



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

a favor de

SIEMENS SCHUKERTWERKE Aktiengesellschaft - domiciliada en
Berlin Siemensstadt (Alemania)

por

"Línea aérea con amortiguadores de oscilación".

-----:-----

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

Se ha ya propuesto disminuir las oscilaciones mecánicas de los conductores que se producen en líneas aéreas suspendiendo del conductor dispositivos que consisten en un conjunto capaz de oscilar que trabaja por masa y elasticidad. Por las oscilaciones del conductor se excitan también los dispositivos amortiguadores suspendidos en la línea a oscilaciones que obran por reacción sobre las oscilaciones del conductor.

Los dispositivos alcanzan solamente un efecto bastante favorable en cuanto su masa, elasticidad y amortiguación correspondan a condiciones determinadas y en cuanto además los amortiguadores estén suspendidos en lugares determinados de la línea.



Hasta ahora los diferentes valores de las magnitudes a tener en cuenta no se habian determinado de antemano. Al contrario se construian dispositivos de ensayo y se los suspendia en cualquier lugar de la linea. Si se demostraba que no resultaba ningun efecto amortiguador entonces se tomaba otro amortiguador o se suspendia éste en un otro lugar hasta que se alcanzaba un resultado satisfactorio.

Es claro que a consecuencia de la gran posibilidad de variación de las diferentes magnitudes no puede obtenerse de esta manera el mejor resultado. Además se ha comprobado que un dispositivo hallado según el procedimiento arriba explicado no alcanzaba siempre el efecto satisfactorio observado sino que con otras condiciones de viento el efecto del amortiguador era insuficiente. Esto depende de que en una misma linea se producen oscilaciones, cuya frecuencia o cuya longitud de onda difieren mucho entre si. En casos normales ya hay diferencias respecto a la longitud de onda que alcanzan la proporción de 1:3. Este valor aun es mas desfavorable en casos excepcionales.

Estas dificultades hacen comprender que hasta ahora las opiniones sobre el valor de los dispositivos oscilantes de amortiguación aun estaban divididas y que en muchos casos por ensayos ha sido observado que generalmente los dispositivos amortiguadores utilizados no producian ninguna disminución de oscilaciones del cable.

Por la invención se suprime la inseguridad hasta hoy existente y se hace posible determinar de antemano dispositivos, y lugares determinados de suspensoon para los dispositivos, en los cuales respecto al alcance de las frecuencias posibles con seguridad, resulta un efecto amortiguador óptimo. Según la invención los amortiguadores se constituyen de tal modo y se suspenden en tales lugares de la linea aérea que satisfacen a la



condición siguiente:

$$\frac{1}{c \left| \sin \frac{b}{a} \omega \right|} \left\{ \sqrt{1 + \frac{\left[\left(1 - \frac{a}{\mu \omega \sin \frac{b}{a} \omega} \right) \left\{ \left[\left(\frac{\nu}{\omega} \right)^2 - 1 \right]^2 + \left(\frac{\rho}{\omega} \right)^2 \right\} + \left(\frac{\nu}{\omega} \right)^2 - 1 \right]^2}{\frac{\rho}{\omega}}} \right. \right. \\ \left. \left. + \sqrt{\left(1 - c \cos \frac{b}{a} \omega \right)^2 + \frac{\left[\left(1 - \frac{a}{\mu \omega \sin \frac{b}{a} \omega} \right) \left\{ \left[\left(\frac{\nu}{\omega} \right)^2 - 1 \right]^2 + \left(\frac{\rho}{\omega} \right)^2 \right\} + \left(\frac{\nu}{\omega} \right)^2 - 1 \right]^2}{\frac{\rho}{\omega}}} \right\} \leq 10 \quad (1)$$

y además si es ventajoso:

$$\frac{\mu \omega}{a} \sqrt{\frac{\left(\frac{\nu}{\omega} \right)^2 + \left(\frac{\rho}{\omega} \right)^2}{\left[\left(\frac{\nu}{\omega} \right)^2 - 1 \right]^2 + \left(\frac{\rho}{\omega} \right)^2}}$$

$$\sqrt{1 + \frac{\left[\left(1 - \frac{a}{\mu \omega \sin \frac{b}{a} \omega} \right) \left\{ \left[\left(\frac{\nu}{\omega} \right)^2 - 1 \right]^2 + \left(\frac{\rho}{\omega} \right)^2 \right\} + \left(\frac{\nu}{\omega} \right)^2 - 1 \right]^2}{\frac{\rho}{\omega}}} \leq 10 \quad (2)$$

En esta condición, las magnitudes correspondientes a las oscilaciones que se producen son:

a = Velocidad de las ondas referente al cable en cm.seg.

m = masa de cable por unidad de longitud en Kg.seg² cm².

ω = pulsación de las oscilaciones que se presentan en en seg⁻¹. Las magnitudes correspondientes a las dimensiones y la suspensión de los dispositivos oscilantes son:

μ = relación de masa de la masa amortiguadora de oscilaciones: masa de un trozo de cable de 1 centimetro de longitud.

ν = pulsación del amortiguador de oscilaciones sin tener en cuenta la fricción en seg⁻¹.

ρ = Doble exponente de amortiguación del amortiguador de oscilaciones en seg⁻¹.

b = Distancia del amortiguador desde el lugar de suspensión del cable en cm.

Estas condiciones están fundadas sobre ensayos en líneas aé-



reas y sobre un cálculo verificado por los ensayos, el cual por la ecuación diferencial de la cuerda oscilante determina el movimiento del cable bajo la influencia del amortiguador de oscilaciones. El cálculo se ha efectuado para el caso de resonancia como caso mas desfavorable. La condición -1- corresponde a la circunstancia de que para la disminución del esfuerzo del cable es conveniente una desviación de ángulo lo mas pequeña posible del cable. Ahí se habia comprobado hasta ahora el esfuerzo principal de los cables. La condición -2- corresponde a la suposición complementaria de que en el lugar de suspensión de amortiguador tampoco ha de haber ninguna desviación demasiado grande de ángulo ya que entonces en los lugares de suspensión de la linea se evitan sobrecargas pero que no obstante en ciertas condiciones podia producirse en el lugar de suspensión del amortiguador de oscilación una sobrecarga.

Un dispositivo según la invención se determina por las condiciones arriba citadas suponiendo al principio valores determinados $\frac{a}{\omega v}$; $\frac{c}{v}$; $\frac{b v}{a}$ y que luego introduciendo estos valores en las condiciones (1) y (2) para una frecuencia designada por $\frac{v}{\omega}$ se comprueba si el valor de las ecuaciones es menor que 10. Si la condición no se alcanza entonces el cálculo da ya una serie de puntos de apoyo para otros valores que corresponden a las condiciones. A veces es necesaria una suposición repetida de valores. Pero siempre es posible definir de esta manera valores que corresponden a las condiciones. El resultado puede entonces emplearse para cualquier caso de la misma frecuencia introduciendo en cada caso la velocidad de onda a, la masa m de cable y las frecuencias de oscilación ω que se producen.

Por ejemplo resultan por la elección de $\frac{a}{\omega v} = 1$; $\frac{c}{v} = 1$; $\frac{b v}{a} = 1$ en una frecuencia aun algo mayor que $\frac{v}{\omega} = 0,4$ hasta 1,6 valores correspondientes a las condiciones (1) y (2). Estos valo-



res se anotan en una hoja de curvas. Si se trata pues de un cable con una velocidad de onda $a = 16.000$ cm/seg. con un peso de cable por cm. de longitud de $m.g = 0,004$ Kg. cm. y con frecuencias de oscilación de $10...40$ H^z (por lo tanto pulsaciones $62.8...251$ seg⁻¹) resulta la frecuencia propia del amortiguador de oscilación (sin tener en cuenta la amortiguación) 16 H^z que corresponde a una pulsación de 100 seg⁻¹.

De $\frac{a}{\mu v} = 1$ resulta la relación de masa

$$\mu = \frac{a}{v} = \frac{16000}{100} = 160$$

10 por lo tanto el peso de la masa del amortiguador de oscilación

$$G = 160 \cdot 0,004 = 0,64 \text{ kg.}$$

De $\frac{\rho}{v} = 1$ resulta el exponente de amortiguación

$$\frac{\rho}{2} = \frac{100}{2} = 50s^{-1}$$

y de $\frac{bv}{a} = 1$ resulta la distancia del lugar de suspensión del dispositivo amortiguador de oscilación desde el lugar de suspensión del cable

$$b = \frac{a}{v} = \frac{16000}{100} = 160 \text{ cm.}$$

N O T A

Se reivindica como objeto de esta patente:

20 1) Línea aérea con amortiguadores de oscilación caracterizada por corresponder la disposición a la condición siguiente:

$$\frac{1}{2 \left[\sin \frac{b}{a} \omega \right]} \left\{ \sqrt{1 + \frac{\left[\left(1 - \frac{a}{\mu \omega \sin \frac{b}{a} \omega} \right) \left\{ \left[\left(\frac{v}{\omega} \right)^2 - 1 \right]^2 + \left(\frac{\rho}{\omega} \right)^2 \right\} + \left(\frac{v}{\omega} \right)^2 - 1 \right]^2}{\frac{\rho}{\omega}}} \right. \right. \\ \left. \left. + \sqrt{\left(1 - 2 \cos \frac{b}{a} \omega \right)^2 + \frac{\left[\left(1 - \frac{a}{\mu \omega \sin \frac{b}{a} \omega} \right) \left\{ \left[\left(\frac{v}{\omega} \right)^2 - 1 \right]^2 + \left(\frac{\rho}{\omega} \right)^2 \right\} + \left(\frac{v}{\omega} \right)^2 - 1 \right]^2}{\frac{\rho}{\omega}}} \right\}$$

$$\leq 10 \quad (1)$$



siendo a = velocidad de las ondas en el cable en cm/seg.

m = masa de cable por unidad de longitud en Kg. seg^2/cm^2 .

5

ω = pulsación de las oscilaciones que se presentan en seg^{-1} .

μ = relación de masa de la masa amortiguadora de oscilaciones : masa de un trozo de cable de un centimetro de longitud.

10

ν = pulsación del amortiguador de oscilaciones sin tener en cuenta la fricción en seg^{-1} .

ρ = doble exponente de amortiguación del amortiguador de oscilación en seg^{-1} .

b = distancia del amortiguador de oscilaciones desde el lugar de suspensión del cable en cm.

15

2) Línea aérea con amortiguadores de oscilación con disposición según la reivindicación 1 caracterizada por corresponder además a la condición:

$$\frac{\mu \omega}{a} \sqrt{\frac{(\frac{\nu}{\omega})^4 + (\frac{\rho}{\omega})^2}{[(\frac{\nu}{\omega})^2 - 1]^2 + (\frac{\rho}{\omega})^2}}$$

$$\sqrt{1 + \frac{\left[\left(1 - \frac{a}{\mu \omega \sin \frac{b}{a} \omega} \right) \left\{ \left[\left(\frac{\nu}{\omega} \right)^2 - 1 \right]^2 + \left(\frac{\rho}{\omega} \right)^2 \right\} + \left(\frac{\nu}{\omega} \right)^2 - 1 \right]^2}{\frac{\rho}{\omega}}} \leq 10 \quad (2)$$

3) Línea aérea con amortiguadores de oscilación.

Barcelona 16 de Octubre de 1930.

Musique p.o. Barlow