

TEMAS DE ELECTRONICA

II. Rectificación de corrientes alternas La fuente de alimentación

Por el P. VICTORINO RUIZ SOLA, Sch. P.
(Del Colegio Calasancio de Zaragoza).

ESTE segundo Tema de Electrónica versará sobre la rectificación de las corrientes alternas, terminando con la construcción, que nos será muy útil en los temas siguientes. Bien es verdad que una fuente de alimentación puede adquirirse construida, pero aquí se trata de llegar, armonizando la teoría con la práctica, a un conocimiento más profundo de lo que llevamos entre manos; de esta forma el Profesor de Física no sólo se mueve con más soltura, sino que también, al usar adecuadamente los aparatos, evita su deterioro y aun en caso de avería, puede repararlos por sí mismo, sin pérdida de tiempo. En este tema, en gracia de la brevedad, se suprimen las nociones elementales de todos conocidas, procurando que tenga la debida extensión para que, sin llegar a un estudio exhaustivo, sea lo suficientemente completo como para satisfacer las necesidades del Profesor.

El uso del diodo como rectificador de corriente alterna es conocido por todos. La figura 1 y la 2 nos presentan respectivamente los esquemas, muy

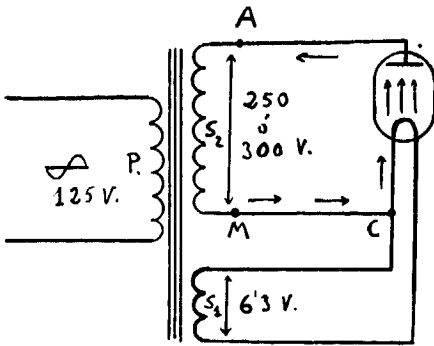


Fig. 1

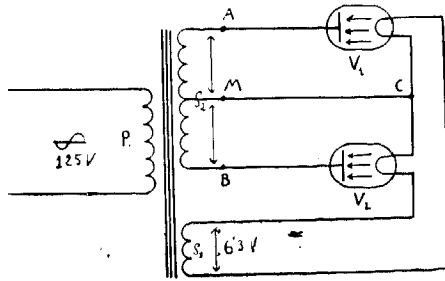


Fig. 2

simplificados, de un rectificador de media onda y de onda completa, que iremos poco a poco perfeccionando. Vemos que ambos esquemas constan de un transformador con un primario P y dos secundarios S_1 y S_2 . El secundario S_1 nos proporciona una tensión adecuada, generalmente de 6,3 vol-

tios, que pone incandescente el filamento de los diodos. En la figura 1 el secundario S_2 nos proporciona una tensión del orden de los 250 a 300 voltios; el extremo A se une a la placa o ánodo del diodo y el extremo M se une al punto C del circuito del filamento. Como es sabido, los electrones desprendidos por el filamento (efecto termoelectrónico), sólo pueden alcanzar el ánodo cuando éste es positivo. Estos electrones captados por la placa, recorren las espiras del secundario de alta tensión y por el conductor MC se incorporan al filamento del que habían salido. Por consiguiente, los electrones van siempre de M a C; tenemos, pues, una corriente rectificada, pulsante, cuya intensidad varía con el tiempo, siendo nula durante la mitad de cada período; la figura 3 nos muestra la intensidad en función del tiempo. La senoide completa representativa de la corriente alterna, está reducida a las semiondas positivas, quedando anuladas las negativas.

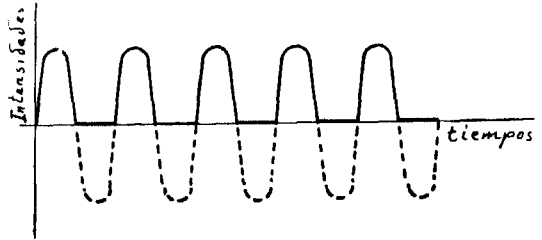


Fig. 3

Refiriéndonos ahora a la figura 2, vemos que el secundario S_2 tiene una toma media, M, que se une también al punto C del circuito de filamentos. Este secundario nos proporciona la alta tensión, del orden de 250 a 300 V., entre el punto M y cada uno de los puntos A y B del secundario. Cuando

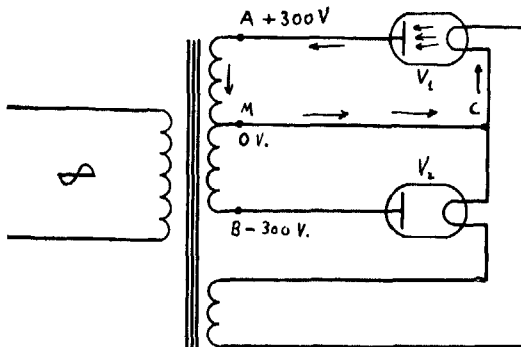


Fig. 4

el punto A es positivo, el B es negativo; entonces los electrones saltan del filamento a la placa del diodo V_1 y a través de la parte del secundario comprendida entre A y M, por el conductor MC se reintegran al circuito de filamentos, estando inactivo mientras tanto el diodo V_2 . Véase la figura 4. En cambio, cuando B es positivo, A es negativo y entonces los electrones siguen el camino indicado por las fle-

chas en la figura 5, siendo conductor el diodo V_2 , permaneciendo inactivo el V_1 . Por consiguiente, el conductor MC está atravesado por una corriente de electrones que siempre va de M a C, por lo tanto, está rectificada, aprovecha las dos semiondas y cuya intensidad en función del tiempo nos la muestra claramente la figura 6 en la que las semiondas negativas (de pun-

tos), gracias al diodo V_2 , han pasado a formar parte de la corriente pulsante que atraviesa el conductor MC siempre en el mismo sentido. Tanto la figura 3 como la 6 pueden servirnos para indicarnos la tensión en función

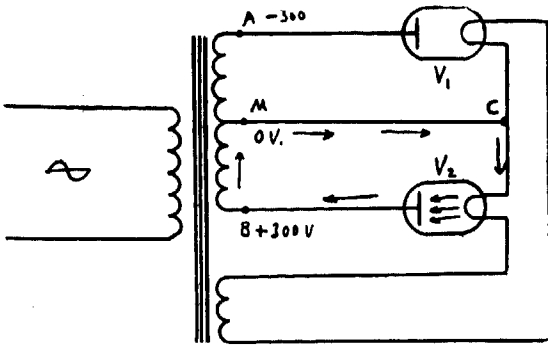


Fig. 5

del tiempo, como la intensidad; todo se reduce a tomar las unidades convenientes. Lo mismo puede decirse de las figuras que en lo sucesivo se pongan para indicar intensidades o tensiones, si no se advierte lo contrario.

Los esquemas de las figuras 1 y 2 tienen serios inconvenientes. En primer lugar, el conductor MC debe ser una resistencia que nos limite la intensidad de la corriente rectificadora, ya

que de lo contrario los diodos se inutilizarían, al no cumplir las condiciones para las que están destinados, como veremos más tarde. Otro inconveniente es que al circular por el filamento una corriente alterna, la intensidad varía constantemente y, si suponemos que la frecuencia de la red es de 50 c/seg., el filamento se «apaga» 100 veces por segundo. Estas variaciones de

intensidad influyen mucho en la temperatura del filamento y la emisión de electrones no es uniforme. Esta anomalía se subsana dotando al diodo (en general a todas las válvulas) de un nuevo elemento llamado cátodo representado por la letra K. Dicho cátodo consta de un tubito de níquel recubierto de óxidos de bario

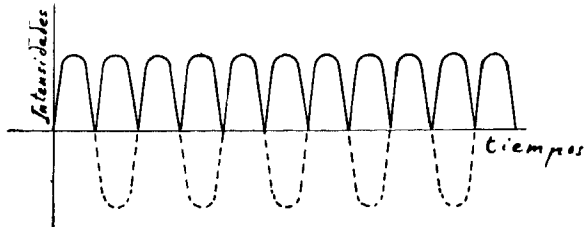


Fig. 6

o de estroncio. Dentro del tubito está alojado el filamento sin contacto eléctrico con él. Suele revestirse el filamento de un baño de alúmina y a veces el tubito de níquel recubre uno de porcelana en cuyo interior se aloja el filamento. Los filamentos de wolframio emiten electrones a unos 2.000 grados. El wolframio toriado a unos 1.600. Los óxidos de bario y de estroncio emiten electrones a la temperatura de unos 700 grados. Al ponerse incandescente el filamento, se caldea el cátodo llegando a la temperatura de emisión y como la masa del cátodo es muy grande en relación a la del filamento, no sufre las variaciones de temperatura que éste experimenta, siendo así más uniforme la emisión de electrones. Las válvulas que usan cátodo se llaman de caldeo indirecto y las que no llevan cátodo se llaman de caldeo directo. En los diodos de calefacción indirecta, el circuito de filamento queda independiente ya que es el cátodo el que debe unirse al pun-

to M del secundario de alta tensión, mediante una resistencia R. Con estas modificaciones, los esquemas primitivos de las figuras 1 y 2 se transforman respectivamente en los de las figuras 7 y 8.

Todavía puede mejorarse el montaje de la rectificación de onda completa porque los dos diodos suelen estar incluidos en una sola válvula llamada biplaca o doble diodo. Así, el circuito de la figura 8 se convierte en el de la figura 9. Si además el montaje se realiza sobre un soporte metálico, que recibe el nombre de chasis, dicho soporte se puede utilizar como conductor. Las conexiones que se hacen al chasis se dice que van a **masa**, queriendo significar con esto que el chasis, más que un conductor, es una masa cuyo potencial lo tomamos como cero o de referencia, siendo positivas las tensiones superiores a la del chasis y negativas las inferiores. El circuito de filamentos puede utilizar el chasis como conductor cuando los diodos son de calefacción indirecta. Si se hiciera en los de calefacción directa, quedaría suprimida la resistencia R inutilizando el diodo. Para no restar claridad a los esquemas, se puede suprimir el circuito de filamentos, o se pone el orden en que deben ponerse. Con las indicaciones anteriores llega-

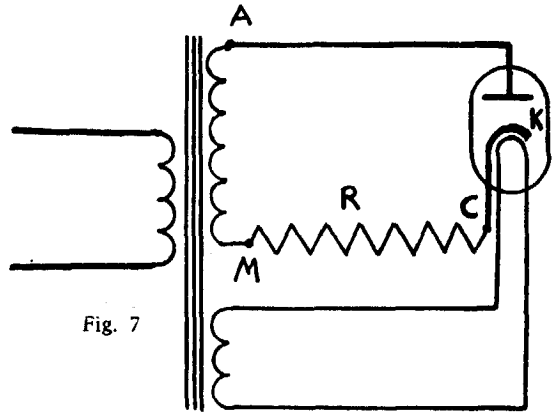


Fig. 7

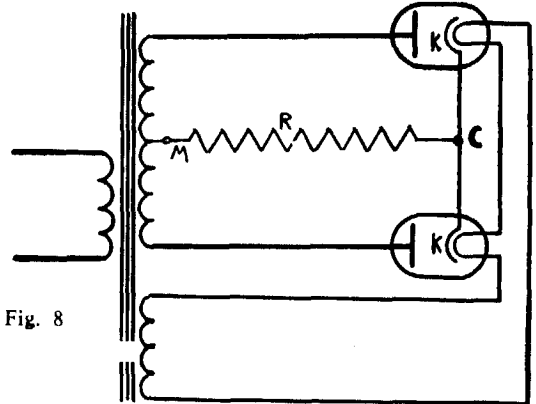


Fig. 8

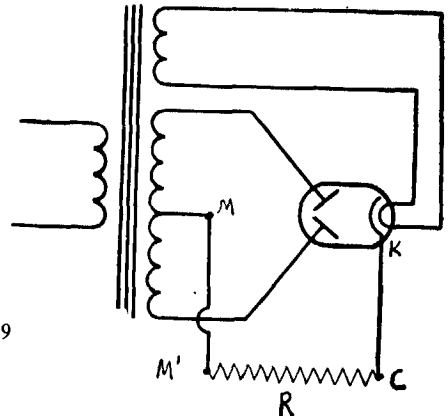


Fig. 9

mos a los esquemas de las figuras 10 y 11, en los que aparece un nuevo elemento, un condensador electrolítico C de gran capacidad, en paralelo con la resistencia R, cuya finalidad vamos a ver. Entre los extremos de la resistencia R existe una diferencial de potencial, igual al producto R · I; ahora bien como la intensidad varía constantemente, tal como se indica en las figuras 3 y 6, la diferencia de potencial en los extremos de la resistencia sigue el mismo curso. Si era un inconveniente que la emisión de electrones del filamento no fuese uniforme, mucho más perjudicial es esta variación de voltaje en los extremos de R, lo que hay que evitar a toda costa; se consigue con el condensador C que hemos añadido, según veremos a continuación. Supongamos el circuito de la fig. 12, en el que hay un condensador cargado, C, una resistencia, R, y un interruptor, I. Si no existiese la resistencia R, la descarga del condensador C al cerrar el circuito sería prácticamente instantánea, pero como la resistencia se opone al paso de la corriente, se requiere cierto tiempo para que las cargas de las armaduras se neutralicen y quede descargado el condensador.

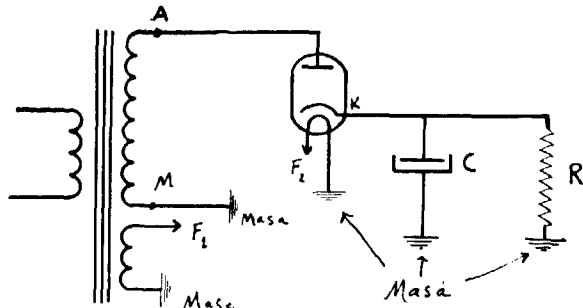


Fig. 10

Si en el tiempo dt pasa la carga dq, la intensidad en R será $i = \frac{dq}{dt}$ y la diferencia de potencial entre las armaduras del condensador sufre una variación dV que es igual a $dV = -\frac{dq}{C}$ es decir que $dq = -C \cdot dV$ y teniendo en cuenta que $i = V/R$ sustituyendo tenemos $V/R = -C \cdot dV/dt$ o sea $dV/V = -dt/RC$. Integrando tenemos $V/V_0 = e^{-t/RC}$ (siendo V_0 la diferencia de potencial inicial entre las armaduras del condensador). Se puede escribir:

$$V = V_0 \cdot e^{-t/RC} \quad (1)$$

Si sustituimos V por su valor $i \cdot R$ tendremos la expresión

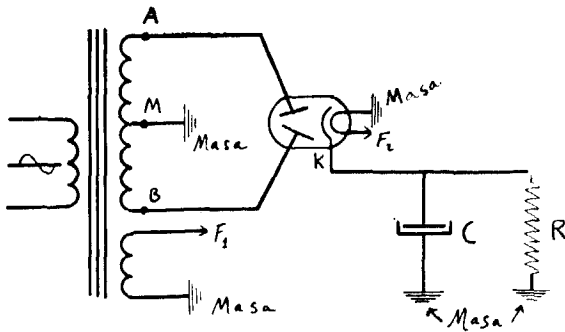


Fig. 11

Integrando tenemos $V/V_0 = e^{-t/RC}$ (siendo V_0 la diferencia de potencial inicial entre las armaduras del condensador). Se puede escribir:

$$i = \frac{V_0}{R} \cdot e^{-t/RC} \quad (2)$$

y si tenemos en cuenta que $V = \frac{q}{C}$ y $V_0 = \frac{Q}{C}$ (siendo q la carga que

queda en el condensador después de un tiempo t , y Q la carga inicial), la expresión (1) queda de la forma $q = Q \cdot e^{-t/RC}$ (3). Las expresiones (1), (2) y (3) nos ponen de manifiesto que en la descarga de un condensador a través de una resistencia, la diferencia de potencial entre las armaduras, la intensidad a través de la resistencia y la carga remanente en el condensador tienden asintóticamente a cero. Teóricamente hace falta un tiempo infinito para que se descargue.

Para no alargar innecesariamente este tema, sin deducirlas, se ponen las fórmulas correspondientes a la carga de un condensador a través de una resistencia:

$$V = V_0 (1 - e^{-t/RC})$$

(Aquí V_0 es la diferencia de potencial entre los polos del generador.)

$$q = Q (1 - e^{-t/RC})$$

y finalmente:

$$i = \frac{V_0}{R} \cdot e^{-t/RC}$$

expresiones que nos indican que la carga de un condensador teóricamente no termina nunca, lo mismo que en la descarga. Con todo, en la práctica, es muy pequeño el valor de t para que q se diferencie en un infinitésimo de cero, en la descarga y de Q , en la carga.

Si en estas expresiones consideramos para t un valor igual al producto RC (R en ohmios y C en faradios) resulta que en ese tiempo la carga del condensador es el 37 por 100 de la inicial (tratándose de la descarga) o el 63 por 100 de $Q = CV_0$ (tratándose de la carga del condensador). Este valor particular de $t = RC$ recibe el nombre de **constante de tiempo**. Es decir, la constante de tiempo de un condensador nos indica el tiempo necesario para que un condensador cargado pierda el 63 por 100 de su carga, y también para que un condensador descargado adquiriera el 63 por 100 de su carga total, que es igual a $C \cdot V_0$, siendo C la capacidad en faradios y V_0 la diferencia de potencial entre los extremos o polos del generador. Como es natural, lo mismo sucede con la diferencia de potencial entre sus armaduras.

Ahora estamos en condiciones de conocer mejor el papel que desempeña el condensador C de las figuras 10 y 11.

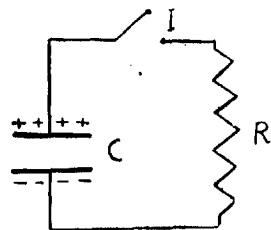


Fig. 12

En la figura 13 la línea de puntos sirve para indicarnos, tomando unidades adecuadas para V y para i , tanto la intensidad a través de la resistencia, como la diferencia de potencial entre sus extremos, **en ausencia del condensador C** ; la línea continua nos da esos mismos valores estando el condensador en paralelo con R . En efecto, desde t_0 a t_1 la tensión pasaría de 0 a V sin el condensador, pero con él la tensión alcanzada es menor

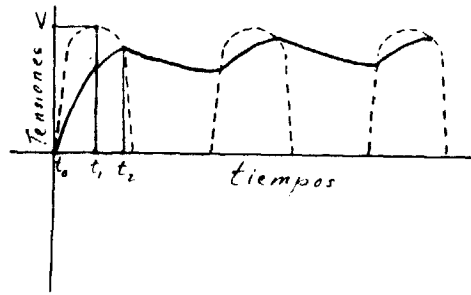


Fig. 13

entre los extremos de la resistencia y entre las armaduras del condensador. Desde t_1 a t_2 la tensión sinusoidal disminuye pero sigue siendo superior a la alcanzada en el condensador, luego éste puede seguir recibiendo cargas y aumentando por consiguiente la diferencia de potencial entre las armaduras y en los extremos de la resistencia. A partir del punto t_2 la tensión sinusoidal desciende de valor rápidamente pero el condensador tardará un tiempo igual a RC para que su carga se reduzca a un 37 por 100 de la que había adquirido. Si suponemos que $R = 1.500$ ohmios y que $C = 40$ microfaradios (valores muy corrientes) la constante de tiempo vale $0,06$ segundos. Si como es normal, la frecuencia de la red es de 50 c/s, $T = 0,20$ segundos y por consiguiente, antes de que el condensador se quede con el 37 por 100 de su carga se suceden 3 semiondas en el caso de la rectificación de media onda y 6 en el de la onda completa, por lo cual con la adquisición de nuevas cargas la tensión se mantiene casi constante entre las armaduras del condensador y por consiguiente entre los extremos de la resistencia R y apenas empezado el proceso de la rectificación se estabiliza la tensión

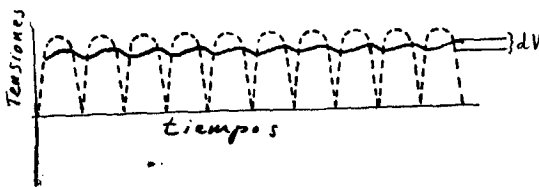


Fig. 14

tal como lo indica la línea continua de la figura 14 en el caso de la rectificación de onda completa, acusándose más la variación de V si es rectificación de media onda. La variación que experimenta V se llama tensión de zumbido y la designamos en la figura

14 por dV . Se tolera hasta un 2 por 100 del valor máximo de V . Dentro de estos límites no es perjudicial. Teóricamente esta tensión de zumbido se reduciría a cero con un condensador de infinita capacidad ya que la pérdida de carga que experimenta el condensador es $dq = C \cdot dV$. Para una misma variación de carga dq , sería dV tanto más pequeña cuanto mayor fuese C . Parece a primera vista que podríamos aumentar indefinidamente la capacidad para eliminar dV , pero esto es imposible por el inconveniente que veremos a continuación. Para que el diodo conduzca es preciso que la placa

esté a un potencial más alto que el cátodo y como éste tiene el mismo potencial que la armadura positiva del condensador por estar unido directamente a él, resulta que el diodo sólo puede rectificarse durante los intervalos de tiempo que hay (fig. 15) entre los puntos A y B, C y D, E y F, etc., donde vemos que la tensión sinusoidal de las placas de los diodos (línea de puntos) está sobre la tensión del cátodo y del condensador C. En estos intervalos, el diodo debe suministrar, primero, las cargas que pasan a través

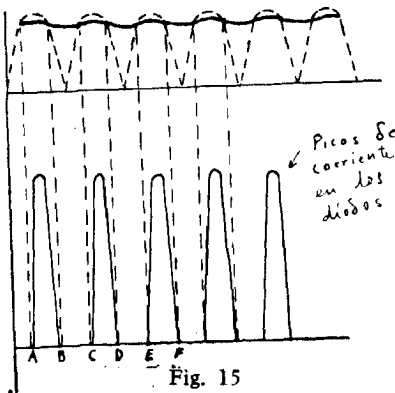


Fig. 15

de la resistencia R y segundo, las que ha perdido el condensador C (mientras el diodo no era conductor), a través de dicha resistencia. La intensidad será, por consiguiente, muy grande en dichos intervalos de tiempo, tal como se puede apreciar en la referida figura 15, recibiendo el nombre de **picos de corriente**. Si aumentásemos mucho la capacidad del condensador C, los picos de corriente serían tan exagerados que fácilmente inutilizarían los diodos. Por eso hay que atender a las características de cada válvula en general (que se dan por los fabricantes) y hay que atenerse a ellas para un correcto funcionamiento. El lector verá claramente que la forma de los picos de corriente no es la de la figura 15, así como las de las sinusoides, que se han trazado a base de segmentos rectos con arcos de circunferencia. La razón no es otra que la de simplificar el procedimiento para hacer las correspondientes figuras, esperando que la benevolencia de los lectores pase por alto todas estas imperfecciones y faltas de precisión.

Otro dato a considerar es la tensión inversa de pico que el diodo puede soportar, o sea la tensión inversa máxima. Si suponemos que el secundario de la figura 10 nos proporciona una tensión eficaz de 300 voltios (rectificación de media onda), dicha tensión se divide en dos partes: una entre placa y cátodo y el resto entre los extremos de la resistencia R de tal forma que $V = V_r + V_d$; cuando el diodo conduce, V_d (diferencia de potencial entre placa y cátodo) es muy pequeña, de 10 a 20 voltios, siendo V_r (dif. de pot. en los extremos de R) muy grande; cuando el diodo no conduce, la placa está a un potencial negativo de 300 voltios eficaces y la tensión máxima negativa será en un momento dado igual a $300 \times 1,41 = 423$ voltios; si tenemos en cuenta que el cátodo está unido al polo positivo del condensador electrolítico, cuya tensión es de unos 250 voltios, resulta que en el momento en que la placa está a unos 423 voltios de tensión negativa, la diferencia de potencial entre placa y cátodo llega a ser del orden de los 675 voltios. Esta tensión inversa de pico inutilizaría el diodo si sobrepasara el valor para el que está calculado. Análogo estudio se puede hacer en el caso de la rectificación de onda completa, que se omite para no alargar demasiado este tema. Ahora podemos saber si un determinado transformador podemos em-

picarlo o no, según sea la tensión de su secundario, conociendo las características del diodo a utilizar.

También hay que tener en cuenta la disipación anódica del diodo. Acabamos de ver que V_a es del orden de los 10 a 20 voltios. Si suponemos que la intensidad media es de 100 miliamperios, la potencia en vatios sería $W = 0,1 \text{ amp.} \times 20 \text{ V} = 2 \text{ vatios}$, potencia tan pequeña que no explica el calentamiento que experimenta el diodo rectificador. La razón de este fenómeno es que los electrones tienen una energía cinética que se transforma en calor al ser frenados por el choque con la placa o ánodo, siendo éste el que debe disipar dicho calor. La disipación anódica será tanto mayor cuanto mayor sea la intensidad y V_a . Ya sabemos que la intensidad en los picos de corriente es muy grande pero mientras no pasa del valor calculado, la disipación anódica es posible, gracias a los intervalos en que el diodo no conduce.

Cuando se precisan intensidades grandes, se emplean los diodos de gas y en ellos se provoca la ionización por choque. Sin entrar en detalles sobre su funcionamiento, por no encajar en el presente tema, sí que es preciso indicar, que en los diodos corrientes, llamados de vacío, hay que evitar que se produzca la ionización por choque, ya que entonces los iones positivos al golpear violentamente el cátodo provocarían su destrucción. Después de hacer el vacío, todavía quedan muchísimas moléculas de gas residual. Para eliminarlo se introduce antes una pastilla de bario o de magnesio llamada GETTER. Después de hacer el vacío se provoca su evaporación y al condensarse los vapores sobre las paredes de vidrio de la válvula absorben el gas residual y el que se produce durante el funcionamiento. A esto se debe el ennegrecimiento o plateado que se ve en determinado lugar de las válvulas.

Los esquemas de las figuras 10 y 11 todavía son susceptibles de mejora. El filtraje de la corriente es más perfecto si se coloca otro condensador en paralelo con el primero, intercalando entre sus armaduras positivas una resistencia de unos 1.500 ohmios -6 vatios-. Anteriormente se intercalaba una self-inducción (llamada corrientemente SELF), cuyo aspecto nos lo muestra la figura 16. Es parecida a un pequeño transformador pero con un solo devanado. Para la corriente continua presenta una resistencia óhmica que varía de unos 300 a 1.800 ohmios, según los casos, pero para la corriente alterna de la red, presenta una impedancia de unos 8.000 ohmios. Los condensadores electrolíticos que se ponían, oscilaban entre los 8 y 16 microfaradios. De este modo, la self da paso fácilmente a la componente continua de la corriente rectificada, pero opone una alta impedancia a la componente alterna, eliminando prácticamente las variaciones de voltaje. Actualmente se construyen condensadores de mayor capacidad y como la self encarece los montajes, se sustituye por la resistencia antes citada de 1.500 ohmios-6 vatios, usando condensadores de unos 40 microfaradios.

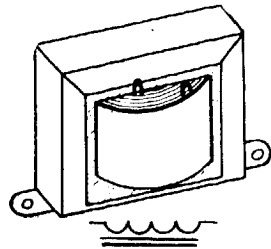


Fig. 16

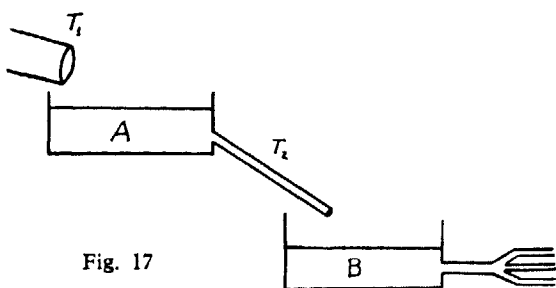


Fig. 17

Se puede usar un simul hidráulico para explicar a los alumnos el filtraje de la corriente. Supongamos que el depósito A de la figura 17 recibe, a intervalos de 1 minuto, 1 metro cúbico de agua mediante la tubería T_1 y que dicho depósito comunica con un segundo depósito B mediante la tubería T_2 de mucho menor diámetro, por la que pasa también 1 metro cúbico por minuto pero de forma continua y que mediante una red de distribución el agua del depósito B se emplea en diversos lugares. Aunque el nivel del depósito A sufra notables variaciones, el nivel del depósito B permanecera casi constante, siempre que el gasto esté de acuerdo con el caudal que recibe. Así, el condensador que está unido al cátodo hace de depósito que recibe de forma intermitente, cuando el diodo conduce, las cargas positivas (salida de electrones). La resistencia o la self hace de tubería de diámetro reducido por donde las cargas positivas pasan al segundo depósito o condensador, limitando el caudal o sea la intensidad de la corriente; por último, del segundo condensador, que tiene un potencial casi constante, se utiliza la alta tensión positiva para todos los puntos del circuito donde sea precisa.

Con esto se da ya por terminado el estudio teórico de la rectificación de la corriente alterna pasando a continuación a la realización práctica de una fuente de alimentación cuyo esquema teórico se da en la figura 18. Es fácil advertir en este esquema: 1.° un condensador de 20.000 cm. conectado entre

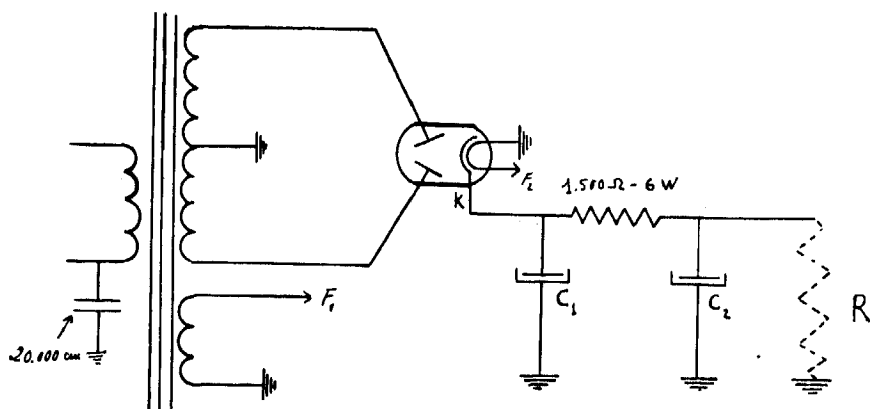


Fig. 18

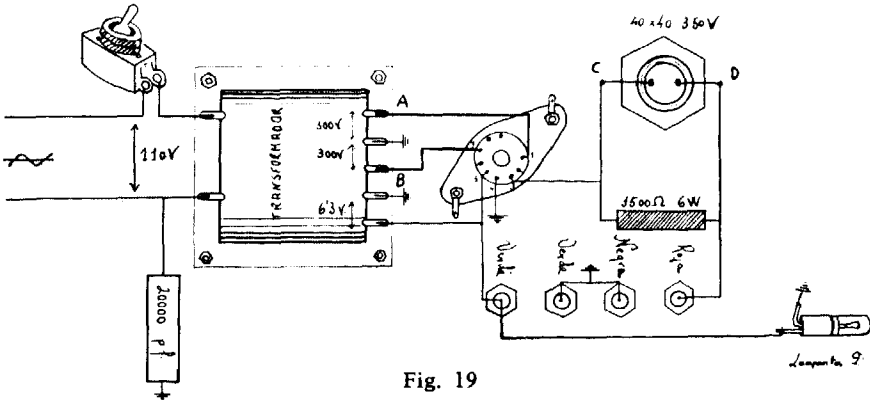


Fig. 19

masa y uno de los polos de la red que alimentan el primario del transformador. Su finalidad es derivar a masa las oscilaciones parásitas de la red. 2.º podemos notar que la resistencia R de los anteriores esquemas está trazada de puntos. La razón es que dicha resistencia la constituye ahora cualquier aparato que conectemos a la fuente de alimentación para cuyo funcionamiento deba usarse una tensión positiva, lo más estable posible. La realización práctica se indica en el esquema de la figura 19 y a continuación se enumeran los accesorios necesarios para el montaje, que deben pedirse al adquirirlos con el nombre con que aquí se les designa.

1.º Un chasis.—2.º Un transformador de alimentación para radio.—3.º Una válvula EZ 80 ó la EZ 81.—4.º Un zócalo noval para la válvula.—5.º Una resistencia de 1.500 ohmios-6 watos.—6.º Una resistencia de 10.000 ohmios-15 watos (puede ser de más watos pero no de menos).—7.º Un condensador electrolítico doble de 2×40 microfaradios.—8.º Cuatro hembrillas aislantes (2 verdes, 1 roja y 1 negra).—9.º Un condensador de 20.000 cm. de poliester.—10.º Varias tomas de masa.—11.º Hila de conexiones de diversos colores.—

12.º Una cajita de tornillos con tuerca para radio.—13.º Una lamparita dial de 6,3 voltios-0,1 amperio.—14.º Un portálámparas para la anterior.—15.º Un ojo de buey.—16.º Un interruptor de bola.

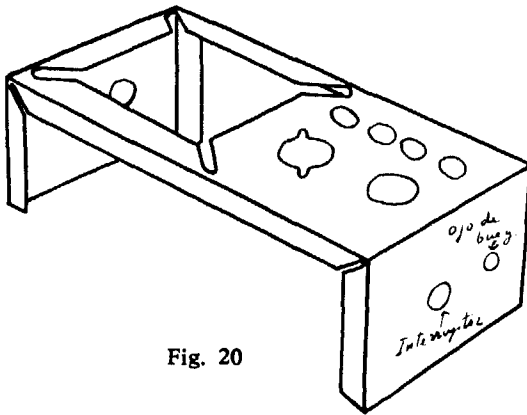


Fig. 20

ACLARACIONES SOBRE ESTOS ACCESORIOS

El **chasis** tendrá un formato parecido al de la figura 20. Su adquisición no es difícil. Puede también emplearse un chasis de radio completo, em-

pleando solamente la parte de la rectificación, utilizando la parte restante para las prácticas de los temas siguientes. Eventualmente habrá que hacer unos orificios para las hembrillas. Si se tropezase con dificultades en su adquisición consúltese por carta para tener datos conducentes a su compra.

También puede montarse sobre una lámina de material aislante sobre el que puedan hacerse escotaduras y taladros para la fijción de los accesorios. En este caso las conexiones que en el esquema van a masa, deberán unirse todas entre sí con un conductor de hilo de cobre bastante grueso en relación con el resto. Una vez montada la fuente de alimentación tendrá el aspecto de la figura 21.

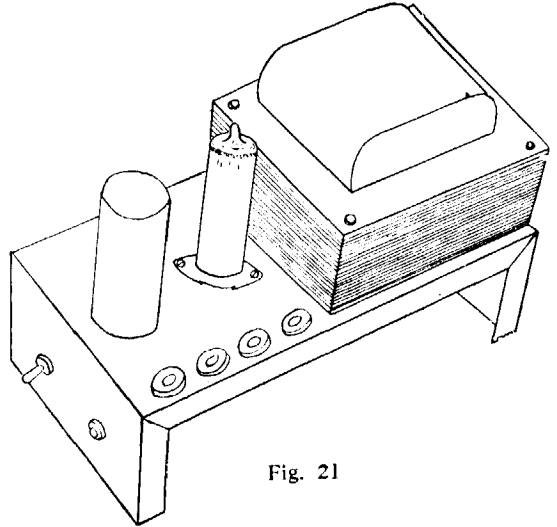


Fig. 21

EL TRANSFORMADOR

Tendrá un secundario de 6,3 voltios (para la lámpara EZ 80 ó para la EZ 81) y podrá dar una intensidad de unos 5 amperios para que no se recaliente y trabaje holgadamente. El secundario de alta tensión será de 2×300 , pudiendo llegar hasta 2×350 , pero no es recomendable.

EL DOBLE DIODO

La diferencia entre la válvula EZ 80 y la EZ 81 es que la primera suministra unos 90 miliamperios de intensidad de corriente rectificada y la segunda 150. Además, la intensidad de la corriente de filamento es en la primera de 0,6 amperios y en la segunda es de 1 amperio. En todo lo demás pueden equipararse.

EL ZOCALO

Lleva en su parte superior 9 orificios por donde entran las patillas de las válvulas. Por su parte inferior lleva unas lengüetas a las que se sueldan las conexiones correspondientes. Dichas lengüetas se enumeran (mirando el zócalo por la parte de las lengüetas) en el sentido de las agujas de un reloj. En el montaje que nos ocupa, las lengüetas 1 y 7 corresponden a las

placas o ánodos del doble díodo. La 3 corresponde al cátodo y las 4 y 5 al filamento. Todo esto se puede ver detallado en la figura 19 que es el esquema práctico. Un error en las conexiones hace que no funcione o que la válvula se estropee.

RESISTENCIA DE 10.000 OHMIOS

La fuente de alimentación no puede conectarse en vacío, es decir sin un consumo exterior ya que entonces se agota la rectificadora y se perforan los condensadores. Para evitarlo, en las prácticas de esta parte se utiliza esta resistencia que deberá tener en sus extremos dos trozos de hilo conductor para poderla conectar con dos bananas a la fuente de alimentación. Conviene montarla sobre un soporte aislante que nos facilite su uso.

CONDENSADOR ELECTROLITICO

Su aspecto exterior es el de la figura 22. Los condensadores electrolíticos tienen una gran capacidad y volumen bastante reducido, en comparación con los de papel, mica o poliester; hay que tener en cuenta que están marcados sus polos; la inversión en las conexiones los deteriora. En el que vamos a emplear, el polo negativo es la parte metálica exterior que es común a los dos condensadores que incluye. Se sujeta fuertemente al chasis mediante la tuerca que lleva, para que haga un buen contacto eléctrico.



Fig. 22

HEMBRILLAS

Si se usa chasis metálico deben tener aislante forzosamente. Si no se encuentran, se pueden montar las corrientes de metal en una lámina aislante y sujetarla al chasis haciendo una escotadura para dicha lámina. A la roja debe conectarse la alta tensión positiva. La negra a masa. Las verdes son para el circuito de filamentos; por consiguiente, una se conecta a una de las salidas del secundario de 6,3 voltios y la otra a masa. Ya se dijo antes que el circuito de filamentos puede utilizar el chasis como conductor. Entre las hembrillas verdes tendremos, pues, una tensión alterna de 6,3 voltios que nos servirá para el encendido de las otras válvulas que utilicemos y para algún caso en que necesitemos baja tensión, sin que sea precisa la corriente continua.

TOMAS DE MASA

La figura 23 nos muestra varios tipos de las que existen. Son unos terminales que se emplean para soldar las conexiones que deben ir a masa. Es conveniente que donde haya tornillos para sujetar alguno de los acceso-

rios, se ponga una toma de masa; de este modo, se tienen muchos puntos donde puede soldarse con facilidad, ya que las soldaduras directas al chasis son muy difíciles de hacer bien, con peligro de falsos contactos, que luego son causa de averías difíciles de localizar. De paso se recomienda que todos los tornillos queden muy sujetos, especialmente las barras roscadas que sirven para la fijación del transformador de alimentación, porque de lo contrario vibran y se calientan mucho las láminas del núcleo.

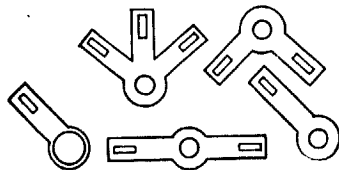


Fig. 23

HILO DE CONEXIONES

Es monofilar de 0,5 mm. de diámetro aproximadamente; lleva baño de estaño para que no se oxide y suelde fácilmente. Como hay de diversos colores conviene poner rojo en el circuito de alta tensión; verde en el de filamentos y marrón o azul a masa. Así es más fácil seguir el montaje sin equivocarse. Si la conexión a masa es corta y no hay peligro de contacto con otros elementos, puede hacerse con hilo desnudo, es decir desprovisto de su cubierta aislante.

INTERRUPTOR

No es imprescindible, pero su inclusión en el montaje nos facilita la puesta en marcha y el cese de funcionamiento de la fuente de alimentación sin tener que acudir al enchufe.

LAMPARA, PORTALAMPARA Y OJO DE BUEY

Lo mismo podemos decir de estos accesorios. Su objeto es indicarnos si está en marcha o no, para evitar que por descuido se quede conectada la fuente y se deteriore o en caso de no encenderse saber que algo no marcha bien. Si se quiere, se puede prescindir de ellos.

P R A C T I C A S

Después de estas aclaraciones se ponen a continuación las prácticas que se pueden realizar con esta fuente de alimentación. Bien es verdad que estas prácticas están muy bien preparadas en la unidad de alimentación del EMISOR DIDACTICO Mod. EB-58-01-1 del Instituto Torres Quevedo, porque lleva unos puentes para poder excluir o incluir tanto los condensadores de filtro como las placas del diodo rectificador, pero como no siempre se dispone de dicho equipo, nos podemos servir de la fuente de alimentación construida, bien sea colocando unos interruptores o pulsadores en los pun-

tos A, B, C y D del esquema práctico de la figura 19, o bien desoldando eventualmente y volviendo a soldar, según se indicará más adelante. En estas prácticas debemos tener siempre conectada entre las hembrillas roja y negra, la resistencia de 10.000 ohmios-15 vatios.

PRACTICA 1.^a

Desconectar o desoldar los puntos B, C y D; conectar la alta tensión a la entrada vertical del oscilógrafo y la masa de la fuente a la correspondiente masa del oscilógrafo: Aparecerá en la pantalla la rectificación de media onda tal como se ve en la figura 3. Conviene que el barrido horizontal sea de 10 c/s. y de esta forma aparecen 5 semiondas en la pantalla.

PRACTICA 2.^a

Conectamos B y desconectamos A, dejando como estaban los C y D. Aparecen ahora las semiondas que estaban anuladas y desaparecen las primeras. Se advierte porque las semiondas rectificadas están desplazadas con respecto las de la práctica anterior.

PRACTICA 3.^a

Conectamos A y B dejando desconectados los puntos C y D. Aparece la rectificación de la onda completa, tal como se ve en la figura 6.

PRACTICA 4.^a

Si en las condiciones del caso anterior hacemos que el barrido del oscilógrafo sea el sinusoidal de 50 c/s. de la red (generalmente lo llevan todos), modificando convenientemente los controles de amplitud vertical y horizontal, se obtiene el símbolo del infinito, ya que la rectificación de onda completa puede compararse a una onda sinusoidal de frecuencia 100 c/s. que aplicada perpendicularmente al barrido de la red (de frecuencia 50 s/s.) nos da el símbolo del infinito, por ser una frecuencia doble que la otra. En cambio al aplicar a la entrada vertical la tensión de la red, con el barrido interior del caso anterior, se obtiene la circunferencia o la elipse, según sea la amplitud que utilicemos y, si invertimos la entrada de la red, la elipse resultante tiene su eje mayor, simétrico al de la anterior con respecto al eje vertical.

PRACTICA 5.^a

Si conectamos C, la corriente rectificada se aplanaba bastante y si, por último, conectamos también D, el rizado es mucho menor. Actuando sobre el control de amplitud vertical se pone más o menos de manifiesto la ondulación remanente en la corriente rectificada y filtrada.

PRACTICA 6.^a

Podemos medir la tensión de zumbido que fue designada por dV . Con el oscilógrafo es muy fácil utilizando la tensión de calibración que generalmente llevan todos incorporados. Para ello se comparan, actuando convenientemente sobre el control de amplitud vertical, pero sin modificarlo en las dos mediciones, las distancias verticales entre los máximos y mínimos de ambas gráficas. La relación de alturas nos da la relación de tensiones y como la de calibración es conocida, generalmente 1 voltio en los oscilógrafos, fácilmente se deduce la tensión de zumbido o sea el valor de dV . Si se dispone de un buen voltímetro a válvulas o de uno cuya sensibilidad sea de 20.000 ohmios por voltio, es posible medir la tensión de zumbido. Para ello se dispone el instrumento de medida en el rango de corriente alterna y escala de unos 5 voltios. Una de las puntas de prueba del instrumento se conectará al punto D y la otra, *a través de un condensador de 0,1 microfaradios* por lo menos, a masa. De esta forma impedimos el paso de la corriente continua, mientras que el condensador permite el paso de la componente alterna cuya tensión la da el instrumento. Cuando el gasto es muy pequeño la tensión de zumbido es despreciable; en una de las medidas realizadas con la fuente de alimentación que aquí se describe, se obtuvo una tensión de zumbido de 0,2 V., frente a una tensión rectificadora de unos 250 voltios. En la escala de 5 voltios no se apreciaba y fue preciso utilizar la de 1,5 voltios. Esta tensión de zumbido es insignificante, lo que se traduce en un nivel de ruidos bajísimos.

Con esto damos por terminado este tema que sería muy largo si tratásemos de los rectificadores de silicio, selenio y germanio y, en general, de los semiconductores. Es tan amplio el estudio de los semiconductores, que por sí sólo daría materia para un tema muy amplio y que quizá sea tratado más adelante. Por ahora basta con lo expuesto, confiando nuevamente en que los lectores serán muy benévolo y sabrán perdonar las muchas imperfecciones y defectos que tanto la teoría como los gráficos incluyen y veríamos con agrado cualquier observación o corrección que contribuya a subsanar sus deficiencias.

M A S E R Y L A S E R

Por Rafael Martínez Aguirre

Ed. REVISTA «ENSEÑANZA MEDIA»

Ptas. 44