

1 OCT 1931

PROPIEDAD INDUSTRIAL

MUNAR Y GUITART

SOCIEDAD EN COMANDITA

DIRECTORES:

MIGUEL MUNAR CONA
INGENIERO



BENITO GUITART TRULLS
ARQUITECTO

OFICINAS:

Calle de Diego de León, 6. - Teléfono S-52

MADRID

PATENTE DE INVENCION

POR VEINTE AÑOS

A FAVOR DE

D. Emilio Siegrist Spinsady, Ingeniero Industrial,

RESIDENTE EN

Madrid, Plaza de Chamberí, número 3.

POR

» APLICACION DE LA DISTRIBUCION TRIFILAR A LAS INSTALACIONES DE TRACCION ELECTRICA »

REGISTRADO

EN EL NEGOCIADO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

En el libro folio número

NOTAS: Las anualidades sucesivas deberán pagarse antes del de de cada año.

La práctica del objeto de la Patente deberá hacerse antes del de de 19



MEMORIA DESCRIPTIVA de una solicitud de patente de invención por 20 años por "APLICACION DE LA DISTRIBUCION TRIFILAR A LAS INSTALACIONES DE TRACCION ELECTRICA" a favor del Ingeniero Industrial Don Emilio Siegrist Spinedy, domiciliado en Madrid, Plaza de Chamberí número 3, 1.ª. derecha.

El objeto de esta patente es obtener una economía en el coste de establecimiento de las canalizaciones necesarias para alimentar toda clase de instalaciones de tracción eléctrica que necesiten centrales o subestaciones bipolares para su alimentación.

(5) Las canalizaciones eléctricas necesarias para alimentar los receptores que han de utilizar la energía se calculan en el caso de instalaciones de tracción eléctrica atendiendo principalmente a las máximas caídas de tensión compatibles con el funcionamiento de los motores de los tractores llegándose a admitir en los arranques caídas del orden del 30% del valor de la tensión a la salida de las subestaciones.

(10) Estas caídas, a pesar de lo elevadas que son que resultarían inadmisibles para cualquier otra instalación receptora, no evitan el empleo de cantidades considerables de cobre en las canalizaciones, debido a las magnitudes de las intensidades absorbidas por los tractores y a las distancias a que se han de colocar las subestaciones para que el coste de las mismas no resulte prohibitivo de la electrificación.

(20) Sabida es, la relación existente entre la tensión de la energía que circula por las canalizaciones y las secciones de estas últimas, por lo que desde un principio se ha tendido a emplear tensiones más elevadas en los hilos de contacto; la aplicación de la distribución trifilar que se propone, permite dilatar el campo de utilización de una tensión determinada y es aplicable a todas aquellas instalaciones de tracción eléctrica que necesiten centrales o subestaciones bipolares para su alimentación.



1931

(25) Con el sistema objeto de esta patente las secciones de las canalizaciones se reducen en las proporciones que luego se indican o las distancias de las subestaciones pueden aumentarse en la misma proporción que aquellas reducciones, a pesar de ser iguales a los actuales los valores de las tensiones utilizadas en los tractores y el aislamiento necesario en las canalizaciones, es en definitiva una distribución trifilar análoga a las antiguas distribuciones de alumbrado con un polo positivo, un neutro y un negativo, según se describe a continuación:

(30) Descripción del sistema.-

(35) Describiremos el sistema para los dos casos que pueden presentarse, o sea su aplicación al caso de vía única y al de doble vía, y a fin de simplificar esta exposición desarrollamos solo el caso de tracción por corriente continua.

a) vía única.-

(40) En la figura 1 está representada la distancia comprendida entre dos subestaciones A y Z, en cada una de las cuales hay dos puentes conectados en serie, la canalización aérea se ha dividido en tres partes: dos extremas, alimentada cada una por el polo positivo de la subestación adyacente y una central alimentada por los polos negativos de ambas; los carriles están unidos a los puntos neutros de ambas subestaciones.

(45) De la elección de las longitudes que alimenta cada polo según la repartición de las cargas depende la máxima economía de cobre y la mínima pérdida de energía en la canalización.

(50) Para este estudio, y a fin de presentar un caso concreto, supongamos que el consumo es uniforme en toda la línea y la resistencia de la canalización es simétrica a partir de las subestaciones, cada una de estas alimentará la mitad de la distancia que hay entre ambas, es decir $\frac{L}{2}$. Considerando el trozo alimentado por la subestación A, para que los puentes estén equilibrados, cada polo deberá alimentar la mitad de la distancia A F, o sea $\frac{L}{4}$, y el consumo de cada una de estas partes lo representamos por una carga situada en el centro de aquellas, siendo por

(55)



lo tanto iguales ambas cargas y a ellas corresponderá igual intensidad, si las caídas de tensión desde la subestación a las mismas son idénticas. La corriente seguirá el camino indicado por las flechas y en este caso por los carriles no circulará corriente hacia la subestación. En general

- (60) este caso se presentará pocas veces en la práctica, como ocurre en las distribuciones trifilares de alumbrado de corriente continua, pero como en aquellas se acostumbra a hacer, lo consideramos para nuestro estudio, a fin de simplificarlo; además, como las canalizaciones se han de prever para el máximo consumo, convendrá establecerlas de modo que cuando este tenga lugar, los puentes estén equilibrados.

- (65) Veamos las secciones de la canalización de ambos puentes y compáremosla con la necesaria con un solo puente. Las secciones de las canalizaciones de tracción eléctrica se establecen atendiendo principalmente a las caídas de tensión; ya hemos indicado anteriormente que en estas instalaciones se admiten caídas máximas del 30% y a ellas corresponden caídas medias de 10%, siendo debida esta diferencia a la que existe entre la corriente absorbida en los arranques y la correspondiente a los periodos de marcha normal.

- (70) En las instalaciones con un solo puente, las caídas de tensión son debidas a la resistencia de la canalización aérea (camino de ida) y a la de los carriles y feeders negativos (camino de retorno de la corriente) y dada la relación de estos dos valores generalmente la caída de tensión en el camino de retorno oscila entre el 35 y el 50 % de la caída total; en este estudio se considerará que la caída de tensión correspondiente al
- (80) circuito de retorno es el tercio de la caída total, y siendo este igual al 30 % de la tensión a la salida de las subestaciones, aquella será por lo tanto el 10 % de dicha tensión.

- (85) Si se observa en el camino recorrido por la corriente en el caso que se ha considerado, se vé que por los carriles recorre el trozo B D y la caída de tensión que se producirá en él podemos dividirla en dos iguales correspondientes a las cargas situadas en B y en D. Si existiera un solo puente, el camino de retorno de la carga situada en B será B A, que es igual a B C y el de la situada en D sería D A, que es el triple de C D, luego para igual caída de tensión total la que tenga lugar en la canali-



(90) zación aérea, debida a la carga en D podrá ser un 6,66 % mayor que la que haya en la canalización que alimenta la carga B.

Llamando E a la tensión de cada puente a la salida de la subestación A, los valores de las caídas de tensión que producen cada carga, serán:

(95) Para la carga situada en B:

$$0,3 E = \rho \frac{L}{8} \frac{I}{S} + 0,1 E$$

o sea:

$$0,2 E = \rho \frac{L}{8} \frac{I}{S} \tag{1}$$

Para la carga situada en D:

(100) $0,3 E = \rho \frac{3}{8} \frac{L}{S''} I + 0,033 E$

o sea:

$$0,267 E = \rho \frac{3}{8} \frac{L}{S''} I \tag{2}$$

de (1) y (2) se deduce respectivamente:

$$S' = 0,625 \rho \frac{L I}{E} \quad \text{y} \quad S'' = 1,404 \rho \frac{L I}{E}$$

(105) y el volúmen total de la canalización aérea será:

$$V = S' \frac{L}{4} + S'' \frac{L}{2} = 0,858 \rho \frac{L^2 I}{E} \tag{3}$$

Veamos el volúmen que se necesita en la actualidad con un solo puente. La sección de la canalización aérea en este caso puede ser decreciente con la distancia a las subestaciones (sección no uniforme) o puede ser igual en todo el recorrido para la mejor repartición de la carga entre las dos subestaciones (sección uniforme).

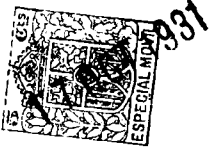
(110) En el caso de sección no uniforme, supongamos que desde A hasta C la sección de la canalización aérea es S; y desde C hasta F esta sección es S': la ecuación de la caída de tensión en toda la canalización aérea será:

$$0,2 E = \rho \frac{L}{8} \frac{2 I}{S} + \rho \frac{L}{8} \frac{I}{S} + \rho \frac{L}{8} \frac{I}{S'}$$

y si como ocurre en la práctica $S' = \frac{S}{2}$

$$0,2 E = \frac{5}{8} \rho L \frac{I}{S}$$

de donde: $S = 3,12 \rho \frac{L I}{E}$



(120) y el volúmen será:

$$V = S \frac{L}{4} + S' \frac{L}{4} = \frac{3}{8} LS = 1,17 \rho \frac{L^2 I}{E} \quad (4)$$

El volúmen indicado en (3) es el 73,3 % del indicado en (4), es decir, que con esta distribución se obtendría una economía en el cobre de la canalización aérea igual al 26,7 %.

(125) Si la sección es uniforme la ecuación de la caída de tensión en la canalización aérea será:

$$0,2 E = \rho \frac{L}{8} \frac{2I}{S} + \rho \frac{L}{4} \frac{I}{S} = \rho \frac{1}{2} \frac{LI}{S}$$

de donde se deduce: $S = 2,5 \rho \frac{L I}{E}$

y el volúmen será:

$$(130) \quad V = S \frac{L}{2} = 1,25 \rho \frac{L^2 I}{E} \quad (5)$$

en este caso el volúmen de la canalización con distribución trifilar es el 68,6 % del hallado últimamente, o sea, que habría una economía igual al 31,4 %.

b) doble vía.-

(135) En la figura 2 se representa el trozo de línea comprendido entre dos subestaciones, que no necesita explicación; en ella se ha supuesto que el consumo en ambas vías es idéntico, si no fuera así, como ocurre en los trozos de línea de perfil accidentado, a fin de equilibrar ambos puentes, convendría permutar la alimentación de las vías, a fin de que cada polo de las subestaciones alimenten trozos de igual consumo, operación que convendría estudiar en cada caso en vista de la frecuencia de tráfico prevista para que en los momentos de máximo consumo los puentes estén sensiblemente equilibrados.

(145) Razonando análogamente al caso de vía única, para establecer las ecuaciones de caída de tensión en el caso presente, se observa que así como cuando se utiliza un solo puente en las subestaciones la corriente retorna a estas por los carriles, si se emplean dos puentes solo circulará por ellos en dirección a las subestaciones la diferencia del consumo en ambos puentes y si para el caso de máxima carga esta es igual en los dos, la corriente circulará por los carriles únicamente por el trozo de estos comprendido entre las distintas cargas y en la propor-



(155) ción necesaria para alimentarlas convenientemente; en estas condiciones no es exagerado admitir que la caída de tensión en los carriles es el tercio que si se emplea la distribución bifilar; en ambos casos la sección de la canalización aérea puede ser uniforme o decreciente; veamos los cuatro casos que pueden presentarse y para simplificar admitiremos que en ambas vías la sección de la canalización aérea es idéntica:

1º.- Distribución bifilar con sección uniforme, distribución trifilar con sección uniforme.-

(160) La ecuación de la caída de tensión en la canalización aérea de cada vía con la distribución bifilar, es:

$$0,2 E = \rho \frac{1}{8} \frac{L}{S}^2 I + \rho \frac{2}{8} \frac{L}{S} I = \rho \frac{1}{2} \frac{L}{S} I$$

de donde se deduce: $S = 2,5 \rho \frac{L I}{E}$

(165) y el volumen correspondiente a las dos vías en el trozo comprendido entre A y F es:

$$V = 2 S \frac{L}{2} = 2,5 \rho \frac{L^2 I}{E} \quad (6)$$

Con distribución trifilar, la ecuación de la caída de tensión total de una vía asignando a ella la mitad de la caída total que hay en los carriles es:

(170) $0,3 E = \rho \frac{1}{8} \frac{L}{S}^2 I + \rho \frac{2}{8} \frac{L}{S} I + 0,0165 E$

o sea: $0,2835 E = \frac{1}{2} \rho \frac{L}{S} I$

de donde: $S = 1,765 \rho \frac{L I}{E}$

y el volumen para ambas vías en el trozo A F :

$$V = 2 S \frac{L}{2} = 1,765 \rho \frac{L^2 I}{E} \quad (7)$$

(175) La economía empleando distribución trifilar es por lo tanto igual al 29,4 %.

2º.- Distribución bifilar con sección uniforme, distribución trifilar con sección decreciente.-

(180) El volumen para las dos vías con distribución bifilar viene dado por (6)

La caída de tensión total en una vía en el caso de adoptar la distribución trifilar siendo $S' = \frac{S}{2}$, es:



$$0,3 E = \rho \frac{1}{8} \frac{L}{S}^2 I + \rho \frac{1}{8} \frac{L}{S} I + \rho \frac{1}{8} \frac{L}{S} I + 0,0165 E =$$

$$= \frac{5}{8} \rho \frac{L}{S} I + 0,0165 E$$

(185) de donde se deduce: $S = 0,2195 \rho \frac{L I}{E}$

y el volúmen para las dos vías desde A hasta F:

$$V = 2 S \frac{L}{4} + 2 S' \frac{L}{4} = 1,646 \rho \frac{L^2 I}{E} \quad (8)$$

que comparado con (6) es 34,2 % menor.

(190) 3º.- Distribución bifilar con sección decreciente, distribución trifilar con sección uniforme.-

La caída de tensión en la canalización aérea de cada vía con distribución bifilar es:

$$0,2 E = \rho \frac{1}{8} \frac{L}{S}^2 I + \rho \frac{1}{8} \frac{L}{S} I + \rho \frac{1}{8} \frac{L}{S} I = \frac{5}{8} \rho \frac{L}{S} I$$

de donde se deduce:

(195) $S = 3,12 \rho \frac{L}{E} I$

a la que corresponde un volúmen para ambas vías:

$$V = 2 S \frac{L}{2} = 3,12 \rho \frac{L^2 I}{E} \quad (9)$$

Resultando que el volúmen indicado por (7) es 43,4 % menor.

(200) 4º.- Distribución bifilar con sección decreciente, distribución trifilar con sección decreciente.-

Este es el caso más corriente en la práctica y los volúmenes de la canalización aérea, vienen dados por (9) y (8) resultando ser este último 47,2 % menor que aquél.

(205) Resumiendo, las economías de metal en la canalización aérea en los distintos casos estudiados son los indicados en el cuadro siguiente:

	Vías	Distribución bifilar	Distribución trifilar	Economía obtenida con la trifilar
(210)	Unica	{ sec. uniforme sec. decreciente	dos sec. distintas	31,4 %
				26,7 %
(215)	Doble	{ sec. uniforme sec. decreciente	sec. uniforme	29,4 %
				sec. decreciente
		{ sec. uniforme sec. decreciente	sec. uniforme	
				sec. decreciente



Se observa en el cuadro anterior que en el caso de vía única, cuando la sección es decreciente con distribución bifilar, la economía es menor que en el caso de sección uniforme al revés de lo que ocurre en doble vía y esto es debido a que en el primer caso la corriente de las secciones próximas a las subestaciones recorre por los carriles trayectos iguales con ambas distribuciones, por lo que en la sección de la canalización aérea de estas secciones no se puede obtener tanta economía como en el caso de doble vía.

Las economías anteriores se refieren únicamente a las canalizaciones aéreas y a ellas hay que sumar las debidas a la supresión de los feeders de retorno en el caso de distribución bifilar que principalmente cuando se trata de una red de tranvías urbanos representan un importante capital de establecimiento.

Con el sistema propuesto se observa que en los tractores la corriente circula en uno u otro sentido, según el polo con que se hallen en contacto, este no es un inconveniente puesto que en los motores de corriente continua el sentido de giro es el mismo cuando la corriente cambia a la vez en el inductor y en el inducido y en el caso que en la distribución interior de los tractores existiera algún aparato que tuviera que ser alimentado siempre en el mismo sentido, se puede dotar a estos de un conmutador bipolar, cuyo accionamiento puede ser manual o automático; en el caso de tratarse de tractores de corriente alterna tampoco existe inconveniente en adoptar esta distribución por la misma naturaleza de esta corriente, sin embargo, las economías de cobre en este caso son un 10 % menores debido a la auto-inducción de las líneas aéreas.

Hay que observar que cuando una misma vía tenga trozos alimentados por un polo y otros por el opuesto, entre ambos trozos habrá que dejarse un espacio de línea aérea sin corriente, cuya longitud sea algo superior que la correspondiente al mayor número de tractores que puedan ir acoplados en un mismo tren, análogamente a lo que se hace en la actualidad en los cruces de líneas de distinta administración. A fin de no tener que establecer muchas secciones aisladas en las estaciones, todas las vías correspondientes a cada una de ellas convendrá alimentarlas con un solo puente y únicamente en las grandes estaciones de clasificación se podrán alimentar unos haces de vías con un polo y los restantes con el contra-



rio, es cuestión esta de estudiar en cada caso, según las conveniencias
(255) de la explotación, pero siempre con miras a que las cargas se equilibren en ambos puentes análogamente a la práctica que se sigue en las instalaciones multipolares de alumbrado.

Otra ventaja muy importante de esta distribución es que se disminuyen las acciones de las corrientes vagabundas sobre las masas metálicas que se hallan en contacto con tierra.
(260)

- N O T A -

La patente de invención por 20 años que se solicita, es propia y nueva; debiendo recaer sobre las reivindicaciones o partes principales de la invención siguientes:

- 265 1ª. En una "APLICACION DE LA DISTRIBUCION TRIFILAR A LAS INSTALACIONES DE TRACCION ELECTRICA" caracterizada por la distribución de la red en forma trifilar, siendo adaptable a todas aquellas instalaciones de tracción eléctrica existentes o proyectadas que necesiten centrales o subestaciones bipolares para su alimentación.
- 270 2ª. En una aplicación según la reivindicación 1ª., tal que en las instalaciones de tracción eléctrica de que se trata la distribución racional de líneas con lo que se obtiene una economía de los conductores de las canalizaciones aéreas, que puede oscilar entre 29,4 y 47,2 % de los necesarios con la práctica actual.
- 275 3ª. En una aplicación según la reivindicación 1ª., la supresión de los feeders o alimentadores necesarios para el polo unido a los carriles.
- 4ª. En una aplicación según la reivindicación 1ª., tal que sin aumentar la sección de los conductores de las canalizaciones aéreas de las instalaciones existentes de tracción eléctrica se puede prestar un buen servicio aunque el tráfico aumente.
- 280 5ª. En una aplicación según la reivindicación 1ª., la obtención de la disminución en gran proporción de las acciones de las corrientes vagabundas sobre las masas metálicas que se hallan en contacto con tierra por disminuir el recorrido de las corrientes por los circuitos de los carriles.



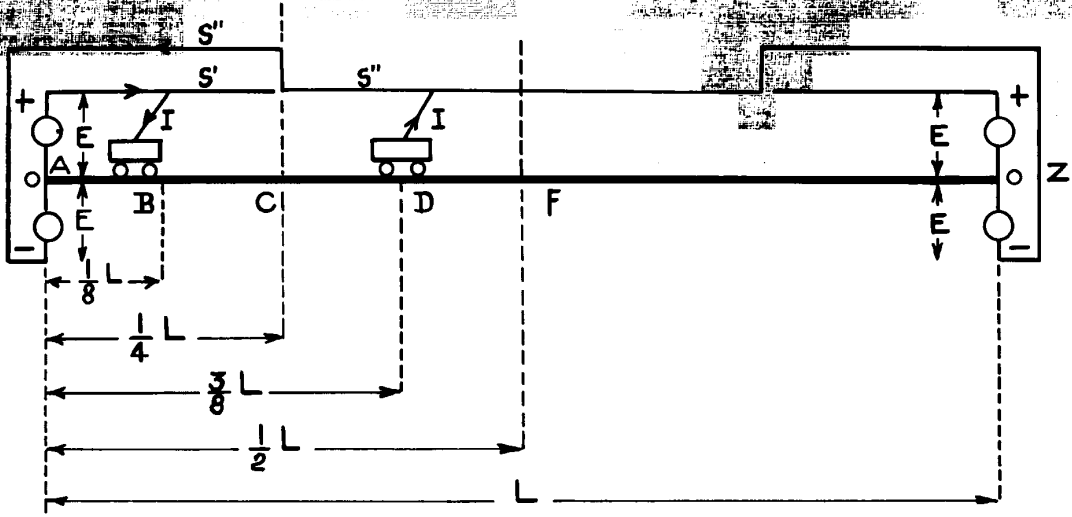
1931

6ª. Esta patente de invención tiene por objeto la "APLICACION DE LA
285 DISTRIBUCION TRIFILAR A LAS INSTALACIONES DE TRACCION ELECTRICA" se-
gún se describe en la presente memoria y planos adjuntos.

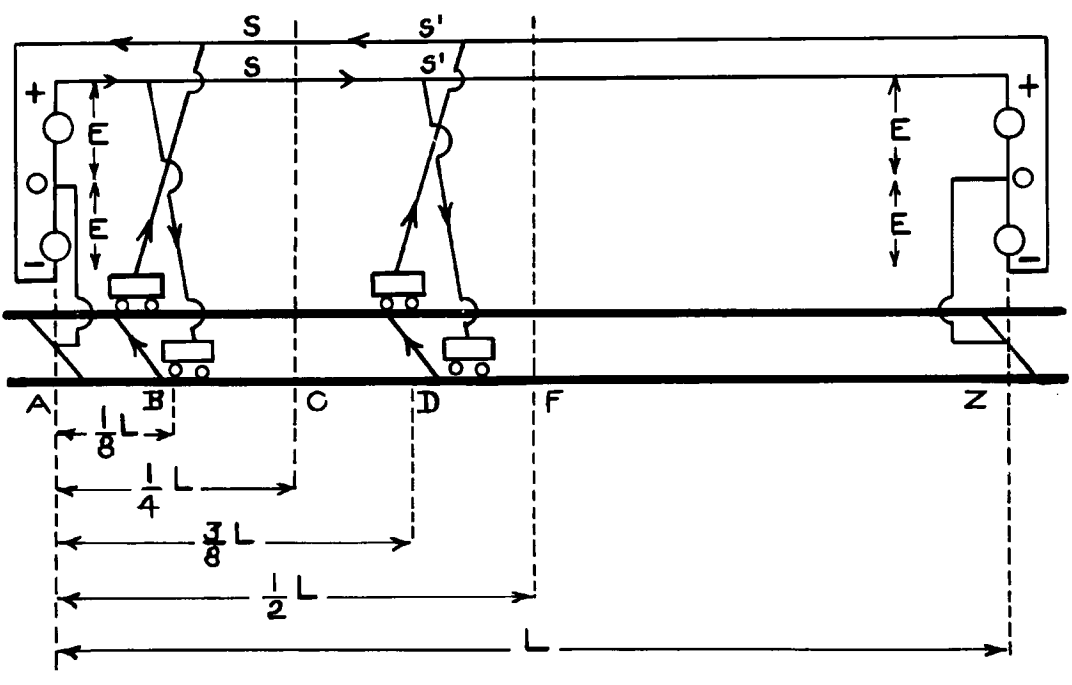
Esta memoria consta de 10 hojas escritas a máquina por una sola
cara.

Madrid 15 de Octubre de 1931

Benito Santalucia



—Fig. 1—



—Fig. 2—

ESCALA VARIABLE

Acuto para...