



P A T E N T E   D E   I N V E N C I O N

a favor de

Vittorio ARCIONI - domiciliado en MILANO (Italia)

por

"Regulación de la tensión para líneas eléctricas de corriente alterna".

-----:-----

M e m o r i a   d e s c r i p t i v a .

En las redes de distribución de las instalaciones eléctricas la tensión, aunque nominalmente constante, sufre variaciones que, si se mantienen entre límites estrechos, pueden quedar sin consecuencia para los aparatos de aplicación, como son lámparas, motores y otros, mientras que, si son importantes, pueden determinar inconvenientes a veces incompatibles con la utilización normal de la fuerza.

De esto resulta que en ciertos casos es necesario regular la tensión para mantenerla en un valor constante; esta regulación puede ser continua, como en el caso de reguladores de inducción, o



por grados sucesivos.

Este último modo de regulación se ejecuta por medio de transformadores con varios contactos en el arrollamiento primario o en el arrollamiento secundario, o hasta con elevadores de tensión como se indica en la figura 1.

El arrollamiento del elevador de tensión está provisto de varios contactos cada uno de los cuales corresponde a cierto valor de la tensión de alimentación  $-E-$  que puede pasar del valor mínimo  $-E_1-$  al valor máximo  $-E_2-$ . Si se efectúa la conexión sobre el contacto conveniente para cada valor de  $-E-$ , la tensión regulada  $-E_r-$  queda sin variación.

En vista de que el número de contactos es limitado, resulta que la tensión regulada puede mantenerse constante, menos un tanto por ciento que corresponde aproximadamente a la relación de la tensión entre dos contactos sucesivos con la tensión total de alimentación.

El cambio de contacto para la línea de alimentación se verifica ordinariamente interrumpiendo el funcionamiento del elevador de tensión, y por lo tanto la disposición representada en la figura 1 no es apropiada para la conmutación en carga.

La parte  $-A-B-$  del arrollamiento se ejecuta ordinariamente con un conductor de sección constante establecido para la intensidad de corriente  $-I_2-$ . Se puede decir por lo tanto que la potencia del elevador de tensión se define por la corriente  $-I_2-$  y por la tensión  $(E_2-E_1)$ .

En la disposición objeto de la presente invención la regulación de la tensión se obtiene por medio del empleo de uno o varios transformadores o elevadores de tensión elementales, cada uno de los cuales posee la potencia correspondiente a la tensión de un intervalo.

En vista de que cada transformador o elevador de tensión



puede intercalarse de modo que produzca una tensión en aumento o en disminución con respecto a la tensión de la línea, resulta que si la tensión regulada tiene un valor medio entre  $-E_1-$  y  $-E_2-$  y si los intervalos son, por ejemplo, seis en número, como en la figura 1, tres transformadores elementales empleados una vez para transformar en aumento y otra vez para transformar en disminución serán suficientes para obtener toda la regulación entre los valores extremos  $-E_1-$  y  $-E_2-$ . De un modo análogo, si el número de intervalos es superior a seis.

Si la tensión se halla en un extremo del intervalo  $-E_1-E_2-$ , esto significa que los transformadores elementales funcionan en un sentido solamente, en aumento o en disminución.

Generalmente, cualquiera que sea el valor de la tensión regulada respecto a las tensiones  $-E_1-$  y  $-E_2-$ , se tiene cierto número de transformadores elementales que funcionan en un sentido solamente o en ambos sentidos para realizar en todo caso la constancia de la tensión regulada  $-E_r-$ .

Hay que notar como particularidad esencial de la disposición que, cuando un transformador elemental no ha de dar ninguna tensión, ni en aumento ni en disminución se pone en corto circuito su arrollamiento primario intercalado en la línea.

En la figura 2 se representa en esquema la aplicación de tres transformadores monofásicos que han de funcionar en ambos sentidos, es decir transformar la tensión aumentándola o disminuyéndola.  $-T_1-$   $-T_2-$   $-T_3-$  son los tres transformadores elementales cuyos arrollamientos están dispuestos en serie. El arrollamiento  $-D-$  de cada transformador termina en un doble conmutador de tres vías que permite intercalar el arrollamiento en ambos sentidos, en derivación entre los conductores  $-L_1-$  y  $-L_2-$  de la línea, o poner en corto circuito dicho arrollamiento.



Para mejor comprensión de como funciona la disposición indicada en la figura 2, supongamos que, como en la figura 1 la tensión regulada  $-E_r-$  sea un promedio entre  $-E_1-$  y  $-E_2-$  y que la diferencia  $(E_1-E_2)$  se divide en seis intervalos de regulación.

Entonces, como se ha dicho anteriormente, se necesitan tres transformadores elementales que puedan emplearse en ambos sentidos.

Supongamos  $E = E_1$ , es decir que la tensión de alimentación  $-E-$  tenga su valor minimo. En estas condiciones los tres transformadores elementales se intercalan todos ellos para producir una tensión en aumento, y la tensión  $-E_r-$  tiene el valor medio deseado entre  $-E_1-$  y  $-E_2-$ .

Si la tensión  $-E-$  aumenta un intervalo, entonces se pone en corto circuito un transformador elemental; si la tensión aumenta otro intervalo, se pone en corto circuito un segundo transformador elemental hasta que, cuando la tensión de línea  $-E-$  tiene el valor  $-E_r-$ , se ponen en corto circuito los tres transformadores elementales.

En estas condiciones se puede decir que, excepto para las caidas propias de las tensiones de corto circuito, es lo mismo que si los transformadores elementales no estuviesen intercalados.

Si la tensión  $-E-$  es superior a  $-E_r-$ , se intercalan de nuevo sucesivamente los transformadores elementales, pero en sentido opuesto al precedente, y aparece claramente que se puede realizar la tensión  $-E_r-$ .

La potencia de cada transformador o elevador de tensión elemental se define por la corriente de línea y la tensión del intervalo de regulación. Esta potencia es por lo tanto siempre muy pequeña respecto a la potencia total regulada y se la puede reducir a cualquier valor conveniente variando el número de intervalos de regulación.

Resulta de ello que los conmutadores para la conmutación de los arrollamientos en derivación  $-D-$ , son tambien pequeños y



fáciles de construir para funcionar en carga.

La regulación de la tensión se verifica por lo tanto sin interrupción de la línea principal en la cual los arrollamientos -S- de los transformadores elementales están intercalados de un modo permanente, y simplemente, como se ha dicho anteriormente, por conmutación de los arrollamientos -D- de cada transformador o elevador de tensión elemental.

En la disposición de la figura 1, se puede decir que queda constante la pérdida en el hierro del elevador de tensión, mientras que la pérdida en los arrollamientos varia con el grado de regulación entre un valor máximo correspondiente a la regulación total y un valor mínimo casi igual a cero cuando la tensión de alimentación es igual a la tensión regulada.

En la figura 2 los arrollamientos -D- están derivados entre el conductor de línea  $-L_2-$  y los puntos -A-B-C- del conductor de línea  $-L_1-$ .

En realidad estos arrollamientos pueden tambien derivarse en un solo punto del conductor de línea  $-L_1-$  y este punto puede escogerse a voluntad; lo mismo entre los arrollamientos -S-, que mas allá de estos arrollamientos hacia la tensión de alimentación -E-, o tambien al otro lado, hacia la tensión regulada  $-E_r-$ .

Substancialmente los arrollamientos -D- están siempre derivados entre los conductores de línea  $-L_1-$  y  $-L_2-$ .

En la disposición según la figura 3, en vista de que los arrollamientos -D- están derivados entre los conductores de línea  $-L_1-$  y  $-L_2-$ , se puede decir que  $-T_1-T_2-T_3-$  funcionan como elevadores de tensión.

Sin embargo los arrollamientos -D- pueden estar alimentados por una línea separada, aislada de la línea principal sobre la cual se intercalan los arrollamientos en serie -S- y por una tensión diferente de la de la línea que se trate de regular. Esta disposición se indica en esquema en la figura 3.



Esta disposición es importante porque permite efectuar la regulación sobre la alta tensión  $-E-$  produciendo la intercalación de los arrollamientos  $-D-$  sobre una tensión reducida  $-E_s-$ , como se indica en la figura 3, donde  $-E_s-$  es la tensión secundaria del transformador.

Aun en este caso, como es natural, los transformadores pueden disponerse con o sin inversión, según el valor de la tensión regulada respecto a los valores extremos  $-E_1-$  y  $-E_2-$  de la tensión de alimentación.

Las disposiciones que en las figuras 1, 2 y 3 se han aplicado a una línea monofásica son aplicables, también, como es natural, a una línea trifásica, y los transformadores o elevadores de tensión pueden ser del tipo trifásico.

Con la disposición descrita anteriormente, la cual forma el objeto de la presente demanda de patente, se reduce un grupo para la regulación de la tensión de una línea monofásica o trifásica, a un conjunto de pequeños transformadores o elevadores de tensión elementales, que se han de intercalar convenientemente en la línea, como ya se ha dicho, para realizar un aumento o una disminución en la tensión principal que se ha de regular, y se han de poner en corto circuito en sus arrollamientos derivados cuando no se les exige ninguna acción sobre la tensión de la línea.

Dichos transformadores elementales pueden por lo tanto considerarse como unidades separadas como se indica en esquema en la figura 4.

A veces puede ser ventajoso, para razones de construcción, agrupar varios transformadores elementales en un conjunto único, como en la figura 5, donde hay tres transformadores elementales cuyos núcleos magnéticos son distintos y los arrollamientos en derivación son distintos también, mientras que un solo arrollamiento en serie abarca los diferentes núcleos magnéticos y por consiguiente sufre la acción de la magnetización de dichos núcleos en los sen



tidos determinados por el modo de intercalación de los arrollamientos derivados respectivos.

Una disposición práctica que merece notarse es la que se representa en la figura 6, donde están superpuestos los transformadores elementales  $-T_1-T_2-T_3-$ ; la figura se refiere como ejemplo a un sistema trifásico.

Esta disposición presenta un interés especial cuando los varios transformadores elementales han de funcionar todos en el mismo sentido, por ejemplo cuando han de funcionar todos para producir un aumento o una disminución, por el hecho de que la tensión regulada es siempre superior o siempre inferior a la tensión  $-E-$ .

En estas condiciones es evidente que las culatas magnéticas intermedias, cuando todos los transformadores elementales están intercalados, no tienen flujo magnético y el conjunto obra como un transformador trifásico normal.

Cuando un transformador elemental extremo se pone en corto circuito, el hierro correspondiente queda casi inactivo y todo pasa como si el transformador total bajaba una altura correspondiente a un transformador elemental.

Si en una disposición como la representada en la figura 6 uno o mas transformadores elementales han de funcionar en ambos sentidos, se ha de aumentar la sección de las culatas magnéticas correspondientes para conducir el flujo del hierro, producido por la inversión.

N O T A

Se reivindica como objeto de esta patente:

1) Disposición para la regulación de la tensión en las líneas eléctricas de corriente alterna, monofásica o trifásica, la cual comprende uno o varios transformadores o elevadores de tensión elementales intercalados en serie por uno de sus arrollamientos en la línea cuya tensión se quiere regular y conectados sucesivamente, por los otros arrollamientos, en derivación sobre la misma



línea o sobre otra línea de tensión diferente por medio de conmutadores que permiten intercalarlos, en carga, en un sentido o en el sentido opuesto o ponerlos en corto circuito, para obtener que la acción de dichos transformadores elementales se verifique en aumento o en disminución sobre la tensión que se ha de regular, o para que quede sin efecto sobre esta última tensión.

2) Disposición para la regulación de la tensión en las líneas eléctricas de corriente alterna según la reivindicación anterior, en la cual los transformadores elementales son unidades separadas independientes, o bien tienen comun el arrollamiento que ha de conectarse en serie con la línea que se ha de regular, o también están agrupados de modo que forman un núcleo magnético único con varias culatas magnéticas intermedias, sobre el cual están arrollados varios arrollamientos para cada fase dispuestos en serie entre ellos y en serie con la línea que se ha de regular, así como el mismo número de arrollamientos derivados destinados a intercalarse en un sentido, o en el sentido opuesto o bien a ponerse en corto circuito.

3) Regulación de la tensión para líneas eléctricas de corriente alterna.

Barcelona 8 de Enero de 1929.

F. A.  
*Franz Anton Hopp*

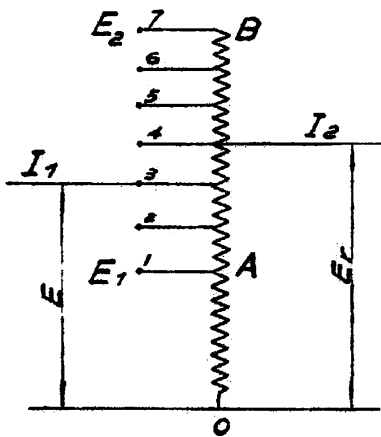


Fig. 1

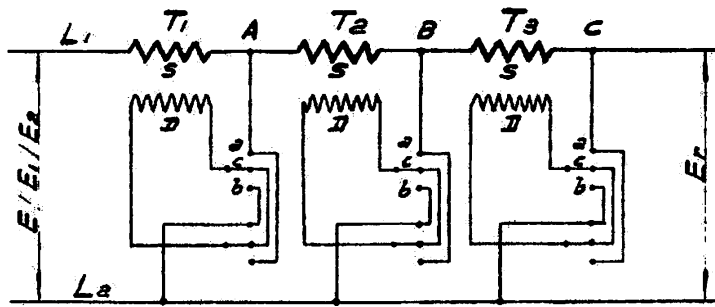


Fig. 2

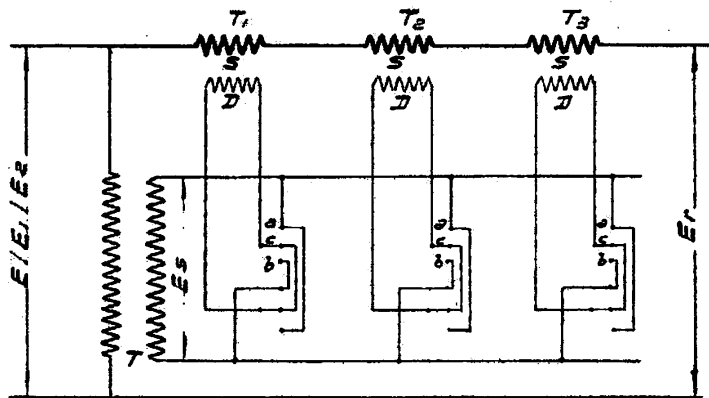


Fig. 3

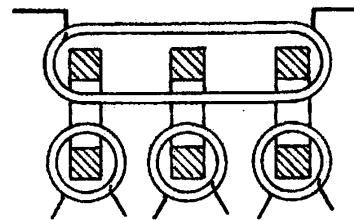


Fig. 5

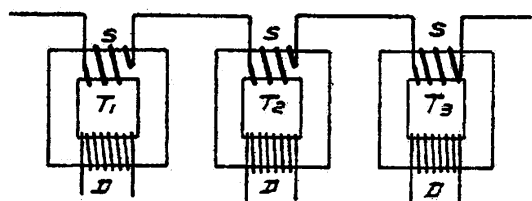


Fig. 4

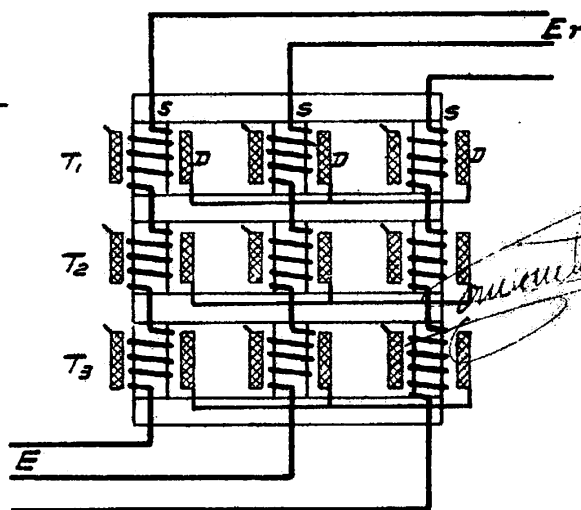


Fig. 6