
I - Transformadores

Estudiaremos en este capítulo aquellas instalaciones y dispositivos que sirven para convertir corriente alterna en corriente continua (lo inverso no tiene aplicación práctica), corriente continua en corriente continua interrumpida, corriente alterna de cierto voltaje en corriente alterna de otro voltaje y corriente continua de cierto voltaje en corriente continua de otro voltaje.

1. - Carrete de Ruehmkorff

El aparato conocido bajo este nombre (también se habla de "inductor de chispas") representa propiamente nada más que un juego de dos bobinas, exactamente como las que hemos estudiado con detenimiento en la primera parte página 88. (véase fig. 232).

Los carretes de Ruehmkorff que se ven con frecuencia en laboratorios de física y en clínicas, constan de dos bobinas y un núcleo de hierro. Alrededor del núcleo va la llamada bobina primaria de pocas vueltas de un alambre grueso y alrededor de ella va la bobina secundaria de muchas vueltas de un alambre delgado. Los alambres de las dos bobinas están cuidadosamente aislados. A la bobina primaria se le entrega corriente continua interrumpida (de manera que al equipo

de tal carrete pertenece siempre un interruptor) y en la bobina secundaria se engendra entonces una corriente alterna de muy alta tensión debido a la gran longitud del alambre secundario (muchas vueltas en serie). Puesto que los interruptores comunes efectúan la apertura de la corriente continua con mayor rapidez que el cierre, el voltaje secundario durante el tiempo de apertura de la corriente primaria es mucho más alto que el voltaje secundario durante el tiempo de cierre de la corriente primaria. Todo esto lo vemos en el gráfico de la figura 68 de la primera parte.

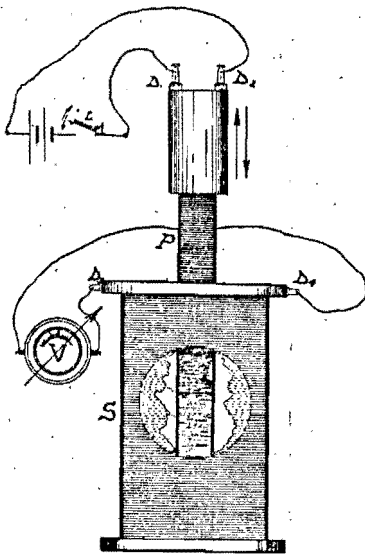


Fig. 232

En la práctica los voltajes positivos secundarios son mucho mayores comparados con los voltajes negativos. Por esta razón se oye con frecuencia que los legos dicen que el carrete da, al lado secundario, corriente continua pulsante. Esto por supuesto no es así, pero prácticamente la asimetría de la corriente secundaria es tal que la tensión negativa muchas veces es insignificante comparada con la positiva. Esto depende de la eficiencia del interruptor.

La fig. 233 muestra un inductor de esta clase. (Estúdiense también los interruptores de las páginas 79 a 87). En ella agregamos una instalación que se ve con frecuencia en inductores grandes. Es el condensador K que se encuentra en paralelo con la corriente primaria. Su objeto es evitar una chispa de ruptura en la platina J cuando la corriente primaria se interrumpe. Esta chispa conduciría la corriente durante un instante,

e. d. prolongaría el tiempo de apertura de la corriente primaria. Por encontrarse el condensador en paralelo, la corriente primaria, o mejor dicho su tensión, en el momento de apertura, se gasta en cargar el condensador y no alcanza a formar chispa; las interrupciones se llevan a cabo más bruscamente, lo que es ventajoso - como hemos visto - para la tensión de la corriente secundaria.

La alta tensión secundaria se deja descargar a veces a través del aire en forma de una chispa más o menos larga (por esto el nombre). A veces se entrega esta alta tensión a los tubos de descargas en gases enrarecidos como los que hemos estudiado en la página 140 de la primera parte y los que veremos más tarde.

Un pequeño carrete de Ruehmkorff lo poseen también la mayor parte de los automóviles para producir en los cilindros la chispa de ignición (de m. o. m. 7000 voltios). La corriente primaria se recibe del acumulador del carro (6 voltios) y se interrumpe en un interruptor mecánico rotatorio, que consta propiamente de 6 interruptores individuales si el carro tiene 6 cilindros. La figura 234 muestra el modo sencillo de hacer las interrupciones. Además hay por lo general un condensador (véase más arriba).

2. - Transformadores de corriente alterna

Desde luego puede entregársele al carrete descrito en el capítulo anterior también corriente alterna como p.e. la corriente que tenemos por lo general en las ciudades. El carrete trabajará con corriente alterna o corriente continua interrumpida.

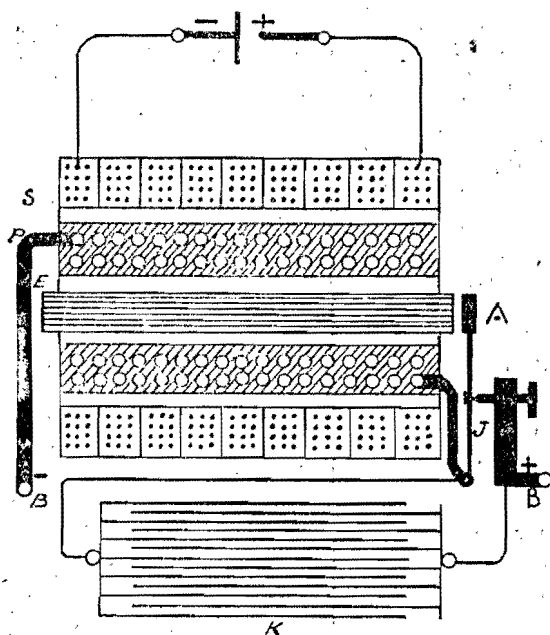


Fig. 235

Cuando el núcleo interior del carrete no es una barra longitudinal sino un anillo de hierro y la corriente primaria es siempre corriente alterna, entonces el dispositivo no se llama carrete de Ruehmkorff sino transformador de corriente alterna. En este caso, al entregar corriente alterna simétrica al lado primario, sale también corriente alterna simétrica al lado secundario. En el caso más sencillo, e.d. cuando la bobina primaria tiene el mismo número de vueltas que la secundaria, las curvas de voltaje primario y voltaje secundario serán las de la fig. 72 en la primera parte.

De manera que la única diferencia técnica (diferencia teórica no hay) entre el carrete de Ruehmkorff y el transformador es la forma del núcleo de hierro y por consiguiente el modo de enrollar los alambres alrededor de él. En los carretes se prefiere un núcleo longitudinal "abierto" para evitar una autoinducción demasiado grande y para poder por lo tanto cambiar el campo magnético lo más rápidamente posible.

El núcleo de hierro, tanto la barra en los inductores, como el núcleo "cerrado" en los transformadores, se subdivide en barritas o lámi-

nas aisladas entre sí por las razones descritas anteriormente (corrientes parásitas).

Un transformador de corriente alterna común lo muestra la fig. 235.

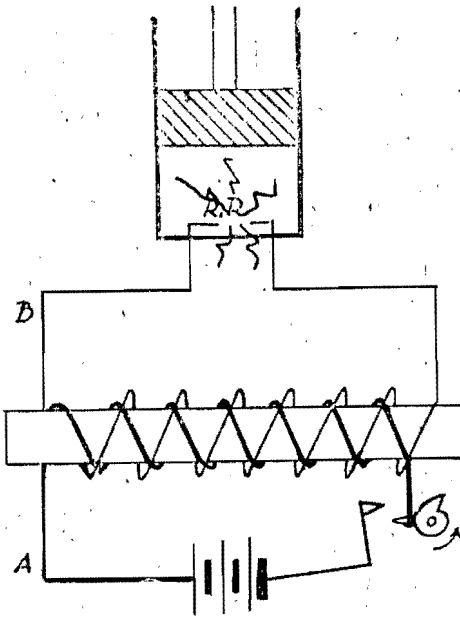


Fig. 234

tancias a un voltaje muy alto y un amperaje muy bajo (alambres delgados y baratos) de suerte que las pérdidas de voltaje en este transporte pueden reducirse a un valor insignificante.

El circuito primario del transformador instalado (digamos en la esquina de una calle) está conectado continuamente a la línea alimentadora o sea a la línea que viene del generador. A pesar de que esta línea se encuentra por esto en corto circuito, no hay pérdidas mientras el circuito secundario está abierto, porque cuando al lado secundario no se saca corriente, la alta autoinducción de la bobina primaria con el núcleo de hierro desfasa voltaje e intensidad en el circuito primario casi en 90° , de manera que en ese caso la intensidad en el circuito primario es practicamente nula.

El modo de acomodar las bobinas alrededor del núcleo es muy variado y no siempre es sencillo.

Si el lado de entrada tiene pocas vueltas y el de salida tiene muchas vueltas, entonces se trata de un transformador para aumentar el voltaje. Pero el mismo aparato puede servir también para disminuir el voltaje, no habiendo ningún inconveniente en entregar la corriente que se quiere transformar al lado de muchas vueltas.

Ya dijimos que el objeto de estos transformadores, usados con tanta frecuencia en la electrotécnica moderna, es de variar el voltaje de la corriente alterna. Es precisamente a este aparato tan sumamente sencillo a quien se debe el uso universal de la corriente alterna hoy, porque merced a este transformador puede transportarse la corriente alterna a largas dis-

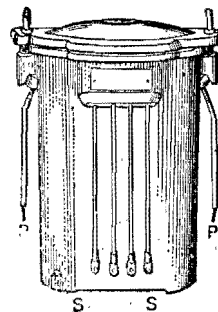


Fig. 235

La relación entre voltaje primario y voltaje secundario es la misma que entre el número de vueltas de la bobina primaria y el número de vueltas de la bobina secundaria, de manera que, cuando se quiera transformar corriente primaria de 6600 voltios en corriente secundaria de 220 voltios y cuando la bobina primaria tenga 3000 vueltas, la secundaria debe tener apenas 100 vueltas.

La energía primaria se convierte enteramente en energía magnética y luego en energía eléctrica secundaria, de manera que la potencia entregada primaria tiene que ser teóricamente igual a la potencia secundaria. Prácticamente esto no es así, porque siempre un poco de energía se convierte en calor, los transformadores modernos, según su tamaño, no trabajan sino con un rendimiento de 95 a 99%. Precisamente debido a estas pérdidas en forma de calor, algunos transformadores se calientan tanto que hay que proveerlos con una instalación de enfriamiento (agua de refrigeración). Para evitar un chispeo en el interior del transformador, que sería sumamente fatal, se meten los grandes transformadores en una caja y se les rodea con un aceite bien aislante.

Una clase especial de transformadores está formada por los transformadores de corriente trifásica. Esta transformación se hace con mucha frecuencia con tres transformadores monofásicos. Pero también se construyen transformadores trifásicos en un solo aparato tales como lo muestra el esquema de la figura 236.

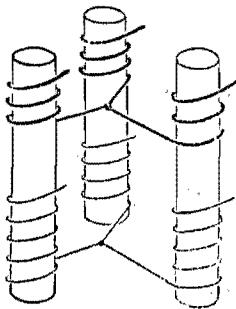


Fig. 236

Los transformadores no necesitan mayor vigilancia.

El descrito modo de transformar la corriente alterna se usa también en los llamados transformadores de medida. Para medir p.e. una intensidad de 400 amperios (de corriente alterna) no hay instrumentos que dejen pasar esta corriente tan alta. En tal caso se usa un transformador que tenga p.e. 10 vueltas de bobina primaria (entrada de los 400 amperios) y que tenga 1000 vueltas de bobina secundaria, de manera que la corriente secundaria sale con 4 amperios. El instrumento que está conectado al circuito secundario deja pasar entonces 4 amperios pero indica 400. Tenemos aquí un método de ampliar o reducir el campo de medida semejante a los que hemos descrito en la pág. 48. La fig. 238 muestra

el esquema del transformador de medida de la fig. 52, pág. 50.

La fig. 237 representa el esquema de un transformador escalonado muy usado hoy en las ciudades. Se ve, que la bobina secundaria lleva tres conductores, de manera que puede suministrar, por ejemplo, o 220 o 110 voltios (véase más adelante el capítulo sobre distribución de corriente eléctrica).

3. Transformadores de corriente continua

Este trabajo es mucho menos sencillo que la transformación de corriente alterna. Sin embargo hay dos métodos que lo verifican.

Uno de los métodos para p.e. subir el voltaje de una corriente continua es alimentar un motor de corriente continua con la corriente de bajo voltaje y acoplar sobre el mismo eje de este motor un generador de corriente continua pero de voltaje alto

En vez de dos máquinas distintas se suele usar también una sola máquina especial que tiene en el rotor dos enrollamientos distintos: uno que recibe la corriente y hace mover a la máquina como motor y otro que genera corriente continua y la conduce hacia afuera. Naturalmente tales convertidores tienen dos anillos de delgas y dos juegos distintos de escobillas.

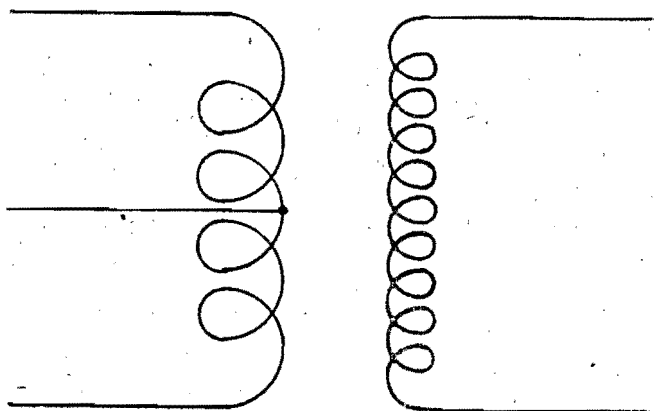


Fig. 237

Muy moderno es el modo de transformar corriente continua según el siguiente sistema:

Una pila de bajo voltaje carga a un grupo de condensadores en paralelo. Después se conectan estos condensadores en serie y se les hace descargar. La corriente de descarga tiene el voltaje de la pila multiplicado por el número de condensadores. Así resulta una corriente continua pulsante de mayor voltaje. La fig. 239 muestra el esquema de tal transformador de corriente continua.

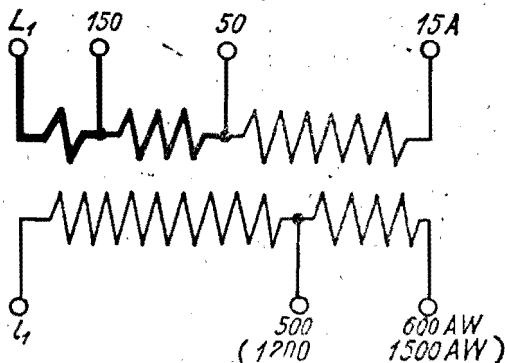


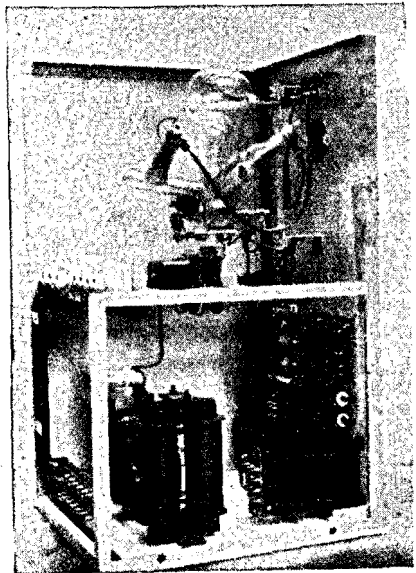
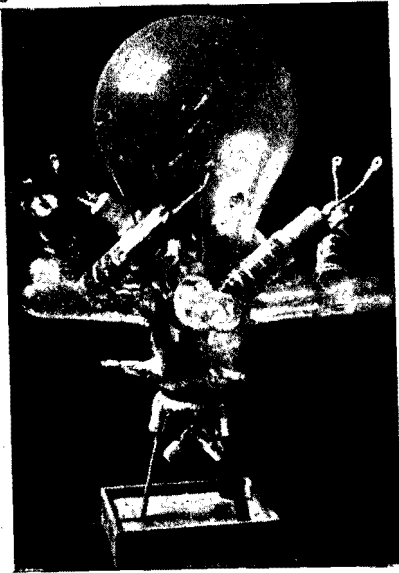
Fig. 238

4.- Rectificadores

Un rectificador muy usado, el de mercurio, ya lo hemos descrito con detenimiento en la pág. 91.

En un principio algo semejante se funda el rectificador sencillo que representa esquemáticamente la fig. 240 y que es un rectificador de cátodo incandescente conocido por el nombre de "Tungar"

Consta sencillamente de un transformador T y un tubo de alto va-



Figs. 241 y 242. Rectificador industrial.

riente alterna, la célula deja pasar esta corriente únicamente en un solo sentido o sea, pasa aquel semi-período que tiene el aluminio como cátodo y el hierro como ánodo. En el siguiente semi-período el hierro será cátodo y el aluminio ánodo. Pero en el mismo momento en que la corriente quiere pasar en este último sentido, en la superficie del aluminio se formará una capa de óxido de aluminio, que es aislador; de manera que la corriente no podrá pasar. En el semi-período que sigue, otra vez el aluminio es polo negativo, la reducción catódica hace desaparecer la capa de óxido y la corriente tiene paso libre.

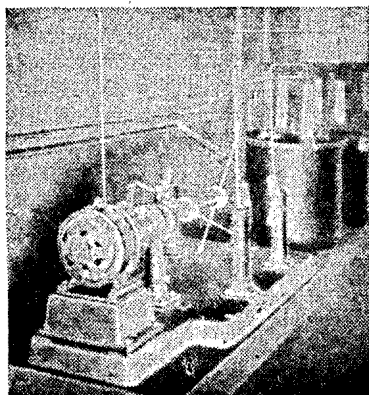


Fig. 243

critos existen otros varios tipos de rectificadores, dos de los cuales ya hemos mencionado en la primera parte: el tubo de tres electrodos (primera parte pág. 131) y el detector de cristal (primera parte, pág. 137). Sobre ellos hablaremos todavía más tarde en el capítulo sobre radiotécnica.

5. - Transformación por el grupo motor-generator

Ya dijimos en uno de los últimos capítulos que el grupo motor-generator sirve muy bien para convertir una corriente de cierta clase en otra corriente. La transformación por el grupo motor-generator se usa mucho para convertir corriente alterna en corriente continua, o sea para reemplazar el rectificador. En este caso se mueve un motor con la corriente alterna disponible y se monta sobre el mismo eje un generador de corriente continua. Muchas veces se hace el trabajo por medio de una sola máquina que entonces debe tener dos embobinados en el rotor, uno para la corriente alterna y otro para la corriente continua. En el eje del rotor se ven a un lado del rotor los anillos colectores para la corriente alterna y al otro lado las delgas para la corriente continua. (Véase fig. 244)

El rendimiento de estas máquinas o grupos de máquinas varía entre 82 y 95%. Hemos visto que sirven para convertir corriente alterna en corriente continua (que es su uso principal) y continua en continua. Desde luego puede transformarse por el mismo método corriente alterna en corriente alterna o corriente continua en corriente alterna.

Este último rectificador ha caído más y más en desuso, porque tiene muy baja eficiencia: su rendimiento es más o menos 30%, mientras que los rectificadores de mercurio, que son muy usados hoy en día, tienen - según el tamaño - un rendimiento de 87 a 96%.

En los laboratorios modernos de rayos X que estudiaremos más adelante el rectificador que predomina hoy en día es el de cátodo incandescente, como el "Tungar". Desde luego, cada instalación alimentada con corriente alterna sinusoidal requiere dos rectificadores de esta clase para poder aprovechar ambas mitades de la corriente. Estúdiese también la fig. 115.

Fuera de los rectificadores des-