles). Las cantidades de luz visibles que inciden sobre la célula serán, en este caso, prácticamente nulas. No obstante la corriente de una célula circulará, puesto que la célula fotoeléctrica es sensitiva incluso a una iluminación cuya longitud de onda sea del orden de 8000 Å (ver figura 38). Por lo tanto, el número de microamperios por lumen, es decir, la sensibilidad que resultará de estas mediciones, será muy grande. Esta gran sensibilidad *aparente* es debida al hecho de que las radiaciones visibles no permiten en la célula sino solamente los rayos invisibles. Ahora obtendremos menos luz visible, puesto que la temperatura de la fuente luminosa es más baja.

En consecuencia, cuando empleamos una lámpara normal Hefner como una fuente luminosa, mediremos una sensibilidad aparente que es varias veces más grande que la sensibilidad medida cuando se emplea una lámpara de filamento de tungsteno que funciona a una lámpara de 2600° K. La primera sensibilidad (es decir 400 microamperios uA/lumen) entonces es prácticamente sin utilidad para la práctica del cine sonoro, mientras que la segunda (es decir, 150 microamperios por lumen) constituye un valor que puede aplicarse prácticamente.

Por lo tanto, es preciso comprender bien como algunos fabricantes pueden aplicar grandes sensibilidades para sus células fotoeléctricas; esta información, no obstante está basada sobre medidas que no están adaptadas para la práctica del cine

sonoro y, en consecuencia, no dan idea de lo que puede suceder con una célula semejante en un aparato comercial.

Relación con la sensibilidad y la frecuencia de modulación

Se deduce de que la sensibilidad de una célula en la cual se ha hecho el vacío es independiente de la frecuencia de modulación, mientras que las células que contienen gases en su interior no son del todo independientes de la frecuencia, puesto que para las frecuencias altas se observa que la sensibilidad es algo menor.

Estabilidad. — A fin de obtener una sensibilidad tan constante como sea posible ciertos fabricantes de células, como por ejemplo las Philips se las envejece artificialmente antes de destinarlas al trabajo, pues de lo contrario la sensibilidad declina rápidamente al comenzar su operación.

Por lo tanto, si una célula se emplea regularmente, su sensibilidad permanecerá prácticamente constante.

Si la célula no ha sido empleada durante algunas semanas su característica puede cambiar algo, aunque esta variación desaparecerá al cabo de poco tiempo de haberse puesto en uso.

Tolerancia mínima. — Las características insertadas para la sensibilidad dan un valor medio. Por lo tanto hay algunas variaciones superiores o inferiores, que es lo que llamamos la tolerancia, esto es, hay células fotoeléctricas con una sensibilidad más grande que la indicada en las características y otras en cambio que su sensibilidad es algo menor.

En la práctica, no obstante, la tolerancia es tan pequeña que con un aparato proyector bien construido, puede esperarse los mejores resultados si se emplean estas células fotoeléctricas.

La célula fotoeléctrica en los equipos de cine sonoro. — Se interpone una resistencia en el circuito de ánodo de la célula (R_1 de la figura 39). Si la célula se ilumina alternativamente con mayor o menor intensidad, se producirá una corriente pulsatoria; la parte alterna producirá un voltaje de corriente alterna a los terminales de la mencionada resistencia. Generalmente este voltaje es conducido al circuito de rejilla de la primera válvula amplificadora a través de un condensador de acople (C_2) y una resistencia de acople (R_2). El condensador C_2 ha sido proyectado para prevenir a la célula fotoeléctrica de la tensión procedente de la rejilla de la válvula amplificadora; la resistencia R_2 permite la aplicación de una tensión de rejilla adecuada.

Ahora vamos a considerar el valor del voltaje de la corriente alterna cuando la célula fotoeléctrica esté expuesta a una variación de iluminación tal como ocurre en las películas sonoras.

Si la película no tiene modulación alguna, nos encontramos

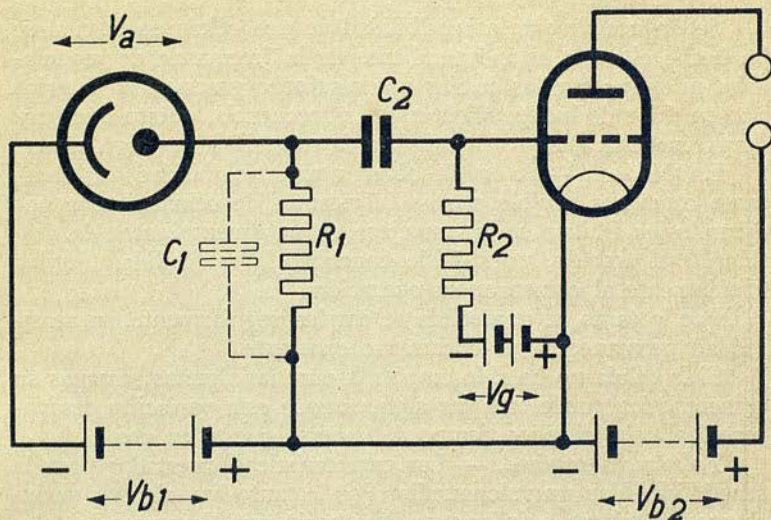


Fig. 39. — Forma de conectar la célula fotoeléctrica al primer paso de amplificación, llamado *previo* (amplificación previa antes de atacar el gran amplificador).

con un flujo luminoso de unos 10 mili-lumens; para la modulación máxima la iluminación de la célula varía entre 0 y unos 20 mili-lumens. Por lo tanto, el valor efectivo de la iluminación alterna es aproximadamente de:

$$\frac{10 \text{ mili-lumens}}{1,4} = \text{mili-lumens.}$$

Cuando se emplea una célula en la cual se ha hecho el vacío con un voltaje superior al valor de la saturación, como por la figura 18 para un film, no modulado, una corriente de $10/1000 \times 20$ microamperios = 0,2 microamperios circulará.

En la resistencia R_1 tendremos una caída de tensión de $0,2 \times 10^{-6} \times R_1$ voltios.

Ahora, para células de vacío, R_1 generalmente está com-

prendida entre 0,5 y 5 megaohmios, de forma que la caída de voltaje está comprendida entre 0,1 y 1 voltio. Es decir que en este caso la tensión de voltaje V_a de la célula es prácticamente igual al voltaje V_n de la batería.

Si se emplea una célula de vacío no es necesario ocuparse de la caída de tensión en la resistencia y una sensibilidad de 20 microamperios puede ser adoptada con seguridad.

Cuando se emplea una célula con gases, es decir, que responde a la característica de la figura 35 con un voltaje operativo de 100 voltios la sensibilidad en este caso será de 150 microamperios por lumen. Para un film no modulado circulará una corriente del orden de $10/1000 \times 150$ microamperios = 1,5 microamperios.

El valor de R_1 varía, para las células llenas de gas entre 0,1 y 1 megahmio de forma que la caída de voltaje es de 0,15 a 1,5 voltios. En consecuencia para las células con gases, la caída del voltaje en la resistencia de acoplo puede ser desplazada y en consecuencia todos los datos pueden obtenerse directamente de la característica estática y la figura 35.

Esta característica muestra que cuando se emplea una célula llena de gases de una tensión de 100 voltios y a una modulación máxima, se produce una corriente alterna en el circuito de anodo de $7/1000 \times 150$ microamperios = 1 microamperio, mientras que el voltaje de la corriente alterna para un valor de $R_1 = a$ 0,1 megaohmios es de $1 \times 10^{-6} \times 10^5 = 0,1$ voltio.

Cuando $R_1 = 1$ megaohmio, este voltaje es de un voltio.

Por lo anteriormente explicado vemos que un voltaje alterno obtenido con una cierta variación de luz es, dentro de ciertos límites, proporcional a R_1 y por lo tanto puede deducirse que el uso de una célula fotoeléctrica más sensitiva no ofrece ventaja alguna, puesto que el voltaje alterno puede siempre elevarse al nivel deseado aumentando la resistencia de acoplo.

No obstante, vamos a ver inmediatamente la falta de este razonamiento, si consideramos que una capacidad estará siempre conectada a través del condensador de acoplo (C_1 , indicado en líneas de puntos en la figura 39).

Esta capacidad parásita está formada especialmente por los cables de conexión entre la célula y la primera válvula amplificadora, limitando el valor de la resistencia de acoplo, tal como indicaremos luego; por lo que se refiere a la calidad de la reproducción del sonido, cuando se emplea una célula poco sensitiva

puede emplearse una resistencia de acoplo de valor más elevado, a fin de obtener un voltaje alterno suficiente. Esta resistencia de acoplo generalmente está comprendida, al menos, entre 0,5 y 1 megaohmio.

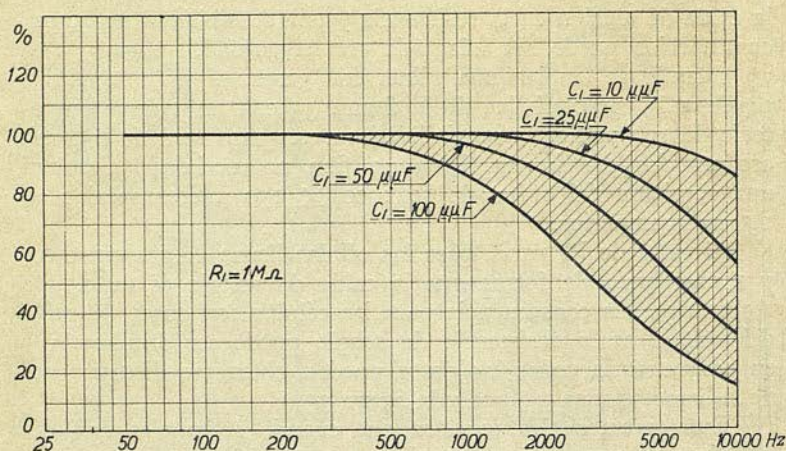


Fig. 40. — Valores de voltajes obtenidos en función de la frecuencia.

Vamos ahora a examinar la influencia de la capacidad parásita sobre la calidad de la reproducción del sonido.

Si por un momento despreciamos la influencia de C_2 y R_2 , la cual, desde luego, es muy pequeña para una selección bien hecha, en el circuito de anodo tendremos conectadas, en paralelo, la resistencia R_1 y la capacidad C_1 , la impedancia de cuyo conjunto será de:

$$Z = \frac{R_1}{\sqrt{(2\pi n)^2 C_1^2 R_1^2 + 1}} \quad (1)$$

El voltaje a los terminales de esta impedancia Z es bien evidente que depende de la frecuencia n .

Mediante la fórmula 1 hemos calculado los valores de estos voltajes como una función de la frecuencia para distintos valores de C_1 ; para $R_1 = 1$ megaohmio; estos valores están in-

dicados en la figura 40, según este gráfico vemos que es absolutamente necesario reducir la capacidad a un mínimo cuando se emplea una resistencia de acoplo tan grande. A fin de cumplir estos requisitos ha sido necesario salvar muchas dificultades ha-

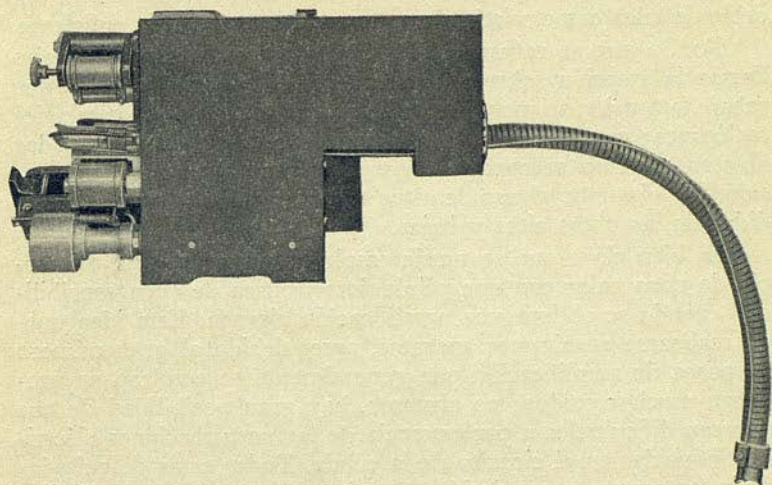


Fig. 41. — Cable de unión entre la célula y el primer paso (previo) del amplificador. Véase la Fig. 24 que complementa esta vista del equipo sonoro.
rriente e

biendo sido, a veces, necesario sacrificar algunos grados de calidad y, en ciertas circunstancias, aceptar ruidos perturbadores.

Un procedimiento para reducir la capacidad mencionada es montar la primera válvula amplificadora junto con la célula, empleando un cable de conexión especial cuya capacidad sea muy baja, o bien, empleando transformadores como elementos de acoplo entre la célula fotoeléctrica y la primera válvula amplificadora, Fig. 41.

Cuando la primera válvula amplificadora está montada junto con el grupo célula lámpara, se corre el riesgo de que las vibraciones mecánicas puedan transmitirse a la válvula amplificadora, siendo esto motivo de ruidos que puedan percibirse en la reproducción de los sonidos. A fin de suprimir este fenómeno tanto como sea posible, la válvula amplificadora debe montarse sobre soportes microfónicos.

La construcción especial del cable de pequeña capacidad de la célula fotoeléctrica, en el cual se emplea el aire tanto como es posible como materia aislante entre dos conductores (constante dieléctrica = 1) a veces también produce efectos microfónicos, aunque generalmente es bastante difícil de construir un cable de tales características que tenga una resistencia suficiente.

Por lo que se refiere al uso de transformadores, es preciso llamar la atención sobre el hecho de que un transformador que rebaje la tensión se monta inmediatamente detrás de la célula fotoeléctrica; cuando el cable está conectado a ese transformador al otro extremo se conecta un transformador elevador de tensión. No obstante, el uso de estos transformadores ocasiona pérdidas de las notas altas y bajas.

Es bien claro que se puede emplear una resistencia de acople de poco valor con una célula fotoeléctrica de poca sensibilidad cuando se obtiene una amplificación elevada. Esta idea puede realizarse en algunos aparatos, pero, debido al gran número de pasos de amplificación que generalmente se emplean se producen muchos ruidos; no obstante, hay gran posibilidad de que ocurran dificultades a consecuencia de las perturbaciones eléctricas inducidas en el circuito de la célula. Todas estas dificultades están enteramente suprimidas cuando se usa una célula Philips de alta sensibilidad. Con esta célula es posible obtener voltajes alternos muy elevados con una resistencia de acoplamiento de 0,1 megaohmios y, en consecuencia, poder emplear una amplificación normal.

En consecuencia, tal como muestra la fórmula 1, ésta permite emplear grandes capacidades cuando la resistencia de acople es demasiada, tal como el producto $(2n)^2 \cdot C_1^2 \cdot R_1^2$ da el mismo valor cuando C_1 se aumenta y R_1 disminuye en la misma proporción.

La característica de la figura 40, la cual es aceptable por el valor de $R_1 = 1$ megaohmio y $C_1 = 10 \mu\text{F}$, indica asimismo la característica de frecuencias para $R_1 = 1$ megaohmio y $C_1 = 100 \mu\text{F}$.

Si se toma en consideración que en la práctica una capacidad de $100 \mu\text{F}$ frecuentemente es sobrepasada, será innecesario decir que una característica de frecuencias puede muy fácilmente ser obtenida.

En la figura 40 la ventaja obtenida reduciendo la resisten-

cia de acoplo de 1 a 0,1 megaohmio, cuando $C_1 = 100 \mu\text{F}$, está marcada con líneas de sombra, por motivos de claridad. Desde luego, esta ventaja afectará favorablemente la inteligibilidad de la palabra y una reproducción más característica de la música.

No obstante, debido a la gran sensibilidad de la célula obtendremos frecuentemente, cuando el acoplo a resistencias sea de 0,1 megaohmio, voltajes alternos más elevados y cuando empleamos la célula menos sensitiva, con acoplo de resistencia más grande.

Frecuentemente el control de volumen puede disminuirse a fin de obtener la misma cantidad de sonido. Es evidente que de esta forma notaremos menos las perturbaciones, si hubiese alguna, inducidas en el amplificador antes del control de volumen (perturbaciones causadas por un campo exterior, zumbido, ruidos de las válvulas) serán suprimidas más eficazmente.

Finalmente, vamos a examinar brevemente la influencia del condensador de acoplo C_2 y la resistencia de acoplo C_2 .

La impedancia total de C_2 y R_2 , conectadas en serie, es generalmente grande con respecto de R_1 , de forma que la impedancia en el circuito de la célula actualmente está determinado, en la práctica, por las conexiones en paralelo C_1 y R_1 tal como se ha indicado en la fórmula 17.

Las conexiones en serie C_2 y R_2 actúan como un potenciómetro; sólo una parte del voltaje suplido por la célula viene a la rejilla de la primera válvula amplificadora y esta parte será tan pequeña como la influencia de C_2 sea más grande, es decir, para las bajas frecuencias la presencia de C_2 ocasionará una caída de voltaje.

Es evidente que el voltaje que se aplicará a R_2 es proporcional a:

$$V \sqrt{\frac{R_2}{R_2^2 + \frac{1}{(2\pi n)^2 C_2^2}}} \quad (2)$$

Con la ayuda de esta fórmula podemos calcular que con una resistencia de 50 ciclos por segundo una resistencia de $R_2 = 2$ megaohmios y $C_2 = 3500 \mu\text{F}$, (requisitos que pueden fácilmente ponerse en la práctica) todavía el 90 por 100 de la corriente llegará a R_2 .

Desde luego, C_2 puede aumentarse de forma que obtendremos todavía un aumento de las notas graves. Si R_2 es más pequeña de 2 megaohmios, C_2 puede aumentarse a fin de obtener una buena reproducción de las notas bajas que, no obstante, no ocasiona inconveniente alguno si se emplea un condensador que posea una resistencia de aislamiento muy grande.

Diferentes tipos de célula fotoeléctrica y su aplicación. — Las células fotoeléctricas que se suplen en los equipos de cine sonoro son de diferentes características a fin de llenar las distintas exigencias de los varios equipos hoy día existentes de cine sonoro.

Generalmente se obtienen los mejores resultados cuando se reemplaza la célula ya existente en un equipo por una del tipo Philips, debido a la gran sensibilidad de esta última; siempre que la resistencia de acoplo en el equipo existente no se altere, el voltaje alterno obtenido será mucho mayor.

De lo contrario es evidente que la célula supersensitiva puede aplicarse de dos formas distintas:

1. Reduciendo la resistencia de acoplo; la influencia de la capacidad parásita es reducida entonces, lo cual aumenta enormemente la característica de frecuencias del equipo.

2. Si el acoplo a resistencia no se reduce obtendremos un voltaje alterno más grande que permitirá la operación con el punto del control de volumen más bajo, a consecuencia de lo cual se reducirán enormemente las perturbaciones generales en los circuitos que anteceden al control de volumen.

Finalmente, estas dos ventajas pueden combinarse reduciendo la resistencia de acoplo a un grado tal, que sólo se obtenga un pequeño aumento de voltaje de la corriente alterna.

Si cambia un equipo ya existente, deseo indicarle que cuando reemplace una célula al vacío por una célula más sensitiva, sólo se deben de considerar las observaciones que antes he hecho, respecto del valor de la resistencia de acoplo.

Cuando reemplace una célula al vacío por una célula llena de gases, el voltaje de la célula debe, asimismo, alterarse, lo cual puede hacerse con la ayuda de dos resistencias fijas de gran valor, conectadas en serie; éstas se conectan entonces a través de la fuente de voltaje. Como se ha indicado antes, es recomendable ajustar el punto de operación del voltaje por medio de un potenciómetro variable.

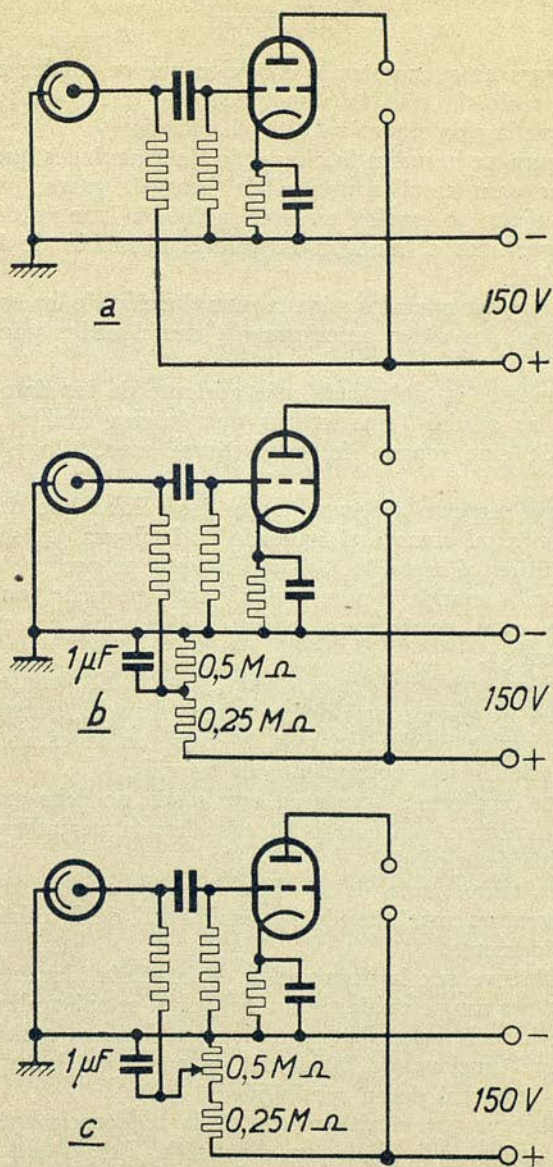


Fig 42. — Diferentes formas de conectar las células fotoeléctricas.
a. — Alimentación simultánea de la célula y el primer paso de ampli-
 ficación.
b. — Conexiones cuando la célula está llena de gases.
c. — Disposición para ajustar los voltajes.

La figura 42 a, muestra la conexión que se emplea para una célula al vacío, la cual es alimentada por la misma fuente de energía que la primera válvula amplificadora.

La figura 42 b, indica la alteración de conexiones que es preciso hacer para ampliar una célula llena de gases, para cuyo funcionamiento se emplea un voltaje fijo de 100 voltios.

La figura 42 c, muestra el voltaje ajustable de la célula fotoeléctrica.

Para ampliar aparatos para la reproducción de los sonidos de las películas, los datos anteriormente mencionados pueden emplearse.

Finalmente, la tabla dada más adelante da los datos principales de las células fotoeléctricas que fabrica Philips para los equipos de cine sonoro de las distintas marcas hoy día empleadas.

En este respecto observamos que las células que tienen una característica tal como está indicado en la figura 34, son los tipos más útiles al mercado. Si, no obstante, se prefiere una sensibilidad más grande con un voltaje más pequeño, pueden satisfacerse estas condiciones, según indican las características de la figura 35.

Consejos para uso de las células. — 1. El voltaje de una célula llena de gases nunca debe ser muy elevado, puesto que en este caso puede producirse una descarga en la célula, lo cual puede ocasionar un acortamiento de su vida.

2. La corriente a través de esta célula no debe exceder de 5 microamperios; una corriente más elevada perjudicaría también la vida de la célula.

3. La temperatura de la célula no debe exceder de 50° c.; con temperatura más elevada la sensibilidad de la célula disminuye rápidamente.

4. Observe que la iluminación de la célula, durante la operación, no sea muy elevada; la luz del sol, si se aplica directamente, puede hacerla inservible para siempre. Incluso cuando la célula no está funcionando, la luz del sol puede ocasionar una disminución temporal de su sensibilidad.

5. Observe que el aislamiento de la resistencia entre el cátodo y el ánodo de la célula, sea mantenido. Por lo tanto, es preciso conservar muy limpia la célula y el cable de conexiones, evitando todo contacto con el aceite.

CAPITULO V

La Amplificación

Las corrientes eléctricas que intervienen en el cine sonoro, tanto en los equipos de impresión como en los de proyección, son sumamente débiles. Recordemos que la célula fotoeléctrica produce corrientes de una millonésima de amperio y el micrófono genera intensidades de aproximadamente el mismo orden.

Luego ya vemos que nos encontramos en presencia de aparatos sumamente delicados, que reproducen muy fielmente las variaciones de intensidad eléctrica producidas por la transformación de la voz humana, pero en cambio no se puede utilizar directamente la energía producida por estos aparatos debido a ser sumamente pequeña.

Afortunadamente existe un órgano amplificador que sin inercia alguna responde a todas las frecuencias de la gama musical. Este amplificador es la *válvula electrónica*, aparato hoy sumamente perfeccionado debido a su extensa aplicación en la radiotelefonía.

Las válvulas electrónicas utilizadas en la amplificación de energía de las instalaciones de cine sonoro son, o bien de las llamadas de 3 electrodos o también de las de 5 electrodos para poder deliberar grandes cantidades de energía eléctrica modulada sin ninguna distorsión apreciable.

Interesándonos saber interpretar debidamente el funcionamiento de la válvula electrónica para poder así sacar su máximo provecho, creo oportuno dar algunos detalles acerca de ella, aunque el lector que desee más extensos conocimientos sobre este punto puede consultar mis diversas obras de radio, especialmente el *Manual del Radio Experimentador y Radio Recepción Moderna*.

La válvula de tres electrodos, llamada también *triodo*, se compone de un filamento, una rejilla y una placa. El filamento tiene por objeto, al elevarse su temperatura mediante una batería especial, emitir electrones libres que ya sabemos son de po-

laridad negativa. Estas cargas o corpúsculos electrizados negativamente, son absorbidos por un potencial de signo contrario, es decir, positivo. Para realizar esta idea, se dispone cerca del filamento una superficie metálica, conectada al polo positivo de una batería, de voltaje adecuado. Se comprueba que basta con conectar las dos baterías mencionadas para que se establezca un circuito cerrado a través del espacio interrumpido entre el filamento y la placa, espacio que en ciertos casos puede llegar a ser del orden de un centímetro; esto sólo se comprende y tiene una explicación razonable, apoyándonos en la teoría electrónica, según la cual, la electricidad no es sino el resultado del desplazamiento entre dos puntos determinados de estos corpúsculos negativamente electrizados, llamados *electrones*. Para cerciorarnos de que el circuito se ha cerrado, es decir, que pasa corriente, basta con intercalar un mili-amperímetro en serie y observaremos que tan pronto el filamento se ha encendido mediante la batería A el mili-amperímetro acusa una deflexión de su aguja.

Ahora bien, precisamente el Dr. de Forest, inventor del cine sonoro, fué también a quien se le ocurrió el interponer entre el filamento y la placa un tercer electrodo, llamado *rejilla*, cuya misión es dejar pasar los electrones que fluyen del filamento y van a chocar contra la placa, aunque controlando su flujo, gracias a cargar esta rejilla con un potencial positivo o negativo. Es fácil de comprender que un electrón, al desprenderse del filamento y ser proyectado contra la placa por la fuerza atractiva que ésta ejerce sobre el electrón, deberá recorrer un trayecto que ya hemos indicado ser del orden de 10 milímetros en muchos casos; luego si ese espacio intermedio, mediante la rejilla, lo cargamos positivamente, la velocidad del electrón será acelerada, puesto que en este caso habrá dos atracciones, la de la placa y la de la rejilla. En cambio, si hacemos ahora la rejilla negativa puesto que ésta está interpuesta entre el filamento y la placa, contrarrestará la acción positiva de esta última y entonces puede suceder que el electrón se vea solicitado por dos fuerzas, una atractiva y otra repulsiva y según sea la más potente de las dos puede que el electrón vaya a la placa, o bien, que sea nuevamente proyectado entre el filamento, una vez desprendido de él; dicho en otras palabras, el electrón no llegará a la placa y por lo tanto, no habrá paso de corriente en el circuito filamento-placa.

Tal es, definido en pocas palabras, el principio del funcionamiento de la válvula de 3 electrodos, según la teoría electrónica.

En estos últimos años las válvulas se han perfeccionado mucho, pues así como antes se necesitaba una batería de acumuladores para la tensión de placa, hoy día se han conseguido eliminar todos estos inconvenientes, gracias a las válvulas llamadas de *caldeo directo* y de *caldeo indirecto*. Como que estas válvulas son muy empleadas hoy día, voy a describir el principio de su funcionamiento.

Si una corriente eléctrica atraviesa un hilo metálico sumamente delgado, éste se calienta y su temperatura puede llegar a varios centenares de grados, e incluso, al punto de fusión. Precisamente, si se efectúa dentro de un espacio en el cual se haya extraído el aire, entonces obtendremos las llamadas lámparas eléctricas de iluminación. Aproximadamente en este mismo principio se fundaban las válvulas electrónicas antiguas, es decir, su filamento estaba hecho con un hilo metálico sumamente delgado, ofreciendo la ventaja de calentarse muy rápidamente, pero, ofreciendo también el inconveniente de enfriarse tan pronto la corriente había cesado de pasar por el circuito.

Supongamos ahora que mediante un transformador rebajado de tensión (unos 6 voltios, por ejemplo) calentamos el filamento de semejante válvula con una corriente alterna. Las variaciones de temperatura seguirán el ritmo de las variaciones de las alternancias de la corriente, es decir, su filamento se encenderá y apagará dos veces a cada ciclo de la corriente alterna, esto es, exactamente lo mismo que sucede con las lámparas de incandescencia, aunque su frecuencia relativamente elevada (120 semi-períodos por segundo) no permite seguirse con la vista debido a que ésta ofrece una inercia considerable. Ya dijimos al principio de esta obra, que precisamente esta inercia de nuestro órgano de la visión que necesita un dieciseisavo de segundo para notar las variaciones, es lo que permite la solución práctica del cine.

Ahora bien, así como la vista no permite observar estas variaciones de la fluctuación de la intensidad lumínica de las lámparas de incandescencia, en cambio, si nosotros alimentamos una válvula de tres electrodos con la corriente alterna del sector, observaremos inmediatamente que la frecuencia de la corriente de la red se reproduce en el altavoz. Esto es debido a que en los momentos que la corriente es nula la temperatura del filamento es muy baja y prácticamente no emite electrones, en cuyos instan-

tes, desde luego, no hay pase de corriente entre el filamento y la placa.

Desde hace varios años las grandes compañías interesadas en que la radio se desarrolle con el máximo posible de intensidad, reconocieron que era absolutamente imprescindible perfeccionar la válvula electrónica, de forma que eliminase de una vez la incomodidad del empleo de los acumuladores para calentar los filamentos de las válvulas.

El principio teórico no puede ser más sencillo; se trata, simplemente, de emplear, como filamento, no un hilo sumamente delgado que se caliente y se enfríe rápidamente, sino un filamento compuesto de varios metales que tengan la propiedad de poseer una gran inercia térmica. Esto quiere decir que para calentar estos filamentos se necesitarán, por ejemplo, de 10 a 15 segundos, pero en cambio, una vez ha cesado la corriente, continúan a una temperatura casi constante durante unos 5 segundos.

Prácticamente no ha habido ninguna dificultad grave para materializar esta idea, excepto en la selección de los componentes de estos filamentos, labor que desde luego ha sido sumamente delicada y en la cual han intervenido verdaderos ejércitos de químicos, físicos y hábiles experimentadores. Este trabajo ha sido realizado en los grandes laboratorios de los Estados Unidos, allí por los años 1925-27 dando por resultado que hace unos 7 años aparecieron las llamadas válvulas *alternativas*, queriendo significar con ello que su filamento funcionaba con una corriente alterna.

Esta válvula, que se muestra esquemáticamente en la figura 43 causó una verdadera revolución en los aparatos receptores de radiotelefonía de aquel tiempo; bien pronto se comprobó que la componente alternativa de la corriente del sector no era absolutamente eliminada. En consecuencia, fué necesario resolver este delicado problema y entonces se recurrió a las llamadas válvulas de *caldeo indirecto* que, realmente, son una verdadera obra maestra de ingenio y cálculo.

La figura 44 ilustra este nuevo tipo de válvula, en la cual observamos que hay el filamento propiamente dicho conectado al secundario de un transformador rebajador de tensión y, envolviendo el filamento, aunque sin tocarlo, vemos que hay un pequeño cilindro de diminutas dimensiones, el cual recibe por *radiación* el aumento de temperatura necesario a dicho filamento. En consecuencia, este pequeño cilindro, verdadera estufa eléctrica

en miniatura, elevará su temperatura, a consecuencia de lo cual empezará a emitir electrones libres, sin que haya sido recorrido por ninguna corriente, ni estar en contacto con ningún cuerpo por ella atravesado. El resto de la válvula es igual que el de las

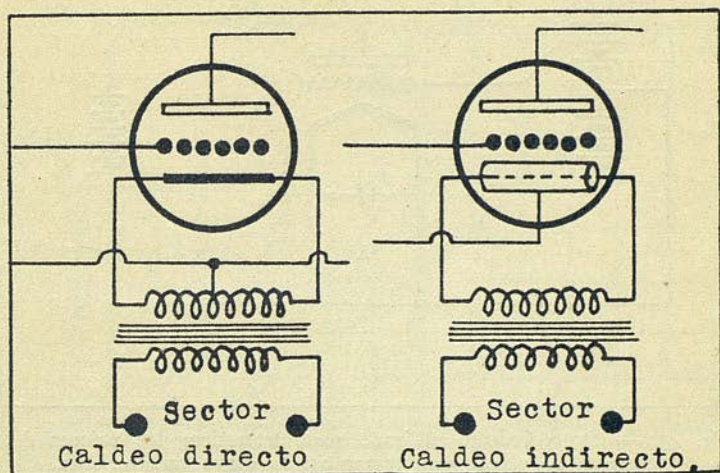


Fig. 43. — Representación esquemática de una válvula de caldeo directo. Obsérvese el transformador para obtener la tensión necesaria.

Fig. 44. — Esquema de una válvula de caldeo indirecto. El pequeño cilindro, radiador de electrones, se ve claramente envolviendo al filamento o elemento de caldeo.

antiguas, es decir, se encuentran la placa y la rejilla; todo el conjunto está encerrado en un envoltorio cristalino, generalmente en forma esférica o cilíndrica, en cuyo interior se ha hecho el vacío mediante la vaporización de una pequeña cantidad de magnesio que, al proyectarse sobre las paredes de cristal, dan a las válvulas un aspecto plateado.

Veamos ahora como se interpreta el funcionamiento de la válvula electrónica, para así poder usarla con mejor conocimiento de causa.

Supongamos que se realiza el esquema indicado en la figura 45 y con la tensión de filamento constante, mantenemos la placa a un voltaje fijo, 100 voltios, por ejemplo. Así las cosas

variemos ahora la tensión de la rejilla, a partir de 0, de 5 en 5 voltios, tanto para las cantidades positivas, como para las negativas. Si tomamos valores de las lecturas corrientes a la inten-

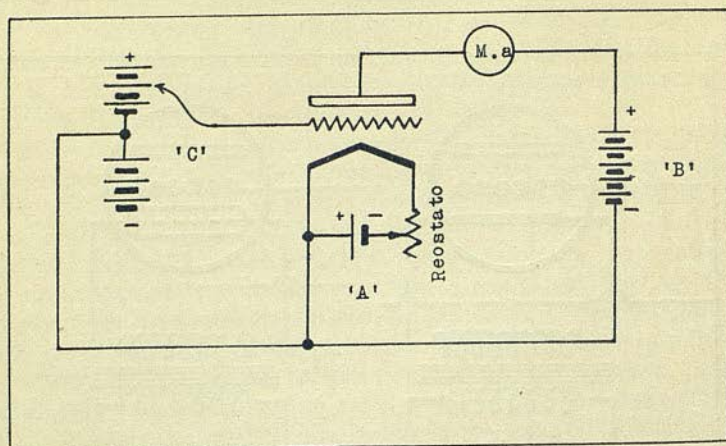


Fig. 45. — Procedimiento utilizado para determinar los valores de la corriente de placa, para trazar así la curva característica.

sidad de placa, para cada valor de tensión de rejilla, obtendremos los valores indicados a continuación:

Eg.	Ip.	Eg.	Ig.
-12	0	- 4	12
- 8	1	- 8	16
- 4	3.8	-12	20
0	8		

Procuremos ahora interpretar gráficamente estos valores, Fig. 46. Para ello, sobre papel cuadrulado, tracemos dos ejes de coordenadas, tomando a partir del 0 valores positivos y negativos de abscisas y las ordenadas nos indicarán los valores de las intensidades de placa; tracemos ahora los diversos puntos

correspondientes a los valores indicados anteriormente y unamos estos diversos puntos por medio de un trazo continuo con el cual obtendremos una curva semejante a una alargada, es la que llamamos curva característica de placa de la válvula electrónica.

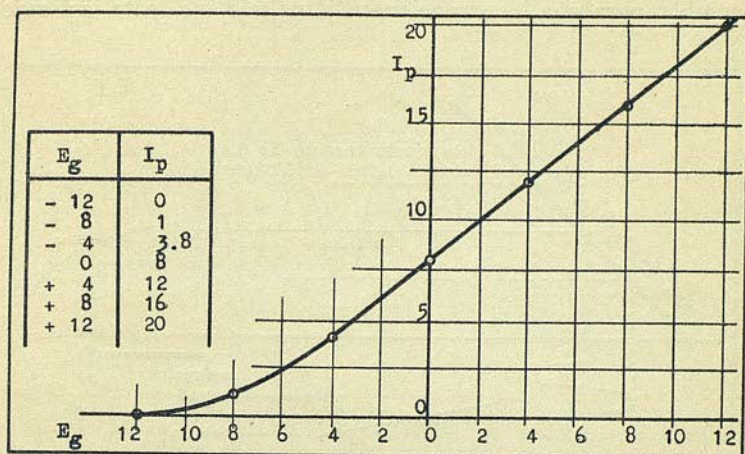


Fig. 46. — Valores e interpretación gráfica de la característica de placa de una válvula de tres electrodos.

Considerándola solamente desde el punto de vista geométrico observemos que esta curva está compuesta de 2 codos y una porción recta. El codo superior ya veremos que no se emplea casi nunca, en cambio la porción recta y el codo inferior se utilizan la primera para amplificar y la segunda para detectar, bastando con hacer insidir las corrientes para que se amplifiquen o detecten.

En cine sonoro, desde luego, se utiliza la porción recta de la curva característica de la válvula, puesto que sólo se trata de amplificar corriente, en consecuencia desde ahora ya vemos que las válvulas empleadas en los amplificadores de esta clase de instalaciones, deben poseer como curva característica una porción recta lo más grande posible.

Hagamos referencia a la figura 47 y en su parte inferior observemos que hay un trazo sinuoso representativo de una corriente variable que aplicamos a la rejilla de una triodo. Hacién-

do las proyecciones geométricas correspondientes vemos que esta corriente alterna aplicada a la rejilla ocasiona variaciones en la corriente de placa representada gráficamente en la parte superior y a la derecha de la figura.

El lector comprenderá en seguida que es condición indispensable, para que las variaciones del voltaje incidente, aplicado

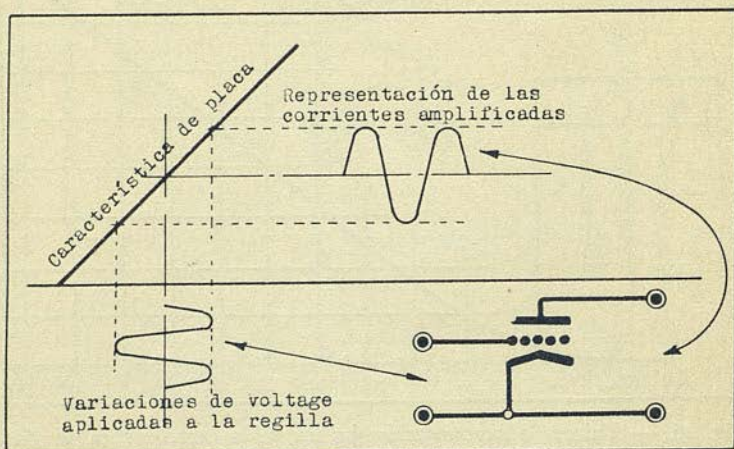


Fig. 47. — Relación entre las variaciones de voltaje y las corrientes del circuito de placa

a la rejilla, se reproduzca con el máximo de fidelidad, como variaciones de la intensidad de la corriente de placa es indispensable desde luego que esta porción de la curva característica sea rigurosamente recta. Una segunda consecuencia es inmediata también: cuanto más inclinada sea esta porción recta, mayor serán las variaciones proyectadas en el circuito de la placa, es decir, ya vemos que la inclinación AB producen variaciones de corriente más fuertes que la inclinación CD, no obstante ser las mismas las variaciones de voltaje aplicadas a la rejilla.

Esta inclinación de la curva característica, es decir, la cantidad de mili-amperios que varía la corriente de placa por cada voltio aplicada a la rejilla se la llama pendiente de la curva, la cual, desde luego, interesa que sea lo más grande posible.

La pendiente de las válvulas electrónicas depende de las di-

mensiones de los componentes, especialmente la placa y la rejilla y distancias que hay entre los electrodos.

Resumiendo, pues, si queremos adaptar una válvula para amplificar una corriente microfónica, lo primero que debemos

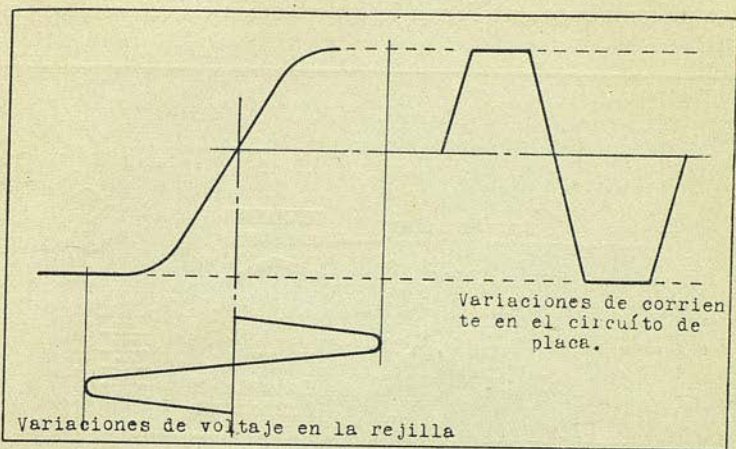


Fig. 48. — Si las variaciones de tensión aplicadas a la rejilla son demasiado fuertes, se produce el fenómeno llamado *distorsión*, representado por los codos rectilíneos, en vez de ser curvilíneos.

hacer es observar si su curva característica ofrece una gran porción recta y además, si su inclinación, o pendiente, es muy fuerte.

Supongamos ahora que en vez de aplicar una señal, según indicamos en la figura 47, sea ahora de mayor amplitud, a tal punto que alcance las porciones curvas, en este caso las variaciones de corriente en el circuito de la placa, no son ya una reproducción fiel de la aplicada a la rejilla, sino que habrán sufrido distorsión; los sonidos se habrán deformado lo cual se expresa diciendo que han sufrido distorsión, Fig. 48. Esto hay que evitarlo a toda costa y para ello es necesario siempre emplear válvulas de suficiente potencia, que el circuito de placa pueda controlar las variaciones de voltaje aplicada a la rejilla. Asimismo interesa que las curvas tengan una gran pendiente, sin que, desde luego, esto signifique que nunca se deba invadir la zona curva superior e inferior de la curva característica.

La figura 49 ilustra como se utiliza una válvula de tres electrodos para amplificar una zona débil. En esta figura indico en el circuito de entrada (filamento-rejilla), indicado en los puntos C y D un micrófono y en el circuito de salida (filamento-placa) un teléfono para que nos acuse la corriente amplificada. Nos bastará con oír en esta forma la conversación conectando los au-

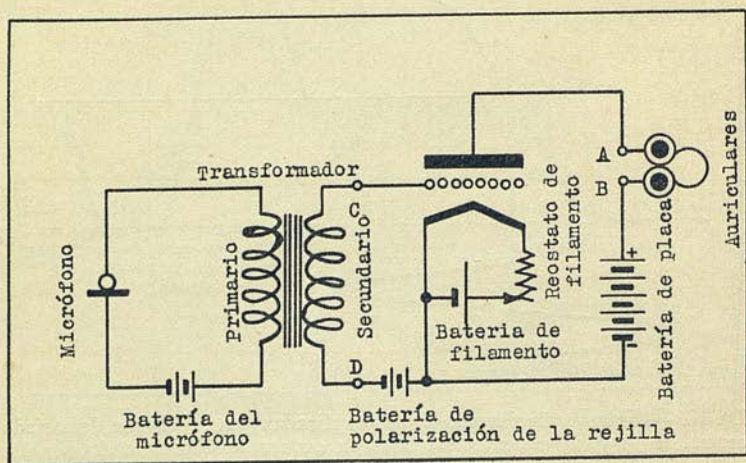


Fig. 49. — Principio de la amplificación en baja frecuencia mediante la válvula electrónica.

riculares en A y B y después conectarlos directamente a continuación del micrófono en C y D, para cerciorarnos en que forma tan pura y fuerte la válvula electrónica ha amplificado los sonidos producidos ante el micrófono.

A veces no es suficiente una válvula para obtener la amplificación deseada. En este caso es necesario utilizar varias válvulas, una a continuación de otra en forma que cada una de ellas vaya amplificando sucesivamente las corrientes de una a otra. Estas válvulas, desde luego, es necesario interconectarlas de tal forma, que las variaciones de corriente de la una se transformen en una variación de voltaje y se aplicará al circuito de rejilla de la válvula siguiente.

Esto puede conseguirse de diversas formas, siendo las más importantes mediante transformadores, bobinas de choque y re-

sistencias. Estos tres sistemas de acoplo se indican en las figuras siguientes, siendo fácil de observar en todos ellos que el paso de corriente procedente de la placa de una válvula origina en los bornes de la bobina de choque o de la resistencia, una variación de voltaje que en el caso más simple, el de la resistencia, es propor-

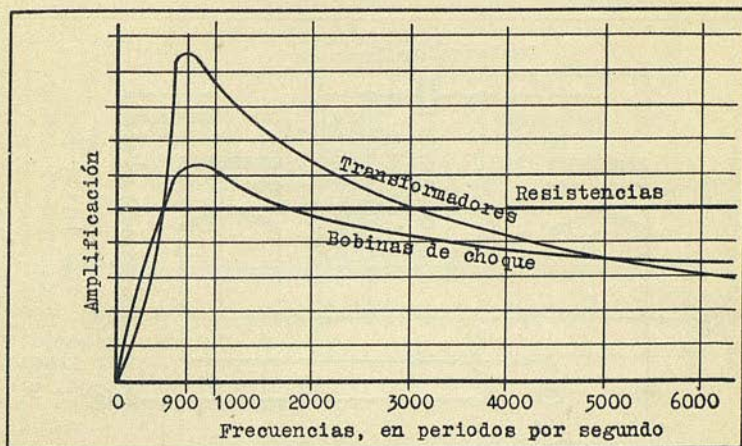


Fig. 50. — Curvas representativas del valor de la amplificación con las tres formas de acoplo

cional al producto de $R \times I$ siendo R el valor en ohmios e I la intensidad en amperios.

Estas variaciones de voltaje son las que aplicaremos a la rejilla de la válvula siguiente para que a su vez vuelva a ser amplificada de dicha válvula. A cada uno de estos conjuntos compuesto de una válvula y un transformador, una resistencia o bobina de choque, se le llama *paso de amplificación*. En los amplificadores empleados en las instalaciones de cine sonoro acostumbran a emplearse de 3 a 5 pasos, cuidando, no obstante, de reducirlos al máximo, ya que los acoplos intervalvulares son la fuente de una serie de anomalías en el funcionamiento del amplificador.

Los acoplos más empleados en la práctica son a transformadores y a resistencias. El primero ofrece la ventaja de poderse obtener fuertes variaciones de voltaje, gracias a una relación

de transformación muy elevada, pero en cambio ofrece el inconveniente de que las curvas de rendimiento de los transformadores no son constantes, según indica la figura 50 y por lo tanto hay ciertas zonas de la gama musical que son muy amplificadas y en cambio otras lo son muy poco.

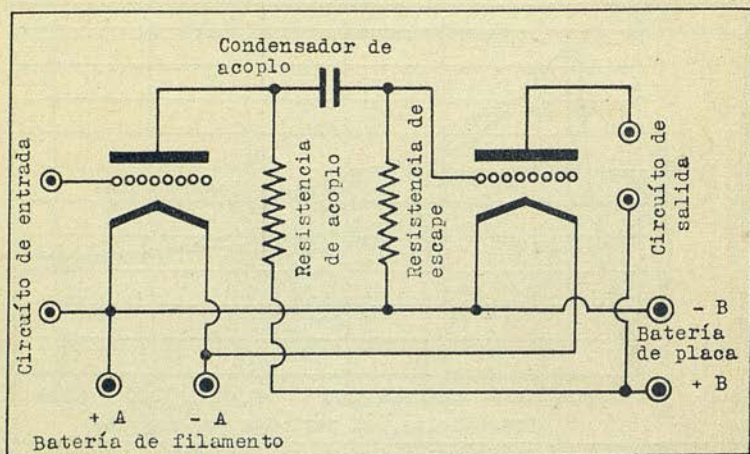


Fig. 51. — Acoplo de dos válvulas electrónicas mediante resistencias.

El acoplo a resistencias ofrece la ventaja de que la curva de amplificación es prácticamente constante en toda la gama musical, pero, ofrece el inconveniente de que no se puede obtener variaciones de voltaje tan importantes como en el caso del transformador a menos de emplear resistencias de un valor muy elevado, lo cual ocasiona una disminución muy notable del valor de la tensión de la batería de la placa, Fig. 51.

Con todo, los amplificadores de alta calidad generalmente están compuestos de acoplos mixtos, es decir, que los hay a transformadores y a resistencias.

La forma de interconectar dos válvulas mediante un transformador se indica en la figura 52 donde el lector verá claramente los principios que se han enumerado en este capítulo.

En fin, la interconexión mediante bobinas de choque la indico en la Fig. 53. Esta solución es muy empleada.

Según he dicho anteriormente el último paso de un amplificador empleado en una instalación de cine sonoro, interesa se produzca una potencia lo más elevada posible para que pueda alimentar los altavoces de la instalación.

Hay dos soluciones para obtener este resultado, o bien em-

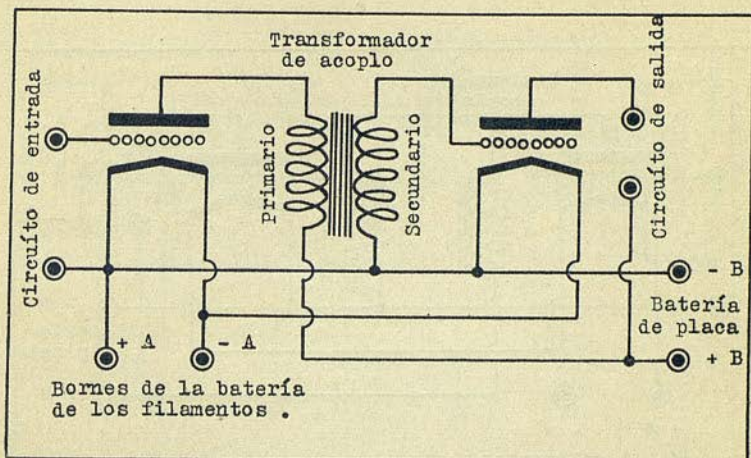


Fig. 52. — Acoplo intervalvular mediante un transformador.

plear una válvula de gran potencia, capaz de dar el número de vatios necesarios o bien, y éste es el más recomendable, emplear como acoplo de un paso, el llamado sistema de potencia (en inglés *push-pull*), Fig. 54.

Voy a tratar un amplificador de potencia acoplado a transformadores, puesto que es el procedimiento más empleado en las instalaciones de cine sonoro, insistiendo especialmente en la forma de hacer las conexiones y de calcular la potencia sin distorsión que es capaz de proporcionar un paso acoplado en esta forma.

Para comprender mejor este cálculo prefiero utilizar el procedimiento gráfico, mediante la curva característica de la válvula que relaciona la intensidad de la corriente de placa con respecto de los voltios que a ella se aplican.

Para determinar esta curva, llamada característica de placa, se empieza por fijar la tensión de la rejilla a un voltaje fijo, bien

determinado, y entonces se va aumentando la tensión de placa de 5 en 5 voltios, por ejemplo: es intuitivo que cuanto más positiva sea la placa con mayor fuerza atraerá los electrones, es decir la intensidad de placa aumentará y para cada valor del voltaje que apliquemos al anodo tendremos una lectura de la corriente de la placa, puntos que trazados en el papel cuadricu-

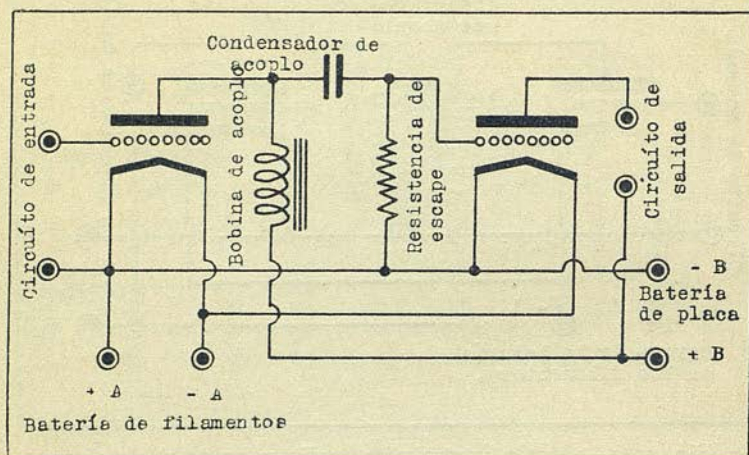


Fig. 53. — Acople mediante una bobina de choque.

lado, tal como indica la figura 55 darán una sucesión de puntos para la serie de valores obtenidos que si luego los unimos por un trazo continuo habremos obtenido la llamada curva de la característica de placa de la válvula con la cual hayamos hecho este experimento; ver Fig. 46.

Es evidente que para las tensiones negativas de placa no hay corriente, siendo por este motivo que se obtienen estas curvas, sólo para los valores positivos de la tensión anódica. Si se hace más o menos negativa a la rejilla manteniendo constante este valor durante toda la experiencia, entonces obtendremos una serie de curvas de característica de placa, todas ellas paralelas entre sí, según puede apreciarse por la figura mencionada, dándose al conjunto de curvas así obtenida el nombre de familia de curvas.

Utilizando una familia de estas curvas determinaremos ahora la potencia que sin distorsión puede entretener una válvula electrónica.

Supongamos que la Fig. 56 represente las curvas que vamos a

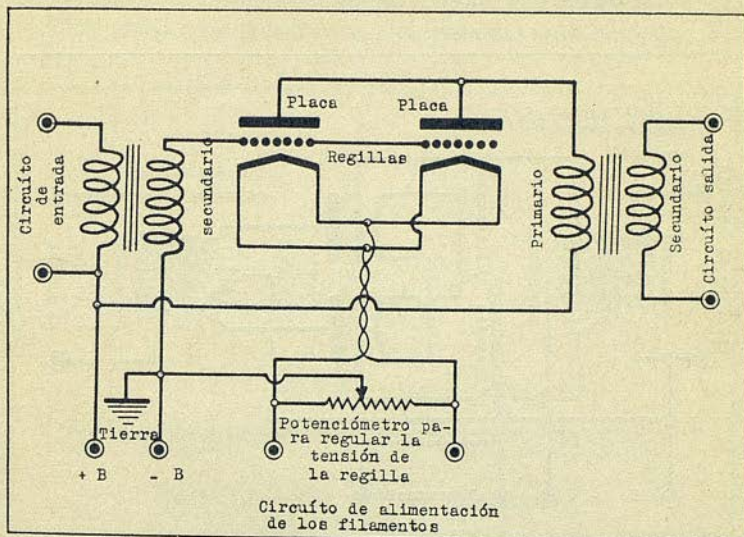


Fig 54. — Dos válvulas amplificadoras, conectadas en paralelo.

tomar como base de nuestros cálculos. En ellas se indican los valores de la tensión de rejilla (E_g) de las 3 curvas indicadas, es decir 0 voltios, menos 50 y menos 100 voltios aplicados a la rejilla de la misma válvula.

Asimismo se indican los valores de la intensidad, de corriente de placa.

La potencia de salida viene determinada por la siguiente fórmula:

$$\frac{(I \text{ max.} - I \text{ min.}) \times (E \text{ max.} - E \text{ min.})}{8}$$

en la cual I representa las intensidades de placa y E las tensiones aplicadas a la placa de esta válvula. Si I está expresado en mili-amperios y E en voltios, la potencia de salida viene dada en mili-vatios, o sea, milésimas de vatio.

de 250 voltios, la intensidad será igual a: $I = E/R$, es decir: $250/3900 = 0,064$ amperios, es decir, 64 miliamperios. Indiquemos este valor en la columna vertical en el punto Q y tracemos una recta desde este punto al marcado 250 voltios aplicado a la placa anterior indicado en el punto M. Una vez hecha esta curva, tracemos ahora una paralela a ella pasando por el punto P y

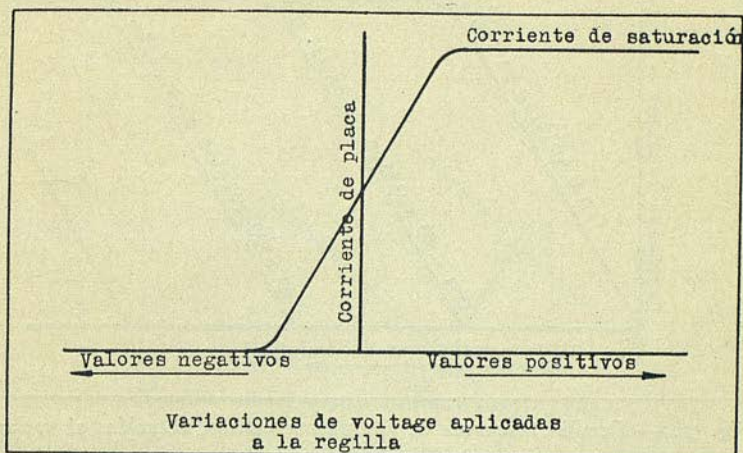


Fig. 55. — Forma rectilínea que acostumbra a darse a la curva característica de una válvula, simplificándose con ello las deducciones.

limitando por las dos curvas de $E_g - 100 E_g = 0$: o sea X I los dos puntos de encuentro: estos dos puntos nos darán valores máximo y mínimo de las intensidades de tensión.

Efectivamente, si trazamos ahora una paralela a la línea que representa las tensiones de placa, hasta que encuentre los valores de corriente de anodo, encontramos para el punto X (cuando la rejilla está a 0 voltios) una intensidad de 6,6 miliamperios, y para el punto Y (cuando la rejilla tiene una tensión de -100 voltios) una intensidad de 7 miliamperios: estos son los valores máximo y mínimo de las corrientes de placa.

Determinemos ahora los voltajes correspondientes. Tracemos desde el punto X Y líneas paralelas a las intensidades que encontraremos para el punto X un valor de 130 voltios y para el punto Y 360 voltios: son los valores máximos y mínimos. Co-

nociendo ya los valores de $E I$ (máximos y mínimos) vamos a aplicar la fórmula que he dado anteriormente y gracias a ella determinaremos la potencia en milivoltios que podemos disponer en el circuito de placa, aunque debe de tenerse muy en cuenta

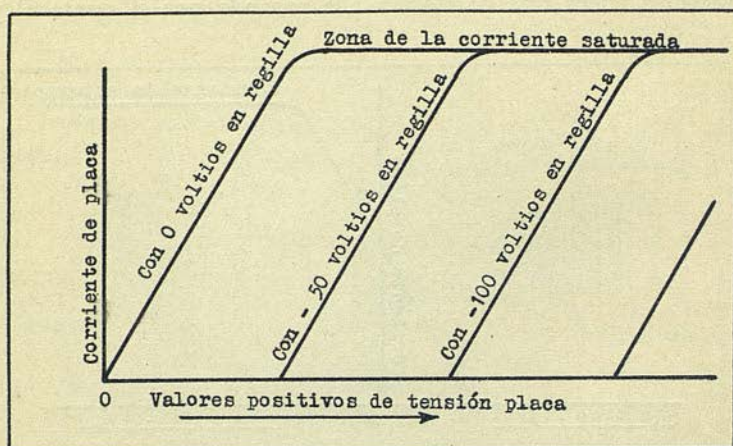


Fig. 56. — Familia de curvas de una misma válvula, obtenidas al variar la tensión de rejilla.

que la potencia que vamos a determinar está modulada y sin distorsión:

$$\frac{(66-7) \times (360-130)}{8} = 1700 \text{ milivatios.}$$

es decir: un vatio y 7 décimas.

Ya vemos por la cifra que acabamos de obtener que estamos estudiando un paso de amplificación relativamente débil y por lo tanto, es preciso pensar o bien de amplificar con una válvula más grande y volver a realizar los cálculos con las nuevas familias de curvas obtenidas o de lo contrario será preciso volver a amplificar y obtener un nivel de amplificación adecuado al caso que queremos utilizar.

Sin embargo, el ejemplo que he dado es suficiente para aprender el método de calcular la potencia deliberada sin distorsión.

Hay dos procedimientos para poder obtener este resultado, conectando las válvulas en paralelo, o bien en push-pull; procurar conectarla siempre en push-pull (pronúnciese puch-pul), ya que con este procedimiento los armónicos impares quedan automáticamente balanceados mientras que conectando las válvulas en paralelo todos los armónicos están presentes. No obstante, la utili-

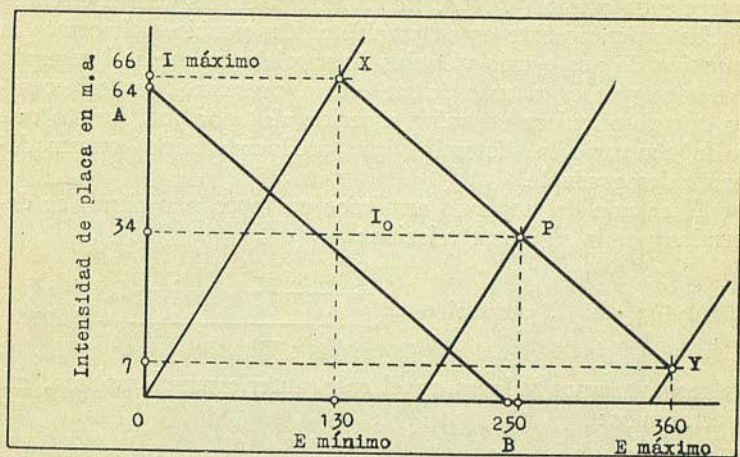


Fig. 57. — Determinación gráfica de la energía producida por un amplificador de potencia.

zación de un amplificador push-pull ofrece el inconveniente de necesitar transformadores especiales, puesto que las placas y las rejillas están alimentadas con una derivación central del devanado del transformador.

Los amplificadores de cine sonoro se componen de un paso previo de amplificación que se conecta lo más cerca posible de la célula fotoeléctrica y esto se hace así para evitar que los efectos de capacidad del cable de conexión puedan producir efectos nocivos en el funcionamiento de la célula. Luego, a continuación de este paso, llamado generalmente preamplificador, se conecta el amplificador propiamente dicho, el cual, según la clase de instalación, es decir la energía modulada que se necesite para alimentar los altavoces, se compone de 2, 3 ó 4 pasos siendo el último un paso de amplificación de potencia, la mayoría de las

veces conectada en push-pull. La Fig. 57 bis ilustra un amplificador alojado en el soporte de un proyector de Cine Sonoro.

El punto más delicado que es preciso estudiar cuidadosamente en los amplificadores de potencia, es que los armónicos no adquieran valores preponderantes. De lo dicho anteriormente ya se deduce, que si efectuamos la conexión en push-pull, el 2.º, 4.º, 6.º, etc., armónicos quedan automáticamente suprimidos apareciendo sólo el 3.º, 5.º, etc. El 3.º ya en las peores circunstancias prácticamente es despreciable. En cambio si hacemos la conexión de dos o más válvulas en paralelo entonces el segundo armónico que es el más fuerte estará presente, siendo necesario que no adquiera un valor superior al 5 por 100, puesto que de lo contrario la distorsión que produciría sería extremadamente desagradable.

El cálculo del segundo armónico en tanto por ciento se determina por la siguiente relación:

$$\text{Distorsión del 2.º armónico} = \frac{\frac{I_{\text{max.}} + I_{\text{min.}}}{2} - I_0}{I_{\text{max.}} - I_{\text{min.}}} \times 100$$

Si reemplazamos valores en el caso anteriormente tratado, encontraremos:

$$\text{Distorsión del 2.º armónico} = \frac{\frac{0,066 + 0,007}{2} - 0,034}{0,066 - 0,007} \times 100$$

Efectuando los cálculos resulta que la distorsión es del 4,2 por ciento y por lo tanto es una cifra permisible.

Cuando se trata de establecer los cálculos para construir un amplificador de potencia, es necesario atacar la solución del problema por sus extremos, es decir, energía que se traducirá en el amplificador procedente de la célula o del preamplificador y energía que necesitamos a la salida para alimentar debidamente el sistema de altavoces de que se compondrá la instalación.

Sabiendo los tipos de válvulas que vamos a emplear en nuestro amplificador con pequeños tanteos se podrá determinar con una exactitud prácticamente suficiente, la energía que nos dará cada paso y finalmente sabiendo a la entrada del amplificador de potencia el número de vatios que aplicamos, podremos calcular la energía de salida y entonces ver si se adaptan a nuestras necesidades.

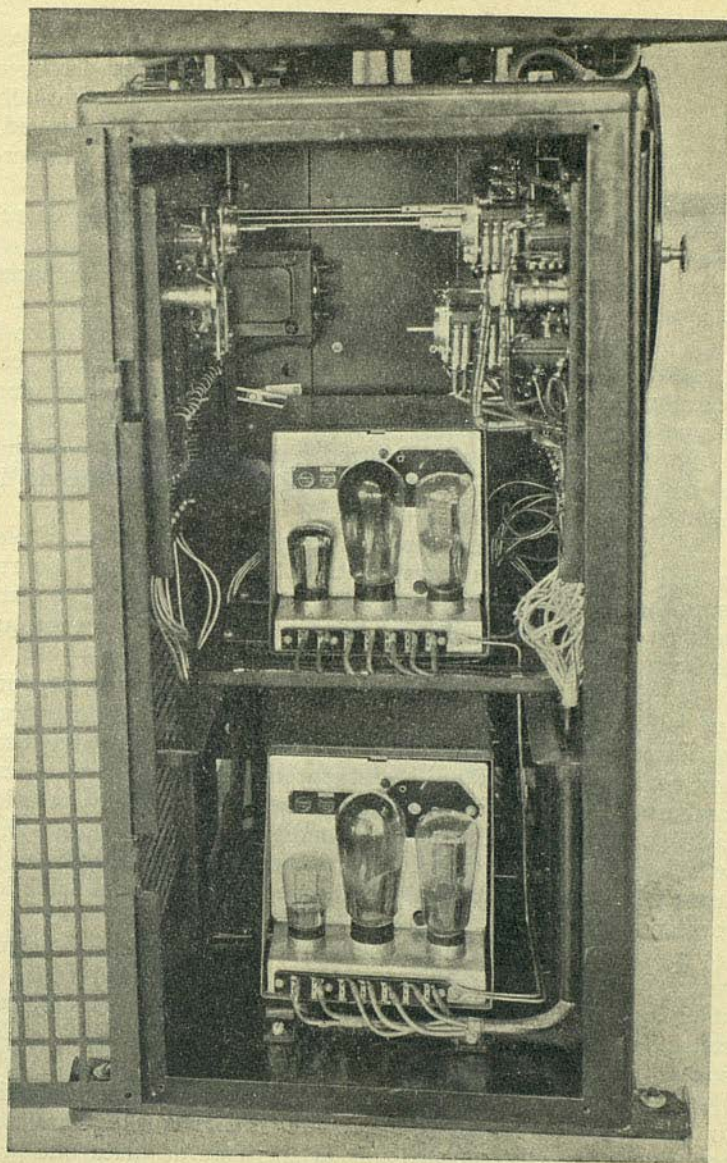


Fig. 57 bis. — Aspecto de un amplificador doble de 25 vatios de una instalación moderna.

Si quiere tener a su cuidado una instalación de cine sonoro, tenga presente que el 90 por 100 de las deficiencias del buen funcionamiento de las instalaciones radica en el amplificador. Para evitar esta anomalía es necesario que procure seguir rutinariamente una serie de normas de las cuales las más importantes son las que indico a continuación:

1. Que los voltajes de placa, filamento y sobre todo de rejilla, se mantengan rigurosamente constantes.

2. De tanto en tanto cerciórese de que las válvulas hacen un contacto perfecto en las espigas correspondientes.

3. Sitúe el amplificador en un sitio que no esté sometido a vibraciones mecánicas; si por cualquier circunstancia en la cabina hubiese alguna trepidación ocasionada por un motor, coloque la unidad amplificadora sobre esponjas de goma.

4. Cuide de que el amplificador no esté en un local que cambie bruscamente de temperatura, procurando que éste sea lo más seco posible y además ni frío ni caliente.

5. Cerciórese frecuentemente de que no haya ninguna pieza mal soldada o que haga contacto defectuoso. Esto ocurre especialmente en la interconexión de resistencias fijas y condensadores. Apriete bien todos los bornes de contacto y repase que no haya ninguna soldadura medio quebrada.

6. Si hay alguna batería de acumuladores cercana, procure que haya una buena ventilación, ya que los vapores deterioran los metales, especialmente los contactos de salida del amplificador. En los momentos que no se proyecte, desconecte uno a uno los bornes, límpielos con papel de esmeril fino y vuelva a colocarlos, cada uno en su sitio correspondiente, apretando muy fuerte la borna de conexión y luego recúbbralos con una ligera capa de vaselina; de esta manera evitará que los vapores del ácido los corroan.

7. Siempre que le sea posible, y esto debería hacerse como rutina semanalmente, observe que las líneas que van desde el amplificador a los altavoces no hayan sufrido alteración alguna, cuidando de comprobar que los contactos desde las líneas a las bornas de los altavoces, estén en perfectas condiciones.

8. Cada tres meses, o bien, cada vez que observe una disminución en el volumen de los sonidos que radían los altavoces, compruebe las válvulas mediante la corriente de placa que producen y observe si estos valores son correctos: si disminuye el 10 por 100 del valor normal, cambie estas válvulas por otras buenas.

9. La célula fotoeléctrica debe asimismo comprobarse con bastante frecuencia y si observa en ella una disminución apreciable de corriente, debe asimismo reemplazarla por otra que funcione en perfectas condiciones.

10. La lámpara excitadora debe también someterse a un cuidadoso examen y cerciorarse de que su funcionamiento está en su posición correcta, ya que de lo contrario, si no enfoca exactamente sobre la película el trozo del filamento la reproducción será imperfecta.

11. El preamplificador debe asimismo cuidarse con todo esmero; recuerde que es el órgano intermediario entre la célula fotoeléctrica y el amplificador propiamente dicho. Los mismos cuidados de la medición de los voltajes y condición periódica de la válvula para ver si produce la intensidad de placa correspondiente debe de efectuarse al mismo tiempo de comprobar el amplificador.

El Micrófono y el Altavoz

El micrófono

Este aparato sirve para transformar, en intensidades proporcionales, los sonidos en corrientes eléctricas.

El primer micrófono que se inventó era del tipo llamado de carbón, el cual se compone esencialmente de una cápsula de 8 milímetros de diámetro y unos 6 de profundidad, llena de granitos de carbón semejantes a perdigones, descansando sobre ellos, a presión suave, un disco metálico de unos 5 centímetros de diámetro, Fig. 58.

Si ahora intercalamos una pila eléctrica entre la membrana metálica y los granitos de carbón observaremos que al hacer una ligera presión sobre la membrana y el miliamperímetro intercalado en el circuito sufre una desviación cuyo valor depende de la presión más o menos fuerte que se ha hecho sobre la membrana, Fig. 59.

Del sencillo experimento que acabo de explicar se deduce que este aparato no es sino una *resistencia variable*, que funciona por un efecto de presión.

Ahora bien, los sonidos no son sino una forma de energía transmitida por el aire, mediante las ondas sonoras. Se demuestra, con aparatos adecuados, que estas ondas al encontrar una superficie la hacen vibrar, comunicándole la energía que poseen

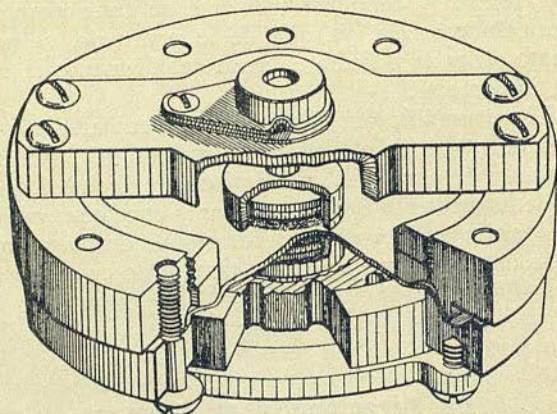


Fig. 58. — Corte de un micrófono de doble botón (tipo push-pull). Obsérvese la membrana entre los dos botones microfónicos.

estas ondas sonoras en una variación de presión sobre la membrana del micrófono.

Efectivamente, tan pronto como una onda sonora, transportada por el aire, encuentra en su trayecto la membrana de un micrófono, ésta se pondrá a vibrar, respondiendo a la frecuencia del sonido transmitido. Las vibraciones que recibirá la membrana, es decir, los movimientos de vaivén, harán que se ocasionen presiones sobre los granitos de carbón más próximos a la membrana, presiones que se comunicarán a los granitos colocados en el interior de la cápsula dando por resultado final que la resistencia del sistema variará.

De cuanto he dicho se deducen una serie de consecuencias. En primer lugar, como que la membrana se pondrá a vibrar al unísono de la frecuencia del sonido, los granitos de carbón producirán tantas variaciones de resistencia, durante un segundo, como semiperíodos tenga el sonido; dicho en otras palabras, la frecuencia del sonido se traducirá fielmente. Una segunda conse-

cuencia y ésta es asimismo importantísima es que la presión que la membrana ejerce sobre los granitos de carbón es proporcional a la amplitud de la onda sonora, es decir, que la cantidad de energía que transporta y por lo tanto, el micrófono transforma también los sonidos según su grado de intensidad.

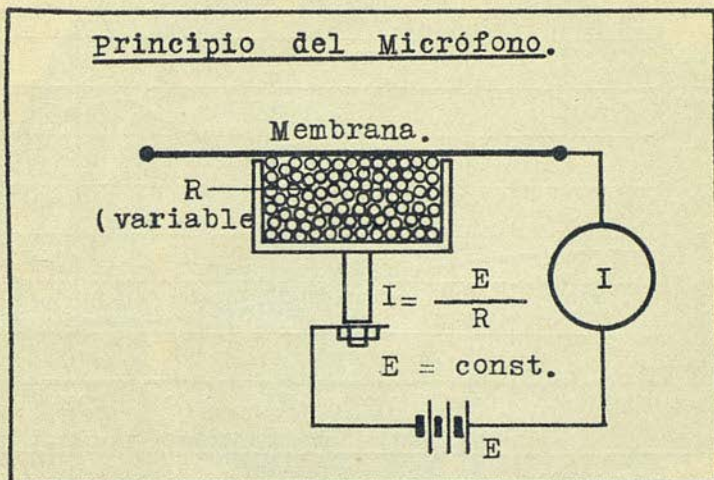


Fig. 59. — Principio del funcionamiento del micrófono. La energía acústica de los sonidos hace variar la presión de la membrana, ocasionando así un contacto más o menos fuerte entre los granos de carbón, variando con ello su resistencia.

Luego disponemos de un aparato perfecto por lo que se refiere a la transformación de la energía acústica en energía eléctrica, ya que las dos condiciones esenciales: frecuencia y energía de la onda sonora, se reproducen. Desgraciadamente este tipo de micrófono no responde fielmente a los armónicos superiores que poseen la música y la voz humana, debido a que la membrana tiene un período vibratorio propio y además porque su energía no permite responder a frecuencias muy elevadas.

En la figura 60 indico la curva de fidelidad de esta clase de micrófonos según la cual vemos que su máximo de rendimiento está alrededor de los 1100 períodos por segundo y, en cambio, las frecuencias menores de 100 períodos, prácticamente puede decirse que no las recogen. Esto tiene, desde luego, un grave in-

conveniente puesto que refuerza ciertas notas a expensas de otras.

Este tipo de micrófono recibió una notable perfección al hacerlo de botón doble, con la membrana situada entre los dos botones. Las Figs. 61 y 62 ilustran estos micrófonos, usado en las instalaciones de alta calidad.

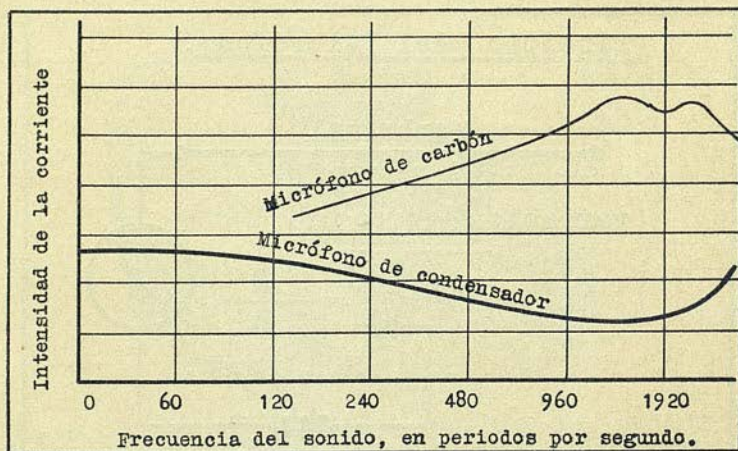


Fig. 60. — Curvas de fidelidad del micrófono de carbón y del electrostático.

Las dificultades inherentes al micrófono de carbón (ruido de fondo, etc.), se han procurado evitarlas con la utilización de otro tipo de micrófono, muy empleado hoy día no sólo en la impresión de películas sonoras, sí que también en la impresión de discos y en la transmisión radio-telefónica.

Este micrófono es del llamado tipo electrostático, es decir, de condensador. Se compone de un plato de unos 25 cm. de diámetro, una de cuyas caras ha sido muy pulimentada; el metal de que está compuesto este plato es indiferente. Ahora, delante de él se coloca un trozo de seda que lo cubra completamente, bastante tenso; en la cara que no se enfrenta con el disco metálico se recubre con láminas finísimas de oro, por adherencia, a presión. De esta forma tendremos dos superficies metálicas, la del plato y la de las hojas de oro, separadas entre sí por la seda y una pequeña capa de aire, del orden de un milímetro escasamente. Luego ya veremos que habremos construido un condensador.

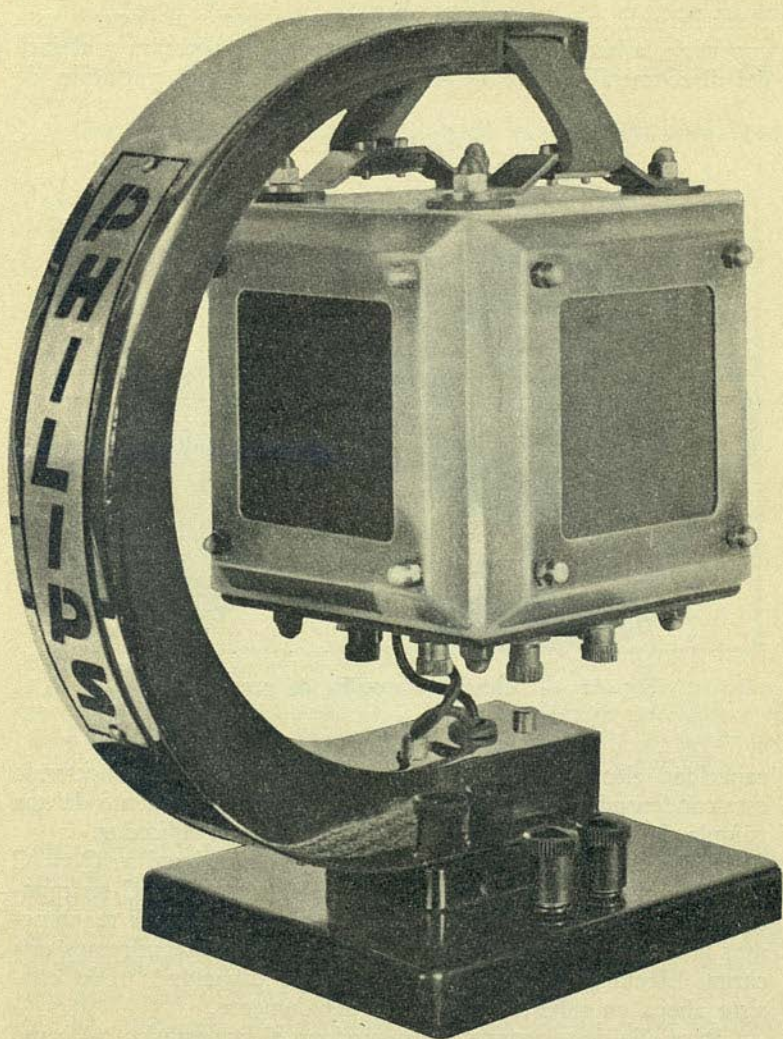


Fig. 61. — Micrófono de cuatro superficies, muy empleado en la impresión de películas sonoras.

Así las cosas, supongamos que se produce un sonido ante el trozo de seda metalizado; las vibraciones sonoras al llegar a esta superficie la harán vibrar y en consecuencia se acercará y alejará del disco metálico, por lo tanto, obtendremos una variación de

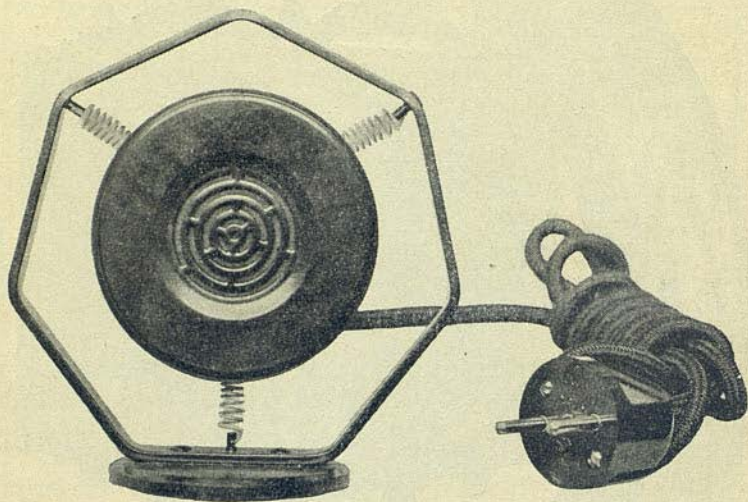


Fig. 62. — Micrófono sencillo, de gran eficiencia.

capacidad electrostática la cual podremos utilizarla conectando este condensador convenientemente a la rejilla y filamento de una válvula de tres electrodos: es el llamado *preamplificador*.

Sabemos que la carga de un condensador es igual a: $Q = C \times E$ donde, Q representa la carga del condensador, C su capacidad y E la tensión aplicada a sus bornes. Luego, si mantenemos la tensión constante, al variar la capacidad obtendremos una carga directamente proporcional a dicha capacidad; todo consiste ahora en saberla aprovechar debidamente.

Para ello dispongamos un micrófono electrostático tal como el descrito, una batería de pilas E y una resistencia R , Fig. 63; tan pronto un sonido hace vibrar la superficie metalizada de seda, ya he explicado que se produce una variación de capacidad que ocasiona un cambio en la carga del condensador; pues bien, esta

variación de carga producirá un desplazamiento de electrones por el circuito, es decir una corriente eléctrica que al recorrer la resistencia R será la causa de una caída de tensión a sus bornes, proporcional al producto $R \times I$, siendo R el valor de la resistencia e I el de la intensidad.

Una vez obtenida esta variación de voltaje nada más fácil

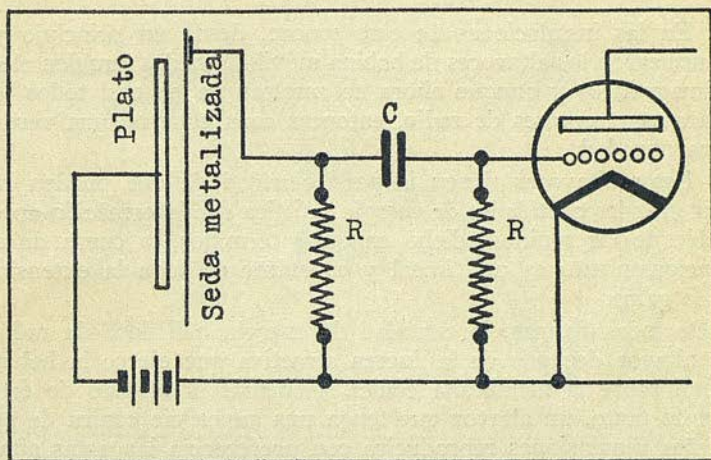


Fig. 63. — Principio del micrófono-condensador. Las vibraciones acústicas hacen vibrar la seda, variando así la capacidad eléctrica entre ésta y el plato metálico. Las variaciones de potencial que resultan se comunican a la rejilla de una válvula mediante un acople electrostático.

que amplificarla mediante una o varias válvulas electrónicas, para lo cual dispondremos el esquema indicado en la figura 63, esto es, la variación de tensión se comunicará, a través de un pequeño condensador C , a la rejilla de la primera válvula; una resistencia R servirá de fuga para que se descarguen los electrones acumulados en la rejilla.

El micrófono electrostático que acabo de describir es muy superior al del tipo de carbón, en primer lugar porque la frecuencia propia de la superficie de seda metálica es sumamente baja, tanto es así que no hay ninguna nota musical audible que responda a ella. Por otra parte, como que no hay fricciones ni

es necesario gastar mucha energía para hacer vibrar la superficie metalizada, se consigue un gran rendimiento; finalmente se comprueba que la curva de fidelidad es muy uniforme en toda la escala musical.

El Altavoz

En las instalaciones de cine sonoro, desde un principio ya se utilizaron los altavoces de bobina móvil, llamados también electromagnéticos y aunque ahora se emplean ya en casi todos los aparatos receptores de radio, entonces constituyeron una verdadera novedad.

Estos altavoces tienen la particularidad de que pueden radiar grandes cantidades de energía acústica sin deformación apreciable de los sonidos; dicho en otros términos, la curva de su funcionamiento es casi lineal y constante en toda la extensión de la gama.

De todas formas, la cantidad de energía que debe de radiar un altavoz depende de la fuerza atractiva que ejerce la bobina móvil sobre la membrana cónica y además al tamaño de ésta. Por lo tanto, un altavoz que tenga una superficie cónica de pequeñas dimensiones reproducirá con preferencia las notas altas, y, en cambio, un altavoz que tenga una superficie vibratoria muy grande reproducirá preferentemente las notas bajas.

De aquí que en las buenas instalaciones de cine sonoro se acostumbra a emplear dos clases de altavoces, uno destinado a la reproducción de las notas bajas y otro para las notas altas. Esto se hace automáticamente, puesto que todos estos altavoces están colectados en paralelo con la línea de alimentación; sucede de esto que los altavoces grandes reforzarán las notas bajas y los altavoces cuya membrana sea de pequeño diámetro reproducirán con preferencia las notas altas, dando al conjunto un efecto de armonía musical por reproducir uniformemente toda la escala musical, desde las notas más bajas a las más altas.

Este tipo de altavoz se compone esencialmente de un campo magnético fijo, producido por medio de un imán, o bien, por medio de un electro-imán. El campo magnético formado se concentra en un reducido espacio circular en el cual puede desplazarse una bobina en el sentido axial. A esta bobina móvil se

fija mecánicamente el vértice de la superficie cónica, de suerte que todos los movimientos que se impriman a la bobina móvil, como que ésta está sólidamente unida al cono, éste seguirá rítmicamente las vibraciones de la bobina.

Veamos ahora como funciona este altavoz. Para ello y con el fin de simplificar, admitamos que el campo excitador es produ-

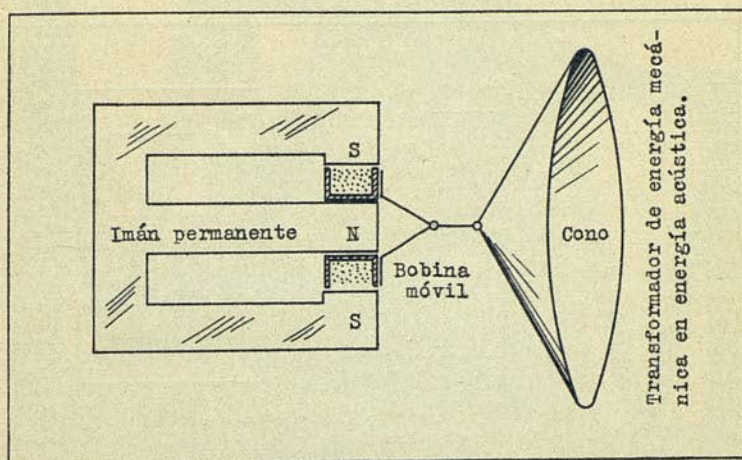


Fig. 64. — Principio del funcionamiento del altavoz de bobina móvil, llamado también electro-dinámico.

cido por un imán fijo, según indica la figura 64, coloquemos entre sus dos polos N y S la bobina B, cuyo devanado termina en los bornes: "Amplificador"; si ahora hacemos circular por dicha bobina una corriente eléctrica, procedente de una pila, por ejemplo, debida a la formación del campo magnético que se producirá en la bobina, ocasionada por el paso de la corriente, habrá una reacción entre el campo fijo y el campo de la bobina: la combinación de los dos campos dará por resultado un desplazamiento de la bobina en el sentido de su eje, Fig. 65. Si en vez de una corriente constante, como la que hemos supuesto aplicada a la bobina móvil, hacemos circular una corriente variable, el valor del campo magnético de la bobina (siendo a cada instante proporcional a la intensidad de la corriente que la recorre) será la causa de una reacción entre la bobina móvil B y el

campo magnético fijo, siguiendo la resultante las fluctuaciones de la corriente y, en consecuencia, la superficie cónica estará sometida a esfuerzos de va y ven, de acuerdo con los desplazamientos de B. Si, por ejemplo, hacemos circular por la bobina móvil una corriente variable de 435 períodos por segundo, la membrana, al vibrar este número de veces nos reproducirá la

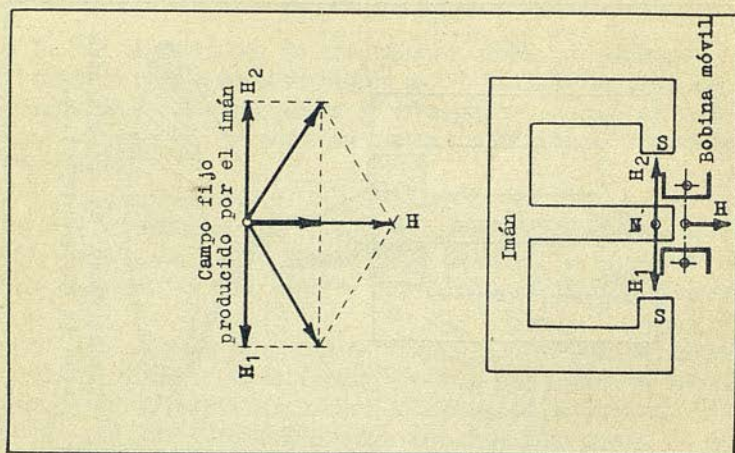


Fig. 65. — Composición y resultante de los campos de un altavoz electrodinámico.

nota LA. Es intuitivo que la corriente que enviamos a la bobina puede proceder de un micrófono, la cual, previamente amplificada, tanto millares, o centenares de millares de veces como sea necesario (mediante un amplificador de varios pasos), la aplicaremos finalmente a la bobina móvil. En este caso, los desplazamientos instantáneos de la bobina, siendo rigurosamente proporcionales a la corriente que circula por ella, la superficie cónica seguirá dichas fluctuaciones y reproducirá, con una fidelidad extraordinaria, lo que se ha hablado, cantado, etc., delante del micrófono.

Estos altavoces cuyo principio acabo de resumir, se caracterizan por la fidelidad con que reproducen la escala musical, con la única diferencia de que según sea el diámetro de la superficie cónica tienden a reforzar ciertas gamas de notas de la escala mu-

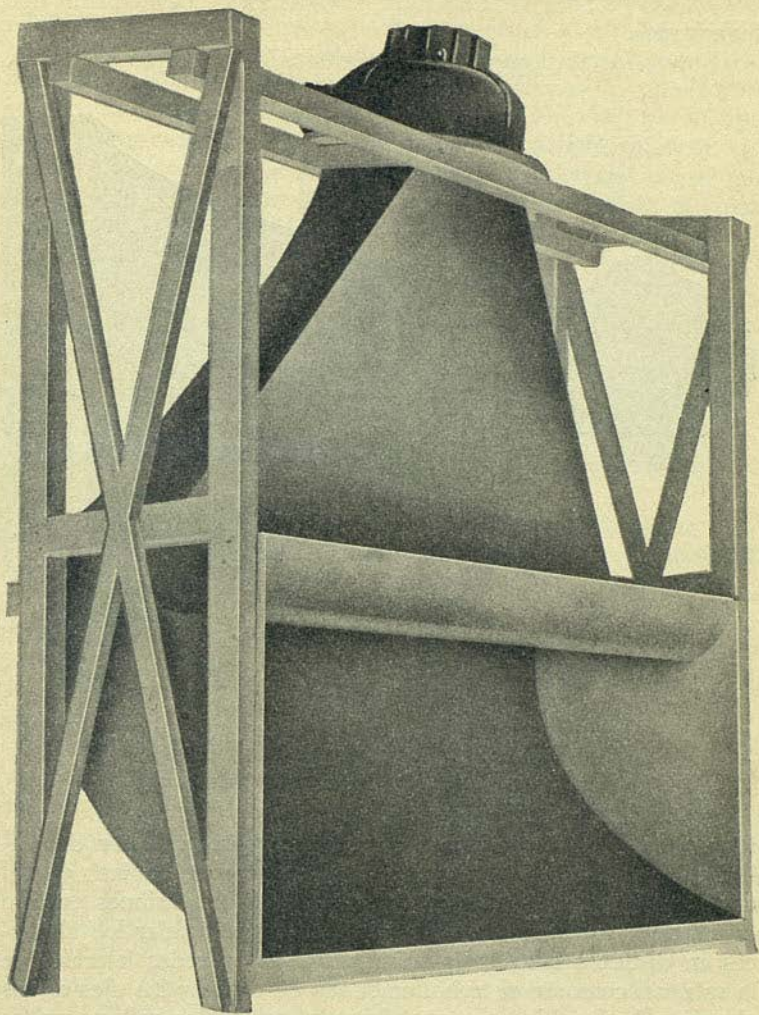


Fig. 66. — Proyector de sonido montado sobre difusor de celotext. Transforma 25 vatios de energía eléctrica en energía acústica.

sical. Las Figs. 66 y 67 ilustran dos tipos de altavoces empleados en las grandes instalaciones: el radiador es del llamado tipo logarítmico.

En las instalaciones de cine sonoro se acostumbra a instalar

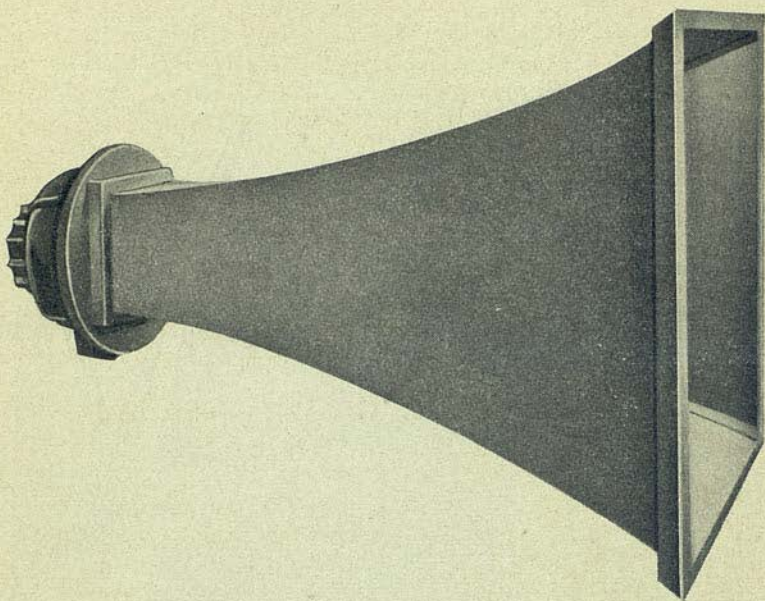


Fig. 67. — Difusor de curva logarítmica para radiar grandes cantidades de energía acústica.

los altavoces detrás de la pantalla, dando así más ilusión de realismo de que son las figuras proyectadas las que hablan; de todas formas cuando las salas son de grandes dimensiones esto no es suficiente y se precisa entonces recurrir a instalar los altavoces en distintos sitios, especialmente en las paredes laterales de la sala, así como en el techo, cuidando de enfocar los ejes de los altavoces hacia sitios que no ofrezcan superficies reflectoras, es decir, paredes lisas ya que entonces se produciría un efecto de eco al ser reflejados los sonidos en varias direcciones. El estudio de la acústica de las salas de proyección lo trataré esencialmente en otro capítulo, pero desde ahora debo indicar que es el punto

más delicado al hacer una instalación de cine sonoro, debiéndose en muchas circunstancias cubrir o modificar ciertas paredes, para evitar los efectos perniciosos de la mala acústica de un local.

En lo que podríamos llamar instalaciones baratas de cines, se emplean aún los altavoces antiguos, consistentes en un electroimán y una membrana vibratoria colocada ante ella. Es el caso de los receptores telefónicos, que tienen la particularidad de reforzar excesivamente la gama de notas musicales cercana al período vibratorio propio de la membrana y, en cambio, el resto de la escala musical se reproduce con una deficiencia que no puede aceptarse cuando se trata de la reproducción de sonidos de alta calidad. En fin, para que aún sean más malos los efectos, este tipo de altavoz acostumbra a acompañarse de una trompeta para enfocar los sonidos en una zona determinada muy restringida; las dificultades que se añaden con esta solución son muy numerosas, bastando con señalar el que en dicho cono se producen una serie de refuerzos de ciertas notas que hoy día no se comprende como puede aún haber instalaciones de categoría tan ínfima.

Los altavoces se alimentan conectándolos en paralelo, de esta forma se evita que si la bobina de uno de ellos se estropea, el resto de la instalación quede inutilizado.

En instalaciones de primera categoría esta línea de alimentación se hace con tres hilos, uno de los cuales es de retorno, para compensar de esta manera el valor de la resistencia de la línea, asegurando así una alimentación igual para todos los altavoces.

Los campos de excitación pueden ser producidos mediante imanes fijos, o bien, por medio de electroimanes; en este último caso es conveniente que los electroimanes estén alimentados por una corriente eléctrica muy constante, siendo sumamente recomendable el utilizar una batería de acumuladores o bien una generatriz de corriente continua que produzca una tensión sumamente constante y aún así, es conveniente conectar, en tampón, una batería de acumuladores de carga reducida que absorba los excesos de voltaje y los restituya en los momentos de mínima tensión de la máquina, para obtener así una curva de voltaje prácticamente constante.

RADIO RECEPCION MODERNA

por el Ing. AGUSTIN RIU

Radio Ingeniero E. S. E. París
Ing. Mecánico Electricista E. S. M. E. París
Miembro del Instituto de Radio Ingenieros

SEGUNDA EDICION

Obra modernísima, que describe los últimos adelantos de la recepción radioeléctrica. Empieza por explicar los fundamentos de la radio y termina describiendo los circuitos alimentados con corriente continua, alterna y, finalmente, la teoría y construcción de los receptores llamados **universales**, que se alimentan indistintamente con corriente continua y alterna. La obra se ha escrito sin tecnicismos, de forma que puedan comprenderla los profanos. Está ilustrada con una profusión de grabados el texto, que aún aquellos que nunca han estudiado la radio, sabrán, una vez leído este libro, no sólo sus principios básicos, sino construir, reparar e instalar receptores

332 páginas
200 figuras
6 problemas

Precio: 6 Ptas.
(contra reembolso
Ptas. 6,50)



SEGUNDA PARTE

CAPITULO I

Nociones de Acústica

La Acústica es la parte de la Física que estudia las vibraciones sonoras, leyes que las rigen, condiciones de propagación, etcétera.

Las ondas sonoras se propagan por el aire a una velocidad del orden de 350 metros a la temperatura normal del ambiente. En consecuencia, ya vemos que su velocidad es relativamente reducida, lo cual se pone en evidencia al exclamar un grito en un lugar cerrado por montañas cercanas donde oímos el *eco*, es decir, la repetición del mismo, una o varias veces consecutivas.

Este eco es debido a que las ondas sonoras una vez han partido de nuestra boca se han propagado en todas direcciones y al encontrar el obstáculo de la montaña han tomado otra dirección en una forma semejante al caso de una pelota que choca contra una pared. A este efecto se le llama *reflexión*.

Luego, ya vemos que las ondas sonoras tienen una velocidad de propagación, que se reflejan al encontrar un obstáculo y, en fin, que siguen las mismas leyes que todos los movimientos vibratorios, que no estudiaremos en este momento debido a que no nos interesan estos conocimientos para la aplicación práctica del Cine Sonoro.

Desde ahora ya vemos que en las salas será necesario tomar ciertas precauciones para evitar este efecto de eco, puesto que si una persona percibiese el mismo sonido repetido varias veces el efecto sería verdaderamente desastroso y esto se produce si el intervalo de tiempo es de $\frac{2}{10}$ de segundo, es decir, el tiempo que tarda el sonido en propagarse una distancia de 70 metros, cosa muy fácil de obtenerse en la práctica desde el momento en que, entre ida y vuelta, sólo se necesitan 35 metros y puede de-

cirse que no hay ninguna sala que no tenga esta profundidad. Esto ha desarrollado una verdadera especialidad, llamada Acústica de las salas que estudiaremos en el capítulo siguiente, dentro de lo que interesa saber desde el punto de vista práctico, ya que es un tema que para tratarse debidamente necesita más extensión que el de toda esta obra.

Las ondas sonoras las forman los *sonidos*, dándose el nombre de sonido a todo conjunto de vibraciones sonoras que es agradable a nuestro oído, es decir, que nos produce un efecto de armonía. El *ruido*, en cambio, es desagradable, desentona, nos molesta; no obstante, un conjunto de ruidos puede producir un efecto armonioso: es el caso de las músicas primitivas.

En los sonidos distinguimos entre los que son *agudos* y los *graves*, denominados también altos y bajos; pues bien a esta cualidad se la llama *tono* del sonido; es así, por ejemplo, que decimos que tal nota debe darse con un tono más alto, etc.

Un sonido dado en el mismo tono, puede hacerse que sea más o menos fuerte. Esto dependerá, naturalmente, de la energía que se gaste en producir dicho sonido (fuerza con que se ha golpeado una tecla del piano, impulso que se da al arco del violín, etc.). A la mayor o menor fuerza de un sonido se le llama su *intensidad*, que expresa, según acabo de explicar, la cantidad de energía que transportan las ondas sonoras.

En fin, una misma nota musical según que provenga de un piano, de un armonio, de un violín, etc., se perciben con efectos distintos en nuestro oído y, no obstante es la misma nota, es decir, tiene el mismo número de vibraciones por segundo. La causa reside en que estos distintos instrumentos añaden a la nota que emiten una serie de notas, múltiples de la primera. A esta primera nota, básica, se la llama *fundamental* y a las otras superiores, se las denomina *armónicos* de aquella. Este hecho de distinguirse un instrumento por el sonido que emite se le llama *timbre*.

Para aquellos de mis lectores que están acostumbrados a los estudios radioeléctricos habrán observado una similitud extrema entre cuanto acabo de explicar y lo que sucede a una antena al ser recorrida por una corriente alterna de alta frecuencia. En efecto, lo que hemos denominado tono es equivalente a la longitud de onda, cortas para los sonidos agudos y largas para los sonidos graves. La intensidad de un sonido se refiere concretamente a la amplitud de su onda (cantidad de energía que trans-

porta) y finalmente, el timbre, es la radiación de la onda fundamental seguida de un cortejo de armónicos, siempre superiores y múltiples de aquella.

Este paralelo entre las ondas sonoras y las radioeléctricas es conveniente retenerlo en la memoria porque puede ayudar mucho a aquellos que están familiarizados con la radio.

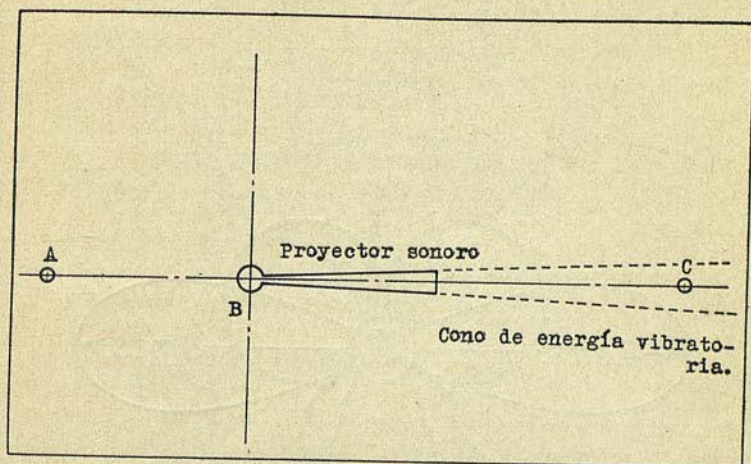


Fig. 68. — Experimento que permite poner en evidencia la propagación rectilínea de los sonidos.

Los sonidos se propagan en línea recta y, según hemos visto anteriormente, se reflejan al encontrar un obstáculo. Esta reflexión se efectúa siguiendo leyes fijas, siempre las mismas, que conviene tener una idea para aplicarlas prácticamente en las salas de Cine Sonoro.

Propagación de los sonidos. — Tomemos un altavoz formado de un cono muy agudo tal como indica la Fig. 68, y hagámoslo girar alrededor de un eje vertical. Observaremos que los sonidos se perciben muy claramente cuando el eje del altavoz se encuentra en nuestra dirección, observándose que entonces el sonido es mínimo para la posición A B y máxima para el B C. Haciendo diversos experimentos llegaremos a la conclusión de que las ondas sonoras se propagan en línea recta. En el caso de una persona que habla al aire libre la distribución de la energía es la que se indica en la Fig. 69.

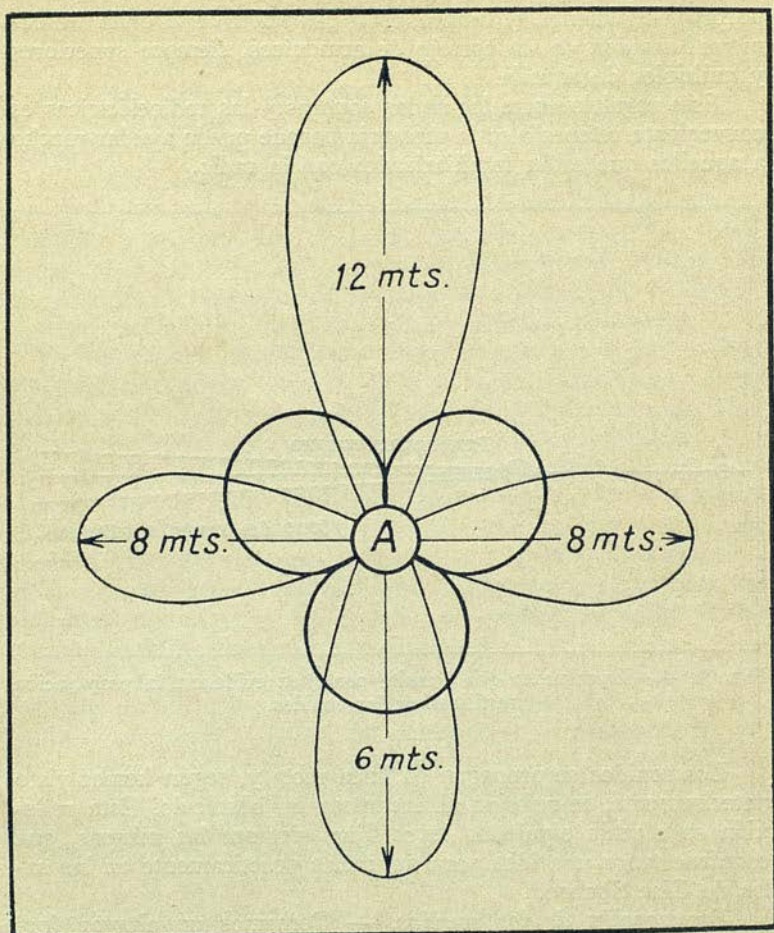


Fig. 69. — Distribución de la energía acústica de una persona que habla al aire libre

Leyes de Reflexión. — Si extremamos las precauciones de que las ondas sonoras que emite el cono del ejemplo anterior sea un haz de energía muy pequeño, podremos comprobar experimentalmente las leyes de reflexión que voy a detallar.

Las ondas sonoras, al encontrar un obstáculo, se reflejan en él según las dos leyes siguientes: el ángulo de incidencia es igual

al de reflexión, y, tanto el rayo incidente como el reflejado están situados en un mismo plano. La Fig. 70, ilustra gráficamente la interpretación de esas dos leyes que son la base de todos los estudios de la acústica de las salas.

Conviene ahora ver que en una sala conviene cumplir las dos

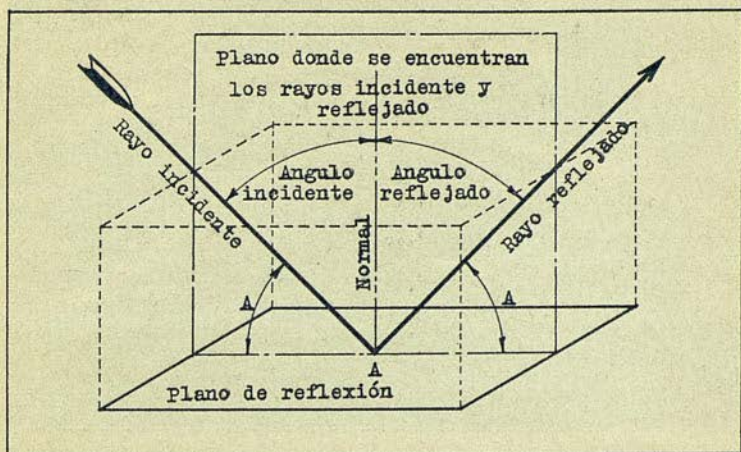


Fig. 70. — Resumen gráfico de las leyes de reflexión de los sonidos.

condiciones siguientes: que en todos sus puntos haya la misma densidad de energía sonora, lo cual se consigue disponiendo convenientemente los altavoces, y, segundo, que no haya reflexión de sonidos.

Esta última parte se consigue recubriendo las paredes de materiales que absorban la energía acústica sin reflejarla, haciendo los techos con ondulaciones para que no ofrezcan superficies reflectoras de dirección privilegiada, y disponiendo cortinas, etc., que sirvan de ornamentación a la sala, pero que en realidad complementen sus condiciones acústicas. La Fig. 71 ilustra la gran sala del Gaumont Palace, de París, donde pueden apreciarse los detalles que acabo de describir, ayudado de que todas las butacas están recubiertas de un fieltro especial de gran poder absorbente de las ondas sonoras.

De los numerosos estudios y experiencias que se han efectuado durante estos últimos cinco años tanto en Europa como

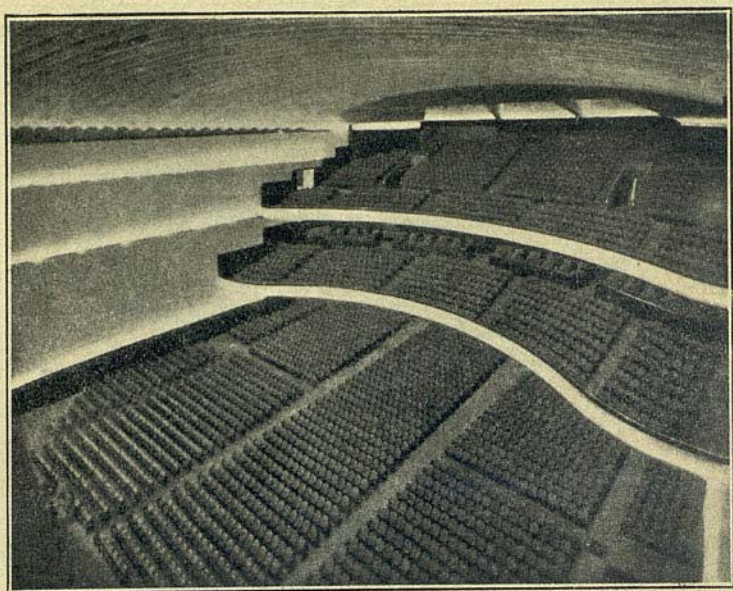


Fig. 71. — Sala del Gaumont Palace, de París

en América, doy un pequeño resumen en el capítulo siguiente el cual tiene el triple objeto de hacer comprender al público en general porque las salas de Cine Sonoro se arreglan de esta manera y por lo tanto poder distinguir las causas del mal resultado de las salas de cines baratos. Además, con estos conocimientos, será posible que muchos empresarios puedan mejorar las condiciones acústicas de su sala y finalmente, para el instalador, pienso que encontrará datos que podrán serle verdaderamente útiles.

CAPITULO II

Acústica de la sala ⁽¹⁾

Al tratar de sonidos ya concretamente aplicados a la acústica de los locales dedicados a cine sonoro, el problema adquiere caracteres especialísimos, ya que, si bien la teoría de propagación e intensidad de éstos es la misma, es necesario aplicar estos principios a las condiciones que deben poseer los locales dedicados exclusivamente a este género de espectáculos, teniendo en cuenta que el sentido direccional, en este caso, es el de la escena o pantalla hasta los lugares más apartados del salón.

Podemos asegurar que una acústica perfecta en las salas de proyecciones sonoras es algo fundamental para la película sonora.

Si importante es para poder apreciar la calidad de la música, mucho más importante es para la película hablada, donde cualquier deformación causada por la resonancia, el eco o el sonido reflejado harían ininteligible la palabra.

En la propia sala se pueden apreciar sonidos útiles y otros que son altamente perjudiciales para la buena reproducción.

Por sonidos molestos o perjudiciales no entendemos aquí los que proceden del exterior. Esto lo trataremos a parte cuando hablemos de aislamiento acústico.

Hemos ya dicho en el capítulo anterior que la voz humana posee, al aire libre, una intensidad propia relativamente audible, y que su intensidad de percepción depende del sentido direccional de la misma, en relación con la situación del oyente.

La mayor facilidad de propagación y percepción de la voz, en estas condiciones, depende exclusivamente de su propia fuerza o potencia de emisión. Cualquier otro ruido ajeno habrá de suponer, por tanto, una perturbación más o menos intensa.

En una sala, la palabra y la música es amplificada por la re-

(1) Los datos que figuran en este Capítulo los debemos a la amabilidad de la Compañía Philips, Sección de Cine Sonoro, manifestando nuestro agradecimiento al personal técnico de dicho departamento.

flexión de las paredes y del techo. Se puede considerar esta amplificación del sonido originada por la *reflexión repetida*, como la principal función de acústica de la sala.

Nos encontramos, pues, ante la cuestión siguiente:

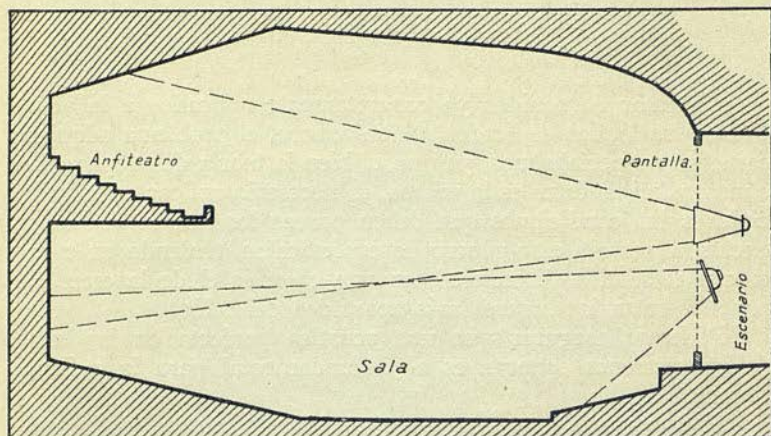


Fig. 72. — Efectos acústicos del rayo incidente y el reflejado en una sala de cine sonora.

¿Cómo y hasta qué medida el sonido es amplificado por la reflexión de las paredes y cuáles son los límites de la amplificación y dónde termina el sonido?

Antes que nada es preciso aclarar que el sonido sólo puede ser absorbido por las paredes y auditorio en la medida de su coeficiente de absorción determinado en cada caso.

La absorción del sonido durante su recorrido por el aire es tan insignificante, que no vale la pena tomarlo en consideración. Cuando el sonido choca con un muro o la pared, este sonido refleja una fracción R , deja pasar otra fracción D y el resto lo absorbe A . No existe más posibilidad, Fig. 72.

Entre las distancias A , D y R está entonces la relación: $A + D + R = 1$. Sólo la distancia $1 - R = A + D$ es la que interesa para la acústica de una sala, ya que es la que nos dará la cantidad de sonido que se pierde, aparte de su reflexión propia.

Esta fracción es muy pequeña para la mayoría de los materiales. El cemento, la piedra y el cristal absorben menos de un 10 por 100 de sonido incidente y reflejan el resto. Puede darse el caso de que el sonido sea reflejado treinta o cuarenta veces por las paredes antes de que su potencia propia sea reducida a una centésima parte de su valor primitivo.

Un sonido disminuído a un 10 por 100 no es necesariamente un sonido inaudible. Se puede reducir la intensidad normal de un sonido a una millonésima de su potencia inicial sin que, a pesar de ello, éste se convierta en inaudible.

Para hacer un estudio más concreto vamos a separar en tres grupos las causas principales que concurren para que una acústica sea mala.

Estas causas pueden ser:

El sonido reflejado.

El eco.

La interferencia.

Propiedades del sonido reflejado

Consideramos como buena una acústica cuando es posible oír en toda la sala la música y la palabra de forma suave y con su ritmo propio a la par que con la misma claridad desde cualquier punto del local. En la mayoría de los casos se produce un sonido reflejado que hace que la palabra hablada con cierta rapidez y la música muy viva resulte inarticulada, es decir, con cierta deformación, que la hace monótona, y en la mayoría de los casos ininteligible cuando se trata de una conversación a cierta distancia.

Para poder apreciar en toda su extensión este fenómeno podemos efectuar las pruebas siguientes:

Sitúese en la escena o lugar ocupado por la pantalla una persona que hable lo más rápidamente posible y a la vez fuerte. Desde distintos lugares de la sala podrá perfectamente apreciarse el efecto de reflejo de la voz con más o menos intensidad, según la calidad de las condiciones acústicas del local.

Si es posible montar en el escenario una pequeña instalación amplificadora provisional o simplemente un amplificador podrá juzgarse desde la sala, todavía más claramente y sin es-

fuerzo alguno, la calidad de la palabra y de la música en plena concordancia con las características del local.

Es casi siempre corriente que en una sala cuyas dimensiones no sean ni excesivamente grandes ni excesivamente reducidas se atribuya la mala acústica al sonido reflejado.

Podemos entender por sonido reflejado el número de segundos durante los cuales un sonido es todavía oído a partir desde el momento preciso en que se emitió hasta que éste se extinguió completamente.

La duración del sonido reflejado debe continuar, por lo menos, con un cierto valor, aunque muy pequeño, que permita entender la palabra y la música en todas sus frecuencias.

Determinación de la duración del sonido reflejado

Para fijar la duración del sonido reflejado se puede proceder:

- a*, calculando.

- b*, experimentalmente.

El cálculo, cuyo ejemplo citaremos a continuación, así como las tablas para ello requeridas, exige mucho tiempo para quien con cierta premura precisa resolver.

De ahí el por qué es más recomendable, aunque de menos precisión, el procedimiento *b*, que permite, con mayor rapidez y más simplemente, obtener la impresión justa de la acústica de una sala.

Existen aparatos complicadísimos para facilitar esta labor; pero la experiencia nos ha hecho adoptar medios más sencillos todavía, como demostramos a continuación:

Con un toque de flauta de unas 500 oscilaciones por segundo se percibirá que desde el primer instante el sonido reflejado es independiente del lugar desde donde se emite.

Con un reloj de segundos se determina exactamente el sonido reflejado contando su duración de segundos.

Claro está que si esta prueba se efectúa durante la noche, que es cuando el silencio es mayor, el tiempo de duración del sonido reflejado será mayor. En la práctica se ha observado que esta mayor duración es sólo de medio hasta un segundo como máximo.

El hecho de que el oyente tenga mejor o peor oído no signi-

fica gran cosa, si tenemos en cuenta que la extinción del sonido reflejado se efectúa logarítmicamente.

Para conseguir mayor experiencia en la determinación de las condiciones acústicas de una sala es muy conveniente efectuar ensayos, haciendo que una persona lea en voz alta en varias salas y controlar desde distintos lugares de éstas el valor del sonido reflejado. Así nos encontraremos que, en muchas ocasiones, el lector se verá obligado a leer más despacio y modificando el nivel de voz de tal forma que se consiga que el sonido reflejado sea más alargado y distinto.

Una duración excesiva del sonido reflejado ejerce una influencia desfavorable sobre la buena percepción de la palabra y de la música. La duración del sonido reflejado, es decir, el tiempo hasta el final del cual la cantidad de sonido en la sala se reduce a una millonésima de su fuerza inicial, no debe ser ni muy grande ni excesivamente corto; de lo contrario, la palabra parecería ronca y seca, y la música tendría momentos durante los cuales los sonidos darían la sensación de que se cortan.

Para cada sala corresponde siempre una duración máxima del sonido reflejado que puede calcularse mediante la fórmula de Petzold:

$$t = 0.0325 \sqrt[3]{V + 1}$$

En esta fórmula, V significa el volumen de la sala en metros cúbicos.

Una diferencia de adelanto o retardo de 0,1 de segundo puede admitirse en la aplicación de la tabla A.

Capacidad de la sala en metros cúbicos	Duración máxima del sonido reflejado
400 metros ³	1,1 segundo
700 »	1,2 »
1.500 »	1,3 »
2.200 »	1,4 »
4.000 »	1,5 »
6.000 »	1,6 »
10.000 »	1,7 »
17.000 »	1,8 »
20.000 »	1,9 »
27.000 »	2 »

TABLA A. — Duración del sonido reflejado, según el volumen de la sala.

Como puede apreciarse, una mayor duración para salas grandes es conveniente. Sin embargo, el sonido reflejado no debe, en general, durar más de dos segundos.

La duración del sonido reflejado es tanto más corta cuanto mayor es el coeficiente de absorción de las paredes reflejantes, y se determina fácilmente por el coeficiente de absorción del material con que se recubren éstas.

Como unidad de medida se ha escogido la absorción de una ventana abierta, porque no existe ninguna reflexión en ese lugar.

Calculamos el amortiguamiento producido por una ventana abierta igual a 1. El coeficiente de absorción de cualquier materia es siempre inferior a 1, porque se produce en todos los casos una reflexión parcial.

Profesores tan competentes en esta materia como Sabine y Petzold han establecido los coeficientes de absorción que figuran en la tabla B, que indico en la página siguiente.

El eco y la interferencia

El eco y la interferencia son fenómenos menos frecuentes, pero bastante más complicados. La mejor forma para corregir estas perturbaciones es, también, aplicando materiales amortiguantes o absorbentes; pero sólo en aquellos lugares donde la perturbación se origina. Por regla general, esto se produce en la pared posterior o en el barandal del anfiteatro.

Al corregir las condiciones acústicas disminuyendo el sonido reflejado, ya en muchos casos se ha atajado este mal, y podemos, por tanto, considerar que generalmente tanto el eco como la interferencia en las salas dedicadas a cine sonoro no requieren el empleo de medidas extraordinarias.

Resonancia

Algunas veces se da el caso de que el lugar de la escena en donde se hallan instalados los altavoces no ha sido debidamente dispuesto para amortiguar el sonido reflejado, absorber el exceso de vibraciones o evitar el eco en el caso en que la pantalla se halle colocada en un escenario.

Esto puede representar una de las causas de mala acústica menos veces prevista.

M A T E R I A	Coeficiente
Ventana abierta	1.
Público (por metro ²)	0.96
Fieltro de crin (espesor 2,5 mm.)	0.78
Celotex Acústico BB perforado 23,5 mm.	0.7
Celotex Acústico B perforado 22 mm.	0.55
Fieltro 12 % espesor 88 % aire	0.52
Fieltro 19 % espesor 81 % aire	0.38
Fieltro 33 % espesor 67 % aire	0.32
Celotex, espesor 1,25 c/m.	0.31
Celotex, espesor 1,5 c/m.	0.30
Tapices (el más pesado)	0.29
Cuadros al óleo con marco	0.28
Bancos lisos de crin o cuero	0.28
Asientos pulimentados	0.25
Panerías	0.23
Asientos tapizados	0.21
Asientos tapizados, fieltro elástico	0.20
Tapices corrientes	0.20-0.40
Corcho, espesor 2,5 c/m.	0.16
Cretonas	0.15
Piso recubierto de linoleum	0.12
Plantas (por metro cúbico)	0.11
Piso	0.11
Revestimiento en pino duro	0.061
Piso liso (parquet)	0.050
Cemento armado	0.043
Cemento sobre plancha de madera	0.034
Cristal (espesor sencillo)	0.033
Pared piedra (sin pintar)	0.030
Cemento sobre ladrillo	0.025
Ladrillo sobre cemento	0.025
Asientos lisos de madera (por asiento)	0.008
Sillas corrientes	0.008
Pared pintada	0.020
Una mujer	0.54
Un hombre	0.48
Un niño	0.44
<i>El término medio por persona de cualquier sexo y edad es de</i>	0.43

TABLA B. — Coeficiente de absorción por metro cuadrado de diferentes materias.

En este caso será preciso rodear el lugar ocupado por los altavoces con paños gruesos o cualquier otro material absorbente similar.

También suelen presentarse resonancias muy difíciles de localizar por la índole de su origen.

Pueden éstas ser originadas por los aparatos de iluminación, ventanales, barandillas metálicas, instrumentos de músicas cercanos a la pantalla. Para resolver este inconveniente será preciso proteger el lugar u objeto origen de la resonancia con material absorbente. Si son lámparas, bastará a veces una gasa; las barandillas tendrán que ser cubiertas por paños, y por lo que se refiere a instrumentos musicales, deberán asimismo protegerse en debida forma.

Disposición y volumen conveniente de las salas

Dentro de las exigencias de capacidad propias de cada sala dedicada a cine sonoro, es preciso tener en cuenta, al trazar el proyecto, que ésta sea lo más pequeña posible.

Quiere esto decir que la sala quede reducida a su dimensión propia y sin que sobren grandes espacios libres e innecesarios, lo mismo por lo que se refiere a su anchura y largo como a su altura.

Una bóveda elevada es tan perjudicial como una cúpula sobre el patio de butacas. Aparte de las consideraciones ya expuestas al tratar del sonido reflejado, existen otras razones por las cuales se demuestra la conveniencia de reducir el volumen del local a su justa capacidad.

Para que una nota sostenida llegue con todo su valor a los lugares más alejados, es necesario que ésta posea una fuerza o intensidad suficiente.

La voz humana posee escasa potencia en salas muy grandes, a menos que la duración del sonido reflejado no sea muy larga; puesto que, como antes dijimos, la intensidad sonora depende del volumen del local.

Otra razón es la que se refiere a la dificultad, muy corriente en grandes salas, de que se produzca eco.

En este caso, el eco supone una reflexión dirigida y siempre audible por oposición al sonido reflejado, que es una reflexión difusa.

En salas de moderna construcción rectangular y techo bajo, el eco es raro; pero debe tenerse en cuenta que el peligro de la aparición del eco es posible desde una longitud superior a 15 me-

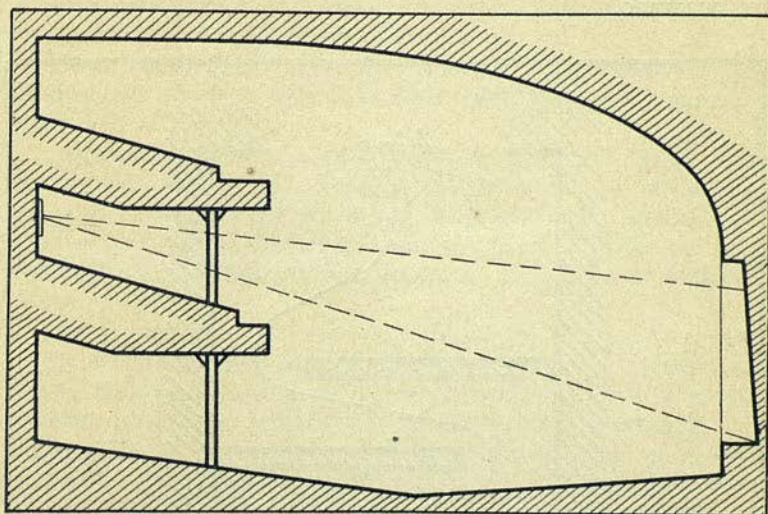


Fig. 73. — Disposición correcta para la proyección de las imágenes en la pantalla.

tros. Una sala cuya longitud total no exceda de los 28 a 30 metros puede considerarse como ideal para conseguir dominar todos los fenómenos que corrientemente suelen presentarse.

La forma del techo tiene también gran importancia; pues teniendo en cuenta que el sonido, al partir de la pantalla, se distribuye por la sala, es necesario que ciertos sonidos puedan ser dirigidos, bien directamente, bien rechazados por la superficie del techo, a los lugares más alejados de la sala y de los anfiteatros.

La figura 73 indica la forma característica que la práctica aconseja para la construcción de un techo perfectamente acústico.

Aislamiento acústico

Lo más recomendable para el aislamiento acústico son los muros macizos de cemento. Nos remitimos sobre este particular a Sabine, que señala que la permeabilidad encontrada depende, la mayoría de las veces, del número de kilos utilizados por metro cuadrado.

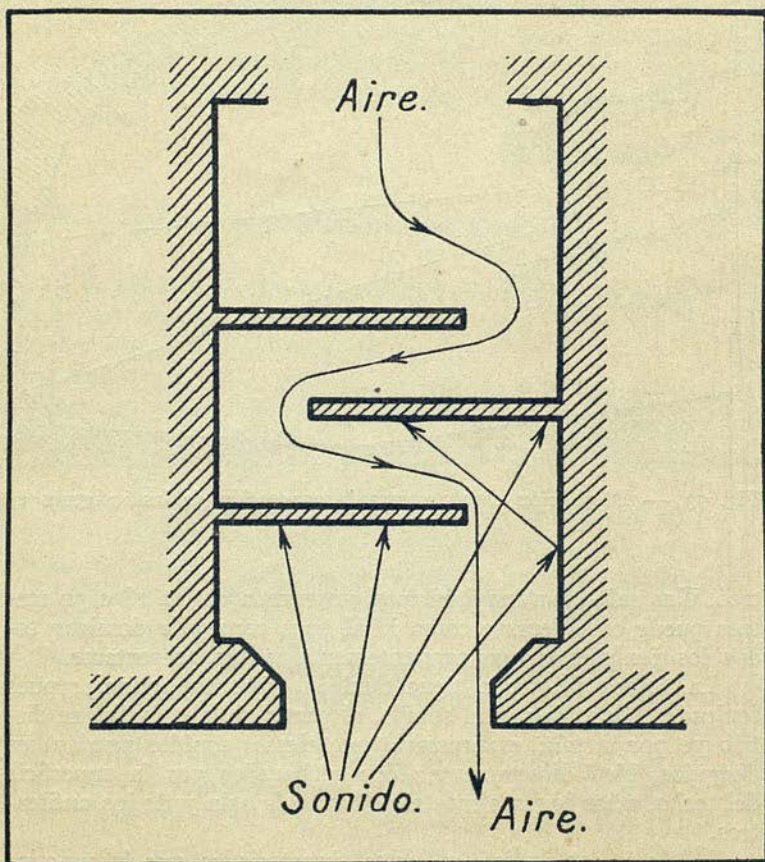


Fig. 74. — Disposición adoptada para permitir el cambio de aire evitando la difusión de los sonidos

Poco importa la composición de los materiales. La permeabilidad varía en 1/200 por 100 kilogramos por metro cuadrado.

Estas cifras muestran que aun con los muros bien gruesos no se consigue aislar suficientemente el sonido.

De ahí el por qué en ciertas construcciones dedicadas a exhibiciones sonoras se levanten dobles paredes entre las cuales se instala, además, material absorbente del sonido.

Una combinación de hierro y fieltro ha dado en la práctica resultados descartados por todas las teorías.

En la construcción de cabinas aisladas acústicamente se ha comprobado que es mucho más fácil amortiguar las notas elevadas, que las bajas.

Además, y según la teoría, la desviación de una pared permite dejarla vibrar bien, pudiéndose determinar su resonancia propia por la masa. De ahí la ley antes citada de Sabine, que experimentalmente establece que sólo el número de kilos por metro cuadrado es decisivo para calcular su coeficiente de permeabilidad.

Otros puntos son también importantes en esta materia:

Es necesario tener rigurosamente en cuenta en la construcción de las puertas, que éstas cierran herméticamente. Un ajuste perfecto, tratándose de una gran superficie, es indispensable.

También se presentan a menudo inconvenientes en lo que concierne a las instalaciones de ventilación y calefacción.

El sonido se propaga fácilmente por la pared de un tubo, así como por las conducciones de aire.

En las conducciones de aire se puede evitar la propagación mediante la colocación de "esclusas acústicas" análogas a las empleadas para el aislamiento contra la luz en las cámaras oscuras.

En esta forma, el sonido debe pasar a través de dos o tres revueltas bien agudas y provistas de material absorbente, Fig. 74.

De cuanto se acaba de explicar se deduce que no es tarea fácil poder poner la sala en lo que podríamos llamar su "punto acústico", sino todo lo contrario. Es indispensable calcular antes la cantidad exacta de material absorbente necesario y luego colocar éste de una forma racional y metódica.

Con las dos tablas dadas anteriormente podremos establecer los datos requeridos.

La tabla A se refiere a los tiempos de duración del sonido reflejado en relación con la capacidad cúbica del local, y la ta-

bla B, al coeficiente de absorción de los materiales que pueden formar el conjunto de la sala.

El mejoramiento de la acústica en las salas dedicadas a cine sonoro ha sido siempre objeto de grandes preocupaciones, especialmente cuando se trata de locales en los que anteriormente se proyectaban películas mudas y sin posibilidades de grandes reformas de orden arquitectónico ha sido preciso habilitarlos para películas sonoras y habladas.

La mayor dificultad que siempre se presenta en estos casos es la relacionada con la duración del sonido reflejado en proporción con la capacidad de la sala.

Los diferentes tiempos de duración del sonido reflejado que se indican en la tabla A dan un valor distinto según las dimensiones de la sala, así como la palabra hablada también da un valor diferente según la rapidez con que se emita.

Empleando esta fórmula:

$$t = \frac{0.164 \times \text{contenido}}{a}$$

por la cual t = representa la duración del tiempo del sonido reflejado; contenido representa el contenido de la sala en metros cúbicos, y a se refiere a la superficie absorbente total de la sala en metros cuadrados, se puede calcular perfectamente la cantidad de material absorbente que debe colocarse en la sala para conseguir una buena reproducción y una duración conveniente del sonido.

La tabla B indica los coeficientes de absorción de distintos materiales y se utiliza para calcular la superficie absorbente total de la sala.

Para ello la superficie en metros cuadrados de objetos y paredes debe multiplicarse por los coeficientes de absorción de los materiales correspondientes.

Respecto a las personas (del auditorio), las sillas y asientos que figuran en la tabla B representan una gran absorción, aunque variable, que debe ser reducida a metros cuadrados por el mismo procedimiento que para la superficie absorbente total y por persona, silla, asiento, etc.

Para calcular la reflexión procederemos como se indica en el ejemplo siguiente:

Se trata de calcular una sala con 1.200 localidades. Los pasillos de la sala y del anfiteatro están cubiertos con alfombras; las

paredes están hasta la mitad cubiertas de estuco de yeso. El techo es de cielo raso; el resto es de cristal.

El contenido de esta sala es: $46 \text{ m.} \times 16 \text{ m.} \times 11 \text{ m.} = 8.096$ metros cúbicos: La superficie total absorbente se obtiene de la siguiente forma:

Suelo de la sala y del anfiteatro	728 m. ²	$\times 0,015 = 10,90 \text{ m.}^2$
Techo y paredes	2.316 m. ²	$\times 0,03 = 69,48 \text{ m.}^2$
Alfombras de los pasillos	138 m. ²	$\times 0,20 = 27,60 \text{ m.}^2$
Cortinajes de la escena y sala	35 m. ²	$\times 0,40 = 14,00 \text{ m.}^2$
1.200 asientos	1.200	$\times 0,02 = 24,00 \text{ m.}^2$
<i>Absorción total con la sala vacía.</i>		145,98 m. ²

Vamos ahora a calcular el tiempo del sonido reflejado para algunos casos:

$$1) \text{ Sala vacía } t = \frac{0.164 \times 8096}{146} = 9,1 \text{ segundos.}$$

$$2) \text{ Sala llena } \frac{1}{3} t = \frac{0.164 \times 8096}{146 + (400 \times 0.41)} = 4,3 \text{ segundos.}$$

La absorción de una persona es de 0,43 (véase tabla B) rebajado de la absorción de una silla 0,43 — 0,02 = 0,41:

$$3) \text{ Sala llena } \frac{2}{3} t = \frac{0.164 \times 8096}{(146 + 800 \times 0.41)} = 2,8 \text{ segundos.}$$

$$4) \text{ Sala completamente llena } t = \frac{0.164 \times 8096}{146 + (1200 \times 0.41)} = 2,1 \text{ segundos.}$$

En la referida tabla A hallaremos los tiempos de duración del sonido reflejado máximo para salas de diferentes contenidos, y podremos observar que para este caso, si el tiempo es de 1,6 segundos aun cuando la sala esté completamente llena, nosotros, en cambio, tenemos un tiempo de 2,1 segundos; de forma que todavía existe un exceso de sonido reflejado.

Para averiguar la cantidad de material absorbente extra que debe instalarse en la sala hasta conseguir el tiempo de sonido necesario para una buena reproducción, emplearemos el siguiente procedimiento:

$$t = \frac{0.164 \times \text{contenido}}{a}$$

O en conclusión:

$$a = \frac{0.164 \times \text{contenido}}{t}$$

En el lugar de t se pone el tiempo de sonido reflejado deseado, y hallaremos:

$$a = \frac{0.164 \times 8096}{1,6} = 829 \text{ m.}^2$$

de superficie de absorción total.

Cuando la sala está completamente llena, entonces tenemos $146 + (1.200 \times 0,41) = 638$ metros cuadrados; de donde se desprende que será necesario añadir:

$829 - 638 = 191$ metros cuadrados de superficie de absorción para conseguir una buena acústica con la sala llena.

Si comenzamos a cubrir el techo con material absorbente, tendremos:

Superficie del techo, $46 \times 16 \text{ m.} = 736 \text{ m.}^2$.

De esta superficie se pueden cubrir 650 metros cuadrados, y el resto se podrá utilizar para ventilación e iluminación.

Quedamos anteriormente que eran precisos 191 metros cuadrados de superficie total absorbente, que se redondearán a 200 metros cuadrados, para conseguir las condiciones acústicas necesarias.

Entonces será preciso buscar en la tabla B qué tipo de Celotex o cualquiera otra materia que con una superficie de 650 metros cuadrados den una superficie de absorción total de 200 metros cuadrados aproximadamente.

Cuando se utiliza el Celotex tipo B, se consigue obtener 305 metros cuadrados que, desde luego, para este caso es preferible.

Los tiempos del sonido reflejado serán entonces:

$$1) \text{ Sala vacía } t = \frac{0.164 \times 8096}{146 \times 305} = 3 \text{ segundos.}$$

$$2) \text{ Sala llena } \frac{1}{3} t = \frac{0.164 \times 8096}{451 + (400 \times 0.41)} = 2,2 \text{ segundos.}$$

$$3) \text{ Sala llena } \frac{2}{3} t = \frac{0.164 \times 8096}{451 + (800 \times 0.41)} = 1,7 \text{ segundos.}$$

$$4) \text{ Sala completamente llena } t = \frac{0.164 \times 8096}{451 + (1200 \times 0.41)} = 1,4 \text{ segundos.}$$

En resumen: que con la sala completamente llena la acústica será buena, y con la sala vacía, o sólo con 400 personas, existirá un exceso de sonido reflejado.

Si todavía se pretende mejorar esto, se tendrá que aumentar la superficie de absorción total con Celotex, cortinajes, etc., por

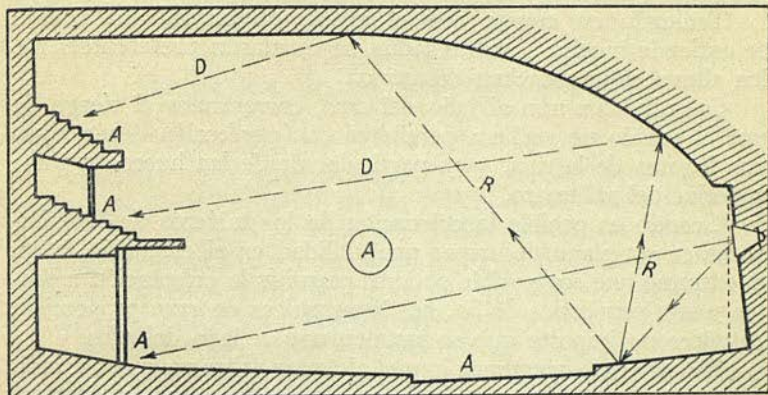


Fig 75. — Distribución de los difusores de sonido para obtener una densidad de energía acústica constante en toda la sala. Sólo se utiliza la radiación directa

el mismo procedimiento de cálculo que el anteriormente expuesto.

En condiciones normales es indiferente el lugar donde se va a aplicar el material absorbente.

La práctica nos ha demostrado que la pared de fondo, o sea en la que se apoya generalmente la cabina, y los bordes de la baranda o antepecho del anfiteatro, es lo más indicado en primer lugar. Después de esto puede seguir el tapizado de las sillas de la sala o el alfombrado, y últimamente recurriremos, como recurso extremo, a cubrir con tapices o pañerías las otras paredes.

El efecto direccional

El efecto direccional del sonido en la sala es algo fundamental.

Los altavoces deben instalarse, en cada caso, de acuerdo con

las dimensiones y características de la sala, ya que su misión es la de cubrir con sonido toda el área ocupada por ésta.

La altura a que deben ser instalados es aproximada a la que en los "primeros planos" ocupa la cabeza del actor. Así se consigue una sensación más real de que es la imagen la que habla.

Teniendo en cuenta que el efecto direccional del sonido se extiende mucho a ambos lados, se montarán preferentemente los altavoces uno encima del otro.

Colocándolos uno al lado del otro, correríamos el riesgo de que el sonido no pudiera percibirse con perfección desde algunos lugares de la sala, y en particular desde los huecos y parte superior del anfiteatro.

Cuando es posible la colocación de los tableros de los altavoces en un plano de mayor profundidad en el escenario, hasta el extremo que sea posible poderse permitir la orientación a tanto y aun proveerlos de bocinas logarítmicas de gran proyección, entonces no importa que se instalen uno al lado del otro.

En este caso repetimos lo que al tratar sobre resonancia indicábamos. Es preciso rodear a los altavoces, y particularmente su parte posterior, con paños o materia similar que pueda absorber toda la resonancia y efectos de reflexión que pudieran fácilmente originarse detrás de la pantalla.

La figura 75 muestra la disposición de los altavoces tal como se requiere para una sala de gran capacidad. Los altavoces superiores están orientados de forma que puedan proyectar el sonido hasta los lugares más alejados del anfiteatro; los inferiores están dispuestos para cubrir todo el área del patio de butacas. Estos últimos no necesitan bocina logarítmica proyectora como los superiores. La dirección de los altavoces debe ser tal que la distribución del sonido en la sala sea tan completa como uniforme.

TERCERA PARTE

Impresión de las películas sonoras

La técnica de la acústica se aplica en una forma mucho más extremada en la impresión de las películas habladas a tal punto que los que cuidan de la impresión de los sonidos son verdaderos ingenieros especialistas y su labor se ha perfeccionado tanto en estos dos últimos años que hoy es en extremo complicada.

Un local destinado a la impresión sonora debe de reunir una serie de condiciones suplementarias que no se exigen a una sala de proyección, ya que cuando se imprimen los sonidos es necesario que estos tengan todas las cualidades necesarias y además que conserven lo que podríamos decir una especialidad de personalidad lo cual se consigue no amortiguando precisamente todo efecto de reflexión sino, a veces, cuidando de que este se produzca para conservarse lo más natural posible y dando la máxima posibilidad de realismo. La técnica de los estudios donde se impresionan las películas cae fuera del marco que he trazado para esta obra cuya finalidad es la vulgarización de este invento que, como dije en un principio, es tan usado y tan poco comprendido.

Luego, es necesario impresionar los sonidos de tal forma que en la reproducción den el máximo de realismo, produciéndose ecos si así lo exige el lugar de la representación.

Actualmente es costumbre de impresionar las imágenes y los sonidos en dos películas distintas y luego se unen en una sola. Esto ha permitido una serie de perfeccionamientos en la impresión de los sonidos ya que se han estudiado máquinas especiales, completamente independientes.

En un *estudio* hay que cuidar las dos condiciones esenciales: parte óptica y parte acústica. Respecto a la primera hace varios años que ha sido resuelta por medio de reflectores potentísimos

y en cuanto a la acústica debe de estudiarse en cada caso por el ingeniero especialista.

En la Fig. 76, vemos una escena de la impresión de la película *Cleopatra* en la que podemos apreciar claramente las

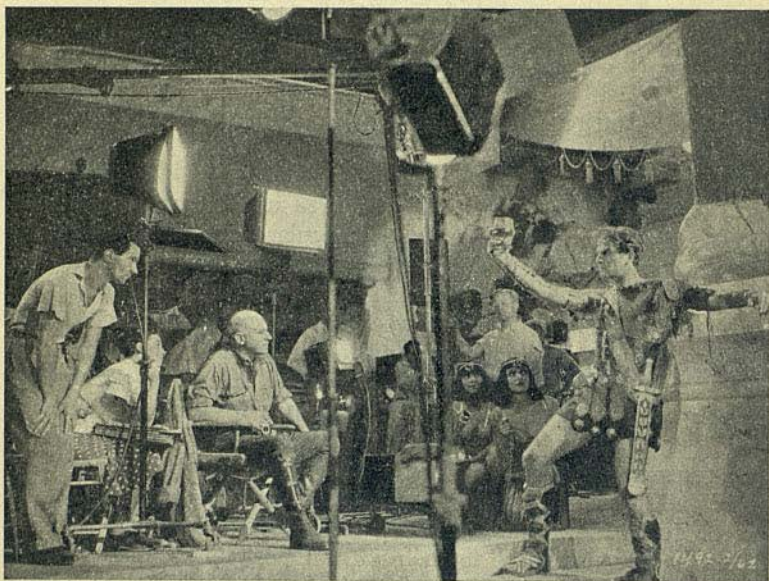


Fig. 76. — Escena durante la impresión de la película *Cleopatra*. Obsérvense los focos, micrófono y disposición interna del estudio: el director de escena, el ingeniero, etc.

diversas disposiciones que se toman para que el artista quede perfectamente iluminado sin que se ocasionen sombras duras que contrastarían con la escena; varios reflectores permiten obtener este resultado. Esta fotografía nos permite ver una serie de detalles de la organización de un estudio de películas sonoras.

La captación de los sonidos, es decir, la situación de los micrófonos puede apreciarse en la Fig. 77, en la cual vemos el recogedor de sonidos colocado sobre de los artistas, sostenido por medio de tubo especial que permite desplazar el micrófono siguiendo los movimientos de los artistas.

Ambas figuras, en realidad, se complementan; en una ve-

mos el interior del estudio con toda la parte de iluminación de los artistas, en cambio, en la segunda, podemos apreciar el conjunto artístico ya iluminado con el detalle del micrófono.

En la Fig. 78 vemos el interior de uno de los estudios de la



Fig. 77. — Aspecto de un estudio de la Paramount durante el rodaje de una película sonora. Numerosos detalles completarán la visión de lo que es un estudio durante el filmage de una película.

Orpheo Films, de Barcelona, en la preparación de una escena de la película *Viva la vida*. La Fig. 79 muestra otra escena de la misma película en la cual podrá darse cuenta de la serie de artificios que se emplean para dar realismo a las escenas más variadas; a la izquierda, obsérvese una especie de bastidor acolchado, destinado a absorber los sonidos y evitar efectos de su reflexión en cierta dirección.

La Fig. 80 muestra otra fase de la impresión de las películas sonoras: la toma de vistas habladas al aire libre. En esta fotografía vemos el micrófono situado sobre un trípode, la cámara portátil y grupo de artistas durante un descanso.

Como puede concebirse fácilmente, la acústica del lugar tiene una importancia fundamental, mucho más complicada que en la proyección. Esto se deduce del hecho de que una vez estudiada la acústica de una sala y arreglada convenientemente, ya

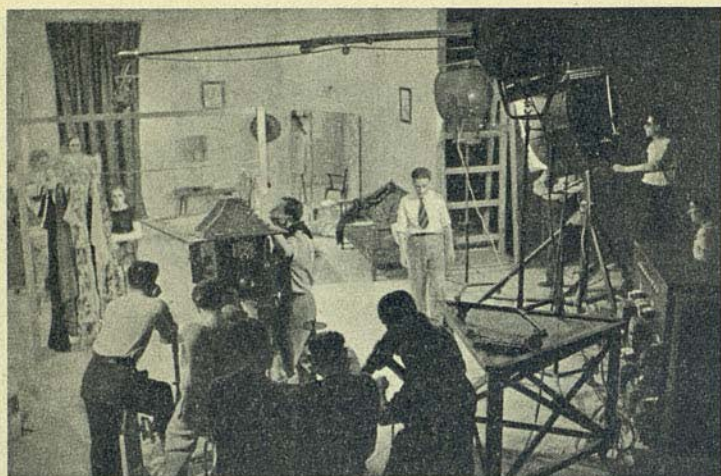


Fig. 78. — Un estudio de la Orpheo Film mientras preparan una escena.

no es necesario volverse a ocupar de este asunto, en cambio, en la impresión de películas, cada escena es preciso estudiarla desde le punto de vista de las condiciones acústicas.

Desde luego, en la impresión, los problemas son más complejos, según ya expliqué en la primera parte de esta obra, se trata, primeramente de transformar los sonidos en corrientes eléctricas proporcionales, luego amplificar lo suficiente estas corrientes y en fin, transformar estas corrientes variables amplificadas en variaciones de luz para poderlas fotografiar en el estrecho margen destinado a este efecto.

Unas cuantas consideraciones que vamos a presentar serán suficientes para que se comprendan las dificultades. En efecto, ya hemos dicho que el timbre depende del número de armónicos que acompañan al sonido fundamental, mejor dicho, distinguiremos tanto mejor un instrumento cuantos más armónicos añadamos al sonido fundamental, pero, esto representa en el caso del

cine sonoro una complicación técnica enorme ya que si registramos un sonido muy bajo, como por ejemplo producido por 120 vibraciones por segundo, para caracterizar el instrumento, deberemos registrar también sus armónicos, es decir, 240, 480,

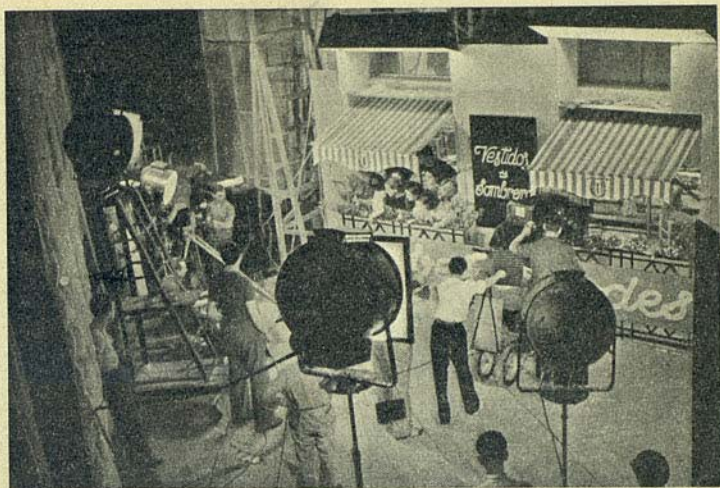


Fig. 79. — El estudio de la Orpheo Film durante la filmación de la película *Viva la vida*

960, etc., vibraciones por segundo: hemos considerado una nota muy baja y sólo el tercer armónico y no obstante, se nos presenta ya una frecuencia del orden de 1000 ciclos por segundo. La importancia de esto lo veremos en seguida.

La escala musical abarca una escala de frecuencias bastante extendida, desde unos 50 períodos por segundo (las notas más bajas, casi imperceptibles al oído) hasta los 9.000 períodos por segundo que son las notas más altas de las tiples. Ahora bien, en el caso de los 9.000 períodos, esto es de 18.000 semiperíodos por segundo, si nos proponemos inscribir estas notas en una película sensible, siguiendo los procedimientos explicados en la página 27 de esta obra, vemos que la distancia a que tienen que estar situadas dos rayas consecutivas, correspondientes a los dos semiperíodos de una nota, es muy pequeña.

Para efectuar este sencillo cálculo tengamos en cuenta que

las proyecciones modernas se efectúan a razón de 24 imágenes, lo cual significa un desplazamiento lineal de 456 mm. por segundo. Dividiendo esta distancia por 18.000 (rayas que debemos alojar en esta longitud) encontraremos que dos rayas consecuti-

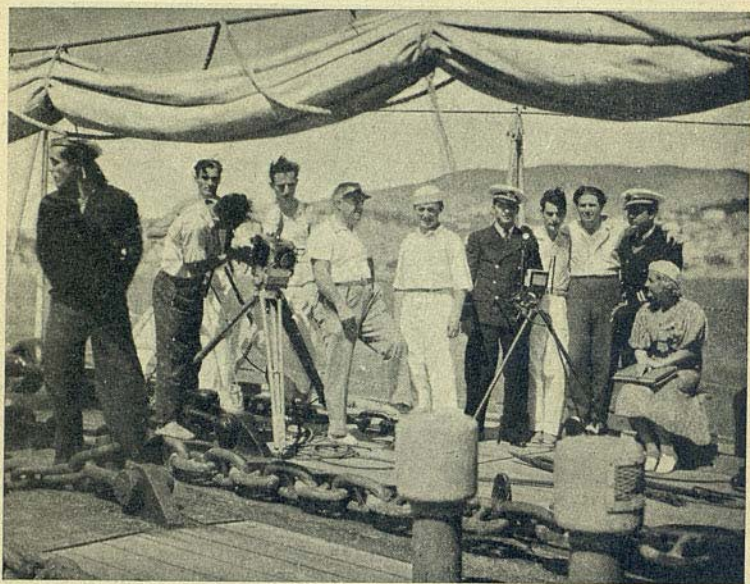


Fig. 80. — Impresión de una película sonora al aire libre.

vas estarán separadas de $1/4$ de milésima de milímetro. Por lo tanto, la ventanilla que debe dejar pasar el pincel de luz, que incidirá sobre la película, debe de ser inferior a esta medida y en efecto, ésta acostumbra a ser de la mitad del orden de 2 milésimas de milímetro.

Veamos como se obtiene este procedimiento de registrar los sonidos, llamado de *densidad variable*: ante un micrófono se reproducen los sonidos los cuales generan corrientes eléctricas proporcionales que, aunque muy débiles, pueden amplificarse tantos centenares de millares de veces como se quiera mediante un amplificador compuesto de varias válvulas electrónicas. A la salida de este amplificador conectaremos una lámpara de *neón*, por

ejemplo, la cual tiene la curiosa propiedad de variar su luminosidad en una forma rigurosamente proporcional a la intensidad eléctrica que la recorre a cada instante.

Ya vemos, pues, que gracias a estos artificios podremos trans-

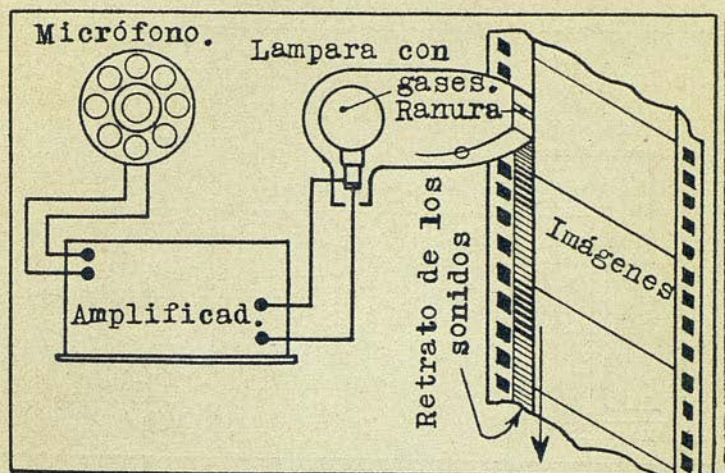


Fig. 81. — Conjunto esquemático de la impresión de los sonidos en las películas mediante el procedimiento llamado de *densidad variable*.

formar un sonido, o conjunto de sonidos, en una luz cuya intensidad varíe de acuerdo con una vibración musical.

Hagamos desfilan, con movimiento uniforme, una película sensible a la luz, cinematográfica o fotográfica, en una cámara oscura a la cual se ha practicado una pequeña abertura rectangular, de unos 3 milímetros de ancho, por una milésima de milímetro de espesor; si junto a esta ventanilla se desplaza la película y fuera de esta cámara oscura muy cerca de la ventanilla en cuestión y frente a ella colocamos la lámpara de *neón* cuyo brillo instantáneo ya hemos dicho es proporcional a la intensidad de corriente eléctrica que por ella circula, es evidente que según que la lámpara brille con su máximo de intensidad, con su mínimo, o todos los valores intermedios que puede llegar a tener, la película irá recibiendo impresiones instantáneas que, una vez revelada, se traduce por una serie de rayas finísimas,

paralelas entre sí, que son la impresión instantánea de la luz producida por la lámpara de *neón* a través de la diminuta ventanilla. Fig. 81.

Esta forma de inscribir los sonidos, llamada de *densidad variable*, fué la primera empleada en el cine sonoro y la calidad

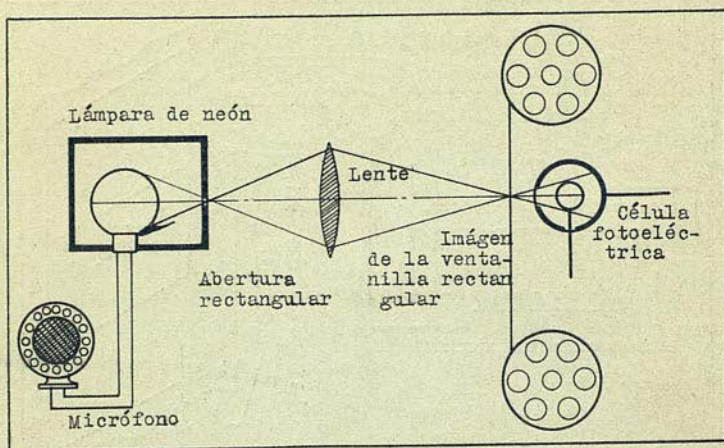


Fig. 82. — Esquema del principio empleado para proyectar la imagen de la ventanilla sobre la película por procedimientos ópticos para evitar su obturación con el polvillo de arrastre.

de reproducción que con él se obtiene es verdaderamente interesante.

En consecuencia, como que el tamaño de las películas es el mismo que cuando había las instalaciones de cine mudo, resulta de ello que las imágenes tienen ahora algo menos de superficie, inconveniente éste que se trata de remediar, habiéndose propuesto hacer un tamaño de película mucho más grande que el actual.

Este procedimiento de inscripción de los sonidos ofrece un inconveniente y es que como siempre la película tiene adherida sobre su superficie partículas de polvo, al rozar con la diminuta ventanilla se obstruye su abertura, lo cual ocasiona variaciones de la cantidad de luz que pasa a su través, modificando la intensidad lumínica de impresión.

Para evitar los inconvenientes que acabo de consignar se ha

ideado algunos procedimientos sumamente ingeniosos que procuran evitar que la película se desplace cerca de la ventanilla.

Hay tres procedimientos fundamentales que voy a mencionar brevemente:

1. Sistema óptico.
2. Célula de Kerr.
3. Del galvanómetro.

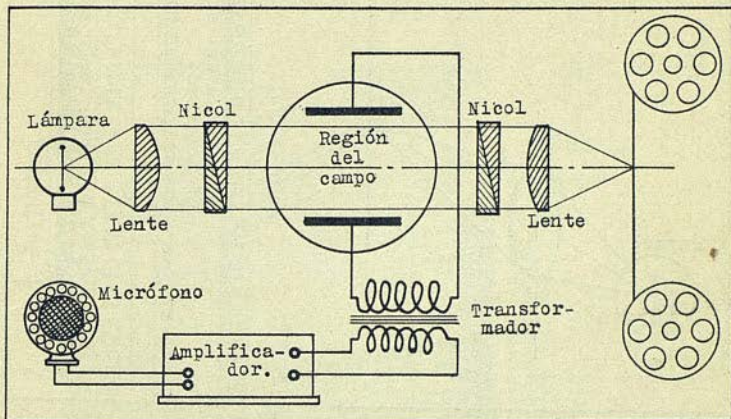


Fig. 83. — Sistema de la célula de Kerr para desviar el rayo luminoso polarizado evitando los inconvenientes de inercia mecánica y la de la obturación de la ventanilla con el polvo adherido a la película.

Los cuales son utilizados por las principales empresas del mundo.

1. Este sistema utiliza la proyección de la abertura de una ventanilla de las dimensiones mencionadas, gracias a un sistema de lentes que proyectan sobre la superficie sensible de la película la imagen de dicha ventanilla. Como que con este procedimiento la ventanilla puede estar situada a una distancia de algunos milímetros, o centímetros, de la película, e incluso estar encerrada en un departamento especial de paredes de vidrio, se evitan, en una forma absoluta, los inconvenientes de que la diminuta abertura se vea obstruída por las partículas adheridas a la película. La Fig. 82 indica este procedimiento que se ha empleado bastante en este sistema de impresión de películas.

1. Con la célula de Kerr se ha procurado evitar definitivamente el inconveniente de la obstrucción de la abertura productora del pincel de luz, gracias a un sistema sumamente ingenioso en el cual se utilizan los efectos de un campo eléctrico.

Supongamos que tenemos una lámpara L, Fig. 83 que nos proyecta un rayo de luz. Si lo polarizamos por medio de un

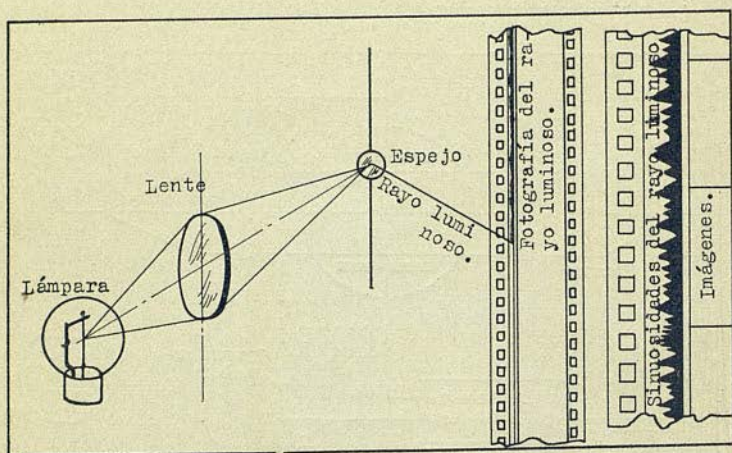


Fig. 84. — Principio de la inscripción de los sonidos en una película utilizando un galvanómetro de espejo de reducida inercia

nicol y luego lo hacemos pasar entre dos láminas a las cuales se aplica la corriente microfónica, amplificada, sucederá que al aplicar estas corrientes variables a los dos platos, se formará un campo eléctrico que actuará sobre el rayo de luz polarizado, desviándolo, y esto sin inercia alguna por muy rápida que sea la frecuencia del sonido procedente del micrófono.

En estas condiciones es bien evidente que el pincel de luz será proyectado más o menos sobre la película sensible y por lo tanto podremos así variar la cantidad de luz que se proyecta sobre la película.

3. Con el sistema del galvanómetro, Fig. 84, se consigue una solución semejante a la del caso anterior, con la diferencia fundamental de que, así como entonces no había que temer falta alguna de inercia mecánica, desde el momento en que lo único

que variaba era la intensidad de un rayo de luz, ocasionada por la acción de un campo eléctrico, en cambio, con el procedimiento del galvanómetro es preciso tener en cuenta esta inercia mecánica, puesto que el galvanómetro hace vibrar un pequeño espejo, que, por muy diminuto que sea, siempre representa el peso de

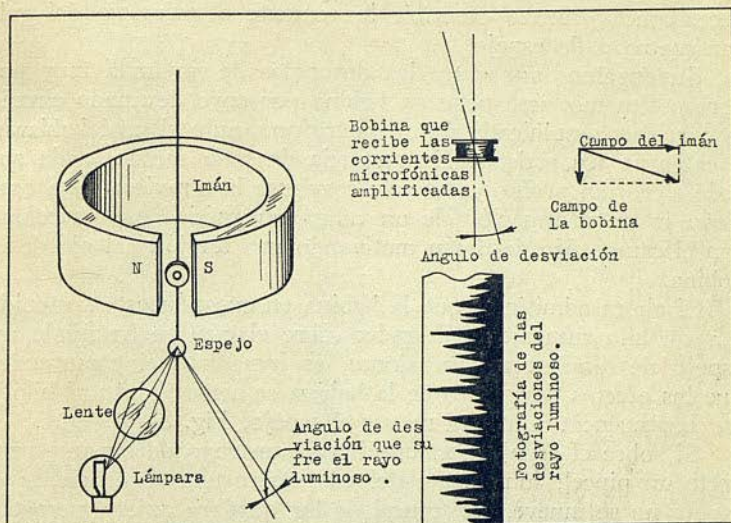


Fig. 85. — Conjunto esquemático de principio de inscripción de los sonidos llamado de densidad constante, mediante un galvanómetro de rápidas variaciones.

unos cuantos gramos. Gracias a este procedimiento el pincel de luz será más o menos desviado y así se consigue proyectar sobre la película la cantidad de luz correspondiente a aquella intensidad de sonido.

Registro a densidad constante. — El procedimiento de registrar los sonidos antes mencionados se llama de *densidad variable* debido a que varía la opacidad de las líneas fotografiadas. En cambio el procedimiento que vamos ahora a analizar se llama de *densidad constante*, nombre justificado puesto que el pincel de luz siempre tiene la misma intensidad lumínica; lo único que ahora, en vez de proyectarse siempre en una forma fija sobre la película, se desplaza lateralmente, dando así al ca-

nal de 3 milímetros de ancho, destinado al registro de los sonidos, todos los tonos intermedios que puede haber, desde el negro hasta la transparencia total de la película; todos los otros medios tonos están representados por la mayor o menor anchura que proyecta el pincel sobre el canal en cuestión.

Para comprender este nuevo procedimiento de inscripción necesitamos primero describir brevemente el principio del galvanómetro o de espejo.

Supongamos que entre los dos polos de un imán muy poderoso situamos una pequeña bobina por cuyo devanado circule la corriente amplificada de un micrófono, ante el cual hablarán o cantarán los artistas. En ausencia de todo sonido, nada sucede, pero tan pronto como una corriente la atraviesa, ésta ocasiona la transformación de un campo magnético que reacciona con el campo fijo del imán motivando una torsión del eje de la bobina.

Si ahora admitimos que la bobina en cuestión está sostenida por un hilo sumamente delgado, sobre el cual se ha fijado un espejo de diminutas dimensiones, es inmediato el comprender que los efectos de torsión de la bobina se comunicarán al hilo y en consecuencia ésta hará mover el espejo, Fig. 85.

Si sobre el espejo hacemos incidir un rayo de luz que proyecte un pincel, sumamente delgado, sobre una superficie, si el espejo no se mueve, este pincel de luz quedará quieto, pero tan pronto hagamos pasar una corriente por la bobina del galvanómetro se ocasionarán deflexiones que se comunicarán al espejo y, en consecuencia, el pincel de luz sufrirá un desplazamiento lateral. A estos galvanómetros de espejo destinados a inscribir las oscilaciones, se les llama *oscilógrafos*.

Esto explicado, supongamos ahora que el pincel lumínico se proyecta sobre una película sensible a la luz, la cual admitiremos que se desplaza con un movimiento uniforme. En ausencia de corriente, una vez revelada la película, observaremos que el pincel de luz habrá proyectado una línea de una anchura uniforme. Supongamos ahora, que hacemos pasar por el devanado una corriente alterna, de 100 períodos por segundo, por ejemplo; pues bien, en este caso veremos que el pincel de luz sigue, hacia ambos lados de su posición de equilibrio, el ritmo de la corriente alterna: una vez revelada la película habremos obtenido una fotografía de las variaciones de la corriente que ha recorrido la bobina: un senoide de cien períodos por segundo.

Es fácil de comprender que si por el devanado hacemos circular una corriente microfónica, convenientemente amplificada, el pincel de luz seguirá las fluctuaciones de la corriente, puesto que el campo magnético de la bobina tendrá, a cada instante, un valor proporcional a la corriente que ha pasado por ella y como que el espejo es solidario de dicha bobina, se habrá refle-

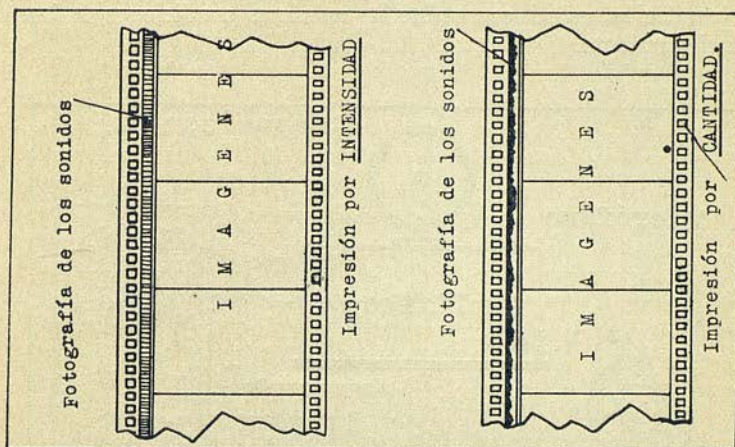


Fig. 86. — Formas que afectan los sistemas de inscripción a densidad variable y a densidad constante.

jado el pincel de luz en una forma tal que reproduzca la variación de la corriente eléctrica.

En la figura 86 indico las dos formas de inscripción de sonidos en las películas. En ambos casos es condición esencial, para que la reproducción de los sonidos sea fiel, tanto en el caso de la ventanilla como en el del pincel de luz, que el trazo lumínico sea de un espesor lo más delgado posible, aunque, prácticamente, es muy difícil obtener un pincel luminoso de menos de una milésima de milímetro.

Luego, resumiendo cuanto se ha dicho hasta ahora, la impresión de las películas sonoras puede resumirse esquemáticamente en la Fig. 87 donde se ve la independencia de la toma de vistas y la de los sonidos.

Para completar este capítulo voy a detallar los aparatos empleados en la impresión de películas utilizados en los Laborato-

rios Philips, con una serie de grabados que darán una idea del aspecto de dicho equipo.

Equipo inscriptor Philips

La construcción de este aparato que constituye el alma de la instalación, es tal, que reúne las máximas condiciones de buen funcionamiento.

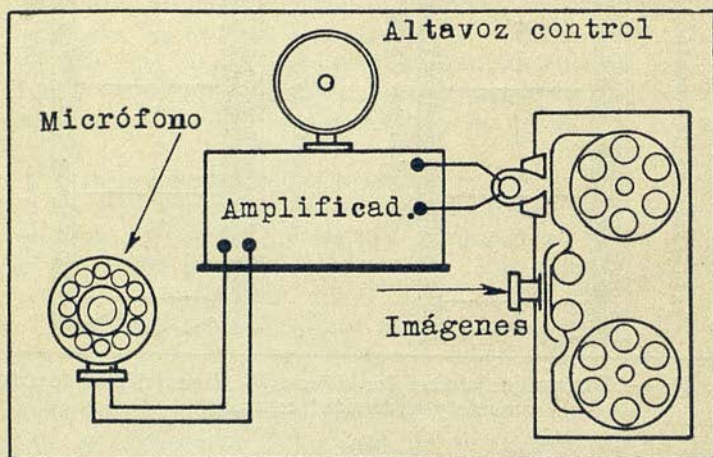


Fig. 87. — Conjunto esquemático de la impresión simultánea de los sonidos y las imágenes en una misma película.

Se ha prestado especial atención al registro de los sonidos, para que conserven todas sus cualidades naturales. El registro se efectúa por medio de un oscilógrafo: un pincel de luz, de intensidad constante, se mueve rítmicamente por la acción de las corrientes microfónicas; este pincel puede oscilar ante una pequeñísima ventanilla que se proyecta sobre la película. Esto se efectúa reflejando el pincel de luz en el espejo del oscilógrafo, el cual oscila por la acción de las corrientes microfónicas.

La película se desplaza detrás de la ventanilla a una velocidad constante de 24 imágenes por segundo; cualquier varia-

ción de la velocidad en el lugar donde los sonidos son inscritos, ocasionaría inestabilidad de tono en la reproducción.

La velocidad se controla por un mecanismo especial.

El lente se ajusta por medio de un microscopio de enfoque, el cual se inserta en una cavidad situada al frente de los aparatos, entre la lámpara de neón y el amperímetro.

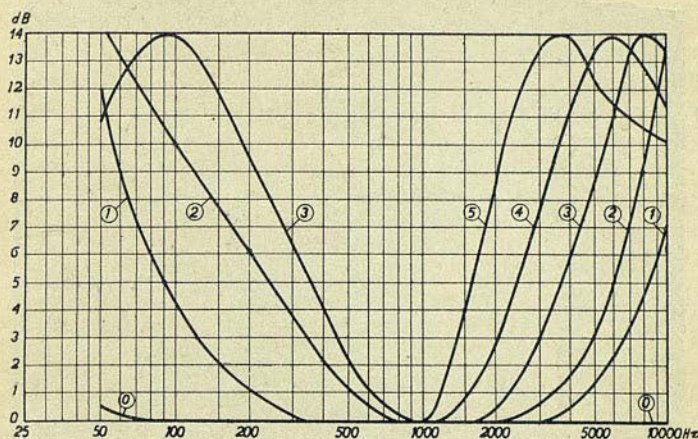


Fig. 88. — Características del filtro del amplificador utilizado en el registro de los sonidos.

El amplificador. — Es un amplificador de baja frecuencia de 4 pasos. El voltaje de cada uno de los pasos de este amplificador puede regularse separadamente; el conjunto de los sonidos está regulado por medio de un control común.

El amplificador contiene un condensador fijo para las variaciones de sensibilidad del oscilógrafo en las altas frecuencias, y por lo tanto dando una característica de frecuencias muy buena para toda la gama musical.

Con la ayuda de filtros que se incorporan en el amplificador, la amplificación de las notas bajas puede amplificarse con 3 pasos solamente, mientras que las notas altas se amplifican con 5 pasos. La figura 88 muestra la influencia de estos filtros en la característica del amplificador.

El transformador de salida está provisto de diversas derivaciones para conectar el oscilógrafo a unos auriculares, un amplificador para alimentar un altavoz de control y finalmente un indicador de modulación, Fig. 89.

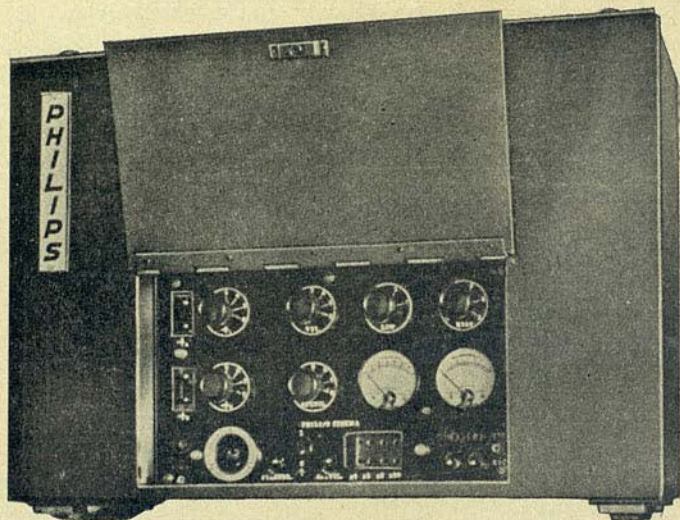


Fig. 89. — El amplificador utilizado en la impresión de películas sonoras.

El doble micrófono pre-amplificador. — Este amplificador (Fig. 90), se emplea con micrófonos de sensibilidad reducida. Entonces se conecta a la entrada del amplificador de ampliación.

El amplificador consiste en unos compartimentos metálicos que contienen 2 pasos (uno para cada micrófono), y una fuente de alimentación de alta tensión.

A la izquierda hay las conexiones para los dos micrófonos y el terminal de tierra.

En el frente hay dos terminales de contactos para los micrófonos, cada una de las cuales tiene dos posiciones, una para conectar un micrófono con baterías y otra para conectar el micrófono sin baterías.

Estos interruptores, que se encuentran entre las dos llaves

de contacto para los micrófonos, están proyectados para interrumpir o cerrar el circuito de la corriente de filamento para cada uno de los amplificadores separadamente.

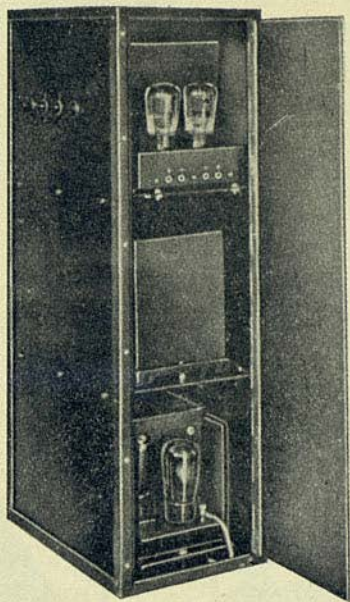


Fig. 90. — Tipo de amplificador especial conectado a los micrófonos dobles en el proceso de impresión de películas sonoras.

Las dos válvulas amplificadoras están colocadas en un compartimento superior del amplificador.

Un voltímetro para controlar los voltajes de filamento puede conectarse a los 4 terminales que se encuentran debajo de estas válvulas. Este voltaje puede regularse por medio de un tornillo dispuesto sobre cada válvula.

La unidad de alimentación del alto voltaje está incorporada en el compartimento inferior. Este aparato produce la tensión de anodo para las válvulas del amplificador. Las salidas de estos amplificadores microfónicos de un paso están conectadas al am-

plificador de registro de sonidos a través de un panel de control de mezcla de corrientes.

Microfonos y reflectores. — El micrófono doble (figura 61) ha sido estudiado especialmente para ser suspendido dentro de

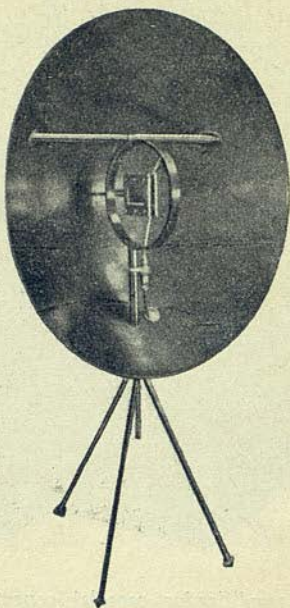


Fig. 91. — El gran reflector parabólico acoplado al micrófono doble para obtener un efecto unidireccional.

un reflector parabólico, Fig. 91. Un micrófono suspendido en un reflector tiene propiedades direccionales. El reflector se monta sobre un trípode y puede orientarse en cualquier dirección. En el reflector del micrófono hay un tubo visor, de forma que pueda servir de orientación según la dirección que quiera recibirse de los sonidos con máxima intensidad.

El micrófono múltiple. — Este micrófono, Fig. 92, consiste en un tubo conteniendo 4 compartimentos de carbón con 2 elec-

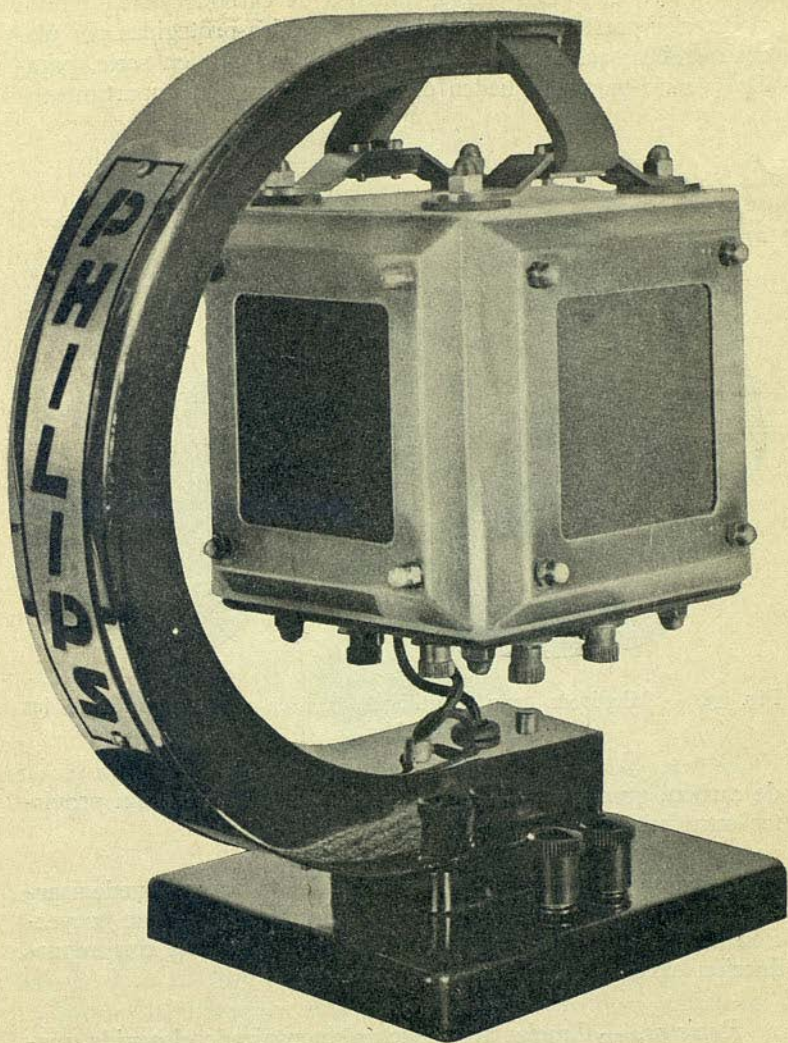


Fig. 92. — Micrófono de cuatro caras, empleado en la impresión de los sonidos.

trodos verticales. Los compartimentos de carbón están cerrados al exterior por medio de membranas de mica protegidas por placas metálicas perforadas. Diferentes conexiones en serie, paralelo y serie-paralelo pueden efectuarse de los 4 compartimentos

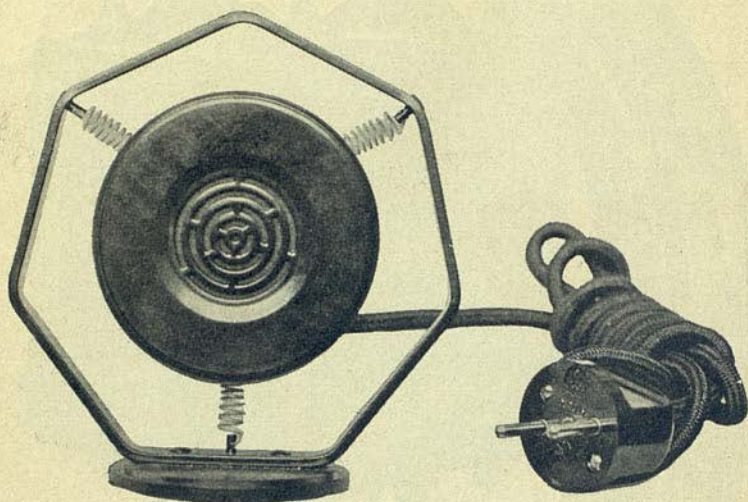


Fig. 93. — Micrófono sencillo, utilizado también en la impesión de los sonidos.

de carbón, gracias a una conexión metálica de que están provistos estos micrófonos en su base.

El micrófono sencillo. — Este micrófono, Fig. 93, puede usarse para una interconexión entre el estudio y el salón de proyección de películas. Tiene una gran sensibilidad y da una reproducción excelente de la palabra.

Registro. — Gracias al proyector sincronizado el sonido puede registrarse sobre una película que contenga solamente las fotografías. Puede registrarse con la ayuda de un micrófono para una orquesta o un orador, o bien con un pick-up para la reproducción de sonidos de discos.

Para este propósito la copia de las fotografías se pasa a través del proyector sincronizado, Fig. 94, y ensayados con la orquesta, el orador o los discos hasta que se obtiene el sincro-

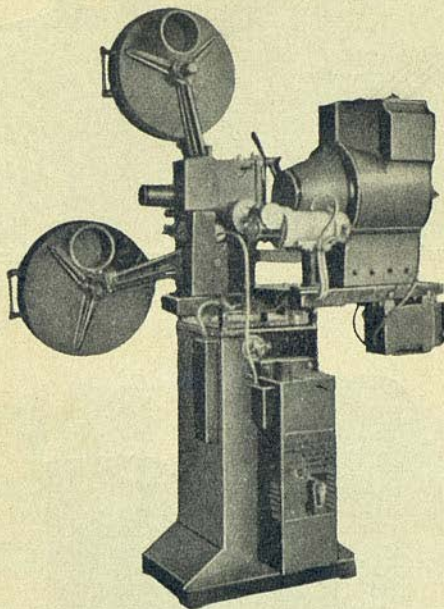


Fig. 94. — Máquina sincronizada que permite hacer los tanteos necesarios en la primera prueba de una película sonora.

nismo deseado del sonido y la proyección sobre la pantalla. Entonces el sonido es conducido sincrónicamente con la proyección de la imagen a través de un panel de mezcla y el amplificador de registro a la máquina que imprime los sonidos, Fig. 95.

Desde luego también es posible emplear micrófonos y pick-up simultáneamente, tal como se ha descrito anteriormente.

No obstante, el sonido puede superponerse sobre una película que ya tiene registrado el sonido. Para este propósito el sonido registrado de la película tiene que conducirse a la máquina de registro. Por lo tanto la película pasa asimismo a tra-

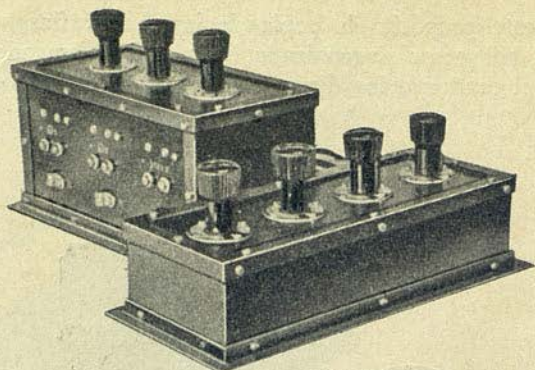


Fig. 95. — Panel de mezcla de las corrientes microfónicas procedentes de varios micrófonos.

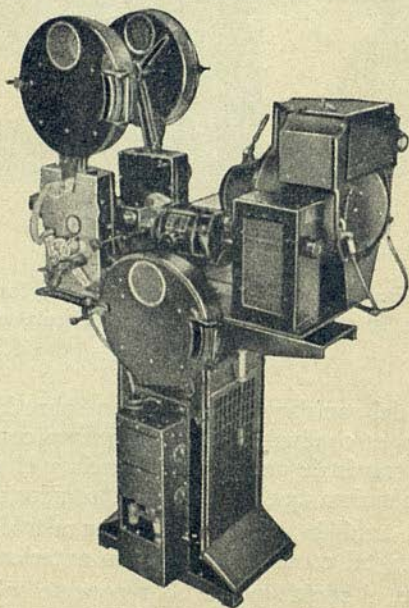


Fig. 96. — Proyector doble para obtener el sincronismo en las primeras pruebas de películas sonoras en las cuales las imágenes y los sonidos se han registrado en películas diferentes.

vés del grupo lámpara-célula, esta última estando conectada al amplificador de registro.

El amplificador sincronizado asimismo sirve para probar películas.

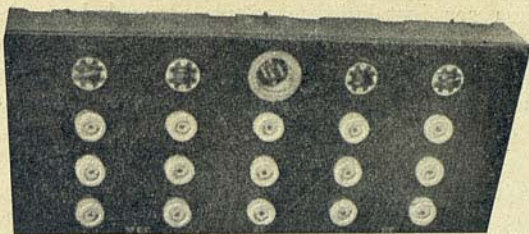


Fig. 97. — Panel de mezcla para los pick-ups.

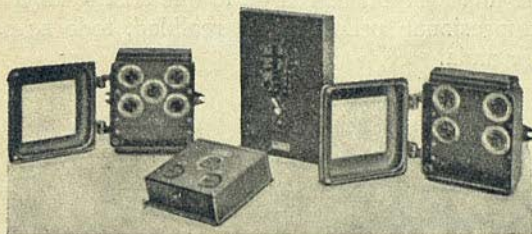


Fig. 98. — Conjunto de aparatos de control en una instalación permanente de impresión de películas sonoras.

Por medio de un doble proyector sincronizado, Fig. 96, es posible probar películas cuyos sonidos y figuras han sido proyectados sobre películas diferentes.

Paneles de mezcla. — Para mezclar los voltajes de baja frecuencia producidas por los micrófonos, pick-up, etc., se emplean los paneles de mezcla.

La Fig. 97, muestra uno de estos paneles para conectarse a 2 pick-up y la salida de un pre-amplificador del proyector sincronizado.

El panel de mezcla indicado a la derecha está conectado a los dos amplificadores sincronizados.

Los paneles de conexión, caja de interruptores, etc., requeridos para una instalación permanente en un estudio afectan la forma indicada en la Fig. 98: de izquierda a derecha; un panel de conexión para instalarse en el estudio para inter-conectar la cámara de toma de vistas y el aparato de señales. Un panel de conexión para ser instalado sobre un acumulador; una caja de interruptores que está localizada en el estudio de sincronización desde el cual el voltaje del amplificador de registro puede ser medido; además un aparato especial de señales puede conectarse con él.

Con esta breve descripción doy por terminada la parte de inscripción de los sonidos. He tratado solamente de dar una idea acerca de los procedimientos y los aparatos empleados porque se tiene una idea exagerada de lo que sucede en los estudios donde se impresionan películas. En realidad, todo se pasa como si no pasase nada.

CUARTA PARTE

Proyección

Voy a describir los aparatos que proyectan las películas sonoras, es decir, que se encuentran en las cabinas de las salas de espectáculos. Desde luego, como que actualmente son muy numerosos los aparatos que se destinan a este objeto, esta parte de la obra sería extensísima si me propusiese describir todos estos sistemas, pero, una vez bien analizados se comprueba que todos ellos se fundan, esquemáticamente, en un solo principio: una lámpara hace incidir un haz de luz sobre los sonidos inscritos en la estrecha banda lateral, ocasionándose variaciones de intensidad luminica que se proyectan en la superficie sensible de una célula fotoeléctrica que traduce estas variaciones de luz en corrientes eléctricas proporcionales, luego se amplifican estas débiles corrientes y finalmente se aplican a los altavoces.

Una vez establecida esta unidad de principios, he creído que lo más conveniente era describir algo extensamente uno de estos sistemas y luego tratar someramente los de las marcas mundialmente conocidas: *el proyector Philips*.

El conjunto mecánico formado por todos los elementos de transmisión y arrastre de la película para su proyección se llama "crons". Este aparato no solamente arrastra la película para su paso continuo ante el ventanillo, sino que, mediante un dispositivo llamado "Cruz de Malta", realiza el salto sincrónico de la imagen, sin cuya operación no podría conseguirse la sensación de movimiento y realidad que así se obtiene. Este salto sincrónico de la imagen está combinado con el obturador de tal forma, que cuando cambia la imagen el obturador cubre el cuadro, dejándolo descubierto en el momento en que la imagen se halla en el ventanillo, y así sucesivamente a una velocidad de 24 imágenes por segundo para proyección sonora y 27 cuadros para proyección con película muda.

Del crono parten todas las ramificaciones de fuerza motriz necesaria para el funcionamiento de los rodillos de arrastre de la película, de la bomba de aceite y aire para refrigeración, de los bombos de película, del obturador, taquímetro, etc.

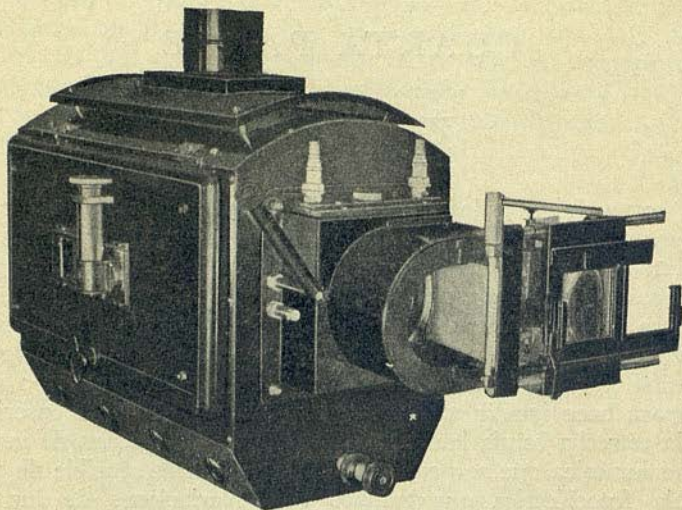


Fig. 99. — Tipo de linterna empleada en las instalaciones de cine sonoro más modernas.

La linterna

Inmediatamente a continuación del crono se halla la linterna. Ocupa ésta la parte posterior del crono y sirve como cámara o cabina para la fuente de luz y la proyección óptica de la misma sobre el ventanillo. Una buena linterna está forrada en su interior por planchas de asbestos que sirven para evitar el calentamiento de las paredes exteriores de la linterna sometidas a las radiaciones de la alta intensidad eléctrica que desarrolla la lámpara de arco, Fig. 99.

La lámpara de arco está formada por el conjunto siguiente: El espejo parabólico reflector, los soportes para los carbones y el conjunto de mandos de desplazamientos diversos que permiten el enfoque riguroso del espejo, la posición correcta de los carbones y el sistema de avance y retroceso del soporte de los carbones.

Estas operaciones tienen una gran importancia, ya que mediante ellas es como se consigue una proyección brillante y exenta de sombras o desenfokes.

Manejo de los aparatos

La manipulación o manejo de los aparatos de proyección, tanto por lo que afecta a la parte óptica como a la parte mecánica, es relativamente fácil. Aparte de las averías eléctricas de que más adelante trataremos, lo demás es cuestión de práctica rutinaria.

Para mejor inteligencia en el manejo de los aparatos, vamos a exponer a continuación algunos conocimientos complementarios que debe conocer el operador, dadas las dimensiones del local dedicado a la proyección, y que son los siguientes:

- 1.º Norma para establecer el tamaño de las imágenes.
- 2.º Foco del objetivo para la proyección de la película.
- 3.º Foco del objetivo para la proyección fija.
- 4.º Amperaje de la lámpara de arco.
- 5.º Diámetro de los carbones.
- 6.º Diámetro del objetivo para la proyección de la película y para el de la proyección fija.
- 7.º Rectificadores para lámparas de arco.
- 8.º Aceites y grasas a emplear.

1. Tamaño de la imagen

Las dimensiones de la imagen deben ser tales que las personas que se encuentran ocupando localidades cercanas a la pantalla no las vean demasiado grandes, así como aquellas que se encuentran al fondo no las vean extremadamente pequeñas. Los mejores resultados son los que se obtienen mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Tamaño de la imagen} = 1/5 \text{ a } 1/6 \text{ del largo de la sala} \quad (1)$$

Debemos, no obstante, significar que esta fórmula sólo sirve de directriz. La determinación exacta se obtiene mejor por experiencia.

2. Foco del objetivo para la proyección de película

El foco apropiado del objetivo para la proyección de película puede derivarse de la fórmula siguiente:

Foco del objetivo en milímetros = Tamaño del ventanillo imagen en milímetros multiplicado por $\frac{\text{Distancia de la proyección en metros}}{\text{Tamaño de la imagen en metros}}$ (2)

Entretanto pueden distinguirse dos casos:

a) *Proyección de películas mudas*, $23,5 \times 17,5$ milímetros y de películas sonoras de $21 \times 17,5$ milímetros.

La relación entre el largo y el ancho de la imagen en las películas mudas es de 4:3. En el caso de película sonora se emplea para la banda registro de sonido una franja de 2,5 milímetros, a deducir del total del ancho de la imagen, lo que supone una disminución de cerca de un 11 por 100. La imagen de la película sonora ocupa, por tanto, la misma superficie de altura que la película, en tanto que es preciso cubrir la parte no empleada para la proyección, y que supone, como antes decíamos, cerca del 11 por 100 de su ancho total.

El tamaño de la imagen en relación a su altura es, por lo tanto, más pequeño para películas sonoras que para películas mudas, lo que trae por consecuencia un formato de imagen menos agradable para los espectadores.

Al determinar el ancho de la imagen es preciso tener en cuenta que en caso de proyección de películas mudas (con ventanillo imagen de 23,5 milímetros), el tamaño total de la pantalla sea ocupado. La fórmula (2) se impone entonces:

$$\begin{aligned} \text{Foco del objetivo para la proyección de película en milímetros} = \\ = 23,5 \times \frac{\text{Distancia de la proyección en metros}}{\text{Tamaño de la imagen en metros.}} \end{aligned} \quad (3)$$

b) *Reproducción de películas sonoras*, $21 \times 15,75$ milímetros.

Este formato de película supone una innovación americana. La proporción entre el ancho y el alto de la imagen de 4:3 ha sido modificado nuevamente disminuyendo la altura de la imagen. Para poder emplear en este caso la pantalla total calculada para proyección sonora se hace necesario agrandar más la imagen de película; por tanto, el foco del objetivo que debe emplearse debe ser más pequeño, por lo que se impone la fórmula que damos a continuación para determinar en este caso el foco necesario del objetivo.

$$\begin{aligned} \text{Foco del objetivo para la proyección de película en milímetros} = \\ = 25 \times \frac{\text{Distancia de la proyección en metros}}{\text{Tamaño de la imagen en metros.}} \end{aligned} \quad (4)$$

De todo ello se desprende que debe emplearse en el caso a) un objetivo diferente al caso b) si es que se quiere emplear la pantalla completa en los dos casos.

El tamaño de la imagen sobre la pantalla puede determinarse, por tanto, mediante las fórmulas citadas bajo las claves (3) y (4).

Estos dos tamaños de imagen deben ser iguales. Sin embargo, en la práctica no podrá ser posible esta exactitud de tamaños, ya que para ello se impone el seleccionar los objetivos dentro de un foco corrientemente normal y ateniéndose, por consiguiente, a que cualquier pequeña diferencia del valor determinado altere el foco requerido.

TABLA I

Foco en m/m.	DIÁMETRO EN M/M.					
	42,5	52,5	62,5	62,5/82,5	82,5 ó 80	82,5/104 ó 80/100
40	*					
50	*					
55	*					
60	*					
65	*					
70	*					
75	*	*	*			
80	*	*	*			
85		*	*			
90	*	*	*			
95		*	*			
100	*	*	*			
105		*	*	*		
110	*	*	*	*		
115		*	*	*		
120	*	*	*	*	*	
125		*	*	*	*	
130		*	*	*	*	
135		*	*	*	*	
140		*	*	*	*	
150		*	*			*
160		*	*			*
165		*	*			*
170			*			*
185			*			*
190			*			*
200						*

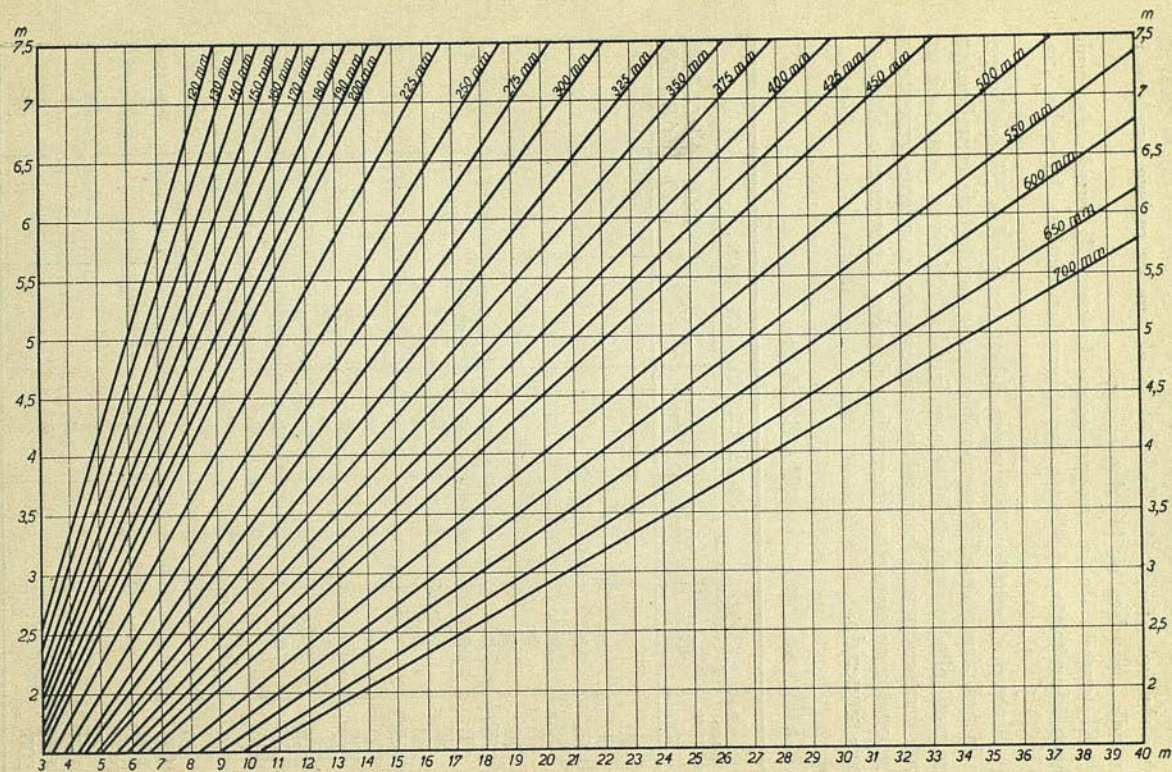


Fig. 100. — Gráfico que indica cual es el objetivo que debe utilizarse según sean las dimensiones del local.

La tabla I muestra los diferentes objetivos que para la proyección de películas equipa Philips en sus proyectores, indicándose en la Fig. 100 su interpretación gráfica.

3. Foco del objetivo para la proyección fija

El foco del objetivo que debe emplearse para la proyección de vistas fijas es el resultante de la fórmula siguiente:

$$\begin{aligned} &\text{Foco de objetivo para la proyección fija en milímetros} = \\ &= 4,3 \times \text{Foco del objetivo para la proyección de película en m/m.} \quad (5) \end{aligned}$$

Para obtener el foco del objetivo para la proyección de película, sustituir el valor resultante de la fórmula (3).

La fórmula (5) se refiere al formato del dispositivo de vistas fijas normal de 75×75 milímetros de imagen. En este caso debe escogerse el foco más ajustado que pueda obtenerse. La altura de la imagen debe ser un poco más pequeña que la del tamaño del cuadro blanco de la pantalla. Es decir; el foco puede ser algo más grande que el determinado por la fórmula.

Philips equipa sus dispositivos de vistas fijas con objetivos de 52,2 milímetros de diámetro y con focos de 120 a 700 milímetros, indicándose en la Fig. 101 el gráfico que relaciona estos resultados.

Los focos entre 120 y 200 milímetros aumentan 10 milímetros; los de 200 a 450 milímetros, 25 milímetros, y los de 450 a 700 milímetros aumentan 50 milímetros.

4. Amperaje de la lámpara de arco

El amperaje requerido por la lámpara de arco empleando corriente continua lo hallaremos en la tabla II. Todos los valores que figuran en dicha tabla son aproximados para imágenes de una luminosidad suficiente y proyectados correctamente sobre pantalla sonora.

Cuando se emplea cubeta de agua es preciso aumentar sobre las intensidades indicadas un 15 por 100, aproximadamente.

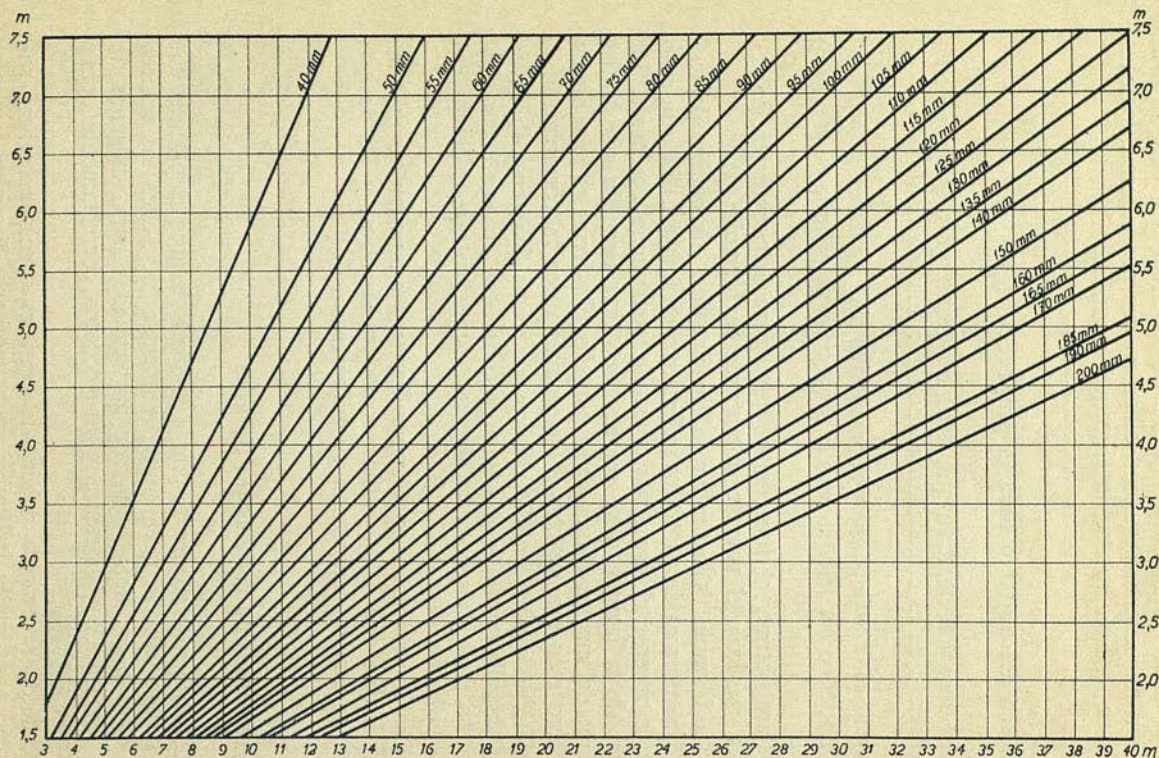


Fig. 101. — Gráfico para determinar la distancia focal fija una vez se han determinado la altura y la anchura que tendrá la imagen en la pantalla.

TABLA II
Amperaje requerido por la lámpara de arco

Distancia de proyección en metros	TAMAÑO DE LA IMAGEN EN METROS								
	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9
	AMPERAJE APROXIMADO								
10	5	7	7	10	10	15	20	25	30
15	7	7	10	10	10	15	20	30	30
20	10	10	10	10	15	20	25	30	35
25	10	15	15	15	20	25	30	35	35
30	15	20	20	20	25	30	35	40	40
40	20	20	25	25	30	35	35	40	45
50	25	30	30	30	35	40	40	45	50
60	30	35	40	40	40	45	50	50	60
70	35	40	40	45	45	50	55	60	65

5. Diámetro de los carbones

El diámetro de los carbones depende del amperaje empleado. En la tabla III puede verse determinados exactamente los valores requeridos en cada caso.

Dicha tabla se refiere a los carbones utilizados con corriente continua o corriente alterna rectificada.

Para corriente alterna se emplean sólo carbones cobreados y del mismo diámetro el positivo que el negativo.

Para la manipulación de los carbones del arco debe tener en cuenta el operador que, trabajando con corriente continua, el carbón que va unido al polo positivo debe ser el más grueso, ya

que por tratarse del carbón que origina la corriente eléctrica del arco se gasta en la mitad del tiempo de duración del carbón negativo. Previendo esto, y para que la combustión sea más lenta, suele tener el carbón positivo una mecha de grafito o de metal simplemente.

La intensidad luminosa de un arco depende únicamente de la intensidad de la corriente, como puede verse en la tabla IV.

La resistencia que es necesario intercalar en el circuito de un arco se calcula muy fácilmente; para hacer aún más comprensibles los cálculos voy a ilustrarlo con un ejemplo bien concreto. Supongamos que tenemos un rectificador que proporciona 25 amperios a una tensión de 10 voltios y queremos utilizarlo para alimentar un arco cuyos carbones necesitan 15 amperios a una tensión de 50 voltios; calcular una resistencia que permita regular la corriente entre 15 y 25 amperios.

La fórmula que nos permitirá obtener estos valores es la siguiente:

$$R = \frac{\text{Voltaje del rectificador} - \text{Voltaje de los carbones}}{\text{Intensidad}}$$

Calculemos el valor de R para que la intensidad sea de 15 amperios, tendremos, reemplazando en la fórmula anterior los valores correspondientes:

$$R_1 = \frac{100 \text{ voltios} - 50 \text{ voltios}}{15 \text{ amperios}} = \frac{50}{15} = 3,3 \text{ ohmios.}$$

En el caso de dejar pasar 25 amperios la resistencia será de:

$$R_2 = \frac{100 \text{ voltios} - 50 \text{ voltios}}{25 \text{ amperios}} = \frac{50}{25} = 2 \text{ ohmios.}$$

Luego, la resistencia que nos permitirá regular la intensidad del arco entre 15 y 25 amperios tendrá un valor comprendido desde 2 ohmios hasta 3,3 ohmios.

6. Diámetro del objetivo para la proyección de película y del de proyección fija.

El diámetro del objetivo para la proyección de película debe ser lo suficientemente grande para dejar pasar enteramente la proyección de rayos luminosos que vienen de la ventanilla-imagen. Sin embargo, este diámetro no debe ser demasiado grande, ya

TABLA III




CORRIENTE CONTINUA					CORRIENTE ALTERNA		
AMPS.	POSICIÓN DE LOS CARBONES				AMPS.	POSICIÓN DE LOS CARBONES	
							
	+	—	+	—		Sin cobrear (los dos)	Cobreados (los dos)
5	—	—	8	5	15	9	—
10	9	7	9	6	20	10	—
15	10	8	10	7	25	11	—
20	12	9	11	8	30	12	8
25	13	10	12	9	40	—	9
30	14	11	—	—	50	—	10
35	15	12	—	—	60	—	11
40	16	13	—	—			
45	17	14	—	—			

TABLA IV

Amperios corriente continua	Intensidad luminosa (en bujías, aproxim.)	Amperios corriente alterna	Intensidad luminosa (en bujías, aproxim.)
3	400	3	200
6	650	6	350
10	1.400	10	800
15	2.500	15	1.400
20	4.000	20	2.000
25	5.200	25	2.800
30	7.000	30	4.000
40	11.000	40	6.000
50	15.000	50	8.000
60	20.000	60	10.000

que un diámetro mayor causa una profundidad de campo notable.

El diámetro necesario aumenta con el amperaje y el foco. Para la elección del diámetro correcto puede utilizarse la tabla V.

Para el diámetro de objetivo para vistas fijas se emplean, en casos normales, el de 52,5 milímetros.

TABLA V

Amperaje máx.	f = 75 a 100 m/m.	f = 105 a 140 m/m.	f = 150 a 185 m/m.
15	52,5	62,5	62,5
25	52,5	62,5	82,5/104
45	62,5	82,5 ó 62,5/82,5	82,5/104
65	62,5	82,5 ó 62,5/82,5	82,5/104

7. Rectificadores para lámparas de arco

Cinco datos muy interesantes son necesarios para la elección del rectificador adecuado para la lámpara de arco.

- La tensión entre las dos fases del sector.
- La tensión entre una fase y el neutro.
- El número de fases.
- Las frecuencias.
- La distancia desde cabina a pantalla.

Normalmente los rectificadores para cinema se instalan para la conexión a sectores de una frecuencia de 50 a 100 períodos, que es la más favorable. Sin embargo, no es recomendable el empleo de rectificadores para sectores monofásicos porque entonces sería preciso, debido a que la corriente rectificada resultaría demasiado pulsatoria, el empleo de un filtro especial de uniformización.

Todos los rectificadores de arco Philips para rectificar corrientes trifásicas están provistos de un dispositivo de conmutación.

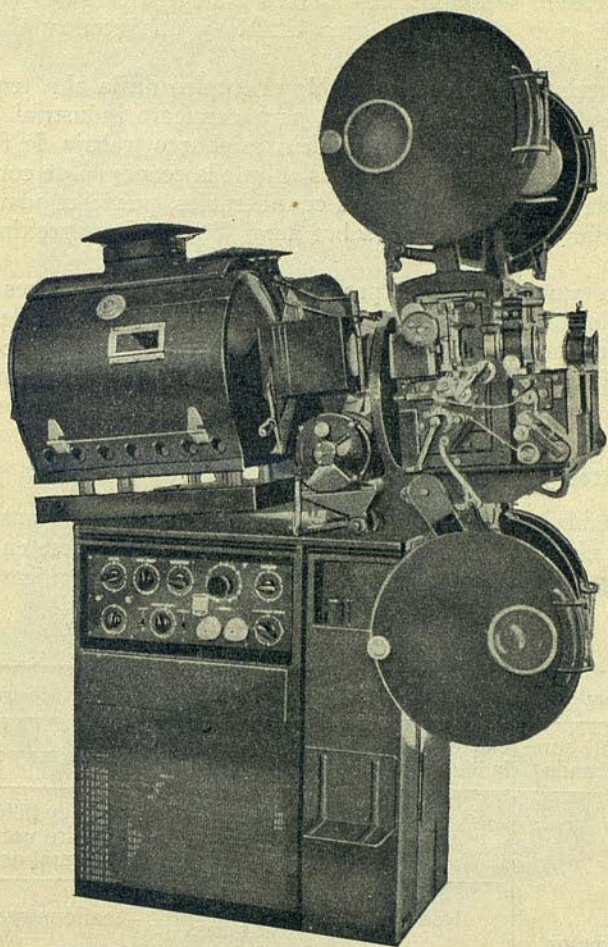


Fig. 102. — Aparato proyector doble, Philips, donde puede apreciarse la unidad rectificadora (parte inferior), el amplificador (a la derecha) y el panel de control.

tación simple que les permite suministrar una tensión continua de 80 a 95 voltios aproximadamente.

La tensión secundaria de 90 voltios a plena carga es la más favorable para obtener un arco estable y una economía en el consumo.

Generalmente es recomendable el empleo de la alta tensión, entendiéndose por esto la normal para corriente industrial, 220-250 voltios, porque en esas condiciones el arco trabaja de forma más lenta. Solamente en los casos en que la economía de corriente reporta ventajas económicas considerables, puede regularse el rectificador para trabajar sobre unos 80 voltios aproximadamente.

Para equipos de doble proyección existen rectificadores Philips dobles dispuestos de forma tal que mediante una simple conmutación pueden efectuar el encendido del arco deseado con la misma facilidad con que se verifica el cambio de proyector durante la sesión, Fig. 102, 103 y 104.

8. Aceites y grasas a emplear

La tabla que figura a continuación nos muestra de una forma más clara qué clase de aceite o grasa debe emplearse en cada caso, según sea la parte del equipo que se trata de lubricar.

TABLA VI

Aparato	Piezas a lubricar	Temperatura °C	Aceite o grasa
Lector de sonido o banda	Cárter del regulador y rodillos	Todas las temperaturas	Aceite muy fluido
Proyector	Ejes	- 10° a + 10° + 5° a + 25° + 20° y superior	Muy fluido Aceite normal Normal denso
	Rodillos	Todas las temperaturas	Aceite muy fluido
	Ruedas	Todas las temperaturas	Aceite denso
	Rodam. a bolas, ruedas cónicas y fricciones	Todas las temperaturas	Grasa consistente semi-densa

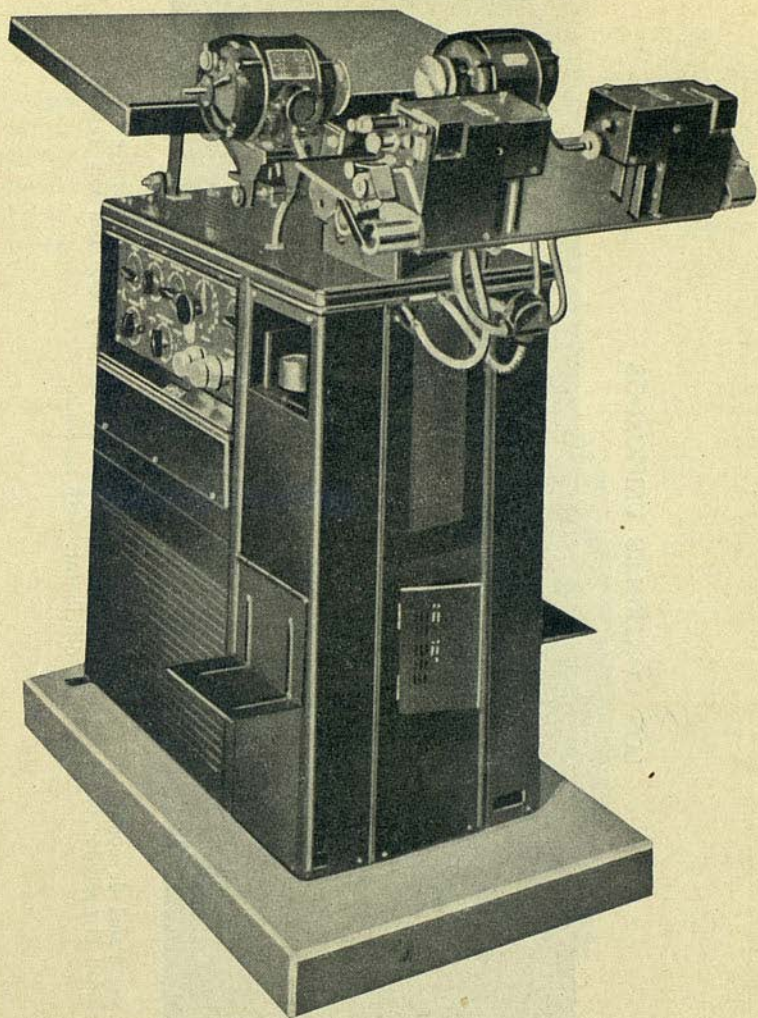


Fig. 103. — Base del proyector doble donde se encierra toda la parte eléctrica: rectificación, amplificación, control, motores de arrastre de la película, etc.

LOS CONTROLES UNIFICADOS

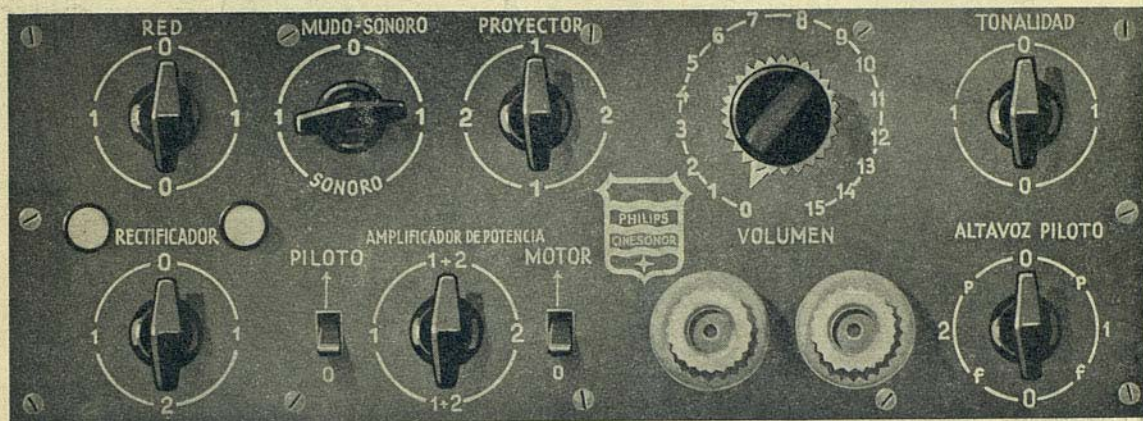


Fig. 104. — Panel de control de un equipo sonoro doble del tipo más reciente. Obsérvese con cuanta facilidad el operador puede obtener todas las maniobras necesarias y esto con una rapidez que difícilmente será superada.

La pantalla

La pantalla o lienzo sobre el que se efectúa la proyección de las imágenes ha sufrido una notable transformación con el advenimiento del cine sonoro. Antes cualquier lienzo o simplemente un estuco de yeso sobre la pared cumplía perfectamente el cometido propuesto; ahora la pantalla debe estar confeccionada con tejido especial muy poroso y lo más absorbente posible. También tienen que ser ininflamables.

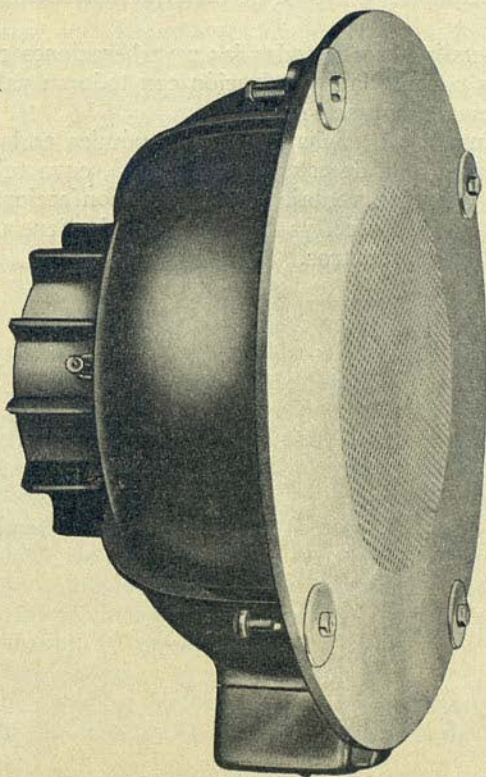


Fig. 105. — Tipo de difusor especialmente estudiado para que produzca con la mayor fidelidad los sonidos que genera.

Existen distintos tipos de materia especial para pantallas, y entre ellos, principalmente, el de tela con una capa de pintura de aluminio y perforada en toda su extensión por pequeños taladros imperceptibles a cuatro metros de distancia.

Sin embargo, la experiencia nos ha demostrado que lo más práctico para pantalla sonora, hasta la fecha, tanto por su elevado coeficiente de absorción como por su facilidad para el paso de sonido, es un tejido especial fabricado por Philips y avalado por la experiencia acumulada durante los últimos años de sonoro. Consiste este tejido en una tramilla o malla muy espaciada y recubierta la parte dedicada a proyección por una pintura blanca compuesta a base de materias absolutamente ininflamables.

Esta pantalla absorbe todas las reverberaciones perjudiciales del sonido y permite la reproducción con todo su valor de todas las frecuencias sonoras. Fig. 105.

Otra pantalla tan eficiente como económica es la que se obtiene empleando tela de esterilla o Panamá, cuyo tejido es muy esponjoso y tiene la ventaja de poderse confeccionar con sólo una costura en el centro, ya que dicho tejido tiene un ancho de dos metros 40 centímetros.

QUINTA PARTE

CAPITULO PRIMERO

Averías

Termino esta obra dando una serie de normas para localizar las averías más importantes de los equipos de cine sonoro y manera de remediarlas. Estas averías las hemos tratado con toda generalidad para que sean aplicables, prácticamente, a todos los equipos. No se pretende, bien entendido, describir todas las averías posibles, esto nos llevaría a ocupar un espacio que probablemente el lector, aunque sea operador de Cine Sonoro, está muy lejos de sospechar, pero, no obstante, con las aquí descritas puede, como vulgarmente se dice, salir del apuro, en los momentos de proyección y luego, con más calma, identificar debidamente la causa del mal para subsanar la anomalía totalmente. Por lo que se refiere al amplificador, en mi obra *Radio Recepción Moderna*, describo procedimientos de determinar las averías que no puedo repetir aquí por su mucha extensión.

No todos los operadores cinematográficos reúnen en sí la fuente de conocimientos técnicos necesarios para poder desempeñar su labor con la eficiencia y desembarazo que presta el dominio a fondo de los aparatos que a su cargo tienen encomendados. La delicadeza de los elementos que componen un equipo sonoro moderno, de una parte, y de otra el hecho de que los circuitos de los órganos más sensibles e interesantes tienen en mucho cuidado no facilitarlos las respectivas manufacturas, exigen que para el manejo y operación de estos aparatos se deba observar la más escrupulosa y severa atención.

La práctica nos ha demostrado que las averías que con más frecuencia suelen presentarse se pueden agrupar de la forma siguiente:

- a) Distorsión.
- b) Enmudecimiento del equipo.

c) Volumen excesivamente bajo y ruidos ajenos a la reproducción.

d) Caída de volumen y aumento progresivo en forma de "fadding".

e) Zumbidos.

a) *Distorsión.*

Puede presentarse la distorsión de la reproducción sonora por cualquiera de estas causas:

Por perforación de un condensador o por haberse fundido o quemado una resistencia del amplificador de potencia; por fallo o fusión de uno de los transformadores instalados en paralelo o por funcionamiento defectuoso de una lámpara rectificadora.

Las tensiones de rejilla mal empleadas pueden ser también causa de serias distorsiones.

También los altavoces causan distorsiones que afectan a la reproducción. Las más frecuentes suelen ser producidas por deformación de la membrana; por descentramiento de la bobina; por una tensión de excitación insuficiente. En este caso el altavoz no podría reproducir todas las frecuencias en su completo valor, suponiendo una distorsión más o menos pronunciada, según la falta de tensión hasta su total enmudecimiento si dicha tensión de excitación descendiera casi totalmente. Otra distorsión es la causada por el desprendimiento del cono o rotura parcial del mismo.

b) *Enmudecimiento del equipo.*

Este caso no es muy frecuente, afortunadamente, y la mayoría de las veces suele ser producido por la fusión de la lámpara excitadora de la célula o de una válvula amplificadora o rectificadora. También puede ser consecuencia de la fusión del fusible térmico del amplificador o de cualquier otro fusible de entrada o por haberse desconectado o interrumpido, por cualquier causa, la entrada de corriente en el equipo.

Estas averías son de fácil localización, pues los aparatos de control y medida acusan inmediatamente cualquier interrupción o irregularidad en la tensión del sector, y por lo que respecta a la lámpara excitadora de la célula fotoeléctrica, que es la que

relativamente con mayor frecuencia acostumbra a fundirse, a pesar de su regulación gradual de encendido, si breve resulta observar su avería, no menos rápido supone el cambio por una nueva lámpara, pues a ese efecto está dispuesto el soporte de la misma. Fig. 106.

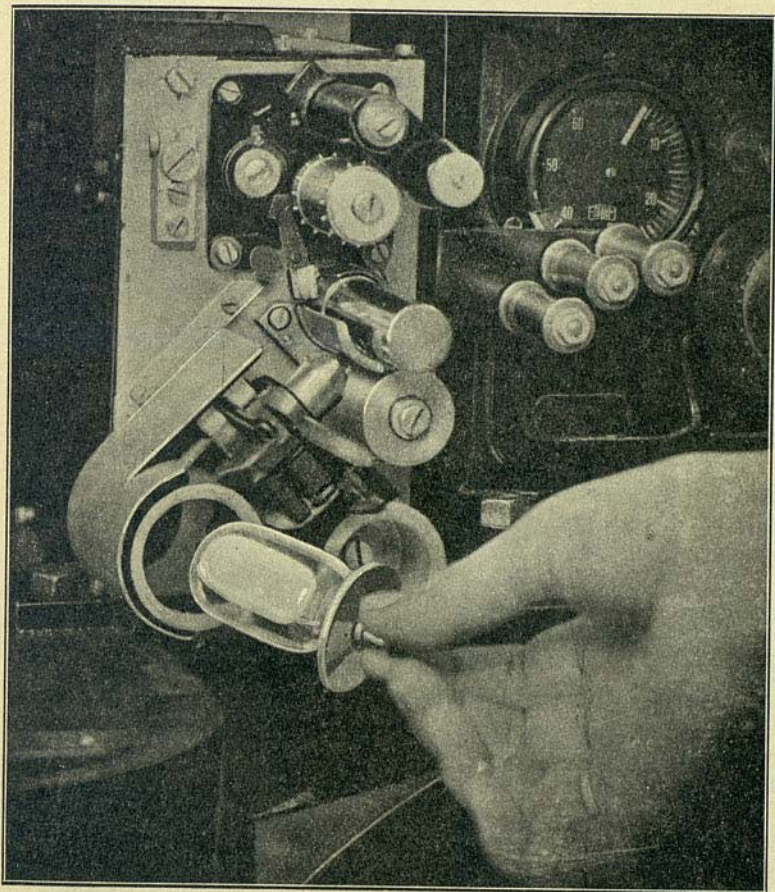


Fig. 106. — Conjunto del equipo sonoro: colocación de la lámpara excitadora. Obsérvese el soporte del lente, guía de la película y receptor que contiene la célula fotoeléctrica.

c) *Volumen excesivamente bajo y ruidos ajenos a la reproducción.*

Puede obedecer este defecto a causas muy diversas.

Una caída de tensión en la red, un voltaje mal aplicado o insuficiente para la célula fotoeléctrica o una lámpara excitadora a la que el largo tiempo de servicio ha ennegrecido, aunque imperceptiblemente, su ampolla, puede influir a que el volumen disminuya considerablemente.

También se pueden presentar estos inconvenientes por cualquier pequeña obstrucción en la ranura del lente que enfoca el destello lumínico de la lámpara excitadora sobre la célula fotoeléctrica a través de la película. El polvillo de la gelatina de la película que se va depositando en el pasillo y ventanillo del cronómetro llega a interceptar el paso de la luz en parte de su valor, y no solamente hace descender el volumen, sino que transmite a los altavoces crujidos y ruidos molestos que desfiguran desagradablemente la audición.

Otras veces es bien distinta la causa, y se debe al empleo de una película muy "pasada"; es decir, muy usada. Desgraciadamente esto último no tiene remedio posible, ni aún poniendo el potenciómetro o "fader" en su punto máximo.

Una conexión floja, un hilo roto, aunque aparentemente sujeto por su aislamiento, o un falso contacto con la armadura o blindajes, producen por igual ruidos extraños que son notablemente amplificados y reproducidos por los altavoces.

Cuando una película se halla muy usada, ocurre con frecuencia que la perforación se ha dañado hasta el extremo de que en algunas ocasiones llegan a extenderse hasta la banda de sonido penetrando en ella. Cada vez que esto sucede supone un crujido tan audible como molesto. Lo mismo ocurre con los empalmes si antes no se ha tenido la precaución de cubrirlos con un triángulo pintado en negro en la forma expuesta en la lección anterior.

d) *Caída de volumen y aumento progresivo en forma de "fadding".*

Cuando este fenómeno se presenta es necesario buscar la causa, no en el equipo sonoro precisamente, sino en la unidad de rectificación y entrada de corriente, pues una lámpara rectificadora en malas condiciones, aunque aparentemente sea su

funcionamiento perfecto, puede originar ese trastorno. La forma más simple de observar este extremo es comprobando si dicha lámpara se calienta con exageración.

Las corrientes moduladas o de sonido que pasan del amplificador previo al de potencia pueden ser afectadas por el mismo defecto si las tensiones requeridas por el primero no están aplicadas correctamente. Este extremo es muy poco frecuente, y es más propio que suceda en localidades donde la tensión de la red varía constantemente, aumentando y disminuyendo el voltaje de una forma irregular, y por no disponer el equipo de un autotransformador especial o de un regulador de tensión debidamente controlado. El dispositivo de banda "Philips" en combinación con el motor de repulsión y sistema de contactos eléctricos, tal como lo hemos descrito en la sección correspondiente, evita que tanto las alteraciones de tensión como de frecuencias afecten en absoluto a la reproducción del sonido.

Una válvula amplificadora en mal estado o excesivamente microfónica puede también influir en la caída de volumen en forma de "fading".

e) *Zumbidos.*

He aquí el fenómeno que suele presentarse por mayor número de causas.

Para concretar, expondremos que los orígenes principales de los zumbidos se reducen a los siguientes:

1. — Las curvas de tensión de la red de corriente alterna son generalmente muy deficientes y se caracterizan por frecuentes fluctuaciones y gran cantidad de frecuencias armónicas. Esto es causado la mayor parte de las veces por máquinas o transformadores cargados asimétricamente y conectados a la red, o también por el empleo de conmutatrices mal construidas. Es notable que en este caso donde la capacidad es más pequeña, la distorsión causada en la curva de tensión es la más perjudicial.

Las conmutatrices suponen la fuente de frecuencias armónicas más perjudiciales.

El amplificador de célula Philips equipado con la válvula E 424 R que se alimenta por corriente alterna rectificada y filtrada y posee el cátodo caldeado indirectamente, así como por su tensión anódica, no es fácilmente influenciado por una curva mala o perjudicial del sector si el rectificador y las conexiones se hallan perfectamente en orden.

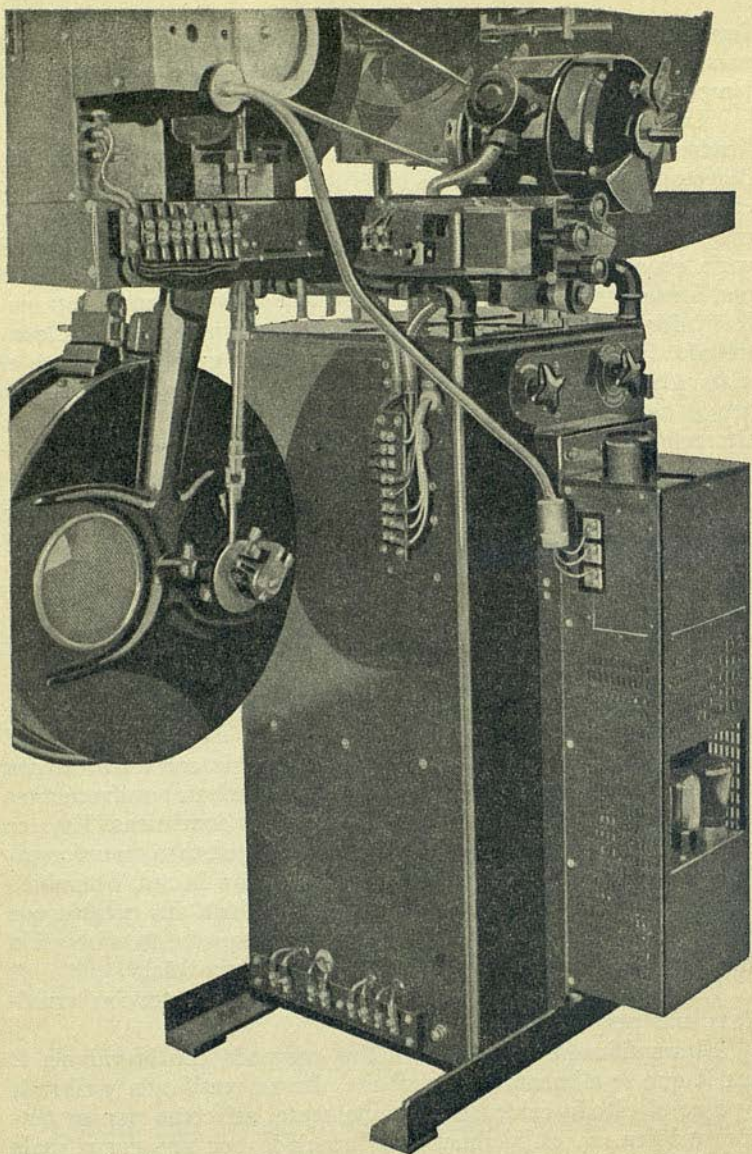


Fig. 107. — Interconexión entre la célula fotoeléctrica y el paso de amplificación previa mediante un tubo metálico flexible. En el bloque de la derecha el conjunto de la unidad amplificadora.

Puede también evitarse el zumbido, o por lo menos reducirse bastante, protegiendo el transformador de baja frecuencia del "amplificador fonográfico" con una caja o cubierta de hierro, Fig. 107. Es preciso que el espacio entre las paredes de la caja y el transformador sea, por lo menos, de cinco milímetros. Los hilos que corresponden a los arrollamientos primario y se-

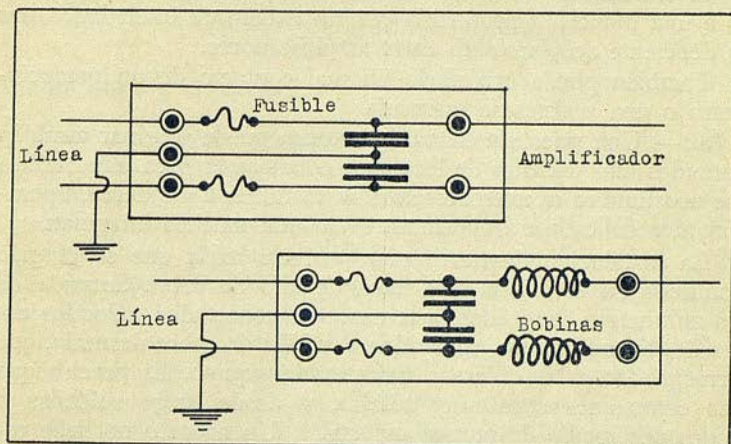


Fig. 108. — Tipos de filtro que en muchas circunstancias eliminan los ruidos y zumbidos de una instalación sonora.

cundario saldrán al exterior del blindaje por cuatro taladros debidamente aislados.

2. — Tenemos también zumbidos perturbadores que provienen de inducciones de alta frecuencia. Para suprimir esta inducción es necesario el empleo de un filtro de alta frecuencia que debe ser instalado lo más cerca posible del amplificador.

Este filtro se compone de un condensador doble cuya borna central se conecta a tierra, las señaladas con *a*), *b*), al sector, y las bornas *c*), *d*), al amplificador. Fig. 108.

3. — Otro caso de zumbido puede presentarse teniendo una frecuencia de 50 períodos. En estas condiciones es preciso descartar la hipótesis de que éste provenga de la red.

Localizada ya la perturbación, sólo en el equipo debe bus-

carse el origen, y a ese efecto procederemos por el siguiente orden:

- 1.º Averiguar si falta tierra a algún elemento.
- 2.º Comprobar si algún conductor de corriente alterna sigue paralelo con algún cable de corriente modulada.
- 3.º Examinar si alguna válvula está defectuosa.

Si el zumbido se convirtiera en un silbido agudo sería debido a una inducción producida por un exceso de humedad o por un deficiente acoplamiento entre amplificadores.

También puede originarlo un mal contacto de un potenciómetro o una resistencia quemada.

4. — Una puesta a tierra defectuosa puede originar también zumbidos más difíciles de localizar, debido a la poca importancia que acostumbra a concedérsele a la instalación de tierra, operación más delicada e importante de lo que muchos imaginan.

La instalación de tierra más perfecta es la que se efectúa montando en la cabina una línea de hilo de cobre desnudo de dos milímetros cuadrados, a la cual van conectados todos los cables de seis milímetros cuadrados, también de cobre desnudo, que corresponden a los diversos aparatos del equipo. Es preciso que esas conexiones sean muy sólidas, y desde luego soldadas o unidas por medio de bornas especiales. Un aparato no debe estar conectado a tierra dos veces, ya que esto supondría un circuito cerrado que podría ocasionar inducciones fácilmente.

Si es posible, la línea general de tierra se conectará a su extremo a la tubería del agua. Se entiende que esta conexión debe ser soldada para evitar contactos defectuosos.

5. — Es de gran importancia que el transformador de salida del pre-amplificador de célula esté correctamente conectado a la entrada del amplificador de potencia y en sus bornes correspondientes. Es casi general que esas bornas se hallen marcadas con una G, en cuyo caso es inadmisible cualquier equivocación.

Por consiguiente, tendremos que una salida del previo estará marcada con G y se conectará a la entrada del amplificador de potencia, también marcada con G.

La otra borna de salida se conectará a la otra borna de entrada del amplificador. Esta conexión se une a tierra. Es por tanto importante que las bornas mencionadas se hallen fuertemente apretadas, ya que si quedaran flojas producirían crujidos y ruidos a cada movimiento que tuvieran. La conexión de tierra es

también muy importante, por tratarse de un lugar muy propicio para causar zumbidos.

6. — Un caso muy curioso de origen de zumbidos, es el originado por el alumbrado de la cabina.

La iluminación de la cabina puede influenciar notablemente a la célula fotoeléctrica y producir un zumbido difícil de localizar. Si esto ocurre, es por falta de protección de la célula que debe hallarse colocada en un recipiente metálico, en condiciones tales, que la luz exterior no la afecte para nada.

Sonido falso y vibrante

Este fenómeno se confunde fácilmente con la resonancia por sus características semejantes.

Para localizar este defecto comiencese por examinar aquellos detalles de la sala o del escenario susceptibles a producir vibraciones, tales como ventanales de cristal, lámparas colgantes, barandillas metálicas, etc. Obsérvese también que el amplificador de potencia no esté sobrecargado.

Si la vibración fuese producida por los altavoces, puede fácilmente comprobarse situándose frente a ellos. A corta distancia de éstos, nos taparemos los oídos con ambas manos, y de esta forma comprobaremos, sin lugar a dudas, cuál es el altavoz defectuoso.

También si la bobina del cono se ha descentrado producirá una vibración apreciable.

Averías en las válvulas

Cuando una válvula defectuosa no ha sido posible apreciarla a simple vista, será conveniente proceder con método. Empezaremos por el equipo "no sincrónico"; si no hubiese sonido se deben ir sustituyendo una a una todas las válvulas del amplificador de potencia.

Si funcionando el altavoz piloto de cabina permanecieran mudos los de la sala, compruébese si los enchufes están debidamente conectados, y una vez controlado esto sin resultado, cambiar la lámpara del rectificador de excitación de los altavoces.

Si la parte "no sincrónica" funciona perfectamente, pero no así la banda o lector de sonido, cámbiese la lámpara rectificadora del pre-amplificador de célula; si esto no diera resultado, pro-

cede cambiar la lámpara amplificadora que generalmente se halla protegida por un recipiente metálico con suspensiones elásticas. Si el defecto persiste todavía, es preciso sustituir la célula fotoeléctrica, en la cual probablemente radica la avería.

Conmutatrices.—Defectos que pueden presentarse

- a) Carga excesiva.
- b) Interrupción en el inducido. Esto puede comprobarse inmediatamente examinando las láminas entre las cuales aparecerán algunas quemaduras y el aislamiento de entre ellas deformado.
- c) Campo magnético excesivamente débil.
- d) Campo irregular producido por un corto circuito en las espiras de un imán.
- e) Falsos contactos en las conexiones del colector (compruébense las soldaduras).
- f) Colector sucio. Esto es producto de un exceso de aceite; y principalmente del polvo de las escobillas.
- g) Escobillas faltas de presión.
- h) Dimensiones incorrectas de las escobillas.

Recalentamiento del colector. — Esto puede ser debido a que:

- a) Esté sucio o se haya desgastado de un lado, perdiendo la redondez que debe tener de una forma absoluta.
- b) La tensión de las escobillas es excesiva.
- c) El colector chispea.
- d) La calidad de las escobillas es muy inferior y defectuosa.

La conmutatriz no da tensión. — Puede ser debido a que:

- a) La rotación se verifica en sentido contrario. (Cambiense las conexiones invirtiendo las bornas).
- b) El contacto de las escobillas es defectuoso.
- c) El colector está engrasado.
- d) El hilo de la excitación está interrumpido.
- e) El bobinado "compound" está mal conexionado.
- f) La máquina tiene cambiada la polaridad.

El motor no arranca. — Puede ser efecto de una interrupción en el campo magnético (en la conmutatriz, en el reóstato de arranque o en el conexionado). Búsquese la interrupción por medio de una lámpara de pruebas.

CAPITULO II

OTROS TIPOS DE PROYECTOR

I. - El Proyector Mechau de la A E G

Este equipo se caracteriza por estar basado en principios *nuevos desde el punto de vista del arrastre de la película*. Como resultado de ello, resultan ciertas ventajas a consecuencia del movimiento continuo y uniforme del film; especialmente se evita la fatiga visual producida por el centelleo. Desde el punto de vista sonoro no ofrece ninguna particularidad con respecto a los otros sistemas y, resumiendo, puede decirse que este aparato soluciona la parte óptica del equipo cinematográfico en una forma completamente nueva y original. Considero que la descripción que doy a continuación, ilustrada con varias figuras, darán una idea de este nuevo procedimiento de proyección cinematográfica.

Desde el principio de la cinematografía los especialistas consideraron que el ideal sería tener la proyección de la imagen libre de todo centelleo; además, a consecuencia del movimiento intermitente, el mecanismo, y la película principalmente, están expuestos a un desgaste prematuro. Para evitar estos inconvenientes se buscó una solución con la cual la película se moviese sin interrupción alguna, con una velocidad constante; como consecuencia de esto sobrarían, no sólo la cruz de Malta sí que también el obturador.

Debido al paso brusco de la claridad a la obscuridad en los sistemas en uso es imposible tener una imagen que no centellee, este efecto no es notable debido a que cambian las imágenes muy rápidamente, pero después de cierto tiempo de observar la proyección, se siente la sensación de cansancio en los ojos, llegando, incluso, a producir dolores más o menos fuertes en los mismos.

Desde un principio se consideró que la solución de este importante problema se encontraría mediante lentes convenientemente dispuestos; no obstante habían muchas dificultades para neutralizar el movimiento del desplazamiento de la película mediante un dispositivo que utilizase lentes, prismas, y espejos móviles. Asimismo ofrecía dificultades extremas obtener el

cambio de las imágenes proyectadas en la pantalla sin que la iluminación sufriese interrupción alguna. Para encontrar una solución satisfactoria muchísimos especialistas se interesaron por este problema, pero el primero que realmente lo resolvió fué el constructor Emilio Mechau, que en el año 1912 conseguía construir un proyector con una compensación óptica perfecta.

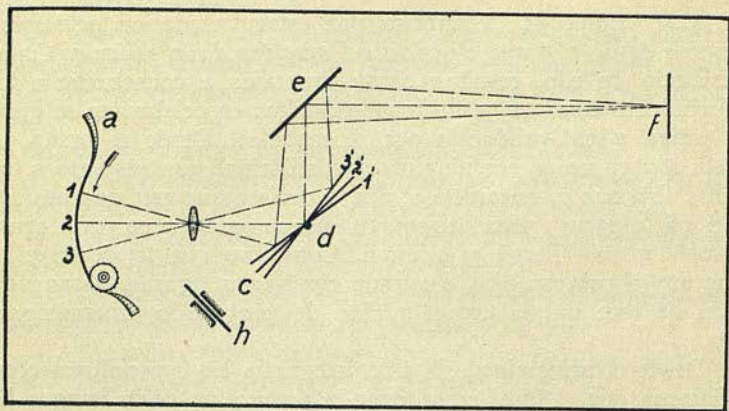


Fig. 109. — Principio de la compensación óptica

Con el Proyector Mechau de compensación óptica, ya no se proyectan las imágenes cuando la película está parada, sino mientras ésta se desplaza, animada de un movimiento uniforme. Por esta razón no es necesario obstruir la luz con un obturador en los momentos en que la película se desplaza con movimiento intermitente; en cambio, es preciso tener un dispositivo óptico que permita proyectar una imagen fija en la pantalla a pesar de que la película esté siempre animada de un movimiento uniforme.

La base de la compensación óptica del Proyector Mechau es la siguiente: Supongamos, por ejemplo que tenemos una imagen en la posición 1 (Fig. 109).

El espejo C, se encuentra en la situación 1, entonces la imagen aparece en la pantalla F. Si la película se mueve hacia abajo, al hallarse en la posición 2' la imagen aparecería también en la pantalla, aunque en otra posición si durante el desplazamiento de la película el espejo permaneciese en la situación 1'. Pero, debido a que el espejo se mueve de la posición 1'

a la 2', la imagen aparecería siempre en el punto F. Esto quiere decir que el movimiento de la imagen en la pantalla está compensado ópticamente. Lo mismo resulta cuando la imagen de la película y el espejo se encuentran, simultáneamente, en la posición 3' y 3. Después de pasar una imagen estas tres posiciones aparece en el punto 1 la imagen siguiente, cuyo movimiento se

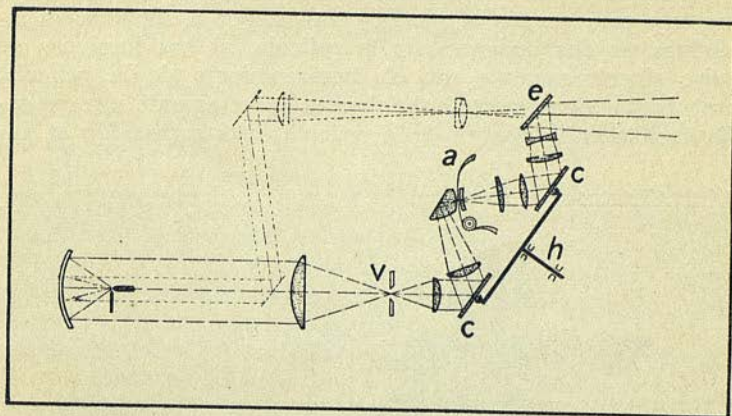


Fig. 110. — Principio del Proyector Mechau

compensa de la misma forma. Para este fin el espejo C, aparte de su movimiento de retroceso de 1' a 3', tiene otro movimiento, giratorio, sobre el eje H lo cual ocasiona que la imagen salga fuera del haz luminoso. De esta forma giran sobre el eje H ocho espejos planos, paralelos. Un engranaje especial tiene por misión sincronizar el movimiento de los espejos con el de las imágenes de la película.

Los espejos siguen continuamente este proceso y durante cada cambio de imagen una parte de dos espejos consecutivos se encuentran simultáneamente y por breves instantes en la trayectoria del haz luminoso. Mientras un espejo aún está compensando el movimiento de una imagen, el espejo siguiente ya empieza a compensar la imagen siguiente, de modo que se proyectan en la pantalla dos imágenes seguidas, con la particularidad de que la iluminación del espejo que sale va disminuyendo a la vez que va aumentando, en la misma proporción, la intensidad de la imagen del espejo que entra; esto causa una pequeña

variación de la claridad de cada imagen, pero, la *claridad total* de las imágenes proyectadas en la pantalla permanece constante. De esta manera el cambio de una imagen a otra se efectúa sin interrupción alguna de la iluminación, lo cual quiere decir que no se percibe ningún cambio en la transición de una imagen a la siguiente.

Al no emplearse el obturador, se aumenta la claridad de la imagen y para que no se pierda otra vez por la iluminación simultánea de dos imágenes de la película, al haz luminoso se mueve sincrónicamente con el desplazamiento de la película. Para obtener este resultado se ilumina intensamente una ventanilla encima de la imagen de la película; esta proyección se ve-

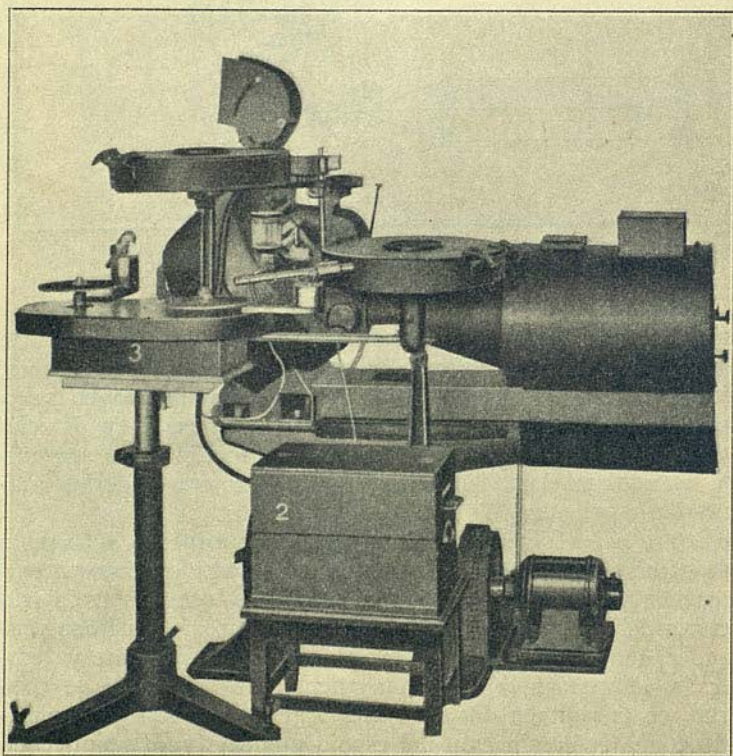


Fig. 111. — Vista de conjunto del Proyector Mechau

rifica por el haz luminoso que atraviesa un sistema de lentes antes de pasar por la película reflejada en los espejos, los cuales efectúan la compensación óptica en el otro lado de película. El esquema de los elementos ópticos y el paso del haz luminoso aparecen en la Fig. 110. Por lo tanto, los espejos segmentados cumplen dos misiones: hacer oscilar *dos veces* la imagen de la película.

La Fig. 111 muestra el Proyector Mechau completo. El juego de espejos está introducido en el bombo inclinado, herméticamente cerrado.

La Fig. 112 ilustra el juego de espejos. Para que puedan verse mejor se han quitado todos estos, dejando uno sólo que se compone de tres partes.

La Fig. 113 muestra el aparato de espejos, blindado, que lleva los dos bombos cortafuegos y el aparato de transporte de la película. Existe una diferencia importante que llama la atención entre el Mechau y los proyectores regulares; los bombos cortafuegos están montados en posición horizontal en vez de verticalmente, como los llevan los demás proyectores.

Esta modificación consigue un menor desgaste de la película y además permite elevar la capacidad de las bobinas sin peligro alguno para las cintas. Por esta razón el Proyector Mechau está provisto de bombos cortafuegos y bobinas de 1.300 m. de película.

Para la proyección de diapositivos se conduce la luz del arco hacia arriba, contra un espejo, por medio de otro movable que está introducido en la linterna. Desde este segundo espejo, el haz luminoso se proyecta a través de un objetivo en la forma ya conocida. El espejo movable, ante el proyector, permite el cambio de proyección de películas al de diapositivas sin tocar lo más mínimo el proyector.

La regulación del arco, aparte del manejo manual, funciona también automáticamente mediante un aparato especial.

El accionamiento del sistema de espejo y del aparato de transporte de la película lo efectúa un motor eléctrico de 0,5 HP. aproximadamente. Una correa plana transmite la fuerza de una polea situada debajo del bombo de los espejos. Para regular la velocidad de la película se emplea una transmisión por fricción, en vez de un simple motor. Este arreglo permite obtener muy exactamente la velocidad de la imagen, dando una gran regularidad al movimiento. Con una regulación normal, con resistencias, también se consigue una graduación muy exacta de la ve-

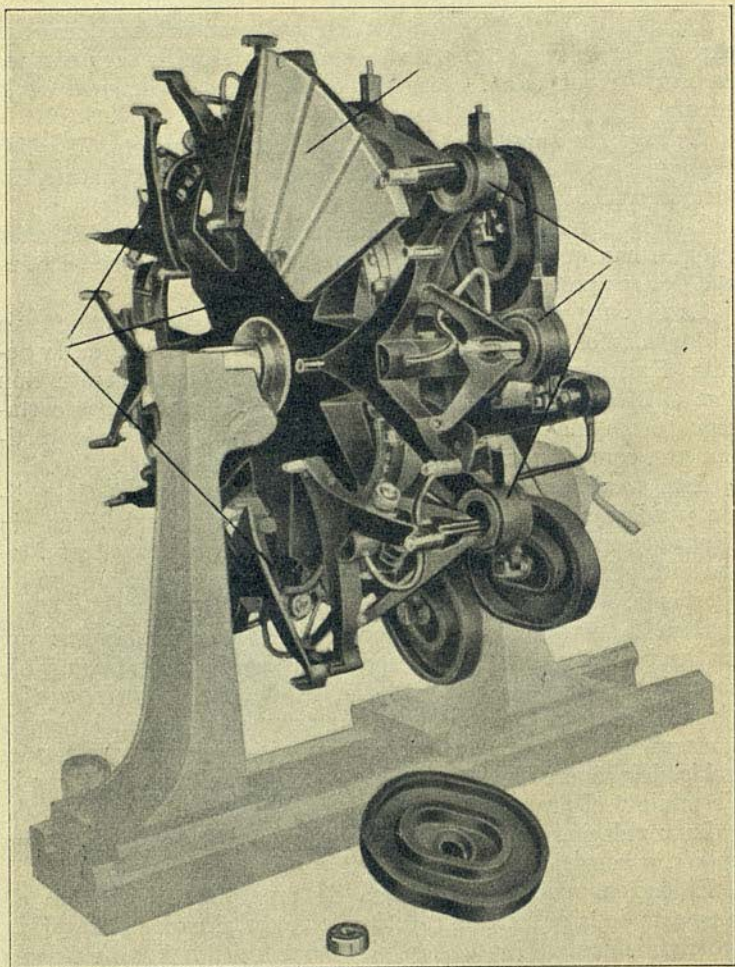


Fig. 112. — Vista parcial de los espejos que producen la compensación óptica

locidad, pero al calentarse las resistencias, éstas alteran su valor y no resulta una velocidad rigurosa, lo que obliga a una regulación frecuente, desventaja esta muy grande, sobre todo para un proyector de películas sonoras.

Gracias al movimiento continuo de la película, el proyector trabaja a cualquier velocidad, sin hacer ningún ruido molesto; no aparecen sacudidas de ninguna clase ni se gastan mecánicamente las películas. Las películas ya estropeadas de la perforación que no pasarían en otros proyectores, pueden pasar en el Proyector Mechau sin peligro alguno de romperse.

Otra ventaja del montaje horizontal de los bombos cortafue-

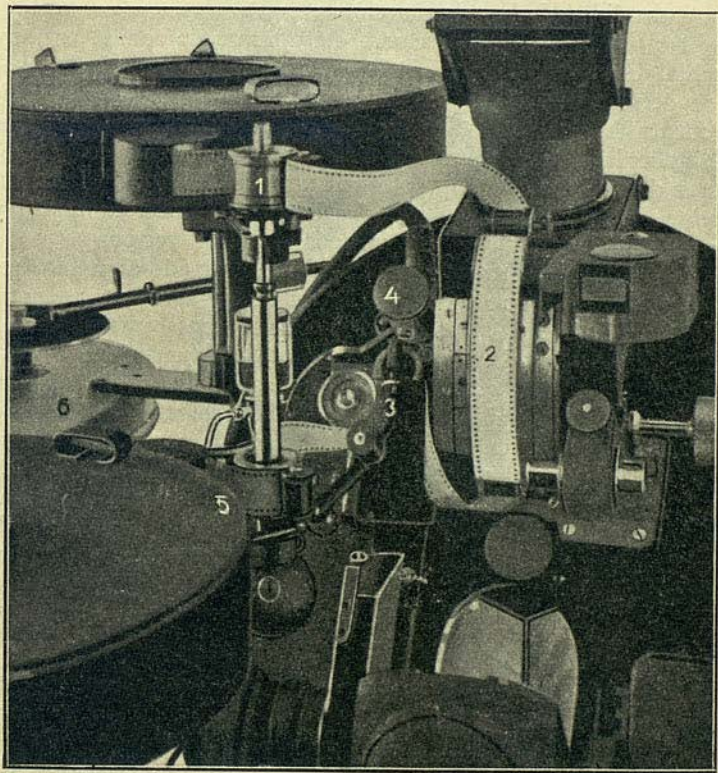


Fig. 113. — Vista parcial del Proyector Mechau, en la cual pueden verse los tambores en posición horizontal y trayectoria que sigue la película.

gos es que mejora las condiciones de funcionamiento, porque no hay ninguna presión de la película sobre la bobina. Por esta causa desaparece casi por completo la fricción de las capas de la película, fricción que, desde luego, siempre las estropea. Esto asegura que la calidad del tono permanezca constante. Con los bombos tan grandes (capacidad de 1,300 metros de película) es posible unir hasta cinco partes y proyectarlas sin interrupción. De esta forma se evita el cambio de una parte a otra, ventaja ésta muy grande para los cines pequeños, ya que permite proyectar películas largas, sin descanso alguno, con un solo proyector. La trayectoria sencilla de la película y la poca temperatura de la misma, son otras ventajas que garantizan la pureza del sonido y la naturalidad de la reproducción.

El montaje y funcionamiento del aparato de sonido es muy sencillo. El accionamiento, sin emplear cadenas o correas, proviene del eje del rodillo de transporte, el cual se mueve continuamente. El aparato está montado encima del bombo de espejos y la película, sin dar muchas vueltas, entra en el equipo reproductor de sonidos. Este aparato se compone de una lámpara excitadora, un lector óptico que concentra un pincel luminoso y una célula, la cual se encuentra debajo del proyector.

La marcha del Proyector funcionando sin ruido alguno, ofrece la enorme ventaja de que el control de los sonidos, mediante un altavoz pequeño, puede estar instalado en la misma cabina del operador, lo cual hace que éste pueda efectuar dicho control con mayor precisión que con las instalaciones que producen muchos ruidos en la cabina, que imposibilitan efectuar la regulación de los sonidos en ésta, no necesitando, por tanto, que haya un operador de control de sonidos en la sala de espectáculos.

Finalmente, la AEG. también construye equipos de Cine Sonoro para proyectores de películas de 16 mm., habiendo de esta forma puesto el Cine Sonoro al alcance de las familias en su propio hogar.

II. - El equipo de la Zeiss-Ikon

Voy ahora a describir la máquina proyectora que fabrica la casa Zeiss-Ikon, modelo del año 1935: la Ernemann VII.

Proyector de imagen y de sonido. — El dispositivo sonoro de banda no va acoplado, sino que forma parte integrante del proyector, presentando ambos mecanismos un conjunto homo-

géneo. Este problema ha encontrado una solución ideal en la Ernemann VII: Al hablar de una máquina de imagen y de sonido, lo esencial es la reproducción del sonido y que la trayectoria de la película se efectúe sin complicaciones.

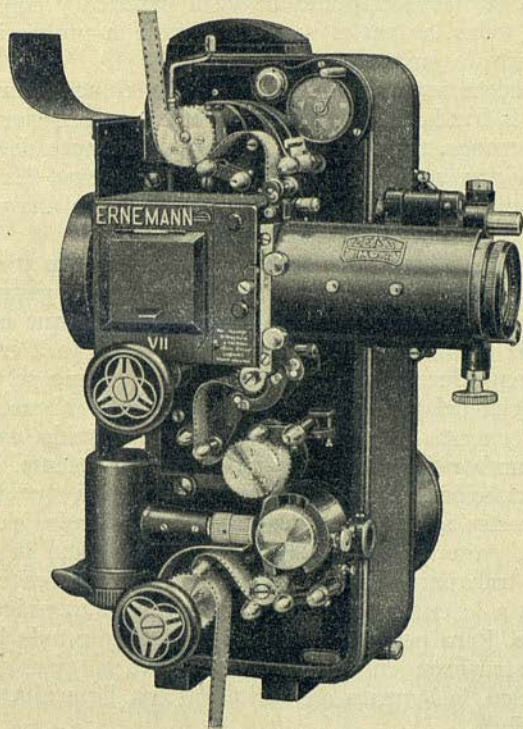


Fig. 114. — Crono del Proyector Ernemann

La Ernemann VII es el proyector de imagen y de sonido en el verdadero sentido de la palabra. En ella la película tiene una trayectoria recta y sencilla, es decir que se trata de una trayectoria absolutamente normal, como la que se acreditó durante decenios de años en los proyectores cinematográficos, una trayectoria de película de línea recta.

La parte del accionamiento, que guía la película en la parte

sonora, no es otra cosa que un tambor dentado que gira uniformemente (exactamente igual como los tambores arrolladores anterior y posterior). El volante de compensación, necesario para la marcha verdaderamente uniforme, va montado dentro del cárter mismo, en este cárter de fundición que ofrece toda clase de seguridades desde el punto de vista práctico y constructivo, encerrando todas las partes mecánicas para la proyección de la imagen y para la guía sonora.

Es completamente imposible que falle el accionamiento de la parte de la banda. Los tambores arrolladores anterior y posterior de los cronos, también han funcionado siempre de un modo intachable y van accionados por el mismo sistema. La absoluta seguridad de este sistema de accionamiento ofrece una verdadera garantía para un funcionamiento perfecto.

Por otra parte no hay cadenas de accionamiento y el volante de compensación, montado en el interior del crono, garantiza una marcha de uniformidad perfecta, resultando así que en la Ernemann VII el sonido sale siempre puro y limpio. Perturbaciones en la reproducción sonora, como aquéllas que se producen por la marcha del proyector o por la película misma, no pueden ocurrir en esta máquina de imagen y de sonido, esto lo garantiza el tambor de la banda, provisto de un volante. Fig. 114.

La lubricación automática a presión, por la que todos los ejes y cojinetes son engrasados por aceite filtrado, es una garantía más, para que tanto la parte sonora como la parte de proyección trabajen siempre de una manera totalmente intachable, gracias a lo cual el desgaste de las piezas es prácticamente igual a cero. Para permitir una fácil limpieza de toda la máquina, se construyeron en forma desmontable la guía sonora, el sistema óptico, la lámpara de excitación con linternita y la caja de la fotocélula.

Pero, bien entendido, en la Ernemann VII no hay un dispositivo de banda que pueda ser desmontado, y esto es precisamente la ventaja, puesto que en la máquina de imagen y de sonido todo es completo. No se pueden hacer modificaciones o alteraciones.

Reproducción sonora pura y natural

1.º *Accionamiento por volante de compensación.* — La marcha es completamente uniforme, gracias al mecanismo montado y al volante de compensación con que está provisto el rodillo de

arrastre. Excelente reproducción, incluso a las más altas frecuencias.

2.º *Filtro de las intermitencias del bucle.* — Un tambor dentado de 32 dientes, que también va provisto de un volante de compensación, filtra los últimos vestigios de las intermitencias del bucle.

3.º *Sistema óptico de gran luminosidad.* — La fotocélula de alto rendimiento recibe un flujo luminoso muy intenso, lo que equivale a una elevada tensión de entrada para el amplificador y magnífica plenitud de tono en el altavoz.

4.º *Rendija regulable.* — Los ruidos secundarios, producidos por el registro sonoro mal copiado (desplazado), se eliminan rápida y fácilmente, incluso estando en marcha la máquina.

5.º *Refrigeración por agua.* — Ni siquiera con un arco de alta intensidad se calienta la guía de película (la temperatura en la ventanilla de imágenes apenas es mayor que la de la cabina). La película, portadora del registro sonoro, no se abarquilla y por lo tanto tampoco puede haber perturbaciones en la reproducción sonora, causadas por el abarquillamiento o contracción de la película.

6.º *Refrigeración por aire.* — Igual que las Ernemann II, III y V, la Ernemann VII posee también las conducciones y boquillas para la refrigeración de aire.

Proyección (Fig. 115)

1.º *Objetivos Zeiss-Kipronar 1: I,9, hasta 100 mm.* — Máxima claridad de la imagen, incluso con distancias focales largas. Proyección nítida hasta en los bordes de la imagen.

2.º *Obturador cilíndrico.* — Montado entre el manantial luminoso y la película. También con grandes diámetros de objetivo se aprovecha todo el haz luminoso.

3.º *Refrigeración por agua.* — Ningún desenfoque parcial, porque la película pasa siempre plana y sin abarquillar por la máquina. Las partes metálicas no se calientan y por lo tanto tampoco pueden producirse deterioros de la película, causados por calentamiento.

4.º *Cuadraje central.* — Accionando el sistema de encuadrar, es del todo imposible que aparezca el tiraje ("colas") en la imagen.

5.º *Rebordes de guía estables.* — Nunca se tuercen los patines de terciopelo. Siempre se tienen imágenes nítidas.

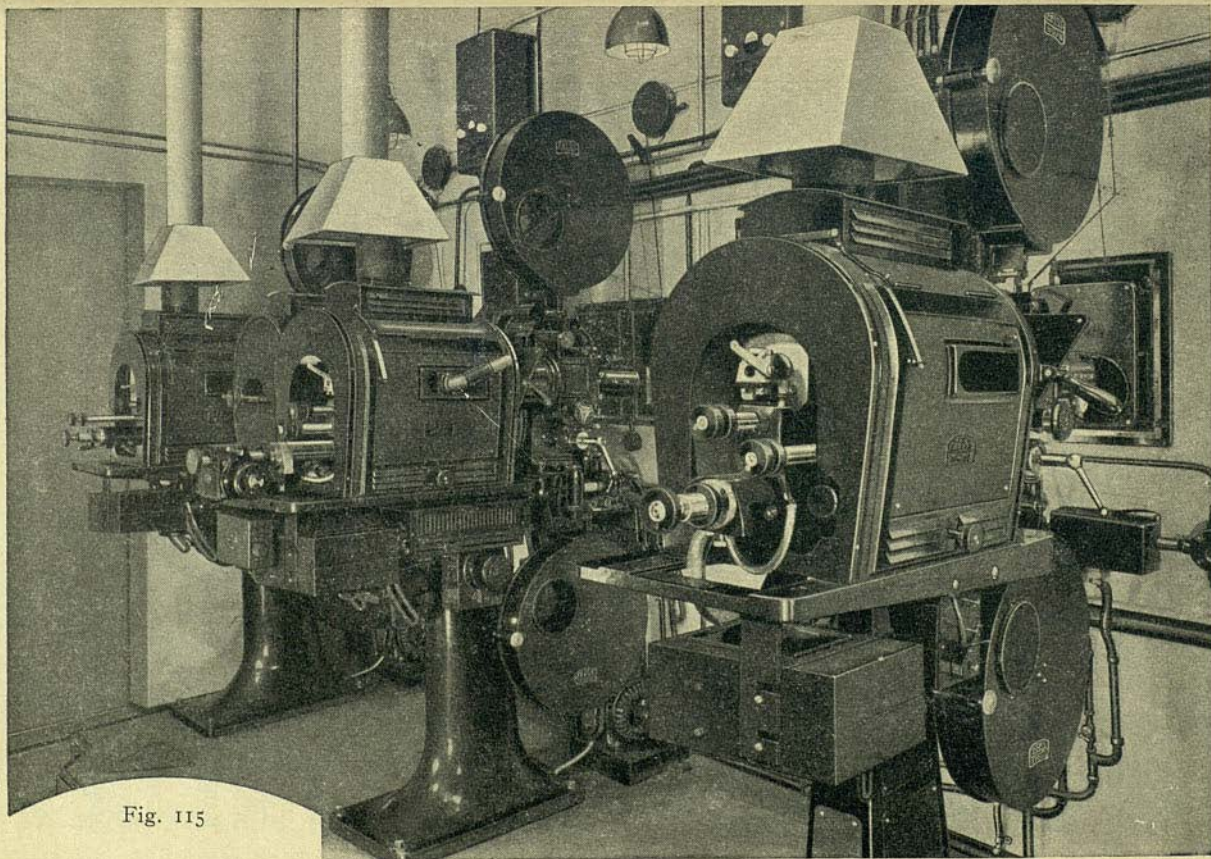


Fig. 115

Cabina equipada con tres proyectores Ernemann

6.º *Sistema de iluminación.* — Máxima economía. Las lámparas "Kinesol", "Artisol" y el arco de alto rendimiento para anchuras de pantalla hasta 12 m., permiten una iluminación perfecta, con efecto plástico.

Máxima conservación de la película

1.º *Refrigeración por agua.* — Las partes metálicas de la ventanilla de imágenes no se calientan. La refrigeración por agua impide toda concentración de calor en la ventanilla. Ya no puede haber perforaciones abarquilladas.

2.º *Obturador cilíndrico.* — Reducción del calentamiento de la película por cuanto el obturador cilíndrico de metal gira entre al película y el manantial luminoso.

3.º *La película se desliza libremente.* — Los bucles son de poca flexión. Los empalmes no sufren esfuerzos. También en la parte sonora la marcha de la película es normal y no obligada.

4.º *Refrigeración por aire.* — Fácil acoplamiento del compresor refrigerador. La película no se reseca. Intensa refrigeración de la superficie del film.

5.º *Postiguillos cortafuegos sin fricción e instalación "Protektor".* — Los postiguillos van montados dentro del obturador cilíndrico. La instalación "Protektor" contra la inflamación de al película forma parte integrante del crono.

Duración y seguridad en el funcionamiento

1.º *Mecanismo de la cruz de Malta.* — Fácil y rápidamente recambiable.

2.º *Motor formando parte del proyector.* — Accionamiento directo de los mecanismos, sin intervención de cadenas ni correas. Funcionamiento totalmente sin perturbaciones.

3.º *Lubricación automática a presión.* — Todas las partes mecánicas — tanto la parte de proyección como la parte sonora — son engrasadas constantemente por aceite filtrado. Retorno automático del aceite. Pérdida del lubricante imposible.

4.º *Cárter completamente cerrado.* — Verdadera protección de todas las partes mecánicas contra partículas que desprende la película. El desgaste queda reducido a un mínimo.

5.º *Distribución económica de la energía.* — La energía de accionamiento es distribuida radialmente. Cada una de las partes mecánicas recibe exactamente la energía que necesita. De

este modo se prolonga considerablemente la duración de cada uno de dichos elementos y por lo tanto de toda la máquina.

6.º *Sistema óptico de la banda y guía sonora.* — Fácilmente desmontables, aflojando dos tornillos. Permite una limpieza rápida y cómoda.

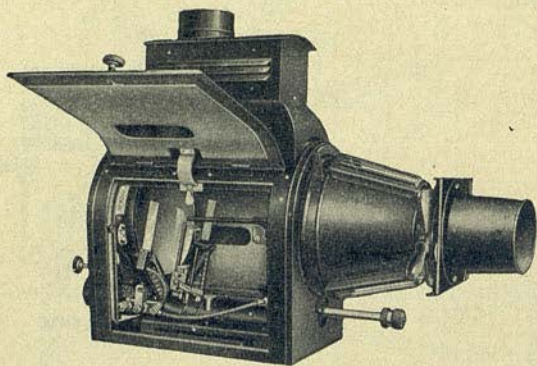


Fig. 116. — La linterna del equipo Zeiss-Ikon

Los Manantiales Luminosos (Fig. 116)

Arco "Kinesol" con espejo Kinesol de 200 y 250 mm. para anchuras de imagen hasta 7,50 m.

Arco "Artisol" con espejo parabólico y condensador de 200 y 250 mm. para anchuras de imagen hasta 8 m.

Arco de alta intensidad "Artisol 75", con linterna especial para anchuras de imagen hasta 12 metros.

Las anchuras de imágenes se entienden para pantallas sonoras con una iluminación de efecto plástico.

III. - Los Equipos Sonoros de la R. C. A.

(Modelo P. S. 22)

Estos aparatos son muy populares en América. En España hay una gran cantidad de instalados y, por lo tanto he creído oportuno describirlos, haciendo resaltar los puntos principales de este sistema.

En la descripción que sigue, he conservado la denominación

“cabeza sonora” para designar el reproductor o lector de sonidos, siguiendo la denominación americana. He aquí, brevemente descrito, este sistema de cine sonoro y sus principales puntos fundamentales:

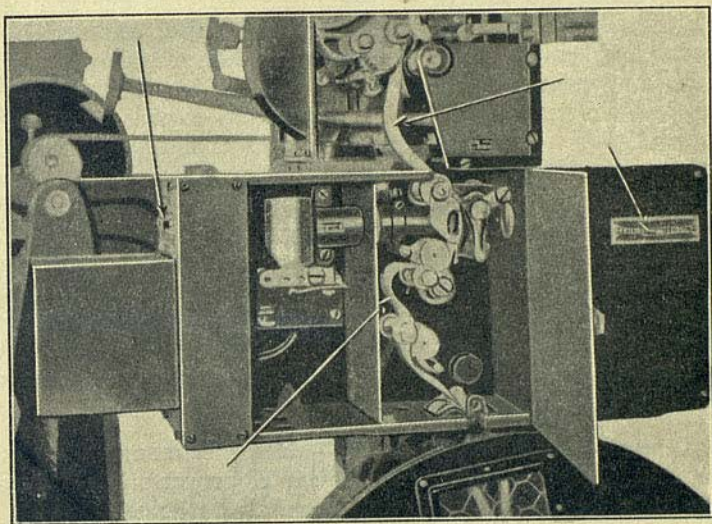


Fig. 117. — Conjunto del lector de sonido de los aparatos R. C. A.

Las cualidades carecterísticas de estos equipos de cine sonoro son las siguientes:

1.º *Forma bloque con el proyector.* — En otros términos, está sólidamente adherida al proyector, sin separación alguna entre uno y otra, Fig. 117.

Primero. *Sincronismo perfecto.* — El sincronismo es el fenómeno mediante el cual el acto visual y el auditivo se realizan simultáneamente. Para ello, la película está dispuesta de modo que el sonido está adelantado 19 cuadros (o 36 centímetros) con respecto al fotograma correspondiente. Es, pues, necesario que entre la ventanilla de proyección y el punto en que se hace la toma de sonido exista “exactamente” esa distancia. Si la cabeza sonora (o caja fotoeléctrica) no formara bloque con el proyector,

es decir, si aquella estuviera situada a larga distancia (medida sobre la película) de la ventanilla de proyección, *el sincronismo* no existiría, y se oiría el sonido antes de que la figura lo denotase, cosa la más desagradable conocida en la proyección sonora.

Segundo. *Seguridad*. — Nada más peligroso que una película fuera de los matafuegos superior e inferior. Un equipo en el cual la película, después de atravesar el proyector, hace varias vueltas y pronunciados bucles para alcanzar la cabeza sonora o caja fotoeléctrica donde emitir el sonido es (además de mal sincronizado, por fuerza) un peligro, porque el ideal es que la cinta desplegada entre los matafuegos sea lo menor posible. Cuando la cabeza sonora forma bloque debajo del proyector, entonces la película va directa de uno o otra y sin apenas desarrollo. Si además la cabeza sonora puede cerrarse, puede decirse que el riesgo es mínimo, porque las películas no arden en cajas cerradas. Añádase a esto que los cronos Simplex son cerrados, y se tendrá, en una instalación de crono Simplex y cabeza sonora R. C. A. Photophone, el efecto de matafuegos continuo, o la mayor seguridad posible estando la película en marcha.

Tercero. *Mínimo desgaste*. — Desde el momento en que esta cabeza sonora forma bloque con el proyector, la película pasa recta (sin bucles ni vueltas hacia atrás) de arriba a bajo. Los rozamientos son mínimos y mínimo también el desgaste de piezas y películas. Esto es muy importante.

Cuarto. *Arrastre perfecto*. — Del hecho de formar bloque proyector y cabeza sonora, se deduce la posibilidad de transmitir el movimiento de una a otra mediante piñones de talla helicoidal, alternadamente de fibra y acero, sin producir apenas ruido. La cabeza sonora R. C. A. no cuenta con una sola cadena (expuesta a tirones) ni con una sola cardam (expuesta a flexiones o vibraciones). *Todos sus arrastres están logrados por engranajes de textolita y acero*. Nada hay más seguro que este sistema de transmisión.

La transmisión del motor sincrónico a los arrastres de engranaje se efectúa por tres correas de cuero y caucho, de forma prismática, que suprimen las vibraciones del motor sincrónico.

2.º *Supresión absoluta de las variaciones de velocidad* (que producen el *lloro*. Es sabido que, así como en el proyector el paso de la película es intermitente, en la cabeza sonora el paso

necesita ser absolutamente continuo. De no ser así, la reproducción asemejaría a la de un gramófono al que se le daba la cuerda.

Existe en toda cabeza sonora un rodillo que se llama de movimiento continuo. En la que estamos describiendo este rodillo tiene en su extremo — el contrario al lado de operación, o lado de transmisiones y engranajes —, un volante de gran inercia, atacado por las correas de transmisión del motor. La inercia de este volante es tal, que el movimiento está perfectamente regularizado.

3.º *Lámpara de excitación accesible.* — La lámpara de excitación cuya reposición constituye un grave problema en muchos equipos es perfectamente accesible en este equipo, (puede verse su blindaje — para que no moleste al operador — en la parte izquierda del fotograbado). Se cambia instantáneamente. Se enfoca con brevedad suma. Actúa con corriente electrificada, es decir, sin batería de ningún género.

4.º *Sistema a prueba de aceite.* — La ranura del sistema óptico tiene posición fija, desapareciendo con ello el problema de situarla. El sistema está construido a prueba de aceite, de tal manera que no son de temer las nubes y opacidades de los lentes, ocasionadas por la introducción de aceite pulverizado, que tanto perturban en algunos equipos. Al enfoque del sistema óptico sigue el frenado del collar de enfoque, manteniéndolo durante años. Tan sencillo es el enfoque previo, a vista, que lo aprende cualquier operador rápidamente, sin aparatos especiales. Un enfoque delicado debe realizarse por personal especializado, a la terminación del montaje.

(En el fotograma se ve claramente la posición del sistema óptico.)

5.º *Ventanilla sonora.* — Sirve para mantener tersa la película mientras la banda de sonidos (u oscilograma) desfila delante del rayo luminoso. La disposición cerrada de la ventanilla y su disposición mecánica permiten una tensión muy regular y una limpieza esmerada por su fácil accesibilidad.

6.º *Lente condensadora.* — Concentra los rayos sobre la célula e impide pase al compartimiento de ésta, polvo, aceite, luz extraña etc.,

7.º *Compartimiento de célula.* — Emplea la célula UX. 868 de cesio, muy sensible a los rayos amarillos, Contiene además, dentro del blindaje, en materiales adecuados, el transformador de unión de la célula al amplificador, teniendo en cuenta que el equipo R. C. A. no emplea preamplificador. La unión entre la célula y el amplificador está lograda mediante un acoplo a baja impedancia, con lo cual puede ponerse el amplificador en el lugar más conveniente, por alejado que esté del proyector.

La vista de conjunto de una instalación R. C. A. se ilustra en la Fig. 118.

En fin, para terminar, esta compañía construye también equipos de Cine Sonoro para películas de 16 m/m. Estos equipos son sumamente sencillos y fáciles de instalar.

CAPITULO III

Adaptadores de banda

En este último capítulo voy a describir lo que podríamos decir la *solución económica* del Cine Sonoro, esto es, transformar un equipo mudo en sonoro mediante la adaptación del dispositivo de banda compuesto del grupo lámpara excitadora, célula y amplificador, conjunto que resulta sumamente económico y, por lo tanto, muy indicado para los cines baratos.

Esta solución sólo debe adoptarse como un medio de transición para finalmente hacer una instalación completa y definitiva de cine Sonoro.

Mecanismo de banda ()*. — La Fig. 119 muestra uno de los mecanismos de banda más usados debido a su construcción excelente y rendimiento extraordinario. Se adapta fácilmente a toda clase de cronos, nuevos y viejos, anticuados y modernos. Este mecanismo tiene la particularidad de procurar el arrastre de la película evitando completamente su deterioro.

Este adaptador está previsto de tal manera que permite solucionar todos los casos que pueden presentarse en la práctica:

(*) Representado por P. E. M. Vivomir, S. A.

cronos que giren al revés, etc. Es conveniente que el motor de arrastre sea del tipo sincrónico, oscilando su potencia entre $1/4$ y $1/8$ de caballo.

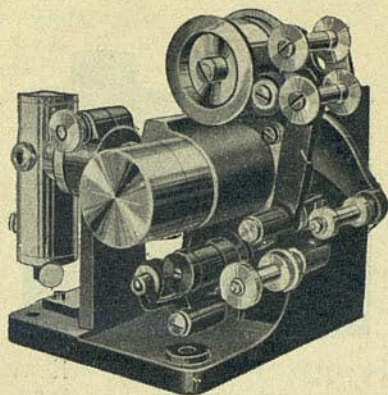


Fig. 119. — Grupo lámpara excitadora-célula.

Sistema óptico. — Con este adaptador se provee un sistema óptico excelente, así como una lámpara excitadora y célula foto-eléctrica muy sensible. Es a base de que este conjunto sea de condiciones técnicas inmejorables que podremos obtener excelentes resultados en la reproducción de la voz y de la música.

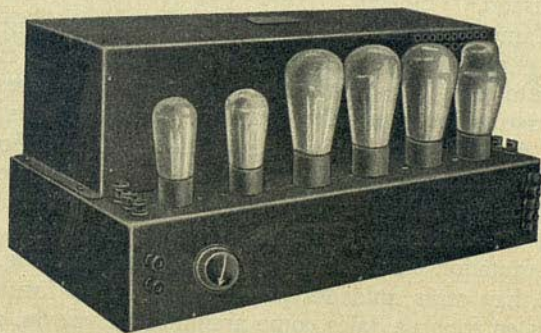


Fig. 120. — Amplificador de 250 vatios.

Amplificadores. — En estos sistemas de adaptación hay una verdadera serie de diversos tipos de amplificadores, de forma que pueden satisfacer todas las necesidades, y esto, tanto en los amplificadores previos como en los de potencia.

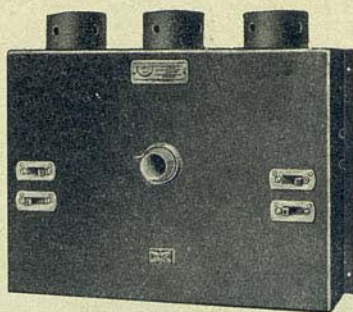


Fig. 121. — Amplificador previo N.º 892.

Podemos citar los siguientes tipos:

- a) Tipo de bastidor de hierro con panel frontal.
- b) Tipo de unidades separadas.
- c) Tipo de una sola unidad.

Aunque el tipo *a* es el mejor y el *c* el más económico, no obstante todos ellos son muy indicados, siendo, no obstante, el *b* el más usado.

Estos amplificadores pueden suplir potencias comprendidas entre 7,5 y 25 vatios modulados sin distorsión, Fig. 120. Todo está previsto para que cuando haya dos amplificadores un sistema de conmutación permite todas las combinaciones posibles.

Si se trata de un equipo completo para amplificación de discos, el amplificador previo NS. 892 reúne todos los elementos que se precisan: alimentación de las lámparas excitadoras, de las células fotoeléctricas, conmutador para pasar de la banda al disco, conmutador para excitadoras y células, etc. Fig. 121.

En fin, hay otras unidades previstas para transformar los cines mudos en sonoros, tales como amplificador previo, apto para célula fotoeléctrica y para micrófono; unidad de energía destinada a la alimentación completa de todo el equipo; unidades de

control compuestas de varios instrumentos de medida; unidades para motor y pick-up para discos de alta calidad, etc., etc., que no describo por su mucha extensión.

Altavoces. — Los altavoces empleados en este adaptador son de excelente calidad para asegurar la máxima fidelidad po-

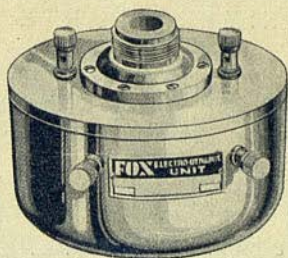


Fig. 122. — Motor dinámico para altavoz exponencial

sible en la reproducción de los sonidos y la palabra. La membrana es metálica, de una sola pieza y su peso es inferior a un gramo. Estos altavoces se construyen de cinco tipos diferentes, tres de curvados y dos de rectos, según sean las condiciones acústicas del local y su volumen en metros cúbicos. Fig. 122.

Estos altavoces tienen la particularidad de que emiten la energía sonora en una sola dirección, efecto este sumamente interesante para hacer instalaciones en salas que hasta ahora han sido cines mudos y que generalmente reúnen condiciones acústicas verdaderamente desastrosas. Desde luego, es necesario hacer un estudio previo para ver la forma más racional y adecuada para obtener un buen resultado de la difusión de la energía sonora en todos los ámbitos del local.

ÍNDICE

PRIMERA PARTE

	<u>Págs.</u>
Cap. I. — Principios de electricidad elemental	11
» II. — El cine sonoro.—Principio del cine mudo.	20
» III. — La célula fotoeléctrica	38
» IV. — El estudio de la célula fotoeléctrica	44
» V. — La amplificación.	61

SEGUNDA PARTE

Cap. I. — Nociones de acústica	97
» II. — Acústica de la sala	103

TERCERA PARTE

Impresión de las películas sonoras	119
----------------------------------------------	-----

CUARTA PARTE

Proyección	143
----------------------	-----

QUINTA PARTE

Cap. I. — Averías.	161
» II. — Otros tipos de proyector	171
» III. — Adaptadores de banda	190

EL EQUIPO DE CALIDAD



Pida detalles y referencias a

PHILIPS CINE SONOR

M A D R I D
Paseo de las Delicias, 71

BARCELONA
Lauria, 118 y 120

¿Es usted experimentador, operador de Cine Sonoro, aficionado a la radio, comerciante...? Cualquiera que sea su campo de actividades tenga presente que el

INSTITUTO RADIOTÉCNICO

DIRIGIDO POR EL ING. AGUSTÍN RIU

enseña **Radio, Televisión, Cine Sonoro**, etc., por correspondencia. Para ingresar sólo es necesario saber leer, escribir y las cuatro reglas fundamentales de la aritmética, y cuando haya obtenido el título poseerá un caudal de conocimientos tan extensos que actualmente ni siquiera tiene una idea acerca de ellos.

Solicite el folleto ilustrado, que gratuitamente se le enviará a vuelta de correo. No le costará nada y puede valerle de mucho.

INSTITUTO RADIOTÉCNICO

Apartado 1058 - BARCELONA - Teléfono 76546

LA RADIOVISIÓN

A la cultísima artista

Pepita Maynadé

Testimonio de admiración.

Ing. AGUSTÍN RIU

Barcelona, marzo de 1935.

INTRODUCCIÓN

ACTUALMENTE la transmisión de imágenes ha alcanzado un perfeccionamiento tan notable que ha llegado el momento de poder dar una información concreta que puede considerarse como estable durante un período de tiempo de unos dos años. Quizás entonces se habrán perfeccionado los procedimientos hoy día conocidos, pero de todas formas, la parte básica de las descripciones que voy a dar a continuación van a permanecer constantes no sólo durante este lapso de tiempo sino también para otro mucho mayor, a menos que se inventen procedimientos hoy día imprevistos.

En esta obra describo los procedimientos de Radiovisión que más interés pueden presentar al experimentador y al aficionado. Es en este plan que escribo este libro: dar a comprender en qué consiste este maravilloso invento y además dar los elementos necesarios para que pueda experimentarlo por sí mismo.

Antes de tratar la Radiovisión, daré una explicación breve de los distintos procedimientos utilizados para transmitir imágenes, ya sean fijas o movibles, por medio de una línea conductora o bien mediante las ondas electromagnéticas. Esta descripción la considero necesaria para diferenciar estos distintos sistemas acerca de los cuales, generalmente, no se tiene una idea lo suficientemente concreta.

Creo que la lectura de este libro le permitirá comprender claramente la base científica de este maravilloso invento y, si además de esto le sugiere alguna idea brillante, habré conseguido sobradamente mi objetivo.

Ing. AGUSTIN RIU

Barcelona, marzo de 1935.

RADIO CIENCIA

La obra fundamental para los grandes experimentadores. En ella se describen los grandes inventos y aplicaciones derivadas del empleo de las ondas electromagnéticas.

Esta obra es la vanguardia de la radio; la lectura de este libro le informará desde ahora de la evolución que seguirá la radioelectricidad en el periodo 1935 a 1940.

Numerosas fotografías intercaladas en el texto le ilustrarán acerca de los aparatos más modernos que se construyen en Europa y América.

PRIMERA PARTE

La transmisión de imágenes

PRELIMINARES

LA transmisión de imágenes entre dos lugares distantes ha sido uno de los problemas que más preocuparon a los inventores, físicos y experimentadores del siglo pasado. Sólo la descripción somera de los aparatos contruídos ocuparía un denso volumen.

No obstante, bueno es recordar que como un extracto de todas aquellas intenciones ha quedado la transmisión de las imágenes fijas (fotografías, dibujos, etc.) cuyos principios, tanto en la emisión como en la recepción, son los mismos que se empleaban ya al principio de este siglo, que, actualmente, se han enriquecido con los procedimientos de la técnica moderna (amplificadores, mecanismos de compensación, reguladores automáticos, etcétera).

Primero para tener una idea de conjunto bien clara y segundo debido a lo mucho que se emplean ahora las transmisiones de imágenes fijas (boletines meteorológicos, impresiones digitales, registro de firmas, planos y dibujos en general, etc.) me he decidido describir brevemente estos diversos procedimientos que, aunque distintos de los empleados en Radiovisión, en realidad se complementan.

Luego, vamos a dividir esta obra en dos partes, en la primera describiré, muy brevemente, la transmisión de las imágenes fijas, y en la segunda parte, la transmisión y recepción de

las imágenes en movimiento. Vamos a resumir nuestra labor en el siguiente cuadro sinóptico:

Imágenes fijas	{	Trazo	{	Firmas
			{	Mapas meteorológicos
			{	Impresiones digitales
			{	Dibujos a pluma, etc.
	{	Medios tonos.	{	Fotografías
			{	Dibujos con medios tonos
Imágenes en movimiento.	{	Transmisión de películas (Radio Cine)		
		Imágenes en movimiento (Radiovisión)		

Voy a empezar por describir la transmisión de imágenes fijas, ilustrando las explicaciones con pruebas de transmisiones efectuadas, aunque creo muy oportuno aprovechar este momento para hacer resaltar la diferencia fundamental que hay entre la *tele* y la *radio* fotografía, por ejemplo, lo mismo que entre la *tele* y la *radiovisión*. He tenido oportunidad de constatar la confusión que hay sobre este punto, que es fundamental: todo sistema que utilice *una línea* (telegráfica, telefónica o especialmente destinada a este solo objeto) para transmitir fotografías, imágenes en movimiento, etc., serán sistemas de *TELE*fotografía, *TELE*visión, etc., mientras que si se emplea *una emisora de radio* para efectuar el transporte de las fotografías o imágenes en movimiento, entonces tendremos sistemas de *RADIO*fotografía, *RADIO*visión, etc. Creo que esto está bien claro y en consecuencia, no creo que ninguno de mis lectores hable de *televisión* cuando se refiera a la transmisión de imágenes en movimiento transmitidas por una emisora de radio.

Transmisión de imágenes fijas

Según el cuadro sinóptico, ya he indicado que estas imágenes pueden ser de trazo o bien medios tonos, es decir, de un original hecho con pluma, tiralíneas, etc., lo que podríamos definir como trazo de tonalidad constante o bien fotografías, que podríamos considerarlas de tonalidad variable.

Estas dos clases de transmisiones se efectúan con un mismo aparato y por lo tanto esto nos permitirá simplificar nuestro tra-

bajo. Desde luego, tratando de explicar los procedimientos más perfectos, describiré solamente el de transmisión fotográfica, puesto que los que utilizan los efectos de reacciones químicas, etcétera, dan unos resultados tan crudos que su utilización es limitadísima y por lo tanto, prácticamente sin interés para nosotros.

Tanto si se trata de un original hecho a pluma como si es una fotografía, el procedimiento de transmisión y recepción es idéntico, en consecuencia, empecemos por detallar este proceso general.

Propongámonos transmitir un original, fotografía o dibujo, por medio de una línea conductora o bien utilizando las ondas electromagnéticas.

El procedimiento empleado es el siguiente: Se empieza por colocar el original recubriendo un cilindro de dimensiones adecuadas. Hecho esto, se hace que dicho cilindro gire al propio tiempo que se desplace con un movimiento de traslación según su eje, es decir, se anima al cilindro de un movimiento helicoidal.

Es bien evidente que si apoyásemos sobre el original la punta de un lápiz, mantenido fijo, al ir girando el cilindro trazáramos una línea espiral, con las espiras tan apretadas como se quiera, bastando para obtener este resultado que la traslación del cilindro según su eje sea muy lenta, por ejemplo, un milímetro cada cinco revoluciones del cilindro. El hecho de haber recorrido toda la superficie del original a transmitir con la punta del lápiz, trazando una espiral es lo que se llama *explorar la imagen*.

Es evidente que la exploración que hemos hecho ha dejado un trazo sobre la superficie del original a transmitir y esto lo he hecho para demostrar en una forma tangible lo que se entiende por exploración de una imagen. Lo que sí es necesario advertir en este instante, para sacar una consecuencia fundamental del experimento que hemos indicado, es que si observamos con una lupa el trazo helicoidal hecho con un lápiz (o con un instrumento inscriptor que dé líneas más finas) notaremos que encuentra las líneas del original, cortándolas o siguiéndolas si es un dibujo, o bien encontrando toda una variedad de tonalidades si es una fotografía. Pues bien, se trata de transformar estas líneas, o fragmentos de línea (según que las siga o las corte) o estas variaciones de tonalidad (si se trata de una fotografía) se trata de transformar, digo, estos fragmentos del original en va-

riaciones de luz. Este es el primer paso a realizar para la solución de nuestro problema y veamos en qué forma más elegante ha sido resuelto.

Supongamos, como en el caso del ejemplo ya descrito, que

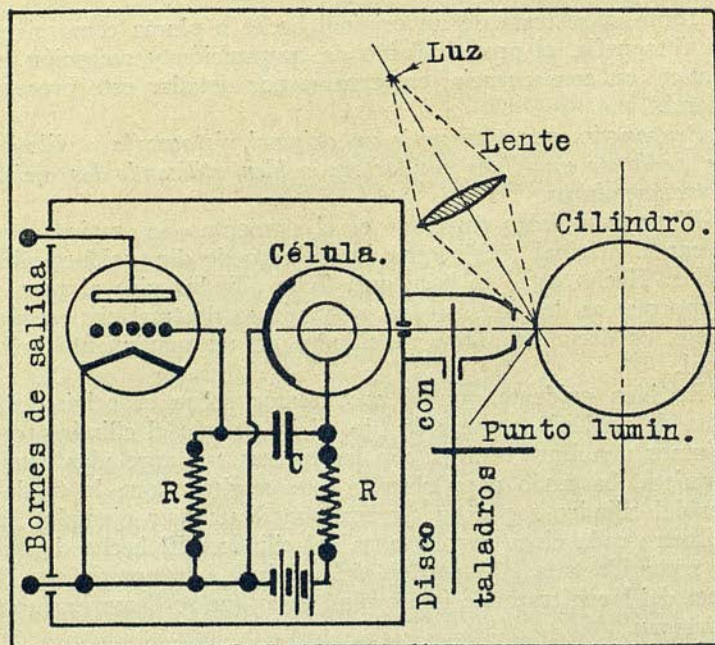


Fig. 1. — Principio de la exploración de una fotografía mediante un punto lumínico.

nuestro original a transmitir lo colocamos sobre un cilindro y animamos a este de un movimiento helicoidal. Ahora volveremos a repetir el mismo experimento, sólo que en vez de apoyar la punta de un instrumento inscriptor (lápiz, tiralíneas, etc.), aplicaremos un *punto luminoso*, muy intenso y cuyas dimensiones sean del orden de $1/5$ de milímetro. Pues bien, es evidente que nuestro punto luminoso también *explorará la imagen*, aunque esta vez no nos dejará trazo alguno sobre el original como sucedió en el caso de apoyar el lápiz.

Una vez esto descrito, veamos lo que sucede a nuestro punto luminoso según que incida sobre una superficie blanca, negra, o bien con una variación intermedia cualquiera. Pues bien, sucederá lo siguiente: si incide sobre una superficie blanca *refle-*

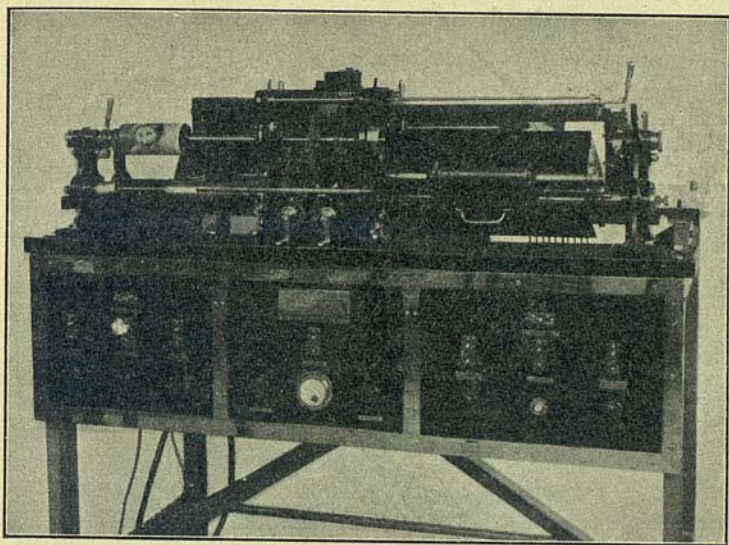


Fig. 2. — Conjunto de los aparatos transmisores y receptores de una instalación destinada al tránsito de fotografías

jará casi totalmente la luz, en cambio, si la superficie es negra *casi la totalidad de la luz del punto lumínico será absorbida*; finalmente, en los medios tonos, estos reflejarán una cantidad de luz que será proporcional al tanto por ciento de blancura que posea.

Luego, ya vemos cómo podremos explorar la imagen lumínicamente, pero esto no representaría ningún adelanto para nosotros si nos detuviésemos aquí. Ahora necesitamos *transformar estas variaciones de luz, procedentes de la exploración de la imagen, en corrientes eléctricas proporcionales*.

Una vez hayamos obtenido este resultado, habremos transformado un dibujo o fotografía en unas corrientes eléctricas va-

riables cuyas variaciones serán precisamente la representación eléctrica de las diversas tonalidades del original.

Veamos cómo se ha resuelto esta segunda parte del problema de la transmisión de las imágenes.

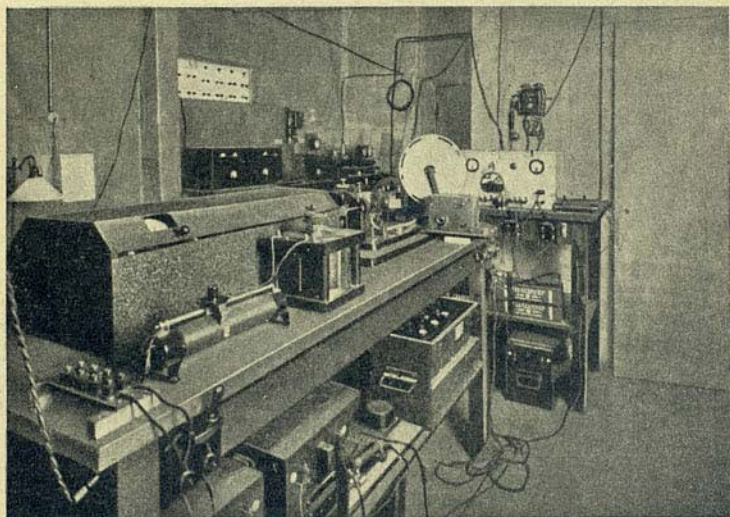


Fig. 3. — Instalación completa para la transmisión y recepción de fotografías, utilizada en Alemania.

Supongamos, Fig. 1, que disponemos una fuente luminosa que, concentrada por un lente, nos hace incidir sobre el cilindro un punto lumínico muy intenso, de forma que pueda explorar la imagen. Muy cerca de este punto colocaremos un objetivo que recogerá las variaciones de luz resultantes de las diversas tonalidades del original; esta luz variable, mediante el objetivo, incidirá sobre la superficie sensible de una célula fotoeléctrica, la cual nos transformará las variaciones de luz en corrientes eléctricas proporcionales, por rápidas que estas sean (véase: La Célula Fotoeléctrica, página 38 del *Cine Sonoro*). Acoplado a la célula hay el llamado paso previo de amplificación de forma que los bornes de salida pueden entonces conectarse a una línea o bien al circuito modulador de una emisora de radio.

En la Fig. 2 indico los aparatos transmisores-receptores que construye en Francia el Ing. Belin. Obsérvese, a la izquierda, el cilindro transmisor sobre el cual se encuentra colocado el original a transmitir.

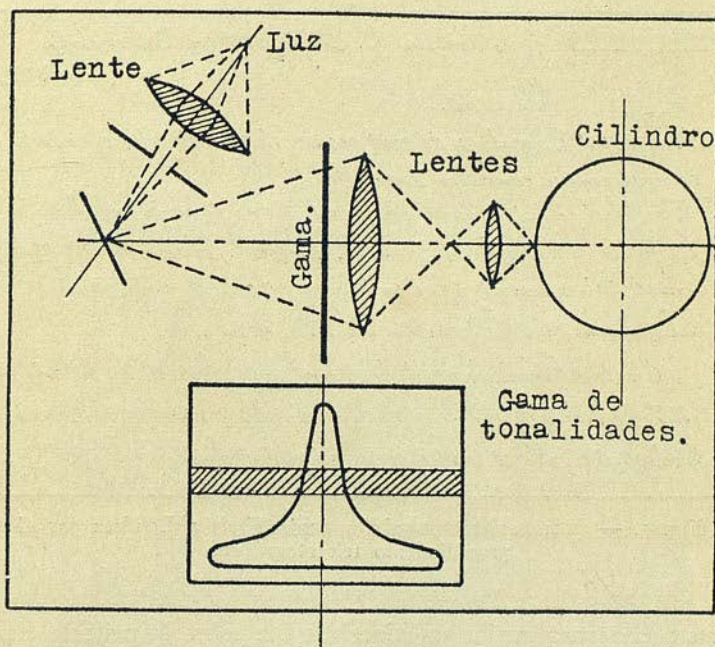


Fig. 4. — Gama de tonalidades, gracias a la cual, se reproduce, en la recepción, la misma intensidad de luz que ha actuado en la emisión

La Fig. 3 muestra una instalación completa de la Telefunken, aparatos muy empleados en Alemania.

Vamos ahora a describir cómo se reconstruye el dibujo o fotografía en el receptor, es decir, vamos a ver con cuanto ingenio se ha conseguido que estas corrientes variables que viajan por una línea telefónica o en alas de las ondas electromagnéticas se transformen en un dibujo o en una fotografía.

Hago referencia al principio del galvanómetro, utilizado para registrar en la banda lateral de una película, los sonidos procedentes de un micrófono (página 129, del *Cine Sonoro*). En

aquella circunstancia ya indiqué que las corrientes microfónicas al circular por el devanado del galvanómetro hacen desviar al espejo de un ángulo proporcional al valor instantáneo de la corriente variable, efecto que se aprovechaba en aquellas cir-

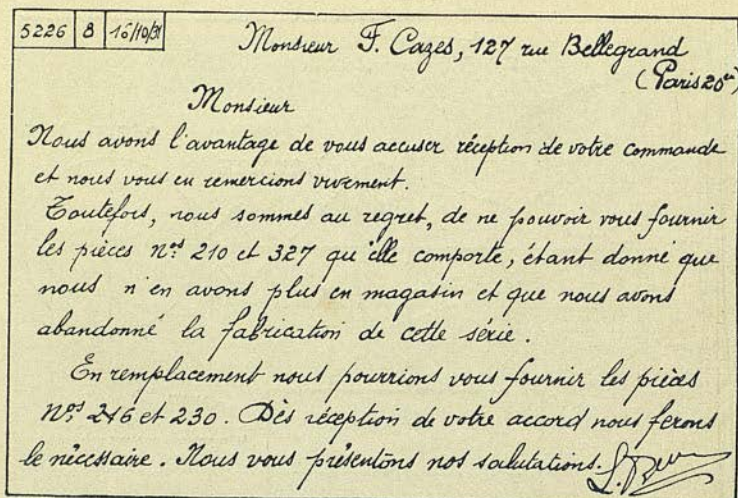


Fig. 5. — Manuscrito transmitido desde París a Londres por el procedimiento telefotográfico.

cunstancias para enviar un pincel de luz sobre la película cinematográfica.

Una vez esto recordado, nos será sumamente sencillo el describir el proceso de inscripción de los dibujos y fotografías.

Supongamos, en efecto, que disponemos de un foco luminoso cuyo flujo se concentra mediante un lente a través de una estrecha ventanilla, de forma que deje pasar solamente un finísimo pincel luminoso, que haremos incidir sobre la superficie del espejo de un galvanómetro. En estas condiciones, regulemos el galvanómetro de forma que cuando no recibe intensidad alguna el pincel de luz se proyecte en el borde superior de una gama de tonalidades y en cambio, cuando recibe el máximo de intensidad, incida en el borde inferior de dicha gama. Fig. 4.

Esta gama de tonalidades, considerando su eje de simetría, es la representación gráfica de una curva logarítmica.

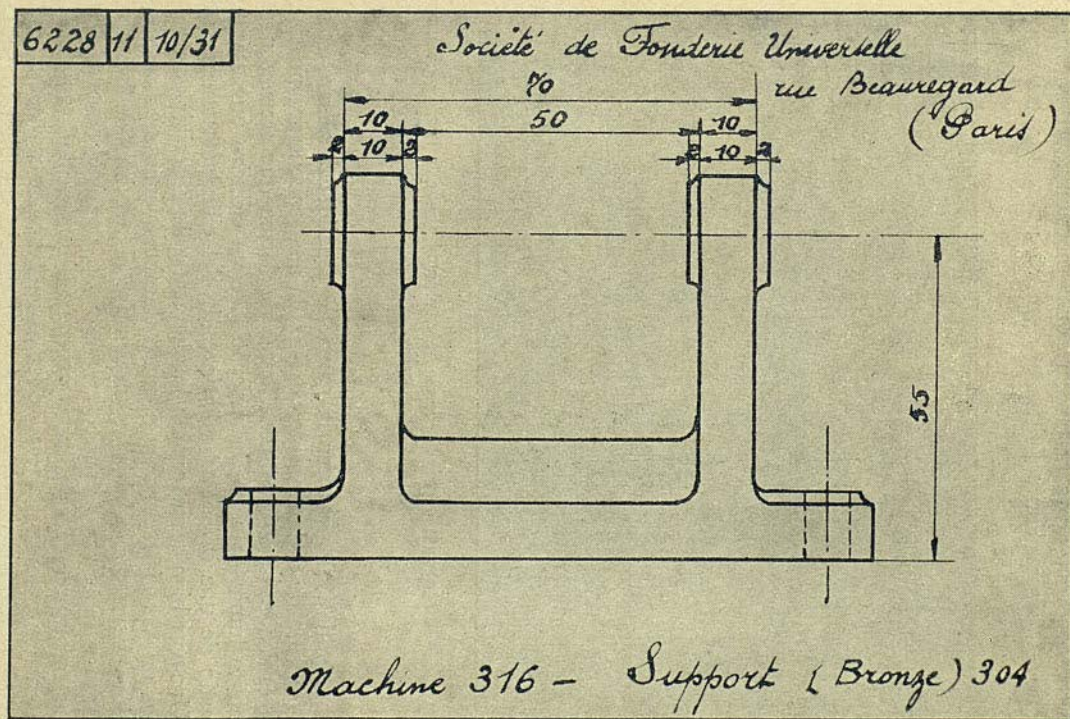


Fig. 6. — Dibujo transmitido de París a Marsella en 4 minutos.

Es bien evidente que el espejo reflejará el pincel de luz en todos los valores intermedios, según la intensidad instantánea que atraviese al galvanómetro en aquel momento. Ahora bien, aunque el pincel luminoso tiene siempre un valor constante

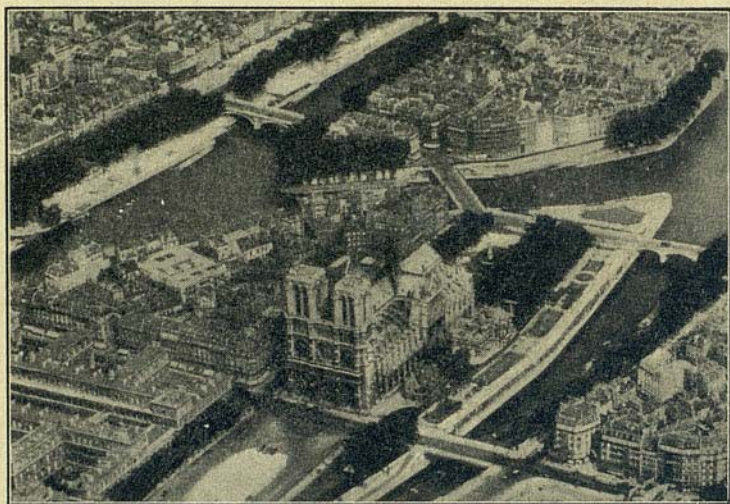


Fig. 7. — Fotografía tomada desde un avión de caza y transmitida por radio.

(zona rayada), al atravesar la gama de tonalidades pasará sólo una fracción de dicha cantidad de luz, la cual encontrará un sistema óptico compuesto de dos lentes de forma que concentrará un punto luminoso sobre la superficie de un cilindro que estará animado de una *velocidad idéntica* a la del cilindro transmisor.

Una vez bien comprendido lo que acabo de describir, supongamos que *en el transmisor* el punto luminoso incide sobre una porción blanca del original a transmitir; el máximo de luz penetrará en la célula fotoeléctrica y por lo tanto, la línea o las ondas electromagnéticas transportarán la intensidad máxima. Esta corriente se recibe y se aplica al galvanómetro y como que su valor es máximo, la desviación del espejo también lo será, hará incidir el pincel luminoso en el borde inferior de la gama de tonalidades, pasando, por lo tanto, el máximo de luz: es de-

cir que, a un máximo de luz en el transmisor corresponde también un máximo de luz en el receptor.

Un razonamiento análogo nos conduciría al resultado de que si en el transmisor se explora el original en un punto negro, en el receptor el pincel de luz se proyectaría en la parte superior de la gama de tonalidades y por lo tanto, no proyectaríamos ninguna cantidad de luz sobre el cilindro receptor. En una forma



Fig. 8. — Transmisión de impresiones digitales para identificar a una persona.

similar podremos considerar los casos intermedios, es decir, el referente a los medios tonos.

Si ahora decimos que el cilindro receptor se recubre de una hoja de papel sensible a la luz (papel bromuro, por ejemplo) y que el conjunto está encerrado en una cámara protegida de la luz, ya vemos claramente como, por medio de una línea espiral, muy junta, cuyo espesor sea variable, podremos reproducir un dibujo, manuscrito, fotografía, etc.

En la Fig. 5, indico un manuscrito transmitido por este procedimiento, pudiéndose observar una perfecta claridad tanto del texto como de la firma. Este ejemplo demuestra bien claramente la importancia de este sistema puesto que no sólo se recibe un documento firmado sino que además se guarda el secreto de la comunicación, aunque se transmita por radio.

La Fig. 6, ilustra un dibujo transmitido por línea, pudiéndose observar una extremada nitidez tanto de las líneas como de las cifras que indican las dimensiones. Desde luego no habría

ninguna dificultad de interpretación para construir esta pieza según la prueba que se ha recibido.

La Fig. 7, muestra una fotografía tomada desde un avión

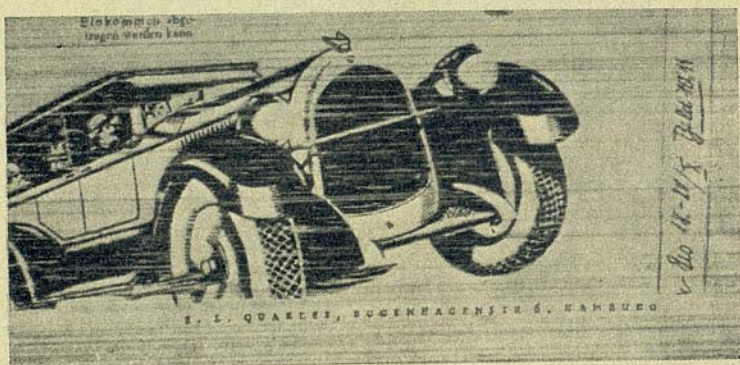


Fig. 9. — Fotografías transmitidas por radio desde Nauen (Alemania) recibidas en Río de Janeiro (Brasil)

y transmitida con los aparatos indicados en la Fig. 2. La fineza de los detalles permite darse perfecta cuenta de todos los pormenores.

Finalmente, la Fig. 8 ilustra unas impresiones digitales transmitidas desde Berlín a Leipzig.

Cuantos ejemplos he mostrado hasta ahora han sido trans-

mitidos utilizando una línea telefónica. Se observa por lo tanto una perfecta continuidad del trazado de la línea espiral, sin efectos de "fading" (desvanecimiento de las señales), ni la interposición de parásitos de la espiral (que se presenta en la recepción como líneas más fuertes). En cambio, la Fig. 9, ilustra dos pruebas transmitidas desde Nauen (Alemania) a Río de Janeiro (Brasil). En ambas pruebas se observan rayas negras sobre el fondo blanco (parásitos) así como rayas blancas sobre el fondo negro (fading). Estas pruebas fueron transmitidas con los aparatos contruidos por la Telefunken, indicados en la figura 3.

Lo que es interesante saber acerca de este procedimiento de transmitir las imágenes consiste en que se puede efectuar la emisión de un original de 18×24 centímetros en unos cuatro minutos, y, naturalmente, si se transmite por radio, en este corto período de tiempo puede recibirse el dibujo o fotografía desde una infinidad de puntos de nuestro planeta.

Otro punto fundamental que es necesario hacer resaltar en este momento es que la transmisión, tanto si se efectúa por medio de una línea como mediante las ondas electromagnéticas, los aparatos son los mismos, utilizándose como suplemento una estación transmisora y un receptor en este último caso.

Una última observación. Para el tránsito de originales de trazo constante (dibujos a pluma en general, manuscritos, etc.) los aparatos pueden simplificarse, no necesitándose la gama de tintas, bastando un establecimiento o interrupción del rayo luminoso para que se efectúe el registro del documento transmitido. En cambio, para la transmisión de fotografías es absolutamente indispensable la utilización de la gama de tonalidades para poder dar los medios tonos intermediarios.

SEGUNDA PARTE

Imágenes en movimiento

LA transmisión de las imágenes en movimiento, primero utilizando las líneas telefónicas y más tarde por medio de las ondas empleadas en la radio, ha sido uno de los problemas que más ha fascinado a los experimentadores y a los hombres de ciencia.

A principios de este siglo ya se construyó un aparato que permitía ver figuras elementales: letras del alfabeto, figuras geométricas sencillas y, en general, todo lo que estuviese representado por unos cuantos trazos rectilíneos. Aunque es un principio muy rudimentario el que emplearon los físicos Rignoux y Fournier, señalan no obstante el principio de un proceso evolutivo que aún estamos bastante lejos de poder prever el fin.

En aquella época no se conocía aún la célula fotoeléctrica y en consecuencia, utilizaron el *selenio*, metaloide amorfo, de la familia del azufre, que tiene la curiosa propiedad de variar su resistencia eléctrica según la cantidad de luz que se proyecta sobre su superficie. Nosotros consideraremos la célula por sernos familiar en el transcurso de esta obra, pero, no obstante, describiré el principio del experimento antes mencionado por que permite comprender el problema, con todas sus dificultades, desde su mismo comienzo.

Supongamos que tenemos, Fig. 10, un transmisor y un receptor, consistentes cada uno de ellos en un ecrán con un cierto número de divisiones, supongamos nueve, por ejemplo. Cada una de estas divisiones representa, en el transmisor, un objetivo, tras del cual dispondremos una célula fotoeléctrica y, en el receptor, habrá una lamparita que se encenderá al recibir la corriente del transmisor.

Una vez esto explicado, si añadimos que cada una de las nueve secciones está unida por medio de una línea eléctrica, comprenderemos muy fácilmente que si ante el departamento 5, por ejemplo, colocamos un punto luminoso, la célula ocasionará un paso de corriente, la cual se comunicará por medio de su línea

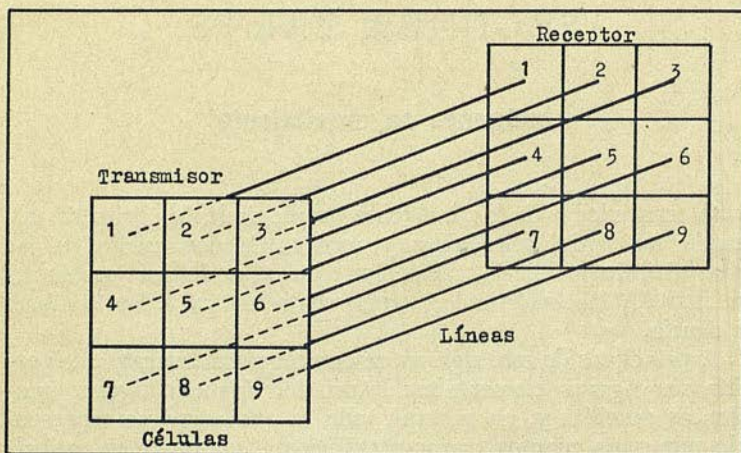


Fig. 10. — Principio de un transmisor rudimentario de televisión.

al departamento 5 del receptor, encendiéndose aquella lamparita: habremos transmitido una imagen puntual. Por similitud, si colocamos ante el ecrán transmisor una imagen luminosa rectilínea que excite las células 2, 5 y 8, en el receptor se encenderán las lamparitas correspondientes y de esta manera obtendremos la transmisión y recepción de una imagen lineal.

Sin ninguna dificultad, el lector podrá ahora imaginarse que tanto el ecrán transmisor como el receptor están compuestos de un gran número de departamentos, cada uno con una célula en el transmisor y una lamparita en el receptor. Es natural que en estas condiciones podremos efectuar el tránsito de imágenes cada vez más complejas y esto es una forma instantánea, es decir, que tan pronto se sitúa una imagen ante el ecrán transmisor, inmediatamente aparece en el ecrán receptor. Es bien evidente que considerando la instantaneidad del fenómeno, el objeto situado ante el ecrán transmisor podrá moverse y sus movimien-

tos se reproducirán instantáneamente en el ecrán receptor: en una forma muy elemental, el problema de la televisión queda resuelto.

El primer inconveniente que salta a la vista es que se necesitan un número extraordinario de líneas entre el transmisor y

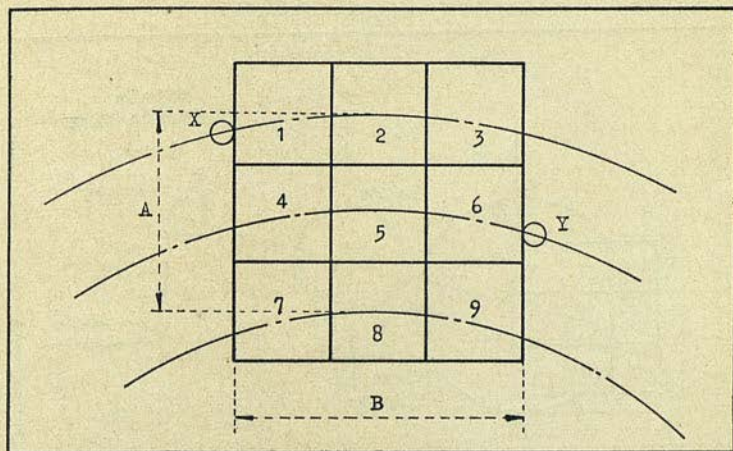


Fig. 11. — Exploración de una imagen por medio de taladros dispuestos en espiral: principio del disco de Nipkow.

el receptor: el primer paso que intentaron dar los inventores fué reducir todas estas líneas a una sola. Veamos en que forma más elegante el físico y matemático Nipkow resolvió esta fase del problema.

Ya sabemos, por haberlo explicado al describir el principio del Cine Sonoro (página 22 y siguientes) que las imágenes persisten en nuestra retina $1/16$ de segundo. Pues bien, propongámonos explorar el ecrán dividido en nueve departamentos de nuestro ejemplo de forma tal que cada departamento del ecrán receptor reciba un impulso a intervalos inferiores a $1/16$ de segundo; si lo conseguimos, la inercia de nuestra retina nos producirá la ilusión de la persistencia de la imagen y todo sucederá como en el caso de estar los nueve departamentos unidos por una línea especial.

Dispongamos los nueve departamentos, cada uno de los cua-

les estará iluminado más o menos intensamente, según el objeto que ante ellos se coloque. Tras de ellos colocaremos un disco en el cual haremos una serie de agujeros de tal forma dispuestos que, estando situados en el trazo de una espiral, ésta tenga por paso la altura A y dos agujeros consecutivos estén separados por la anchura B.

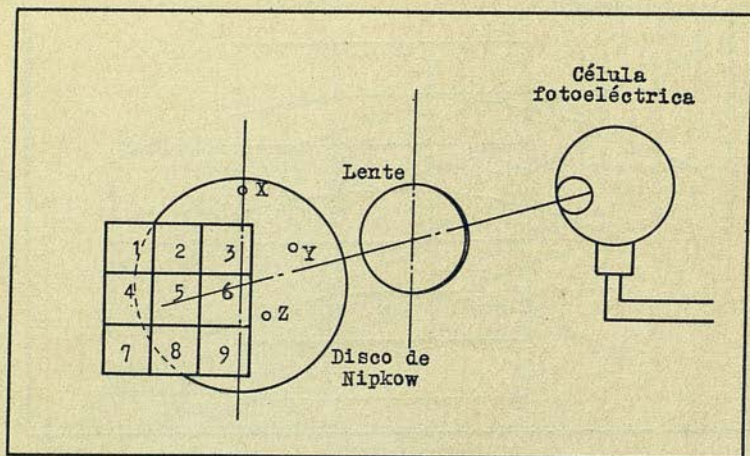


Fig. 12. — Principio esquelético de un transmisor de televisión moderno.

Si el disco, Fig. 11, gira en el sentido de la flecha, el taladro X pasará primero delante del departamento 3, luego del 2 y finalmente del 1, es decir, habrá explorado la intensidad luminosa de cada uno de ellos. Al llegar el taladro X en la posición que indica la figura 11, habrá salido del campo de exploración, pero, el taladro Y va a empezar el suyo que será sucesivamente la de los departamentos 6, 5 y 4; en una forma semejante, cuando el taladro Y haya efectuado su exploración, la realizará seguidamente el taladro Z que explorará los departamentos 9, 8 y 7.

Según indica la Fig. 11, el disco tiene tres series de taladros, lo cual significa que a cada revolución efectuará tres exploraciones de los nueve departamentos.

Una vez esto comprendido, supongamos, Fig. 12, que dis-

ponemos nuestro ecrán de nueve departamentos, tras de él el disco con los taladros en espiral, a continuación un lente y finalmente una célula fotoeléctrica. La intensidad luminosa de cada departamento, la explorará el disco, pasando a través de uno de

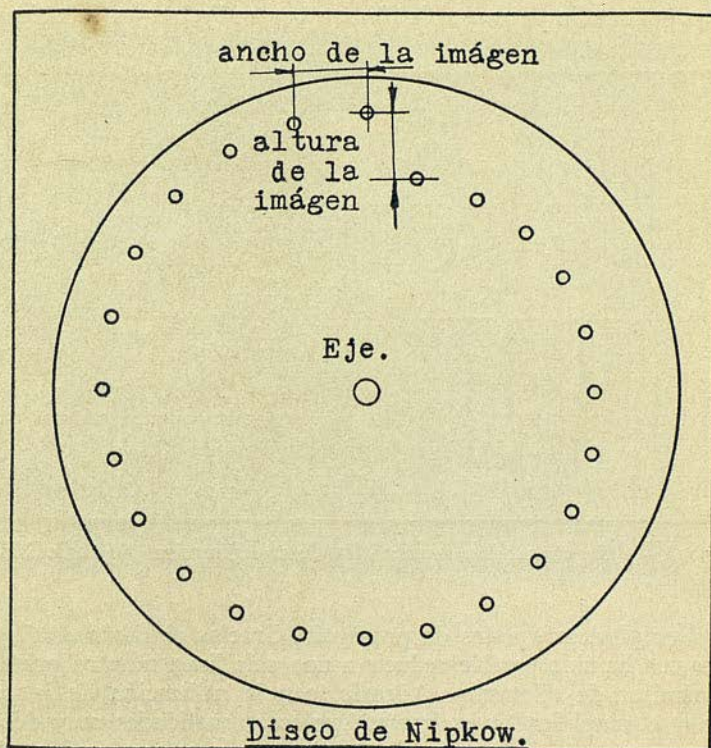


Fig. 13. — Aspecto de un disco de Nipkow.

sus agujeros a la vez, es decir que proyectará tras del disco un rayo de luz que seguirá el movimiento del disco; pues bien, mediante el lente concentraremos en su foco, es decir, en un punto fijo, este rayo luminoso en movimiento, haciendo que este punto fijo sea precisamente la superficie sensible de una célula fotoeléctrica.

Es clarísimo que gracias a este procedimiento habremos

explorado los nueve departamentos, uno a uno, según la forma que ya se ha indicado, y la intensidad luminosa de cada uno de ellos la habremos transformado en una corriente eléctrica proporcional gracias a la célula fotoeléctrica. Desde ahora nos será fácil amplificar estas debilísimas corrientes y luego transmitir las por medio de *una sola línea* o por radio, según se quiera.

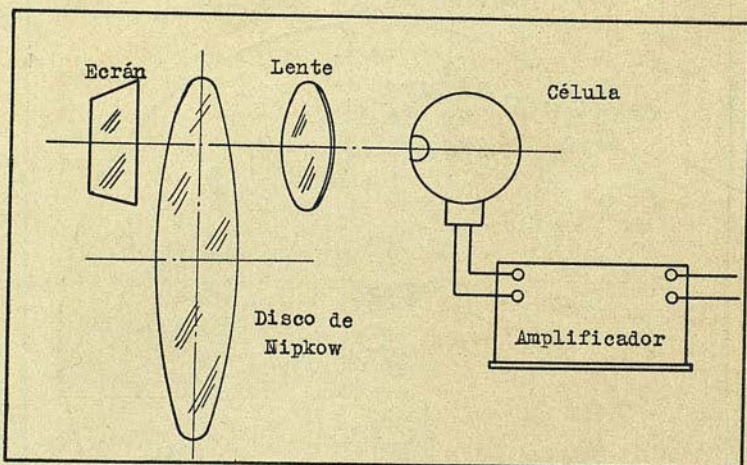


Fig. 14. — Representación esquemática de un transmisor de radiovisión.

Recapitulemos antes de proseguir. Gracias al *Disco de Nipkow* nos ha sido posible reducir a una sola línea nuestro primer transmisor de televisión. Además, con la utilización de la célula y el amplificador podremos explorar tonalidades muy débiles y, como que los taladros en su movimiento van explorando *toda la anchura* de cada departamento, no es necesario que dichos departamentos existan, es decir, bastará con colocar un ecrán, ante el cual se situará la imagen a transmitir.

Desde luego, hemos considerado que el disco de Nipkow tenía solamente tres taladros para cada exploración. Esto, bien entendido sólo ha sido con el fin de dar a comprender el proceso de transición desde el procedimiento experimentado por el sistema de departamentos al del disco, ya que con tres taladros no podríamos obtener imágenes, excepto figuras elementalísimas, sin ningún interés práctico.

Actualmente, los discos de Nipkow se hacen de gran número de taladros, de forma tal que exploran las imágenes a cada milímetro de su altura y aún mucho menos en ciertos casos. (Ver Tercera Parte). Es bien evidente que si se hacen cinco exploraciones por cada milímetro de altura percibiremos una imagen

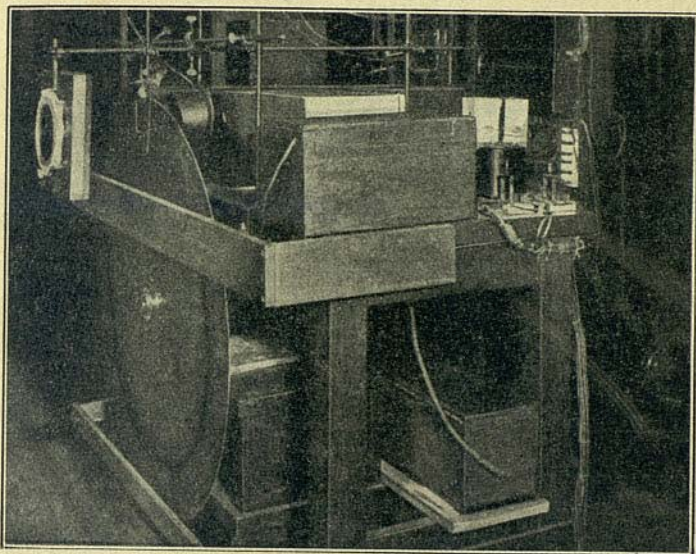


Fig. 15. — Conjunto de los aparatos que forman un transmisor de radiovisión.

mucho más nítida que si la exploración se hace a cada milímetro.

La Fig. 13 indica la forma de un disco de Nipkow. Vemos que la separación entre dos taladros consecutivos corresponde a la anchura de la imagen, de forma tal que cuando un taladro ha terminado de explorarla, empieza la exploración el taladro siguiente, algo más abajo, es decir, la altura correspondiente al tamaño del agujero. De esta forma, por medio de una sucesión de arcos de círculo exploraremos toda la imagen. Desde luego, la altura de la imagen a explorar equivale al paso de la espiral, tal como se indica en la figura.

Por consiguiente, un transmisor de televisión se compondrá

de los siguientes elementos: un lente que concentre ante un ecrán el asunto a transmitir; un disco de Nipkow y finalmente, una célula fotoeléctrica (encerrada en una cámara oscura), acoplada a un amplificador compuesto de varias válvulas electrónicas conectadas en serie. La Fig. 14 indica estos distintos aparatos, debiéndose de tener en cuenta que la salida del amplifica-

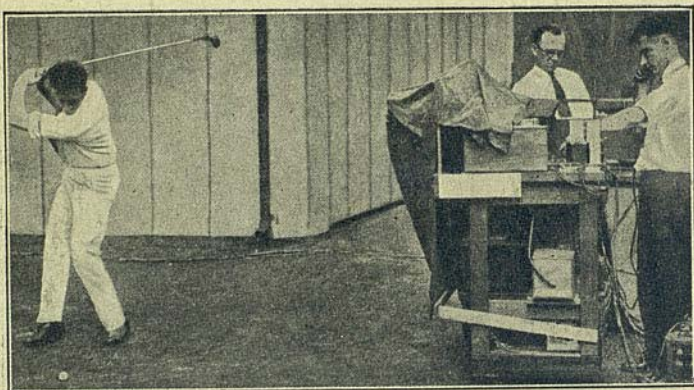


Fig. 16. — Transmitiendo una escena deportiva.

dor puede conectarse bien a una línea telefónica, en cuyo caso se tratará de un emisor de televisión, o bien, puede atacarse el circuito de modulación de una emisora, y entonces nos encontraremos en presencia de un emisor de radiovisión.

La Fig. 15 ilustra claramente un emisor de esta clase, tal como esquemáticamente se ha descrito en la Fig. 14. En la parte inferior de la mesa se ven las baterías de acumuladores destinadas a alimentar la célula fotoeléctrica y el amplificador.

En la Fig. 16 se ve el mismo equipo transmisor transmitiendo una escena deportiva. El operador está regulando la transmisión según las observaciones que le señalan desde la estación receptora.

Resumiendo cuanto he explicado hasta aquí, el lector ya ha sacado la conclusión de que gracias al disco de Nipkow y la célula fotoeléctrica, en realidad lo que se hace es fraccionar la imagen a transmitir en una serie de bandas sumamente delgadas, lo cual se obtiene con los taladros colocados helicoidalmente

en el disco. La exploración de esta serie de bandas podemos suponerla a su vez dividida en una sucesión de puntos, cada uno de los cuales comunicaría a la célula fotoeléctrica una intensidad lumínica instantánea, cuyo valor, desde luego, depende de la iluminación que en el sujeto a transmitir tenga dicho punto,

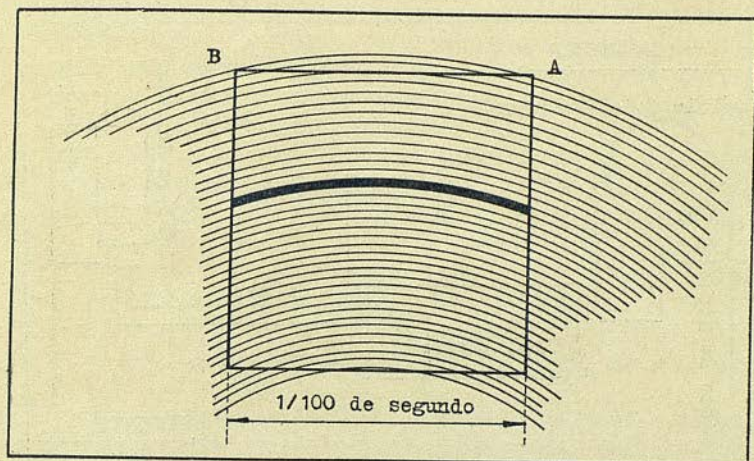


Fig. 17. — Demostración gráfica de la forma que se descompone el asunto a transmitir en elementos de imagen

pudiendo variar, como ya lo sabemos, desde el blanco al negro, pasando por todos los valores intermedios.

Conviene que este principio quede bien comprendido ya que de lo contrario no es posible comprender el conjunto. Hagamos referencia a la Fig. 17. Se indican los trazos de las exploraciones sucesivas hechas por los taladros 1, 2, 3, etc., del disco. A su vez, si consideramos que la velocidad angular del disco es tal que un taladro pase del punto A al punto B en $1/100$ de segundo, si esta distancia A B es de 50 milímetros, podemos suponer que esta exploración se hace por fracciones de un milímetro, es decir cada $1/100 \times 50 = 1/5000$ de segundo. En consecuencia, nuestra exploración de 50 milímetros serían una serie de puntos, espaciados de un milímetro cada uno de ellos, con tonalidades que dependen del sujeto o asunto a transmitir.

Según lo anterior, resulta que habremos dividido en frac-

ciones de un milímetro cuadrado la imagen que se proyecta sobre el ecrán y que, una a una, estas fracciones o *unidades de imagen*, se proyectan a la superficie sensible de la célula fotoeléctrica para que las transforme en intensidades de corriente eléctrica proporcionales. Es bien evidente que ahora, si por un

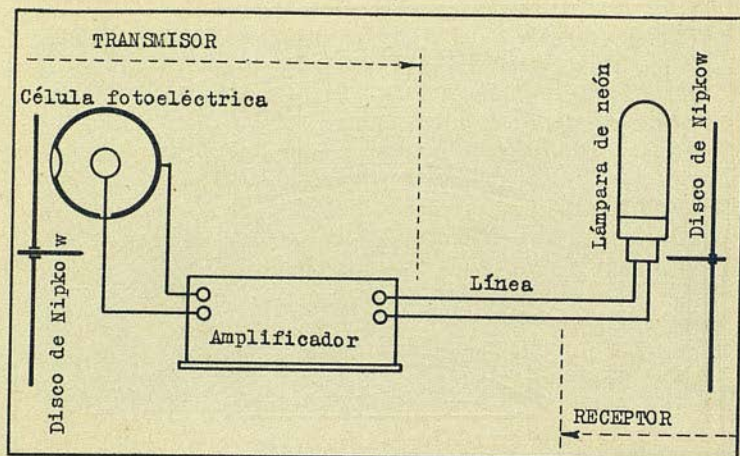


Fig. 18. — Esquema de los elementos fundamentales de una instalación de radiovisión.

procedimiento cualquiera, proyectamos en un ecrán estas unidades de imagen, una tras otra, en el mismo orden que han sido exploradas y con el mismo valor de tonalidad, reproduciremos la imagen del transmisor siempre y cuando se formen las imágenes a razón de, al menos, 16 por segundo a fin de que puedan persistir en nuestra retina. Veamos como es posible obtener este resultado.

Supongamos, Fig. 18, que las corrientes variables procedentes de la célula del transmisor (una vez han sido amplificadas) las recibimos por línea o por radio. Estas corrientes variables, representativas de la imagen explorada, vamos ahora a transformarlas en una imagen semejante a la colocada ante el ecrán del transmisor. Para obtener este resultado, recordemos (página 125 y siguientes del *Cine Sonoro*) que la lámpara de neón tiene la curiosa propiedad de iluminarse con una inten-

sidad cuyo valor instantáneo depende del valor de la corriente que la recorre; en consecuencia, por medio de la lámpara de neón N, tendremos en el receptor una transformación de corriente eléctrica en intensidad de luz, la cual, desde luego, será proporcional a la tonalidad de la unidad de imagen explorada en aquel mismo instante en el transmisor. Luego, todo se reduce ahora a proyectar en el lugar correspondiente del ecrán receptor aquella unidad de imagen: es evidente que si esto lo hacemos para todas las unidades de imagen habremos conseguido reproducir en el ecrán receptor una imagen semejante a la que se ha colocado ante el ecrán transmisor.

Pues bien, la proyección de las unidades de imagen en el lugar correspondiente del ecrán receptor se consigue mediante un disco de Nipkow, semejante al utilizado en la estación transmisora, bastando para obtener este resultado, que ambos giren sincrónicamente y que ambos empiecen en el mismo instante. Esta fase del problema que en un principio fué muy difícil de resolver, actualmente ha recibido una solución satisfactoria gracias a un sistema sumamente sencillo e ingenioso que describiremos en la Tercera Parte.

En consecuencia, supongamos que tanto el disco transmisor como el receptor giran sincrónicamente y que tras del disco receptor colocamos la lámpara de neón. Colocando a continuación del disco un lente para recoger las variaciones de luz que colocará el disco en el lugar correspondiente del ecrán para formar una unidad de imagen, conseguiremos ver la reproducción del sujeto transmitido.

En la Fig. 19, indico un receptor de radiovisión. En esta figura vemos claramente el disco de Nipkow, la lámpara de neón, el motor sincrónico con su regulador, etc. Esta fotografía da una idea muy clara de lo que es actualmente un receptor de radiovisión. La imagen recibida es de, aproximadamente, 4×6 cm., de una tonalidad rojiza debido a la tonalidad luminosa de las lámparas de neón.

Cualquiera que sea el procedimiento empleado en la transmisión, el receptor no sufre variación alguna. Este punto es muy esencial puesto que actualmente son ya varias las estaciones que transmiten radiovisión y radiocine (transmisión de películas). Si es cierto que en la transmisión se presentan problemas muy distintos en ambos casos, en cambio, el receptor sirve para recibir las dos clases de transmisiones. Este punto es fundamental y conviene recordarlo por su gran importancia.

TERCERA PARTE

Construcción de un receptor de radiovisión

Voy ahora a describir la construcción de un receptor para poder recibir los programas de radiovisión que transmiten muchas estaciones europeas. En esta descripción voy a reanudar ciertos detalles ya descritos en la Segunda Parte con el fin de concretar mejor las ideas. Por otra parte, si indico ciertas marcas o tipo de accesorio es para que el aficionado o experimentador que construya esta unidad pueda obtener mejor seguridad sin efectuar tanteos de experimentación.

Tan poco divulgada está ahora la recepción de la radiovisión, que muchos aficionados se creen que la construcción de un receptor de esta clase ofrece dificultades enormes y, sin embargo, puedo manifestar que todo aquel que sea capaz de construir un superheterodino, sin ninguna dificultad construirá también este receptor de radiovisión.

Lámpara de Televisión. — La lámpara Philips 3.500, de neón, ha sido construída especialmente para presentar una inercia excesivamente débil, y una luz continua sobre toda la superficie de su placa de $3,5 \times 5$ cms.

Esta lámpara permite reproducir las variaciones de intensidad luminosa correspondientes a la modulación del emisor. La imagen es analizada mediante un disco de Nipkow, y el receptor utilizado tiene que ser relativamente poco selectivo para no ocasionar distorsión en la banda de frecuencias utilizada en la recepción de Radio Visión. Más adelante se describirán las características de un receptor de esta clase.

Disco de Nipkow. — A continuación voy a indicar como se construye un disco de esta clase. Debe de procurarse una lámina de acero de 2 a 3 décimas de milímetro; mediante un

compás tracemos un círculo de 520 milímetros de diámetro. Marcar bien el centro de este disco.

Ahora vamos a proceder al cálculo exacto de la espiral sobre la que estarán situados los taladros. Obsérvese bien que el

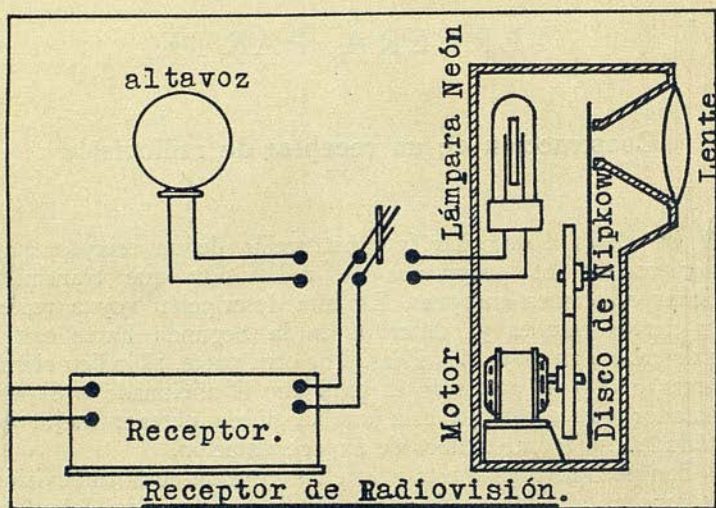


Fig. 19. — Conjunto de un receptor de tele o radiovisión.

siguiente cálculo se aplica a toda clase de discos para explorar imágenes que deben ser radio o televisadas.

Los elementos conocidos son los siguientes:

- 1.º *Número de taladros*: 30 en el sistema Baird.
- 2.º *Altura de la imagen*: A causa de las dimensiones de la placa de la lámpara de Neón 3.500, fijamos esta altura en 5 centímetros.
- 3.º *Anchura de la imagen*: en el sistema Baird la relación de la anchura de la imagen a la altura es de $\frac{3}{7}$; luego en este caso será de:

$$\frac{3}{7} \times 5 = 2,1 \text{ cms.}$$

De este valor deducimos los elementos siguientes:

- 4.º *Diámetro de los taladros*: la exploración de la an-

chura de la imagen haciéndose por 30 bandas (condición 1.^a), el diámetro de un taladro será de:

$$\frac{2.1}{30} = 0,07 \text{ cms., es decir } \frac{7}{10} \text{ de mm.}$$

Los agujeros se harán preferentemente *cuadrados* para obtener una mayor intensidad luminosa.

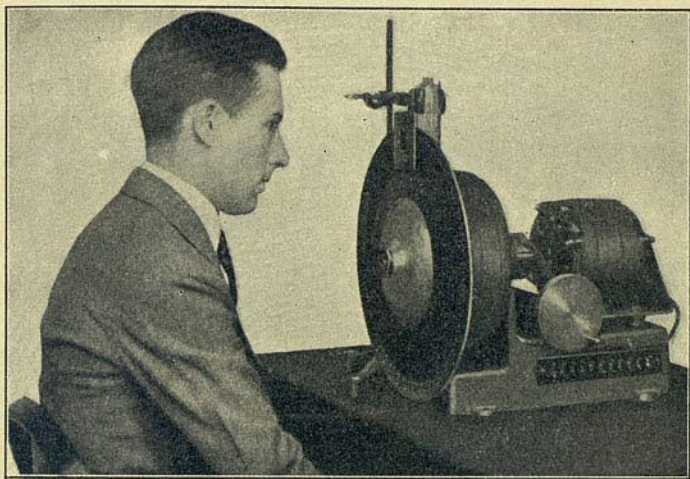


Fig. 20. — Aspecto de un receptor de tele o radiovisión.

5.º *Radio medio de la espiral*: puesto que es preciso alinear 30 imágenes de 50 mm., debemos de tener:

$$R = \frac{30 \times 50}{2 \times 3,4} = a 238 \text{ mm.}$$

Con el compás trazaremos un círculo de 238 mm. de radio y hacia el exterior e interior trazaremos igualmente otros quince círculos espaciados cada uno de ellos de $\frac{7}{10}$ de mm. Numeraremos estos 30 radios.

El primer taladro se encontrará en el espacio comprendido entre el círculo trazado con el radio 1 y el 2, el segundo taladro entre el radio 2 y 3, y así sucesivamente.

Sólo nos resta ahora hacer estos taladros mediante un punzón cuadrado muy duro.

A fin de disminuir la masa del disco es conveniente hacer 3 ó 4 sectores con lo cual se disminuye su peso. Esto facilitará el enderezamiento del disco cuando gire a 750 revoluciones por minuto.

Para controlar esta velocidad emplearemos el siguiente prin-

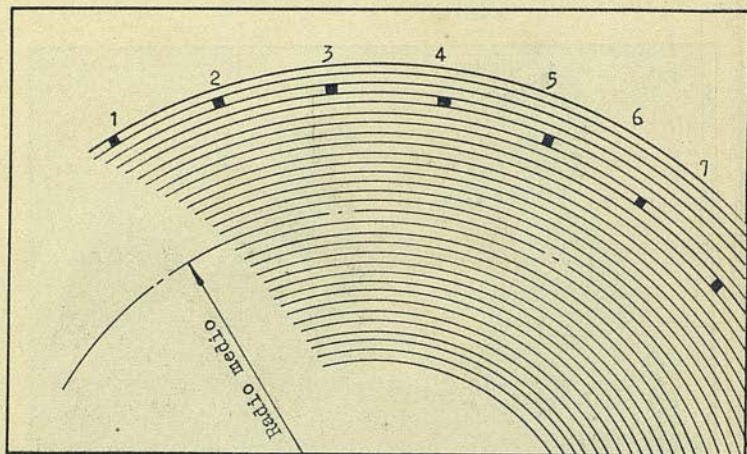


Fig. 21. — Trazado de los radios para hacer los taladros del disco de Nipkow

cipio, llamado estroboscópico: si tenemos una mancha trazada sobre un disco y este gira a una velocidad tal que esta mancha se vea iluminada intermitentemente un cierto número de veces por segundo, si este número corresponde precisamente al de las revoluciones del disco, y la iluminación se efectúa por destellos instantáneos, todo parece como si el disco estuviese quieto.

La fórmula para calcular el número de sectores blancos y negros para una velocidad determinada y cierta frecuencia de la corriente alterna del sector, es la siguiente:

$$N = \frac{2 \times F \times 60}{V}$$

En cuya fórmula las letras representan lo siguiente:

F = frecuencia del sector de corriente alterna.

V = Velocidad del estroboscopio en revoluciones por minuto.

En nuestro caso, como que tenemos: $F = 50$ y $V = 750$, haremos:

$$N = \frac{2 \times 50 \times 60}{750} = 8$$

La razón por la cual se toman dos veces el número de períodos de la corriente alterna del sector es debido a que por cada

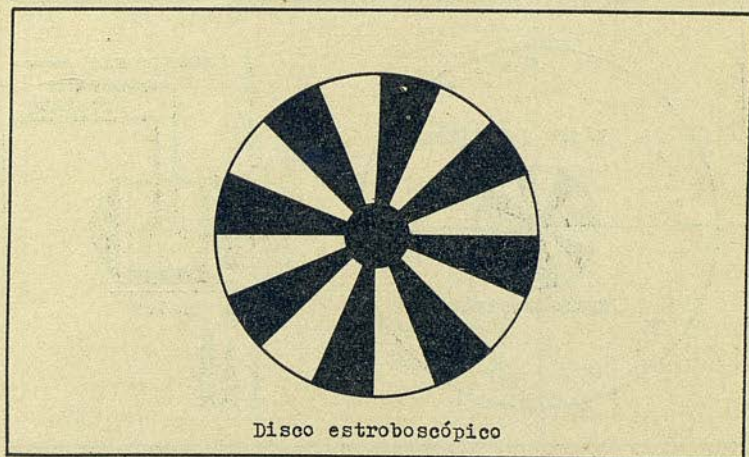


Fig. 22. — Forma de trazar el disco estroboscópico.

período hay 2 alternancias, en cada una de las cuales se produce una iluminación. Preferentemente se utilizará como lámpara testigo una de Neón, puesto que produce una lectura mucho más agradable y neta que una lámpara ordinaria de incandescencia.

El disco estroboscópico se montará sobre el mismo eje del disco de Nipkow y solidario al mismo, Fig. 22.

El motor puede ser del tipo universal, de los utilizados en los ventiladores. La velocidad de 750 revoluciones por minuto se obtendrá mediante una resistencia conectada en serie con la línea; esta resistencia estará compuesta de una resistencia fija y un reóstato de 20 a 30 ohmios. El motor más conveniente para este receptor es el de una potencia de $1/25$ de caballo, tipo universal.

El disco se calará sobre el eje cuidando que el sentido de

rotación sea el inverso de la rotación de las agujas de un reloj, en cuyas condiciones la espiral formada por los taladros irá del exterior al interior según indica la Fig. 23.

El medio de la placa de la lámpara de neón estará colocada a la altura del eje del motor y detrás del taladro 15 del círculo medio, Fig. 25.

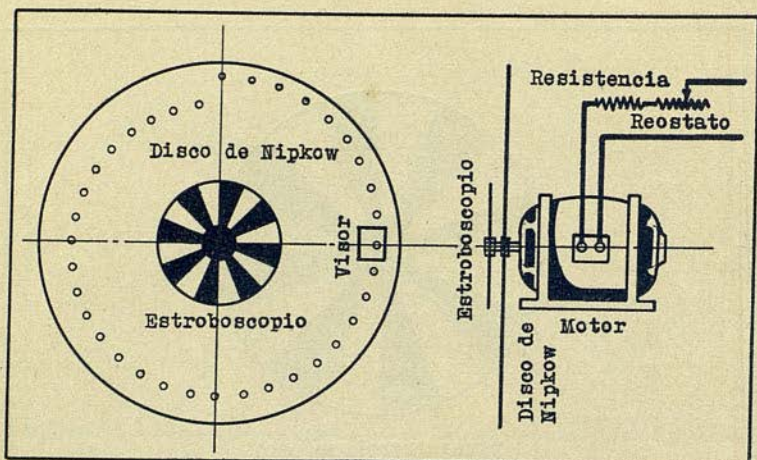


Fig. 23. — Forma de colocar los discos en un receptor de radiovisión.

Receptor utilizado. — Es conveniente emplear un Receptor poco selectivo puesto que la selectividad ocasionaría una deformación de la imagen. La Fig. 26 indica un esquema muy indicado para esta clase de recepciones.

La construcción del receptor debe de hacerse muy cuidadosamente. Respecto a los blindajes y disposición de los órganos, aconsejamos la realización de 3 compartimentos metálicos en los cuales estarán alojados el paso de radio frecuencia, el detector y el amplificador de baja frecuencia.

El paso de alta frecuencia se compone de una válvula A 442, con los circuitos de rejilla y placa sintonizados. Para disminuir la selectividad del conjunto puede emplearse una bobina de choque S, en el circuito de placa.

La detección por placa da imágenes mucho más nítidas que la detección por rejilla, pero debido a la disminución de poten-

cia que esto representa he adoptado finalmente la detección por rejilla.

La amplificación en baja frecuencia se compone de dos pasos a resistencias y un paso a transformador (Tipo 4003). No debe de conectarse ninguna capacidad a los bornes del primario puesto que actuaría de paso para las altas frecuencias, las cuales

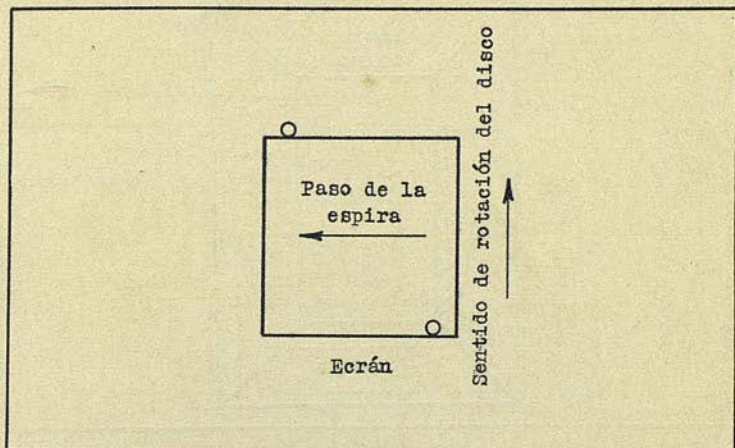


Fig. 24. — Forma en que debe de colocarse el disco de Nipkow.

son necesarias para la formación de una buena imagen.

La válvula final es conveniente que tenga una curva característica de la corriente placa muy inclinada, es decir, de gran pendiente; el empleo de una E 406 alimentada con 250 voltios en la placa, o una E 408 N, o mejor aun, una pentodo E 443 N, alimentada a 400 voltios, satisfarán plenamente esta condición.

Puede también hacerse este aparato completamente alimentado por la corriente del sector, empleando válvulas de la serie miniwatt a caldeo indirecto: la E 442 y la E 438 satisfacen plenamente esta condición.

La lámpara de neón tipo 3.500 puede conectarse de diferentes maneras:

1. En derivación con una bobina, con una tensión auxiliar de 250 voltios, Fig. 27. Esta bobina puede ser el primario de un transformador de salida.

2. A los bornes del secundario de un transformador de salida de relación 1/1, con tensión auxiliar de 250 voltios, Fig. 28.
3. Conectada directamente en serie en el circuito de placa de la válvula final, Fig. 29. En este caso es preciso que la válvula final sea una E 408 N o bien una E 443 N, ya que la

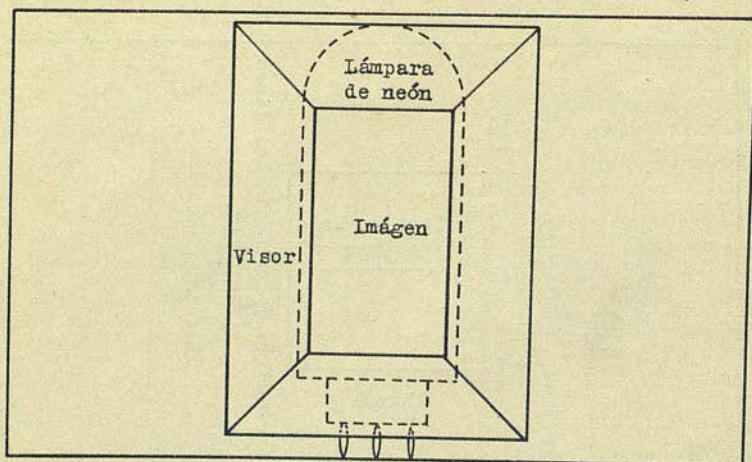


Fig. 25. — Colocación de la lámpara de neón en un receptor de radiovisión

E 406 da una corriente de placa demasiado elevada. La tensión placa será de: $400 + 250 = 650$ voltios.

4. En paralelo con una bobina de choque, Fig. 30, pero utilizando la misma fuente de alimentación de placa de la última válvula que para la lámpara 3500. En efecto, la tensión continua se aplica a la lámpara 3.500 a través de la bobina S2. Las dos bobinas S1 y S2 deben ser de fabricación excelente, debiendo tener una inductancia de 50 henrios. C es una capacidad de 1 microfaradio.

El esquema que acabo de indicar, con datos suficientes para que pueda construirlo un aficionado adelantado o bien un experimentador, ha dado excelentes resultados prácticos en la recepción de programas de *Radiovisión*.

Sincronismo. — La sincronización del disco de Nipkow de nuestro receptor con el del emisor puede obtenerse mediante la

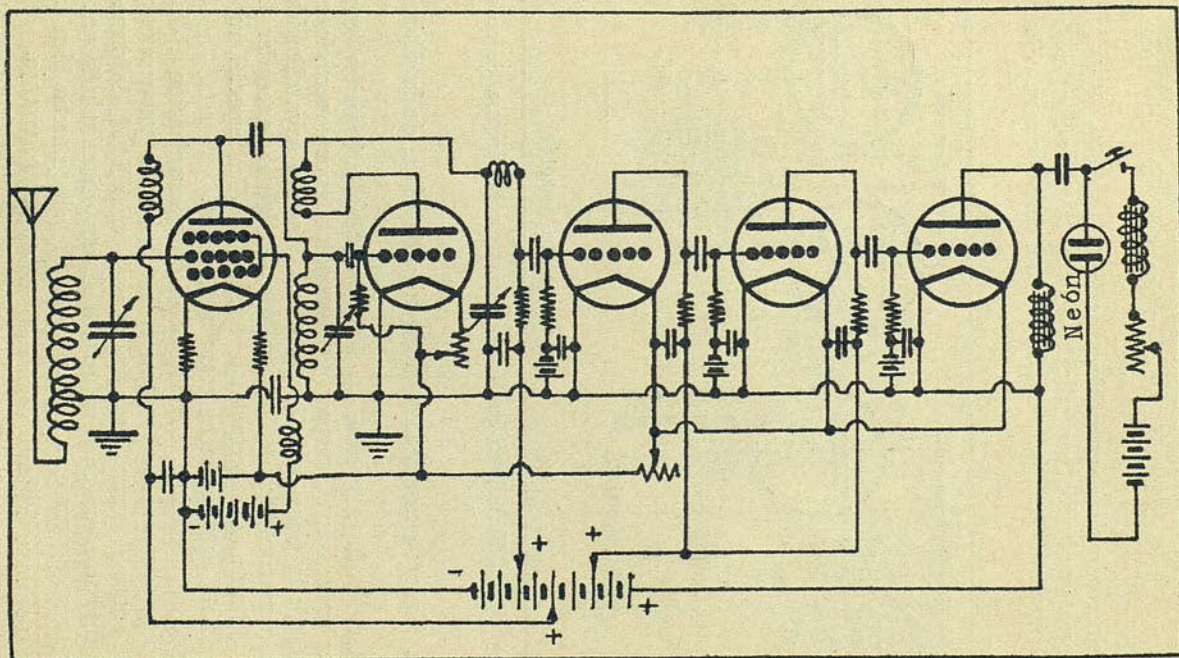
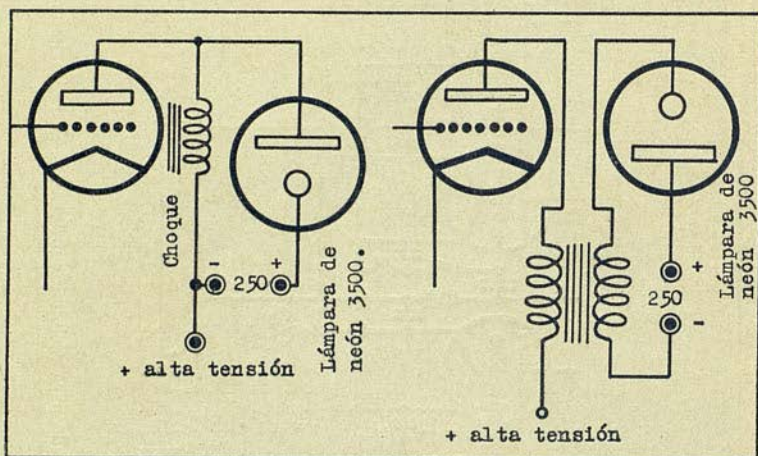


Fig. 26. — Receptor muy indicado para recibir los programas de radiovisión

llamada *Rueda Fónica*, o bien frenando el disco, procedimiento este último muy económico pero mucho más impreciso que el que se obtiene con la rueda fónica.

La sincronización automática, mediante la rueda fónica, da los mejores resultados a condición de que la recepción sea potente y constante. La Fig. 31 indica claramente como se conecta



Figs. 27 y 28. — Formas en que puede conectarse la lámpara de neón.

la rueda fónica: en serie con el circuito de placa de la última válvula.

Reglaje de la recepción. — Para recibir Radiovisión, empezar por sintonizar el receptor mediante un altavoz conectado en el circuito de la placa de la válvula final. Cuando haya obtenido la señal convenientemente, desconectar el altavoz, encender la lámpara de neón y, conectando la tensión anódica especial, mover el reóstato para poner en marcha el motor.

Cuando se aproxima a la velocidad de sincronización el estroboscopio aparecerá casi inmóvil y las imágenes empezarán a dibujarse sobre el ecrán. En caso de mala visibilidad, deformaciones, puntos o zonas de la imagen débil, etc., disminuir la reacción y retocar ligeramente los reglajes. Si todo marcha bien la imagen aparecerá netamente en negro sobre color naranja.

Si la velocidad del motor aumenta, se verá en este momento

que las imágenes desfilan en el sentido de rotación del motor; si la velocidad disminuye, las imágenes desfilarán en sentido contrario.

Por otra parte, a medida que la imagen irá en un sentido o en otro ello mismo demostrará que la velocidad del disco es excesiva o deficiente en dicho sentido. Por ejemplo, si la veloci-

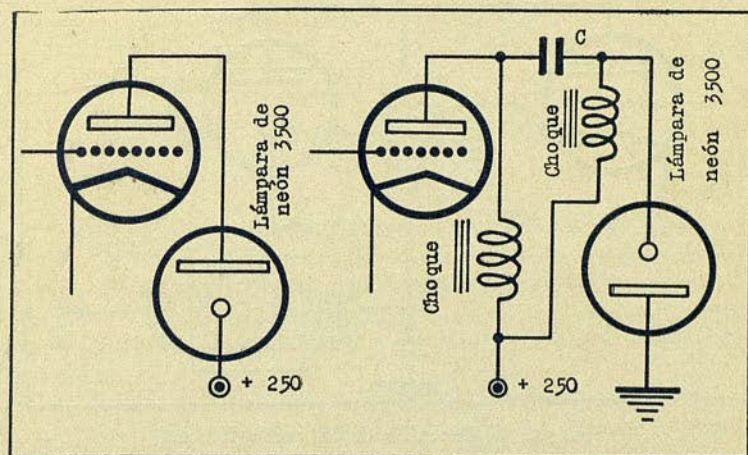


Fig. 29 y 30. — Disposiciones empleadas para conectar la lámpara de neón.

dad es demasiado grande, la imagen se desplazará de derecha a izquierda; cuando una parte de la cabeza desaparecerá a la izquierda reaparecerá a la derecha; lo contrario sucede si el disco gira demasiado lentamente.

Si la imagen es negativa invertir el primario o el secundario del transformador de baja frecuencia.

Recomendación importante. — Es absolutamente necesario proteger el discos de Nipkow de forma tal que gire dentro de una caja o bien que quede protegido mediante una tela metálica.

Finalmente, si desea recibir simultáneamente los programas completos que actualmente se emiten de Radiovisión y Radio-telefonía, entonces será preciso disponer un segundo receptor, sintonizado a la longitud de onda que transmite la modulación

musical para así poder recibir a la vez las imágenes en movimiento y la palabra o música.

Desde luego no hay aun que pensar en recibir imágenes tan nítidas como las que actualmente nos produce el cine, pero, no

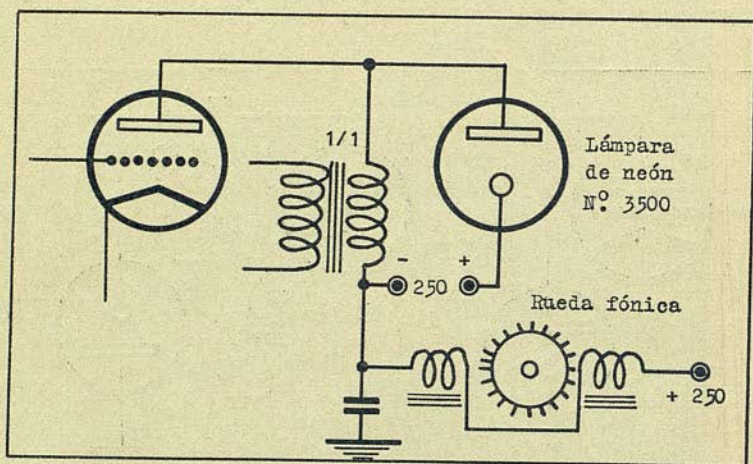


Fig. 31. — Conexión de la rueda fónica.

obstante, es ya un grado de perfección el que actualmente se obtiene que bien vale la pena de experimentarlo: ver y oír desde nuestra casa lo que sucede en aquel mismo instante a varios millares de kilómetros de distancia es un asunto tan sugestivo que sin duda alguna puede decirse que es la última gran realización que ha efectuado el genio humano.

CUARTA PARTE

Averías y defectos en la Radiovisión

EN las tres partes que he tratado el problema de la Radiovisión he procurado, en la primera, desarrollar la parte teórica referente a este gran problema científico, y en la segunda y tercera, la realización práctica del mismo; en esta cuarta parte voy a detallar las averías más comunes y los defectos que presenta la Radiovisión.

Cuando un experimentador recibe por primera vez imágenes que han sido transportadas por radio, se encuentra, casi siempre, ante una serie de sorpresas a cual más interesante (por no decir cómicas): imágenes invertidas, negativas, imágenes que se desplazan lateralmente, truncadas parcialmente, etc., etc. Es por lo tanto necesario que complete esta parte de mi obra con la explicación de las causas y remedios de esta serie de inconvenientes.

Imágenes divididas. — De la misma forma que en el cine las imágenes aparecen a veces divididas, es decir, desplazadas “demasiado arriba”, en una forma semejante en el caso de la Radiovisión, pueden aparecer las imágenes “truncadas”.

La causa está en que el disco de Nipkow del transmisor y el del receptor no han empezado el análisis de la imagen y su reconstrucción en el mismo punto de origen: cuando en el transmisor empieza, en el receptor está ya en una zona intermediaria. Se comprende que en estas condiciones de funcionamiento, si en el momento de empezar la explotación de la imagen el disco receptor se encuentra en su posición media, la imagen empezará a formarse desde su mitad.

La forma de remediar este defecto consiste en detener un instante el motor y volverlo a poner en marcha: a cada una de estas operaciones veremos que la imagen se desplaza, hasta que en una de ellas se situará en la posición correcta.

En este momento, creo necesario advertir que las emisiones de Radiovisión que efectúa Inglaterra y las del Continente (Francia, Bélgica, Alemania, etc.) son completamente distintas por lo que se refiere a la exploración de la imagen, pues así como las primeras lo efectúan en el sentido vertical (de abajo arriba) en cambio, en las que se efectúan en el Continente Europeo, se verifica dicha exploración de arriba abajo, es decir, tal como se indica en la Fig. 17.

Lo que acabo de indicar es sumamente importante, porque caso de presentarse el defecto que he indicado anteriormente, observaremos que la imagen está truncada según un eje vertical si procede de una emisora isleña (Inglaterra) y en cambio la veremos dividida según una línea horizontal si ha sido transmitida por una estación continental.

Imágenes desplazadas. — Sucede también que las imágenes se desplazan, hacia arriba o hacia abajo (o lateralmente). Esto es debido a que los motores que accionan los discos de Nipkow no funcionan con un sincronismo perfecto y un aumento o disminución de velocidad de uno de ellos ocasiona este desplazamiento de la imagen.

El remedio de este inconveniente es el más difícil en la recepción de la Radiovisión.

Si el emisor transmite impulsos periódicos (generalmente a razón de 750, cuya audición en el altavoz es el "sonido" característico de esta clase de emisiones) este inconveniente no se presenta, puesto que son estos impulsos los que hacen funcionar la "rueda fónica", que ya sabemos (Fig. 31) es la que asegura el sincronismo del disco receptor con el del emisor.

Caso de no disponerse de recepciones sincronizadas, no queda otro remedio que accionar el reóstato intercalado en el circuito de alimentación del motor para hacer variar su velocidad y obtener de esta manera el sincronismo necesario. Desde luego, este procedimiento además de ser incómodo, ofrece los inconvenientes propios de todo procedimiento mecánico en el cual interviene el control humano: además de ser inexacto, absorbe la atención del operador.

Desplazamiento continuo. — Este efecto se observa cuando el sincronismo entre el disco transmisor y el receptor no son exactos y no se corrige este defecto por el procedimiento anteriormente indicado.

Si tal sucede, vemos que la imagen se va desplazando y, una vez ha terminado completamente este desplazamiento, vuelve a recomenzar este fenómeno. El desplazamiento es tanto más lento cuanto más se aproxima al sincronismo el movimiento de ambos discos. Cuando los dos discos (transmisor y receptor) giran sincrónicamente puede admitirse que el desplazamiento de la imagen es nulo.

Imágenes invertidas. — La causa fundamental de este inconveniente reside en que el disco receptor gira al revés del sentido del disco emisor, resultando de ello que las imágenes aparecen invertidas, es decir con la cabeza abajo (transmisión continental), o la parte derecha a la izquierda (exploración isleña). En este último caso, el inconveniente no es grave, a menos de que se trate de la recepción de manuscritos, que se reciben entonces invertidos.

El remedio viene sugerido por la misma causa del defecto: es preciso invertir el sentido de rotación del motor. Esto se consigue cambiando las conexiones del campo o del inducido y, si el disco gira accionado por una correa, con lo cual se obtiene la inversión del movimiento.

Imágenes negativas. — En este caso recibiremos las tonalidades invertidas, es decir, algo semejante al caso de la fotografía: veremos la imagen negativa (cliché). La causa de este defecto reside en que la lámpara de neón se ilumina cuando debería apagarse, e inversamente.

Es natural que en esta forma donde deberíamos obtener el máximo de luz se presenta oscuridad total, y cuando se debería proyectar el máximo de oscuridad tendremos el máximo de luz. El efecto que produce esta clase de recepciones es verdaderamente desagradable, haciendo perder interés, pues uno se cree en presencia de una proyección de sombras chinescas.

La causa de este defecto radica en la construcción misma del receptor de Radiovisión. En efecto, si durante el proceso general de amplificación, así como del de detección, se llega a produ-

cir una diferencia de fase de 180° , las imágenes aparecen como negativas.

Para evitar este inconveniente es necesario recordar lo siguiente:

a) Para las recepciones inglesas, es preciso que el número de pasos de amplificación de baja frecuencia sea impar si la detección es por placa, y par si la detección es por rejilla (*Radio Recepción Moderna*, páginas 130 y siguientes).

b) Para las recepciones continentales, lo contrario.

Para completar esta información sobre las imágenes negativas diré que este efecto puede también producirse por diferentes causas, entre las cuales citaré las siguientes:

1. Si el acoplo entre la detectora y el amplificador se efectúa por medio de un transformador, basta con invertir las conexiones del primario para que la imagen aparezca correctamente dibujada.

2. Si los filamentos están alimentados con acumuladores, puede suceder que se hayan descargado demasiado, en cuyo caso, a veces, invierte las imágenes recibidas.

3. La polarización de la rejilla tiene una importancia fundamental en este caso: si desciende del valor correcto, ocasiona la inversión de las figuras.

4. En fin, si la lámpara de neón se conecta mal, da lugar a imágenes invertidas.

Imágenes dobles. — En este caso la imagen aparece en el ecrán como doblada, es decir, a unos cuantos milímetros, vemos una segunda imagen, igual que la primera, pero desplazada. Esta doble imagen, desde luego, es sumamente molesta y un asunto recibido en estas condiciones no presenta ningún interés.

Las causas de este doblaje son las siguientes:

1. La onda directa que recibe el receptor se ve interferida por la onda reflejada de las capas conductoras de la atmósfera. En este caso resulta que una vez se ha recibido la onda directa, que produce una imagen en el receptor, se recibe unos instantes después la onda reflejada que ocasiona una segunda imagen, retardada de la primera y por lo tanto se proyecta en el ecrán con un cierto intervalo de tiempo: esto es lo que ocasiona otra

imagen, semejante a la primera, aunque desplazada con respecto de aquella.

2. Un exceso de amplificación de las altas frecuencias también puede dar lugar a un doblaje de la imagen. Este efecto se observa sobre todo cuando se utiliza un receptor de radiotelefonía *muy selectivo*: la curva de resonancia es demasiado aguda. (*Manual del Radio Experimentador*, páginas 141 y siguientes).

Rayas negras. — Al cabo de cierto tiempo de funcionar el aparato, suelen presentarse trazos negros en la imagen. Son debidos a que algún taladro del disco se ha obstruido y, al no pasar la luz, ocasiona líneas que, por carecer de iluminación, aparecen completamente oscuras.

El remedio es sumamente sencillo. Con un pincel, mojado de bencina, repasar cuidadosamente todos los taladros del disco de Nipkow para hacer desaparecer estas obstrucciones. Evítase en absoluto de querer limpiar los taladros con un punzón o cualquier cuerpo duro, puesto que esto ocasionaría una deformación de los taladros y en consecuencia las imágenes ya no se dibujarían con la nitidez necesaria.

Otra causa de la aparición de rayas negras es que los taladros del disco no estén colocados correctamente. En efecto, la sucesión de puntos luminosos tienen que "barrer" todo el ecrán y si hay un taladro que esté demasiado hacia el centro, resulta que una pequeña franja queda sin ser iluminada, ocasionando, naturalmente, una zona oscura en la reproducción de la escena. Si la causa del defecto es la que acabo de mencionar, lo único que hay para remediarlo es localizar el taladro del disco que está mal colocado y procurar, con todo cuidado, de ensancharlo en el sentido que se produce la obscuridad a fin de obtener la iluminación necesaria.

Rayas blancas. — Es el caso opuesto al que acabo de mencionar. Si dos taladros consecutivos proyectan una misma zona de la imagen, tendremos un exceso de luz que se traducirá visualmente por una línea excesivamente iluminada, que dará la sensación de una línea blanca.

El remedio es algo difícil en este caso, lo mismo que en el anterior. Puede probarse de localizar el taladro que ocasiona la perturbación y taparlo, haciendo otro muy inmediato.

Imágenes deformadas. — En este caso la imagen aparece en el écran en una forma semejante a cuando nos miramos en un espejo parcialmente cóncavo o convexo. Desde luego que se pierde acto seguido interés por observar una escena desarrollada en estas condiciones.

La causa de esta anomalía reside en la posición incorrecta de los taladros del disco receptor (puesto que admitimos que los del transmisor son correctos). Si los ángulos de la situación de los taladros no es exacto, las bandas de imagen se proyectarán desplazadas las unas con respecto de las otras, dando por resultado que la imagen se deforma. Es así, por ejemplo, que podemos ver un ojo fraccionado en tres o cuatro segmentos, los unos más arriba y los otros más abajo y así con todo el resto de la imagen.

El arreglo de este defecto consiste en volver a trazar correctamente los ángulos correspondientes y, si es posible, tapar los taladros inservibles y hacer uno de nuevo en la posición correcta. Es, desde luego, una operación muy delicada, que puede no obstante llevarse a cabo si se tiene mucha paciencia.

Imágenes débiles. — El caso que voy ahora a analizar es cuando la imagen está bien iluminada pero los trazos se dibujan muy débilmente.

La causa reside en que la lámpara de neón no recibe la suficiente cantidad de energía modulada para producir la imagen con la nitidez y vigor necesarios.

Tenga en cuenta que para producir una imagen correcta es necesario alimentar la lámpara de neón con unas 8 décimas de vatio, siendo de aconsejar, que esta cantidad de energía sea del orden de un vatio. Caso de utilizar el acoplo directo de la última válvula del amplificador con la lámpara de neón, es conveniente tomar ciertas precauciones a fin de obtener un equilibrio de impedancias entre el circuito de salida (filamento placa de la válvula) y el de entrada (lámpara de neón); es conveniente emplear una válvula de poca resistencia interna, del orden de tres a cuatro mil ohmios, puesto que siendo la resistencia de una lámpara de neón de unos dos a tres mil ohmios, se obtienen entonces las mejores condiciones de funcionamiento.

También puede ser la causa de obtener imágenes poco bien delimitadas el que la fuente auxiliar de alimentación de la lámpara de neón tenga una tensión excesiva. En este caso, si su

correcto funcionamiento necesita este voltaje, no queda otro remedio que aumentar la energía de la última válvula del amplificador, colocando en su lugar otra que proporcione mayor potencia.

Imágenes duras. — Se dice que una imagen es *dura* en Radiovisión cuando las partes oscuras de la imagen (ojos, boca, etcétera) aparecen excesivamente oscuros. Asimismo, en este caso, se observa que las medias tintas desaparecen: la imagen, en efecto, tiene un contraste excesivamente duro: se pasa de los trazos fuertes a los claros sin ninguna tonalidad intermedia.

La causa de esta anomalía reside en el amplificador de baja frecuencia o en el receptor: es demasiado selectivo.

A consecuencia de ello, las altas frecuencias o se amplifican poco o bien, netamente, se suprime una parte del espectro de frecuencias que debería de ser amplificado. Esto ocasiona que se pierdan las medias tintas y por lo tanto sólo vemos en el ecrán las tonalidades extremas: claro y oscuro.

El remedio consiste en modificar el amplificador de baja frecuencia, siendo aconsejable, ver Fig. 26, de emplear un acoplo a resistencias.

Imágenes con rasgos. — Esta clase de perturbaciones en la recepción es bastante compleja. La causa de todas ellas son los ruidos parásitos que se notan cuando se reciben programas musicales.

Los atmosféricos aparecen como un trazo brillante, semejante a una estrella fugaz. Las interferencias de regenerativos presentan un aspecto semejante pero cuya anchura depende de la duración de la interferencia.

El zumbido de la corriente del sector se traduce en la imagen con tres o cuatro variaciones de luminosidad que abarca todas las tonalidades intermedias: es una verdadera imagen de la corriente alterna; generalmente se desplaza, parece como un oleaje que se desliza ante el ecrán. El vigor de esta perturbación depende, como es fácil de comprender, del grado de filtraje de la corriente del sector.

Los parásitos industriales de toda clase, que en el altavoz se acusan como una perturbación instantánea, se traducen en una recepción de Radiovisión como rayas, más o menos brillantes, cuya duración es la de la perturbación.

Como es fácil de comprender, no hay medios que puedan evitar estos defectos. Sólo la perfección de los aparatos es la que ha de limitarlos a un mínimo.

Trazos movibles. — Si el receptor es excesivamente poco selectivo, la imagen que se dibuja ante el ecrán suele presentar una serie de trazos que incluso llegan a presentar, en ciertas ocasiones, dibujos caprichosos, aunque muy vagos y fugitivos.

La explicación de este fenómeno es muy sencilla: además del programa de Radiovisión, se está recibiendo, más o menos intensamente, un programa musical y lo que observamos es la traducción visual de la música o del canto. El remedio consiste en sintonizar mejor y, si es necesario, modificar algo el circuito de sintonía para hacer más selectivo el receptor: desacoplar algo el circuito de antena, etc., según el circuito que se emplee.

En resumen: la recepción de los programas de Radiovisión ofrecen un campo ilimitado al experimentador y, a la vez, serán en un plazo muy breve (máximo para 1940), el complemento obligado de los programas musicales. Será un caso semejante al paso del cine mudo al sonoro.

ÍNDICE

PRIMERA PARTE

	<u>Págs.</u>
La transmisión de imágenes	7
Transmisión de imágenes fijas	8

SEGUNDA PARTE

Imágenes en movimiento	21
----------------------------------	----

TERCERA PARTE

Construcción de un receptor de radiovisión	33
------------------------------------------------------	----

CUARTA PARTE

Averías y defectos en la radiovisión	45
------------------------------------------------	----



EL INSTITUTO RADIOTÉCNICO

En el año 1932 el Ing. Agustín Riu fundó el Instituto Radiotécnico con el fin de propagar la enseñanza de la radio mediante un curso por correspondencia.

Desde entonces esta Institución no ha cesado de introducir constantes mejoras en sus procedimientos de enseñanza, habiendo culminado con la redacción de un curso completamente nuevo que ha empezado a regir desde enero de 1935.

La estructura de este nuevo plan de enseñanza se funda en los principios pedagógicos más modernos: el encadenamiento lógico de las explicaciones y el sistema gráfico, abundando los ejemplos numéricos para concretar las ideas.

El Curso que actualmente profesa el Instituto Radiotécnico se diferencia en absoluto de **todos** los que profesan las escuelas de Europa y América. En primer término, quien ha redactado el Curso es un Ingeniero en Radio, no un comerciante o una persona que posee varios conocimientos empíricos, sino un especialista que ha efectuado sus estudios en una Universidad de fama mundial (la Escuela Superior de Electricidad, de París) y que, además, ha sido responsable de la operación e instalación de emisoras de radio y de cine sonoro, tanto en América como en Europa, desde 1920.

Por otra parte, habiendo visto los puntos que más difícilmente comprendían los alumnos de los años 1932, 33 y 34, se ha redactado este nuevo Curso, tratando extensamente los temas que han demostrado ser más interesantes, suprimiendo, en cambio, otros que han resultado secundarios.

Ahora, las lecciones se remiten por grupos de cinco, sólidamente encuadernadas e ilustradas con fotografías, grá-

ficos, esquemas, etc., de tal forma, que no solamente reduce al mínimo el esfuerzo que debe realizar el alumno, sino que la enseñanza tiene ahora todas las características de ser personal y no por correspondencia.

Igualmente se ha cuidado que con cada pliego de lecciones figuren una serie de trabajos prácticos a efectuar por el alumno, de manera que pueda asimilar en una forma completa las enseñanzas descritas.

Mensualmente se remite gratuitamente un Boletín donde se describen los procedimientos técnicos más recientes, verdaderos complementos del Curso. Una vez han terminado los estudios, los antiguos alumnos forman parte de una Asociación, cuyo objeto es cooperar y ayudarse mutuamente.

El plan esquemático de nuestra enseñanza se describe a continuación, indicando los asuntos que tratan los ocho grupos de cinco lecciones cada uno.

- | | |
|-----------------------------------------------|-------------|
| 1. Principios de Electricidad. | 5 lecciones |
| 2. Complementos de Electricidad. | 5 lecciones |
| 3. La Válvula Electrónica y sus aplicaciones. | 5 lecciones |
| 4. Estudio de la Recepción. | 5 lecciones |
| 5. Estudio Superior de la Recepción. | 5 lecciones |
| 6. Trabajos de Laboratorio. | 5 lecciones |
| 7. El Cine Sonoro. | 5 lecciones |
| 8. La Transmisión Radiotelefónica. | 5 lecciones |

El precio de nuestra enseñanza **completa** cuesta 160 pesetas, pagaderas en cinco plazos de 25 pesetas cada uno, con un primer pago de 35 pesetas.

SOLICITE EL FOLLETO ILUSTRADO, QUE GRATUITAMENTE Y SIN COMPROMISO ALGUNO SE LE REMITIRÁ A VUELTA DE CORREO

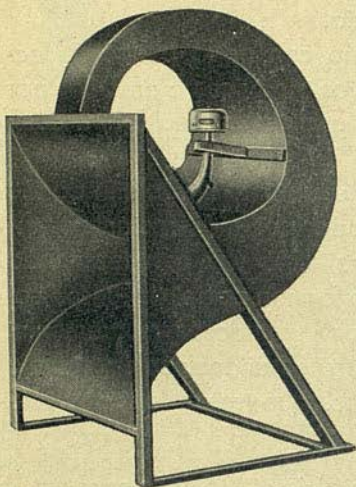
INSTITUTO RADIOTÉCNICO

APARTADO 1058

BARCELONA

Material para Cine Sonoro "NEW SILVER"

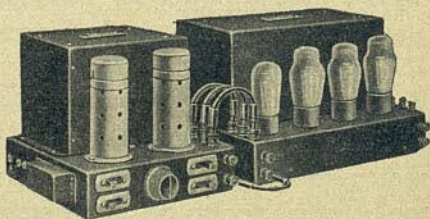
¡¡ La marca que más rápido prestigio ha alcanzado !!



Pre-amplificadores
Amplificadores de potencia
Altavoces electrodinámicos
Altavoces exponenciales
Células foto-eléctricas
Equipos fonográficos
Micrófonos
Dispositivos de banda

Equipos de adaptación de cine mudo a sonoro,
totalmente electrificados, **con Altavoces Exponencial y de cabina**, desde **Ptas. 3.985,—**

Previo N. S. 877 acoplado
a un amplificador de potencia
N. S. 677, para instalar
en locales hasta 900 plazas



"Public Adress" Equipos de amplificadores especiales, fijos
y portátiles, para teatros, bailes, audiciones al aire libre, discursos,
mitines, publicidad, fiestas deportivas, exposiciones, parques, etc., etc.

ALQUILER Y VENTA

M A D R I D
Alcalá, 67
Teléf. 51707

VIVOMIR

BARCELONA
Cortes, 620
Teléf. 14008



4.^a edición

300 páginas

186 figuras

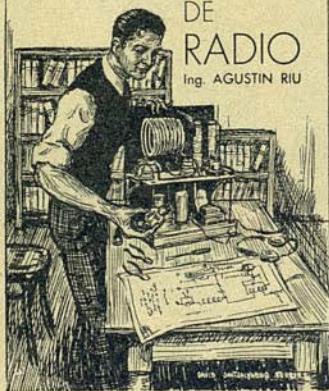
Precio: 6 ptas.

*L*a obra clásica de los experimentadores de España, Portugal y de todo el Continente Hispano Americano.

Este libro es indicadísimo para todo aficionado adelantado que quiera profundizar la materia y estudiar las leyes que rigen a la radioelectricidad.

El segundo tomo de esta obra (actualmente en preparación) harán del **MANUAL DEL RADIO EXPERIMENTADOR** la obra cumbre escrita en español.

GUIA. PRACTICA
DE
RADIO
Ing. AGUSTIN RIU



2.^a edición

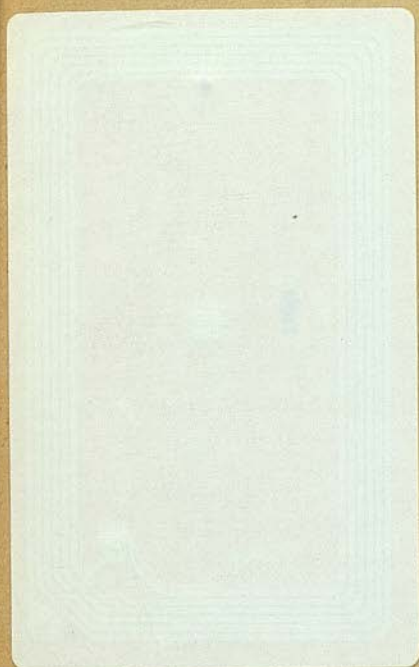
(Correspondiente a la
5.^a edición de la Guía
del Radioaficionado)

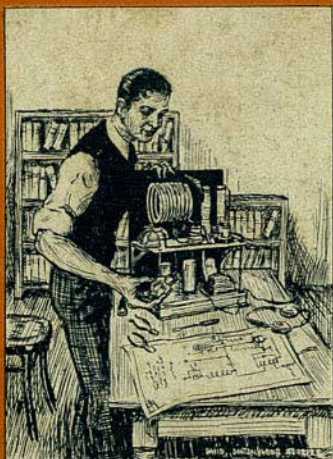
**300 páginas
250 figuras**

**Aparecerá en
Mayo de 1935**

Precio : 6 ptas.

El libro que ha iniciado a la radio a mayor número de personas de habla española. La obra clásica de los conocimientos elementales. Si usted no sabe nada, absolutamente nada de radio, lea este libro y al terminar su lectura no sólo la habrá aprendido sino que estará capacitado para construir receptores de hasta 7 válvulas, encontrar las averías de toda clase de aparatos y hacer emisoras de reducida potencia. Es el libro de oro del aficionado y del principiante.





CURSO DE RADIO

La radiotelefonía ha tomado tales proporciones que puede decirse que hay un receptor en cada hogar. Esto ha traído como consecuencia que se necesiten personas especializadas, que sean capaces de arreglar las averías y además sostener un servicio de buen funcionamiento de estos aparatos. Teniendo en cuenta esta necesidad por una parte y por otra el que cada día hay más personas que quieren adquirir un conjunto homogéneo de conocimientos radiotécnicos, siguiendo un plan metódico y racional, es por lo que el Ing. Agustín Riu empezó a profesar en 1932 su Curso de Radio por Correspondencia. Solicite el folleto ilustrado de este Curso (Plan del año 1935) que, sin compromiso alguno, le será remitido a vuelta de correo, bastando solicitarlo con una sencilla postal.

INSTITUTO RADIOTÉCNICO

Director: Ing. AGUSTIN RIU

Apartado 1058
Teléf.º 76546
BARCELONA

FilmoTeca
de Catalunya