



324083

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

a favor de CENTRE DE RECHERCHES DE PONT-À-MOUSSON, entidad francesa, domiciliada en Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle-Francia), Avenue Camille-Cavallier, por "PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO DE HILOS DE ACERO".

- . -

MEMORIA DESCRIPTIVA

Este invento se refiere al tratamiento térmico de hilos de acero y sobre todo, pero no exclusivamente, al de los hilos de acero destinados a la fabricación de paneles de enrejado soldados.

5. De ordinario, el hilo de acero previamente estirado o laminado y luego enroscado y enderezado se suelda en paneles de enrejado, los cuales se tratan en un horno de grandes dimensiones. El tratamiento térmico dura más de 20 minutos.
10. Según el invento, se ha descubierto que un ascenso rápido de temperatura aplicado al hilo de acero antes de combinarlo en enrejado permite suprimir el tratamiento,



324083

en el horno de los paneles y realizar así un ahorro importante, no obstante obtenerse productos acabados de la misma buena calidad.

5. El invento tiene pues por objeto un procedimiento de tratamiento térmico de hilos de acero enmoscados, enderezados y tronizados en barras, el cual consiste en sujetar la barra entre mordazas de manera que se cierre un circuito eléctrico y en hacer pasar por dicha barra una corriente eléctrica durante un tiempo muy breve, para que se caliente a temperatura que no sobrepase los 300°C.

10. El invento tiene también por objeto una instalación para la puesta en práctica de dicho procedimiento, la cual se monta cerca de una máquina enderezadora de hilo y comprende, en combinación: un circuito eléctrico de caldeo de la barra, circuito que está cerrado por la propia barra; en serie en este circuito, un contactor de apertura y de cierre, y un circuito auxiliar de regulación de la energía, que gobierna la apertura y el cierre del circuito de caldeo en función de la energía que atraviesa la barra.

15. Gracias a este procedimiento y a esta instalación, es posible efectuar el tratamiento térmico del hilo inmediatamente que éste sale de la máquina de enderezar y tronzar, e incluso adaptar la instalación a la máquina enderezadora.

20. Además, el tratamiento térmico según el invento permite ventajosamente detener el fenómeno de envejecimiento de la barra de acero cuando se han alcanzado las características mecánicas deseadas (resistencia y límite elástico).

25. 30.

324083

8



Otras características y ventajas se desprenderán del curso de la descripción que sigue.

- En el dibujo adjunto, que se expone únicamente a título de ejemplo: la figura 1 es una vista esquemática en planta de una instalación según el invento para el tratamiento térmico de hilos de acero; la figura 2 es un diagrama comparativo de las curvas de tracción de un hilo tratado conforme el invento y de un hilo no tratado, que indican, en las abscisas, el porcentaje de alargamiento-A-del hilo y, en las ordenadas, las cargas-C-a que está sometido el hilo.
5. Según el ejemplo de realización representado en la figura 1, el invento se aplica a un hilo -F-, laminado o estirado, enmoscado y, por último, enderezado. Se ve en la figura 1 que el hilo -F- sale de una máquina enderezadora -R-, de tipo conocido, constituida por ejemplo por un cuadro enderezador giratorio, precedido y seguido por rodillos de arrastre. El hilo pasa luego bajo unas cizallas -C- para ser cortado en una barra -l-, de longitud determinada, que ha de someterse al tratamiento térmico.
10. La barra se traslada a una instalación de caldeo por resistencia y, más exactamente, se coloca entre dos pares de mordazas que la prenden por sus extremos. Cada par de mordazas metálicas, hechas, por ejemplo, de cobre o aleación de cobre, comprende una mordaza fija -2-, unida a un circuito eléctrico de caldeo, y una mordaza móvil -3-, montada en el extremo del vástago de émbolo de un gato -V- de efecto doble y con mando neumático. Cada mordaza móvil -3- está convenientemente aislada eléctricamente del vástago de émbolo del gato -V- correspondiente.
15. El mando de los dos gatos -V- está constituido de
- 20.
- 25.
- 30.

324083

3



- la manera siguiente: en los extremos de los cilindros de estos gatos desembocan, a uno y otro lado del émbolo, dos conductos 4 y 5, que sirven alternativamente de conducto de llegada de flúido a presión y de descarga. Los conductos -4- y -5- están unidos a una válvula de distribución -6- de cuatro vías. Dos de estas vías son precisamente los conductos -4- y -5-. Las dos otras vías son: de una parte, un conducto de alimentación -7- de flúido a presión y, de otra parte, un conducto de descarga -8-.
- 5.
10. El circuito eléctrico que sirve para el tratamiento térmico de la barra -1- conforme el invento está constituido, por ejemplo, de la manera siguiente:
- Una línea de alimentación bifilar -9-, unida a la red, aporta corriente alterna a las mordazas metálicas fijas -2- pasando por un contactor -10-, un transformador -11- y unos conductores -12-. El contactor -10- está gobernado por un electroimán -13-, alimentado por un circuito auxiliar -14- de regulación de la energía enviada a la barra -1-. Este circuito -14- recibe corriente inducida de un hilo del circuito -12-, a través de una bobina de inducción -15-. En el circuito -14- está montado un regulador de energía -16, del tipo comercial que se utiliza comúnmente en las máquinas de soldar. Dicho regulador consta en esencia de un condensador, cuya carga es función de la intensidad y del tiempo y tal que el productos de la intensidad por el tiempo se mantiene constante de modo que cada barra reciba una energía constante para asegurar la regularidad del tratamiento. El funcionamiento de este regulador -16- depende de la energía que ha atravesado la barra -1-. Si la tensión de alimentación de la línea -9- varía, varía en el mismo sentido la ener-
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



324083

gía que atraviesa la barra -1-, pero el retardo de intervención del regulador -16- varía en sentido contrario, lo mismo que, en consecuencia, la duración de puesta en tensión de la barra -1-. Es por este motivo que el regulador de energía -16- asegura la regularidad del tratamiento térmico de las barras -1-.

5.

Por medio de esta instalación se procede al tratamiento térmico de una barra -1- del modo siguiente:

Después de haber tronzado una barra -1-, se sitúa ésta entre las mordazas -2- y -3-. Se acciona la válvula -6- de manera que se cierren las mordazas -2- y -3-. Estas se aprietan sobre la barra -1-. A su vez, se cierra el contactor -10-. El hilo de acero recibe entonces una corriente eléctrica de baja tensión, por ejemplo del orden de 10 Volt, con fuerte intensidad, del orden de 400 Ampère a la frecuencia de la red, durante 20 a 30 segundos.

10.

15.

El tiempo de tratamiento es función de la energía que ha atravesado la barra -1-. Como se ha visto antes, el regulador -16- regula el tiempo de puesta en tensión de la barra -1-, de modo que sea atravesada por una energía predeterminada. Esta energía es igual para todas las barras tratadas de un diámetro dado.

20.

Si se utiliza un potencial eléctrico de caldeo más alto, puede reducirse el tiempo de caldeo. Por ejemplo, con un potencial apropiado se puede llevar el tiempo de caldeo hasta unos segundos, acaso -4- a 10 segundos, de modo que se adapte el tratamiento térmico según el invento a la marcha de la máquina-R-enderezadora del hilo.

25.

El hilo se lleva así a una temperatura del orden de 300°C. Toma un color amarillo pajizo. Transcurrido el

30.

30.



324083

tiempo mencionado, el regulador de energía -16-, actuando sobre el electroimán -13-, suscita la abertura del contactor -10-. Al mismo tiempo que se abre el contactor, se acciona la válvula -6- para que se aflojen las mordazas -31 y liberen la barra.

5.

A consecuencia de este tratamiento térmico, aunque la carga de ruptura y el límite de elasticidad del hilo -F- no se modifican prácticamente, en cambio los alargamientos aumentan sensiblemente. El aumento de las características de alargamiento respecto al hilo no tratado puede alcanzar un orden de magnitud del 40%.

10.

Si se examina ahora (figura 2) las curvas de tracción comparadas de un hilo tratado conforme al invento (curva I, en línea continua) y de un hilo no tratado (curva II, en trazos), se comprueba la existencia, para el hilo tratado, de un franco límite de elasticidad en el punto a y la aparición de una plataforma horizontal a b o zona de Luders que corresponde a un alargamiento sin aumento de la carga. Esta plataforma es seguida por una curva de alargamiento en arco de círculo b c, que precede a la ruptura que se produce en el punto c.

15.

20.

Dicha plataforma indica un incremento considerable de la deformación plástica del producto.

Se advierte, pues, que el hilo calentado uniformemente a temperatura que no sobrepase los 300°C presenta características de alargamiento muy mejoradas, sin variaciones notables de los límites de elasticidad y de las cargas de ruptura.

25.

30.

Gracias a sus características de alargamiento aumentadas, el hilo tratado conforme el invento es aplicable a la

324083

3



- forja en frío. Resulta pues posible, en ciertos casos, reemplazar un acero Martin de calidad "forja en frío" por un acero Thomas de composición clásica, tratado conforme al invento. El acero Thomas así tratado, que es más económico que el
5. acero Martin citado antes, resulta bastante sólido para usos tales como la forja en frío, en la que se exige plasticidad suficiente para evitar oquedades durante la deformación.
- Gracias a las mordazas de sujeción -2- y -3-, que admiten barras -1- de diferentes diámetros, y gracias al regulador de energía -16-, que regula la energía de tratamiento
10. a un valor constante, la instalación permite tratar hilos de todos los diámetros comprendidos, por ejemplo, entre 2 y 12 mm.
- Por otra parte, la instalación de tratamiento propia
15. mente dicha es extremadamente económica, ya que su coste de adquisición es del orden de la décima parte del coste de adquisición de un horno. Además, la ocupación de suelo es irrisoria respecto a la de los hornos de tratamiento de paneles de enrejado soldados. En efecto, como demuestra la figura 1, la
20. longitud de la instalación no rebasa la de una barra -1- para tratar, mientras que las dimensiones de un horno para paneles de enrejado soldados son mucho mayores, en anchura para contener los paneles de enrejado, y en longitud para asegurar un
- caldeo conveniente de los paneles de enrejado de manera progresiva.
25. Asimismo, el tratamiento es extremadamente rápido, ya que no dura más que 5 a 30 segundos, mucho más rápido que el tratamiento en el horno, que dura alrededor de 20 minutos.
- Cabe señalar también que, cuando el tratamiento se
30. aplica a un hilo laminado, el hilo obtenido está perfectamente

324033



limpio. En efecto, el recalentamiento del hilo hasta el amarillo pajizo (menos de 300°C) hace destilar el aceite de laminación. La minúscula capa de óxido que recubre el hilo no tiene ninguna influencia perjudicial para la soldadura en la fabricación de enrejados soldados.

De ello resulta, en consecuencia, para la fabricación de los enrejados soldados, una marcha muchomás regular de las máquinas soldadoras, que requieren menos energía para efectuar soldaduras que presentan menos dispersión y menos desecho en los ensayos de recepción. Este tratamiento proporcional, por lo tanto, un producto de muy alta calidad.

Por último, el enrejado soldado que se obtiene a partir de hilos tratados conforme al invento no presenta, ya, ningún fenómeno notable de envejecimiento. Lo mismo ocurre con las barras enderezadas -l-, si se las emplea tal cual sin montarlas ulteriormente en enrejados.

De hecho, se puede detener encualquier momento el fenómeno de envejecimiento, que dura alrededor de un mes. Basta someter el hilo al tratamiento térmico de este invento. Así pues, se puede detener el envejecimiento cuando se han alcanzado las características mecánicas buscadas (resistencia y límite de elasticidad). Estas se mantienen invariables después del tratamiento. Solamente la plasticidad y los valores de alargamiento del metal aumentan, como se ha visto antes.

Algunos ejemplos numéricos ilustrarán la aplicación del procedimiento del invento:

Ejemplo 1

Muestra testigo, no tratada.

Muestra de hilo de acero laminado, emoscado, y

324083



enderezado, de 6 mm de diámetro.

- Resistencia a la ruptura . . . . . 51,5 a 57 Kg/mm<sup>2</sup>
- Límite de elasticidad . . . . . 47,6 a 54,5 Kg/mm<sup>2</sup>
- Alargamiento, medido en una
- 5. longitud de 5 diámetros . . . . . 11 a 18,3%
- Alargamiento, medido en una
- longitud de 10 diámetros . . . . . 9,2 a 10,8%

Ejemplo 2

10. Muestra del mismo hilo de acero laminado, emoscado, enderezado y tratado según el invento por caldeo por resistencia por efecto Joule, aplicando una corriente eléctrica durante 20 segundos (10 Volt, 400 Ampère, frecuencia de la red).

- Resistencia a la ruptura . . . . . 51,5 a 55,8 Kg/mm<sup>2</sup>
- 15. Límite de elasticidad . . . . . 46 a 52 Kg/mm<sup>2</sup>
- Alargamiento, medido en una
- longitud de 5 diámetros . . . . . 17 a 21,7%
- Alargamiento, medido en una
- longitud de 10 diámetros . . . . . 11,6 a 15%

20. Ejemplo 3

Muestra idéntica de hilo laminado, emoscado, enderezado y tratado haciéndolo atravesar por una corriente eléctrica de las mismas características que en el Ejemplo 2 durante 25 segundos.

- 25. Resistencia a la ruptura . . . . . 50,8 a 55,5 Kg/mm<sup>2</sup>
- Límite de elasticidad . . . . . 46,7 a 51,5 kg/mm<sup>2</sup>
- Alargamiento, medido en una
- longitud de 5 diámetros . . . . . 13,3 a 21,7%
- Alargamiento, medido en una
- 30. longitud de 10 diámetros . . . . . 10 a 15%

324083

3



Ejemplo 4

Muestra del mismo hilo estirado, enmoscado, enderizado y caldeado por una corriente eléctrica de las mismas características que en el ejemplo 2 durante 30 segundos.

- 5. Resistencia a la ruptura . . . . . 50,6 a 55 kg/mm<sup>2</sup>  
 Límite de elasticidad . . . . . 45,8 a 51,2 kg/mm<sup>2</sup>  
 Alargamiento, medido en una  
 longitud de 5 diámetros . . . . . 13,5 a 21%  
 Alargamiento, medido en una
- 10. longitud de 10 diámetros . . . . . 11 a 16%

Como se comprende, el invento no se limita en absoluto a la modalidad de realización que aquí se ha representado y descrito, la cual se expone únicamente a título de ejemplo.

- 15. Así es que, en lugar de caldear el hilo por efecto Joule, mediante resistencia, se le puede caldear por inducción, substituyendo el dispositivo antes expuesto por un dispositivo del tipo conocido y corriente en el comercio. Este dispositivo se utiliza de la misma manera que el dispositivo de caldeo por resistencia. En otros términos, se procede del mismo modo para tratar el hilo.
- 20.

- . -

N O T A

25.

Se reivindica para objeto de la presente patente de invención:

- 1. Procedimiento para el tratamiento térmico de

324083



- hilos de acero, en barras o trozos destinados, en particular, a la fabricación de paneles de enrejado soldados, el cual se caracteriza por el hecho de consistir en sujetar a la barra entre unas mordazas de manera que se cierre un
5. circuito eléctrico y en hacer pasar una corriente eléctrica por dicha barra durante un tiempo muy breve, de modo que se la caliente a temperatura que no sobrepase los 300° C.
2. Procedimiento para el tratamiento térmico de hilos de acero, según la reivindicación 1, caracterizado
10. en que se caldea la barra por resistencia, por efecto Joule, haciéndola atravesar por una corriente eléctrica de fuerte intensidad, bajo débil tensión, a la frecuencia normal de la red, durante un tiempo inferior a 30 segundos.
3. Procedimiento para el tratamiento térmico de hilos de acero, según la reivindicación 1, caracterizado
15. en que se calienta la barra por inducción.
4. Procedimiento para el tratamiento térmico de hilos de acero, según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de utilizar para el calentamiento de la barra, un
20. circuito eléctrico de caldeo que está cerrado por la propia barra y que comprende, en serie con esta barra, un contactor de apertura y cierre, y un circuito auxiliar de regulación de energía, que gobierna la apertura y el cierre del circuito de caldeo en función de la energía que atraviesa
25. la barra.
5. Procedimiento para el tratamiento térmico de hilos de acero, según la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de cerrar el circuito de caldeo sobre la barra a tratar, por medio de mordazas de sujeción de esta barra.
30. 6. Procedimiento para el tratamiento térmico de

324083



hilos de acero, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 y caracterizado por el hecho de obtener en los hilos tratados un franco límite de elasticidad una plataforma o zona de Luders que corresponde a un alargamiento sin aumento de la carga.

5.

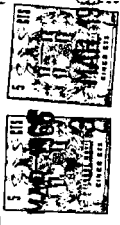
7. Procedimiento para el tratamiento térmico de hilos de acero.

La presente memoria consta de doce hojas foliadas escritas a máquina por una sola cara.

Barcelona, 3 de marzo de 1966

CENTRE DE RECHERCHES DE  
PONT-A-MOUSSON

p.a.



2

324083

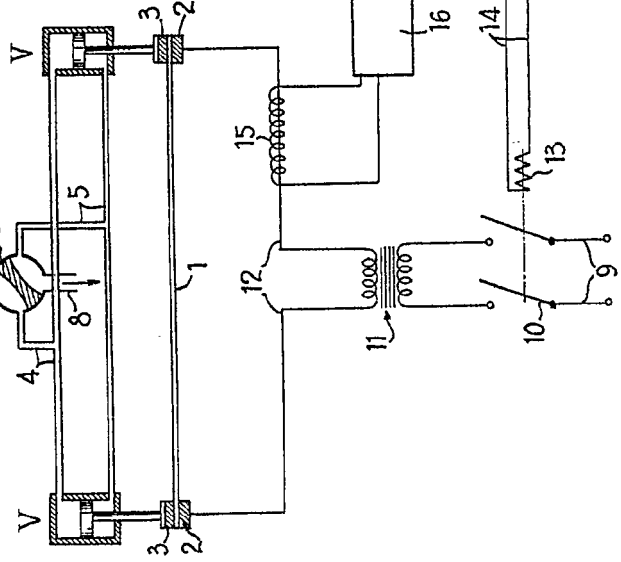
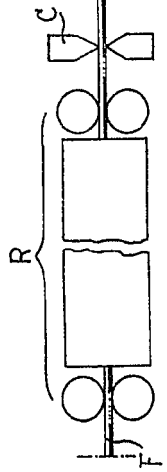


Fig.1

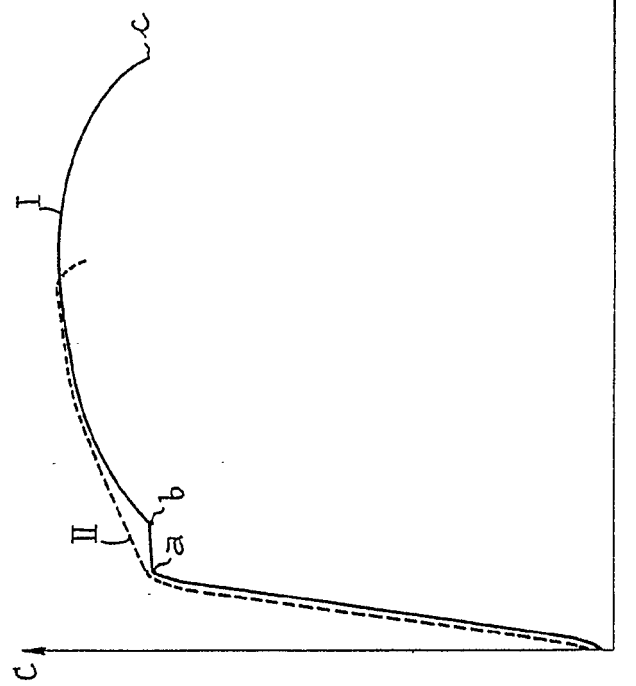


Fig.2

Barcelona, 3 de marzo de 1966  
CENTRE DE RECHERCHES DE PONT-A-MOUSSON  
P.a.  
*[Signature]*

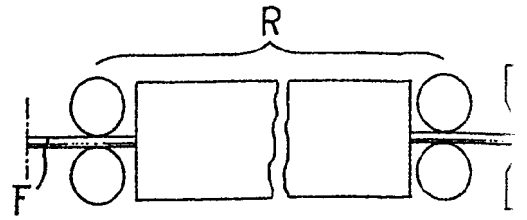
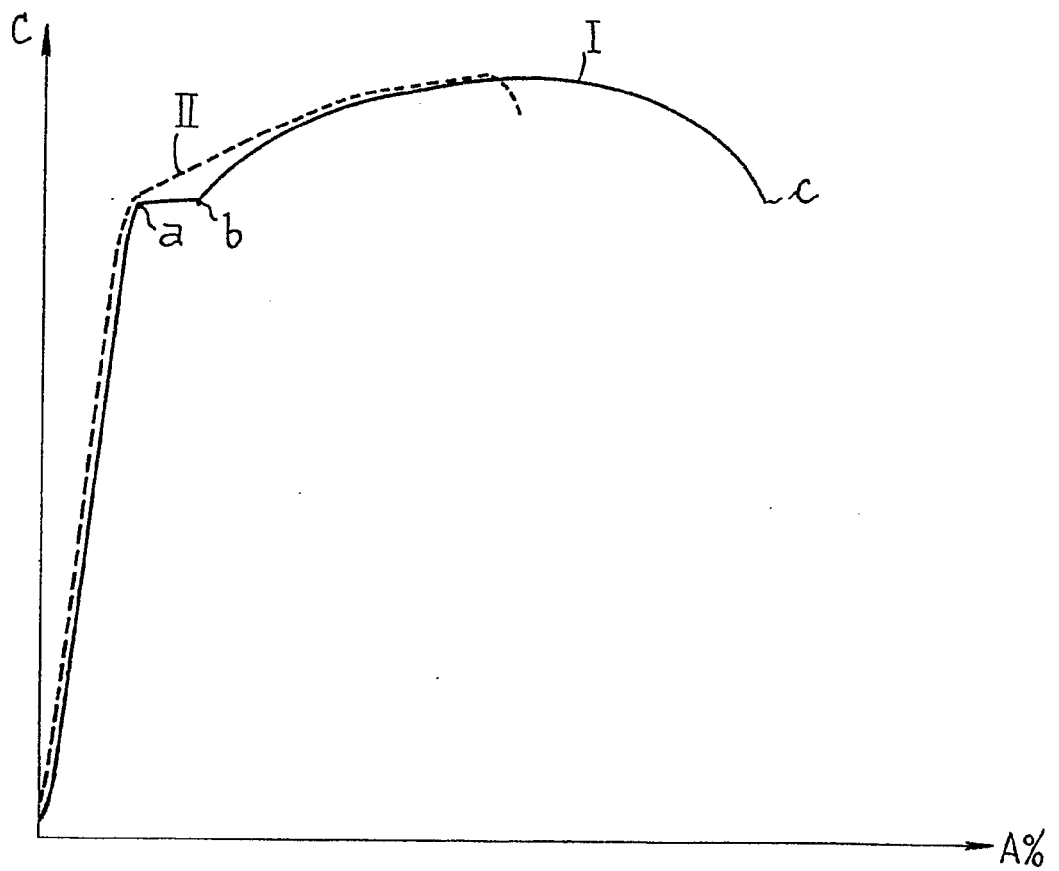


Fig.1

Fig.2





324083

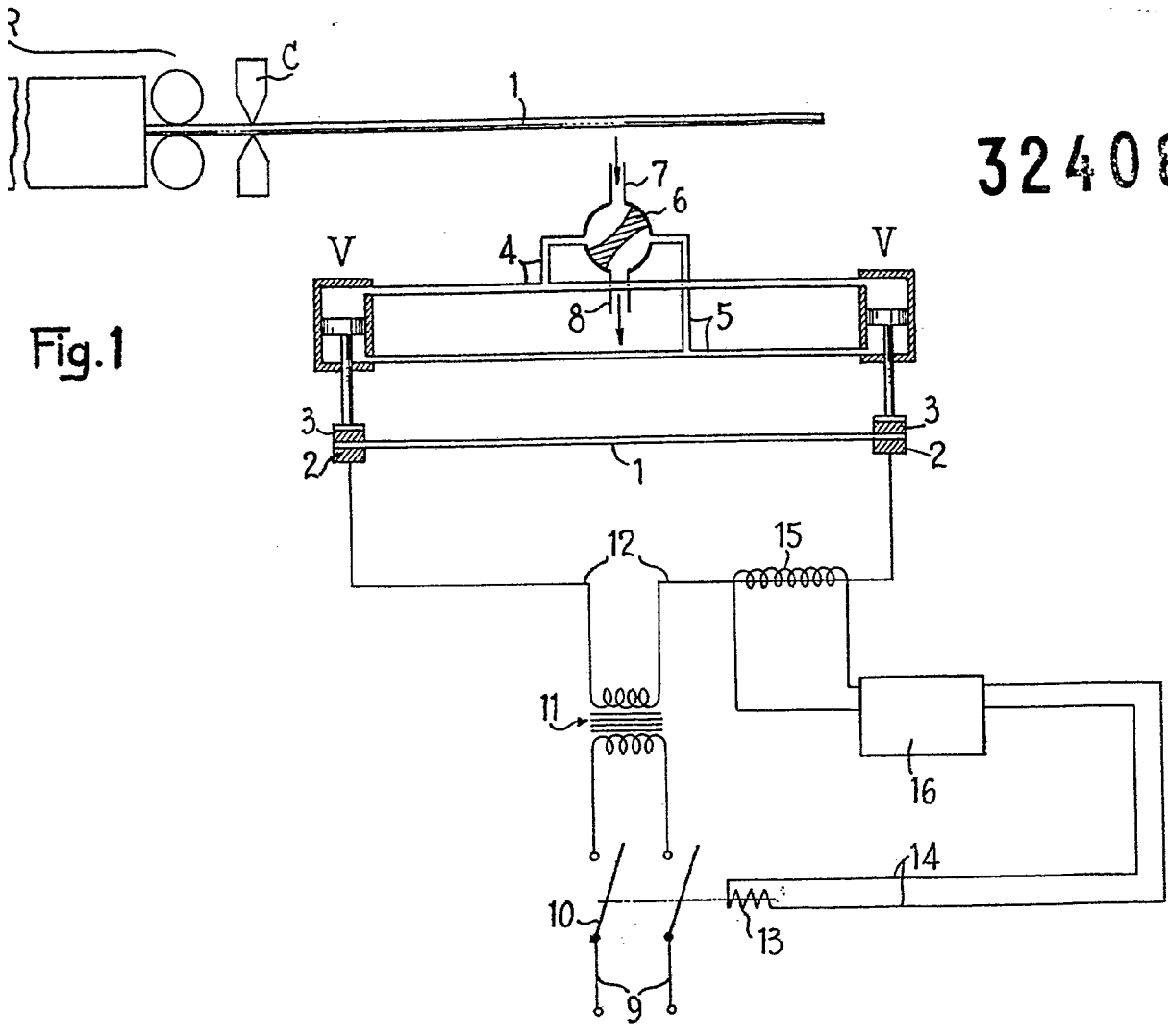


Fig. 1

Barcelona, 3 de marzo de 1966  
CENTRE DE RECHERCHES DE PONT-A-MOUSSON  
p.a.

→ A%