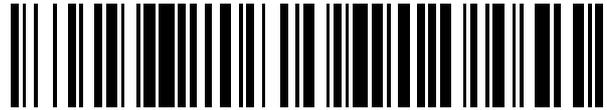


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 574 561**

51 Int. Cl.:

**C23F 11/167** (2006.01)

**C23F 11/04** (2006.01)

**C23C 22/74** (2006.01)

**B23K 1/20** (2006.01)

**H05K 3/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2007 E 07013447 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016 EP 2014798**

54 Título: **Solución y proceso para incrementar la capacidad de soldadura y la resistencia a la corrosión de la superficie de un metal o de una aleación metálica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.06.2016**

73 Titular/es:  
**ATOTECH DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)  
ERASMUSSTRASSE 20  
10553 BERLIN, DE**

72 Inventor/es:  
**KÜHLKAMP, PETER**

74 Agente/Representante:  
**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 574 561 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Solución y proceso para incrementar la capacidad de soldadura y la resistencia a la corrosión de la superficie de un metal o de una aleación metálica

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a una solución que comprende un compuesto de fósforo y un compuesto de mejora de la soldadura y su uso en un proceso para incrementar la capacidad de soldadura y la resistencia a la corrosión de la superficie de un metal o de una aleación metálica, preferentemente una superficie de estaño o de una aleación de estaño.

**Antecedentes de la invención**

15 Los revestimientos metálicos, en particular de estaño o sus aleaciones, con frecuencia se depositan sobre superficies de piezas de trabajo a base de cobre y de níquel con el fin de evitar que la superficie a base de cobre o de níquel se oxide o se deslustre y para mejorar la capacidad de soldadura.

20 En condiciones tales como temperaturas elevadas al aire o en otras atmósferas oxidantes, por ejemplo, las superficies recubiertas de estaño de estructuras conductoras electrónicas y conectores eléctricos tienen tendencia a formar películas de óxido durante los periodos de transporte y almacenamiento entre la fabricación y el montaje en dispositivos electrónicos. Las capas de óxido decoloran la superficie recubierta de estaño e imparten un color amarillento, que muchos consumidores consideran inaceptable. Además, el óxido puede degradar la resistencia de contacto de un terminal eléctrico revestido. Una superficie libre de manchas tiene una menor resistencia eléctrica de contacto y una mejor capacidad de soldadura que una superficie recubierta de óxido.

25 Las capas a base de estaño también se usan en acabados conductores para la fabricación de circuitos integrados ("CI"). Para pasivar componentes tales como condensadores y transistores como etapa final se aplica una fina capa de estaño o de aleación de estaño.

30 Hay muchos factores que determinan una buena capacidad de soldadura, los tres más importantes que son el grado de formación de óxido superficial (corrosión), la cantidad de carbono codepositado, y el grado de formación de compuestos intermetálicos. La formación de óxido superficial es un proceso natural que ocurre debido a que es termodinámicamente favorable. La velocidad de formación de óxido superficial depende de la temperatura y el tiempo. Cuanto mayor sea la temperatura y más largo sea el tiempo de exposición, más grueso será el óxido superficial formado. En revestimientos o depósitos galvánicos de estaño o de aleación de estaño, la formación de óxido superficial también depende de la morfología de la superficie del revestimiento o depósito. Al comparar estaño puro con revestimientos de aleación de estaño, por ejemplo, las aleaciones de estaño generalmente forman óxidos superficiales más o menos delgados cuando todas las demás condiciones son iguales.

40 En general, el objetivo es producir una superficie libre de manchas, que tenga una menor resistencia de contacto eléctrica y una mejor capacidad de soldadura que una superficie recubierta de óxido.

45 Fuchs, et al., en la patente de Estados Unidos n.º 5.853.797 desvelan un método y una solución para proporcionar protección contra la corrosión a superficies de contacto eléctrico revestidas que supone la exposición de dichas superficies a una solución que contiene fosfonatos, lubricantes y diversos disolventes orgánicos volátiles. La evaporación de los disolventes para su eliminación está plagada de problemas ambientales tales como su manipulación, el peligro para los trabajadores, y la eliminación de residuos en corrientes.

50 Fan, et al., en la solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2005/0268991 A1 desvelan un método para mejorar la resistencia a la corrosión de una superficie a base de estaño en una pieza de trabajo que supone poner en contacto la superficie a base de estaño con una composición que comprende un compuesto de ácido fosfónico y agua para formar una película a base de fósforo sobre el revestimiento a base de estaño inhibiendo de este modo la corrosión de la superficie a base de estaño. Las composiciones que contienen ácido fosfónico tienen una concentración de hasta el 30 % en vol. aproximadamente de un disolvente orgánico y agua. Sin embargo, el uso de disolventes orgánicos es desventajoso ya que son volátiles en las condiciones del proceso y, a menudo, peligrosos.

60 Lau, et al., en la solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2006/0237097 A1 desvelan un método para inhibir la corrosión de metales y aleaciones de metales tratándolos con composiciones que contienen ácidos fosfóricos orgánicos e inorgánicos como ácidos alquilfosfóricos que impiden la formación de óxido sobre los metales y aleaciones metálicas.

65 El documento EP 0009247 (A1) desvela el uso de ácidos alquilmonofosfónicos que contienen de 8 a 10 átomos de carbono en mezcla con agentes tensioactivos como inhibidores de la corrosión contra metales en soluciones ácidas.

- El documento EP 1221497 (A2) se refiere a un método para inhibir la formación de manchas, en particular manchas de agua, sobre las superficies exteriores de los productos de aleación de aluminio. El método supone poner en contacto las superficies exteriores de estos productos, en particular productos en láminas o placas, extrusiones y/o piezas forjadas a partir de aleaciones de aluminio de la serie 5000 o 6000, con un material derivado del ácido organofosfónico u organofosfínico. Preferentemente, se añaden las formas líquidas de este material a un alcohol o solución portadora a base de agua, y a continuación se pulverizan, sumergen, pintan o laminan sobre las superficies de productos en láminas o placas planas para mejorar su brillo. Otras formas más complejas se pueden sumergir en baños de materiales.
- 10 El documento de Estados Unidos 3 630 790 B1 se refiere a un método de protección de superficies metálicas contra la corrosión, que comprende poner en contacto el metal con un ácido organofosfónico, fosfonoso o fosfínico. Aunque los métodos mencionados anteriormente se refieren al tratamiento de las superficies del metal y de la aleación metálica con el fin de preservar su calidad con respecto a su capacidad de soldadura y su aspecto, todavía existe la necesidad de un proceso respetuoso con el medio ambiente que ofrezca una resistencia mejorada a la corrosión, así como la supresión de barbas.

### Sumario de la descripción

- 20 Este objeto se consigue mediante un proceso para la aplicación de una solución a un sustrato que tiene una superficie metálica o aleación metálica, en particular una superficie de estaño o de aleación de estaño de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende un compuesto de fósforo y un compuesto que mejora la capacidad de soldadura.

### Breve descripción de los dibujos

- 25 La Fig. 1 muestra el efecto repelente de agua de una solución de acuerdo con el Ejemplo 2 en una estructura conductora en comparación con una muestra no tratada de acuerdo con el Ejemplo 1.
- 30 La Fig. 2 muestra una secuencia de tratamiento de galvanización y aplicación de la composición de acuerdo con la presente invención.
- Las Figs. 3-14 muestran el punto de cruce cero (ZCT) y el poder de humectación de las muestras tratadas y sin tratar como indicador de la capacidad de soldadura.

### 35 Descripción detallada de la invención

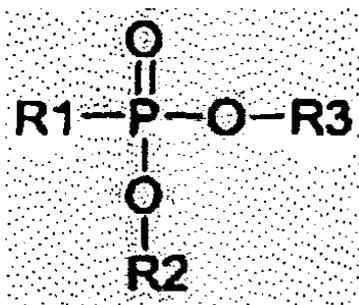
- La invención se refiere a un método para mejorar la resistencia a la corrosión de superficies metálicas o de aleaciones metálicas, preferentemente de una superficie de estaño o de una aleación de estaño de una pieza de trabajo. Para fines de ilustración, una de dichas piezas de trabajo es un componente electrónico tal como una estructura conductora electrónica, un componente pasivo, una protuberancia en una oblea o es un conector eléctrico. Otras superficies metálicas adecuadas comprenden zinc, aluminio, hierro o cobre o sus superficies a base de aleaciones.

- 45 La invención es aplicable a cualquier superficie metálica, preferentemente a una superficie de estaño o de aleación de estaño, ya sea parte de un dispositivo electrónico, de ingeniería, funcional, decorativo, u otro. Con respecto a las superficies a base de estaño para dispositivos electrónicos, el método mejora la resistencia a la corrosión y también conserva la capacidad de soldadura de una superficie de estaño o de una aleación de estaño durante el almacenamiento antes de una operación de soldadura que supone el reflujo de una parte de la superficie a base de estaño.

- 50 De acuerdo con la invención, la superficie a base de estaño se sumerge o se pone en contacto de otro modo con una composición que comprende un compuesto de fósforo, un compuesto que mejora la capacidad de soldadura y agua para formar una película a base de fósforo sobre la superficie a base de estaño. Esta película inhibe la corrosión de la superficie a base de estaño, incrementa la humectabilidad y la capacidad de soldadura y, sorprendentemente, también evita la formación de barbas.

- La solución acuosa para el tratamiento de una superficie metálica de acuerdo con la presente invención comprende

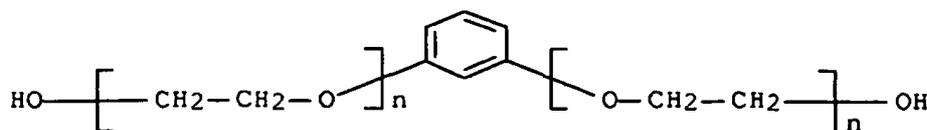
(a) al menos un compuesto de fósforo o una de sus sales representados por las fórmulas siguientes



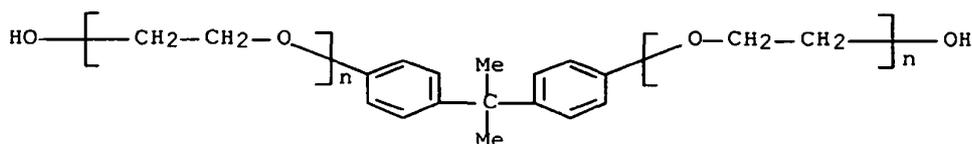
en la que R<sub>1</sub>, del compuesto de fósforo I se selecciona del grupo que consiste en n-propilo, isopropilo, n-hexilo, isohexilo, n-heptilo, isoheptilo, n-octilo, isoctilo, n-nonilo, isononilo, n-decilo, isodecilo, n-undecilo, n-dodecilo, isododecilo y en la que R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub> es H.

(b) al menos un compuesto que mejora la capacidad de soldadura o una de sus sales representados por las siguientes fórmulas

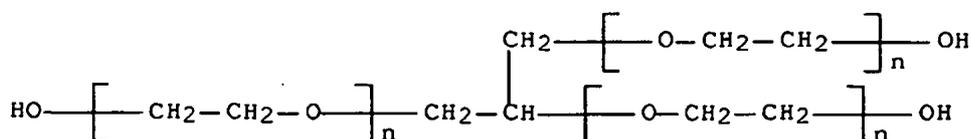
(c)



y en la que n = 1-20, preferentemente 3-8.



y en la que n = 1-20, preferentemente 2-10.



y en la que n = 1-20, preferentemente 2-7.

Las composiciones acuosas de acuerdo con la presente invención generalmente tienen un pH de 1-8, preferentemente de 2-5. A fin de asegurar un valor de pH constante durante su funcionamiento preferentemente se aplica un sistema tamponante a la solución. Los sistemas tamponantes adecuados comprenden ácido fórmico/formiato, ácido tartárico/tartrato, ácido cítrico/citrato, ácido acético/acetato y ácido oxálico/oxalato. Preferentemente, se usa la sal de sodio o de potasio de las sales de los ácidos mencionados anteriormente. Además de los ácidos mencionados y sus sales correspondientes, se pueden aplicar todos los sistemas tamponantes que den lugar a un valor de pH de las composiciones acuosas de 1-8, preferentemente de 2-5.

La concentración del tampón se encuentra en el intervalo de 5-200 g/l para el ácido y de 1-200 g/l para su sal correspondiente.

El al menos un compuesto de fósforo a) representado por las fórmulas I-VI de las soluciones acuosas se usa preferentemente en una cantidad de 0,0001 a 0,05 mol/l, más preferentemente de 0,001 a 0,01 mol/l.

El al menos un compuesto que mejora la capacidad de soldadura b) representado por la fórmula VII generalmente se usa en una cantidad de 0,0001 a 0,1 mol/l, preferentemente de 0,001 a 0,005 mol/l.

Opcionalmente, la solución además puede contener un agente desespumante que se encuentre disponible en el mercado.

Las composiciones acuosas de acuerdo con la presente invención generalmente se aplican durante una secuencia del proceso como se muestra en la Figura 2.

El galvanizado, preferentemente de estaño o de una aleación de estaño, se realiza por métodos convencionales conocidos en la técnica y, por ejemplo, se describe en Metal Finishing, Guidebook & Directory, 2006, p. 266–277. En general, el galvanizado del metal se puede realizar tanto por métodos de metalización electrolítica como sin electricidad.

5 Se prefiere el galvanizado con estaño o una aleación de estaño, pero también se puede emplear el galvanizado con zinc, aluminio, hierro o cobre.

10 Por ejemplo, un baño típico de galvanizado con estaño puede incluir una o más sales de estaño solubles en agua tales como sulfato de estaño, alquil sulfonatos de estaño tales como sulfonato de estaño, alcanol estaño de ácido sulfónico, y haluros de estaño tales como cloruro de estaño y fluoroborato de estaño. El baño también incluye electrolitos, tales como ácido sulfúrico, sulfonatos de alquilo, sulfonatos de alcanol y sales de haluro para proporcionar una matriz electro-conductora. Para proporcionar una capa de estaño deseable también se pueden incluir tensioactivos, así como otros aditivos convencionales. Las cantidades de los componentes son  
15 convencionales y son muy conocidas en la técnica y se pueden obtener en la bibliografía.

Los números en los párrafos siguientes se refieren a la secuencia de tratamiento como se muestra en la Figura 2.

20 La etapa de galvanizado 1 a menudo se realiza en un baño de galvanizado ácido seguida de una etapa de aclarado 2 con agua desmineralizada y la etapa de neutralización 3 aplicando una solución alcalina en caso de que el baño de galvanizado sea ácido y viceversa. Opcionalmente, la superficie de galvanizado se aclara de nuevo con agua desmineralizada y a continuación se trata en la etapa 5 con una solución de acuerdo con la presente invención.

25 Preferentemente, el sustrato se sumerge en la solución. Como alternativa, también es posible la pulverización o inmersión.

30 El tiempo de tratamiento puede variar entre 1 s y 10 minutos, preferentemente el tiempo de contacto es de al menos 5 s y no supera los 60 s. En general, las soluciones se encuentran a temperaturas de 15 °C a 60 °C, preferentemente de 20 °C a 40 °C.

A continuación los metales y aleaciones de metales se pueden aclarar opcionalmente con agua para eliminar cualquier composición en exceso que inhiba la formación de óxido.

35 Después de la etapa de tratamiento y aclarado puede producirse una etapa de cocción posterior calentando el sustrato a una temperatura entre 100 y 200 °C y un tiempo entre 30 y 120 minutos. Esta etapa se prefiere en particular si el sustrato es una estructura conductora. La cocción posterior reduce aún más la formación de la barba.

40 Después de la etapa de tratamiento y aclarado puede producirse un proceso de reflujo. Se puede usar cualquier proceso de reflujo adecuado. El reflujo se puede realizar por calentamiento mediante reflujo en fase de vapor, reflujo láser, plasma, fusión en horno, y paso de una corriente eléctrica a través de los metales y aleaciones metálicas, o por cualquier otro método de calentamiento de los metales y aleaciones metálicas por encima de su temperatura de fusión.

45 La capacidad de soldadura de las superficies tratadas con las soluciones de acuerdo con la presente invención se ha sometido a ensayo de acuerdo con la norma internacional IEC 68-2-20 (edición de 1979). Para este método, como terminaciones de componentes se usan tres cables multi-rectangulares (ancho: 0,62 mm, espesor 0,62 mm). Después de aplicar el flujo de líquido a la terminación conductora y montar el componente sobre el soporte, los cables se suspenden en una balanza sensible. La terminación se pone en contacto con la superficie limpia de un  
50 baño de soldadura y se sumerge a la profundidad prescrita.

Las fuerzas resultantes de la flotabilidad y la tensión superficial que actúa sobre la terminación sumergida son detectadas por un transductor y se convierten en una señal que se controla continuamente como función del tiempo, y se registran en un registrador de alta velocidad o se visualizan en la pantalla de un ordenador. Los detalles experimentales se pueden encontrar en la Norma.

55 Todos los ensayos de la capacidad de soldadura se realizaron en MENICSO ST 50 (Metronelec). Se usaron los siguientes parámetros:

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| Aleación:                 | SnAgCu                 |
| Temperatura:              | 245 °C                 |
| Densidad:                 | 7,2 mg/mm <sup>3</sup> |
| Tiempo de inmersión:      | 10 s                   |
| Sensibilidad:             | 2,5                    |
| Profundidad de inmersión: | 3 mm                   |
| Velocidad de inmersión:   | 21 mm/s                |

El flujo aplicado es de tipo R no activado (colofonia) de Multicore a base del 25 % de colofonia en isopropanol y de acuerdo con la Norma.

Los ensayos se realizan después de 8 y 16 horas. Además del ensayo descrito en la norma IEC 68-2-20, los cables se tratan en una olla a presión a una temperatura de 105 °C con una alta humedad (100 %) y una presión de 1,192 atm durante 8, 16 y 24 horas para simular condiciones de envejecimiento muy duras.

La presente invención se ilustra adicionalmente mediante los siguientes ejemplos.

General: El sustrato a galvanizar es un cable (anchura: 0,62 mm, espesor 0,62 mm), que tiene una superficie de cobre.

La superficie de cobre está galvanizada con estaño usando un baño de revestimiento de estaño por inmersión disponible en el mercado (Stannopure HSM-HT, Atotech Deutschland GmbH) que consiste en ácido estannometanosulfónico (70 g/l de estaño), 200 g/l de ácido metanosulfónico, agente humectante y refinador de grano. La temperatura del baño es de 40 °C, la densidad de corriente es de 10 A/dm<sup>2</sup>, el tiempo de galvanizado es de 2,0 min y el espesor de la capa (Sn) es de 10 µm.

### **Ejemplo 1 (comparativo)**

10 cables multi-rectangulares como se ha descrito anteriormente se galvanizaron con estaño acuerdo con el proceso de HSM-HT Stannopure mencionado anteriormente.

Después de galvanizar, los cables se tratan de acuerdo con la secuencia del proceso como se muestra en la Figura 2 y que se ha descrito anteriormente, excepto por que se omite la etapa 5.

La inmersión alcalina (etapa 4) se lleva a cabo en una solución que contiene 10 g/l de fosfato de potasio, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, a temperatura ambiente durante 15 s. La cocción posterior se realiza a 150 °C durante 1 hora.

Los resultados del ensayo de soldadura de acuerdo con la norma IEC 68-2-20 después de 8 y 16 horas, así como el ensayo en una olla a presión a una temperatura de 105 °C a alta humedad (100 %) y una presión de 1,192 atm durante 8, 16 y 24 horas para simular condiciones de envejecimiento muy duras se muestran en la Tabla 1 y en las Figuras 3-8. Los gráficos representan un valor medio obtenido a partir de diez mediciones para cada ensayo.

### **Ejemplo 2**

10 cables multi-rectangulares como se ha descrito anteriormente se galvanizaron con estaño de acuerdo con el proceso de HSM-HT Stannopure mencionado anteriormente.

La inmersión alcalina (etapa 4) se lleva a cabo en una solución que contiene 10 g/l de fosfato de potasio, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, a temperatura ambiente durante 15 s. La composición de la invención según la etapa 5 de la Figura 2 es una solución acuosa que contiene 5 g/l de α,α',α"-1,2,3-propanotriiltris ω-hidroxipoli (oxi-1,2-etandiilo)], n.º CAS 31694-55-0 y 1 g/l de ácido n-octilfosfónico a temperatura ambiente durante 15 s.

La cocción posterior se realiza a 150 °C durante 1 hora.

Después de galvanizar, los cables se tratan de acuerdo con la secuencia del proceso como se muestra en la Figura 2.

Los resultados del ensayo de soldadura de acuerdo con la norma IEC 68-2-20 después de 8 y 16 horas, así como el ensayo en una olla a presión a una temperatura de 105 °C a alta humedad (100 %) y una presión de 1,192 atm durante 8, 16 y 24 horas para simular condiciones de envejecimiento muy duras se muestran en la Tabla 1 y en las Figuras 9-13. Los gráficos representan un valor medio obtenido a partir de diez mediciones para cada ensayo.

En general, cuanto menor es el tiempo de cruce cero, mejor es la humectación y por tanto la capacidad de soldadura de las superficies metálicas. Para fines industriales, un tiempo de cruce cero de más de 3 segundos no se considera aceptable para las superficies soldables. El valor del poder de humectación resultante también es un indicador de las propiedades de una superficie soldable. En general, cuanto mayor es el poder de humectación mejor será la capacidad de soldadura de una superficie. Idealmente, el poder de humectación se mantiene constante durante todo el ensayo realizado. Un poder de humectación de 0 indica que no se produce humectación.

Los resultados de los ensayos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1:

| Valores del tiempo de cruce cero (ZCR) y del poder de humectación en mN/mm para el ensayo de vapor realizado sobre superficies de estaño de acuerdo con los Ejemplos 1 (comparativo) y el Ejemplo 2 |           |           |                              |           |
|---|-----------|-----------|------------------------------|-----------|
| Ensayo de envejecimiento  | ZCT/s     |           | Poder de humectación en N/mm |           |
|   | Ejemplo 1 | Ejemplo 2 | Ejemplo 1                    | Ejemplo 2 |
| Según se galvaniza  | 0,7       | 0,5       | 0,44                         | 0,42      |
| 8 en vapor  | 0,8       | 0,5       | 0,53                         | 0,44      |
| 16 en vapor   | 1,1       | 0,7       | 0,21                         | 0,44      |
| 8 a presión   | 4,0       | 1,3       | 0,02                         | 0,43      |
| 16 a presión  | 6,2       | 1,3       | 0                            | 0,40      |
| 24 a presión  | ∞         | 1,4       | 0                            | 0,39      |

Como se puede observar en la Tabla, las superficies de estaño tratadas con una composición de la presente invención (Ejemplo 2) muestran tiempos de cruce cero de menos de 1,5 segundos después de todos los ensayos.

- 5 Además, el poder de humectación sigue siendo casi igual y es alto de forma constante, incluso después de condiciones de tratamiento duros. El poder de humectación se mide después de 5 segundos para poder comparar las fuerzas. El ensayo de la olla a presión durante 24 horas en particular representa condiciones muy duras. De acuerdo con el Ejemplo comparativo 1, no se lleva a cabo ningún tratamiento de una superficie de estaño galvanizado. El tiempo de cruce cero supera el valor crítico de 3 segundos en la olla a presión, incluso con el tiempo
- 10 más bajo (4,0 s). El poder de humectación se reduce a menos de la mitad del valor original después de 16 horas de tratamiento con vapor y es casi cero después del tratamiento de cocción al vapor.

- De los resultados se hace evidente el efecto sobre la capacidad de soldadura del tratamiento con composiciones de la presente invención. En comparación con la técnica anterior también se hace evidente que los compuestos se
- 15 pueden usar en concentraciones mucho más bajas de lo descrito. El documento WO 2005/121405 A1 de acuerdo con el Ejemplo 1 desvela el uso de 10 g de ácido n-octilfosfónico/l en lugar de 1 g/l en el presente documento.

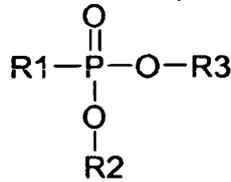
- Además, se observó la decoloración de las muestras preparadas de acuerdo con los Ejemplos 1 y 2. Después de
- 20 4000 horas a 55 °C y el 85 % de humedad, los tres cables tratados de acuerdo con el Ejemplo 1 muestran una decoloración amarilla, mientras que los cables del Ejemplo 2 conservan el color plateado de una superficie de estaño recién galvanizada.

- La Figura 1 muestra el efecto repelente de agua de una solución de acuerdo con el Ejemplo 2 en una estructura
- 25 conductora en comparación con una muestra no tratada. El ángulo theta de contacto del agua sobre depósitos de estaño mate recién galvanizados, no tratados y tratados con la composición de acuerdo con la presente invención se había determinado por el Análisis de la forma de la gota (DSA) con un Krüss DSA10 Mk2. El ángulo de contacto de 124° para el cable tratado de acuerdo con el Ejemplo 1 indica una excelente humectabilidad. Por el contrario, los cables del Ejemplo 1 casi no muestran humectabilidad.

REIVINDICACIONES

1. Una solución acuosa para tratar una superficie metálica, que comprende

5 (a) al menos un compuesto de fósforo o una de sus sales representados por la fórmula siguiente

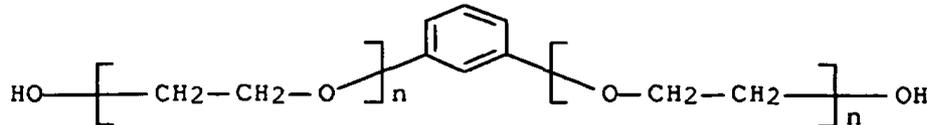


I.

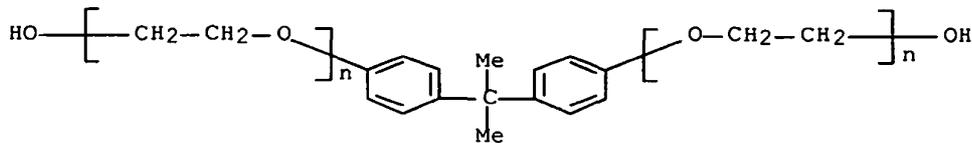
10 en la que R<sub>1</sub>, del compuesto de fósforo I se selecciona del grupo que consiste en n-propilo, isopropilo, n-hexilo, isohexilo, n-heptilo, isoheptilo, n-octilo, isooctilo, n-nonilo, isononilo, n-decilo, isodecilo, n-undecilo, isodecilo, n-dodecilo, isododecilo y en la que R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub> son H.

(b) al menos un compuesto que mejora la capacidad de soldadura o su sal representados por las siguientes fórmulas

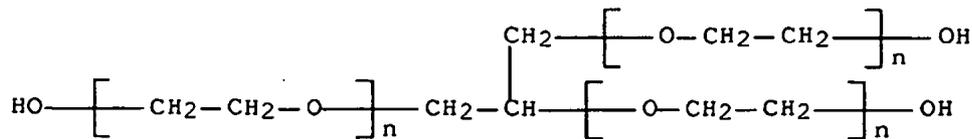
(c)



15 en la que n = 1-20, y



20 en la que n = 1-20, y



25 y en la que n = 1-20.

2. Una solución acuosa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el al menos un compuesto de fósforo (a) representado por la fórmula I se usa en una cantidad de 0,0001 a 0,05 mol/l.

3. Una solución acuosa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el al menos un compuesto para mejorar la capacidad de soldadura (b) se usa en una cantidad de 0,0001 a 0,1 mol/l.

4. Una solución acuosa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el valor de pH se encuentra entre 2 y 5.

5. Una solución acuosa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que se incluye un sistema tamponante seleccionado del grupo que consiste en ácido fórmico/formiato, ácido tartárico/tartrato, ácido cítrico/citrato, ácido acético/acetato y ácido oxálico/oxalato.

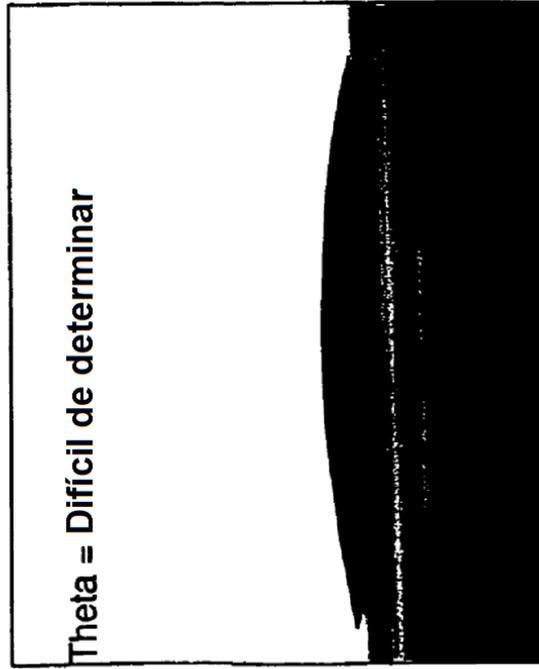
6. Un proceso para incrementar la capacidad de soldadura y la resistencia a la corrosión de un sustrato que tiene una superficie de estaño o de aleación de estaño poniendo en contacto la superficie con una solución acuosa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

7. Un proceso de acuerdo con la reivindicación 6 que además comprende el reflujado de la superficie de estaño o de aleación de estaño del sustrato después del tratamiento con la solución acuosa.

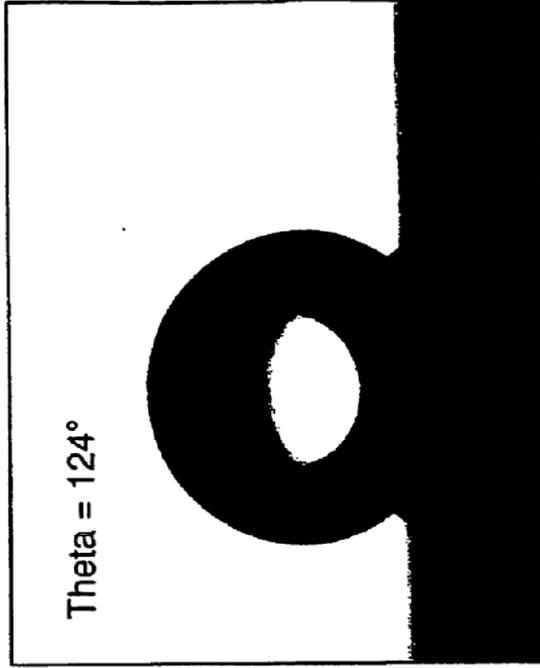
8. Sustrato que tiene una superficie de estaño o de aleación de estaño tratada con la solución acuosa de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7.

5 9. Sustrato de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el sustrato es un artículo semielaborado galvanizado con estaño tal como una placa de estaño o un alambre de estaño o una estructura conductora, un conector o una placa de circuito impreso.

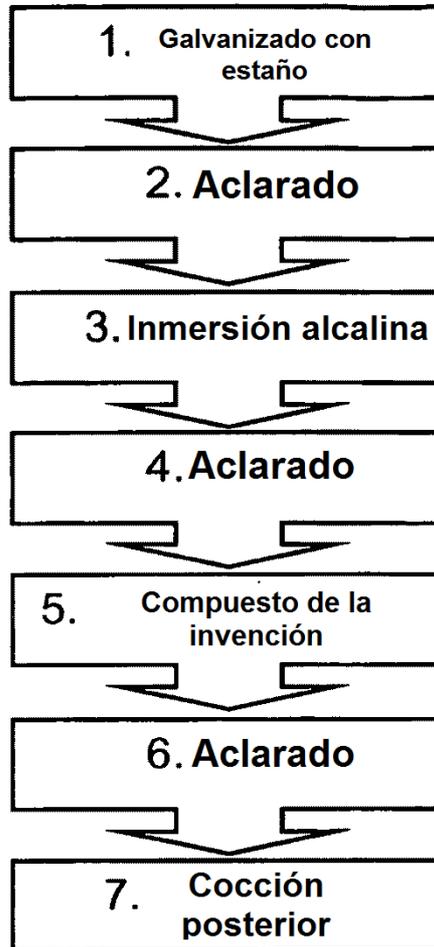
**Figura 1**



**Superficie de estaño mate sin tratar**



**Superficie de estaño mate tratada con la composición de acuerdo con la presente invención**



**Figura 2:** Secuencia de tratamiento de galvanización y aplicación de la composición de acuerdo con la presente invención.

Figura 3: sin tratamiento, según se galvaniza, ZCT = 0,66 s

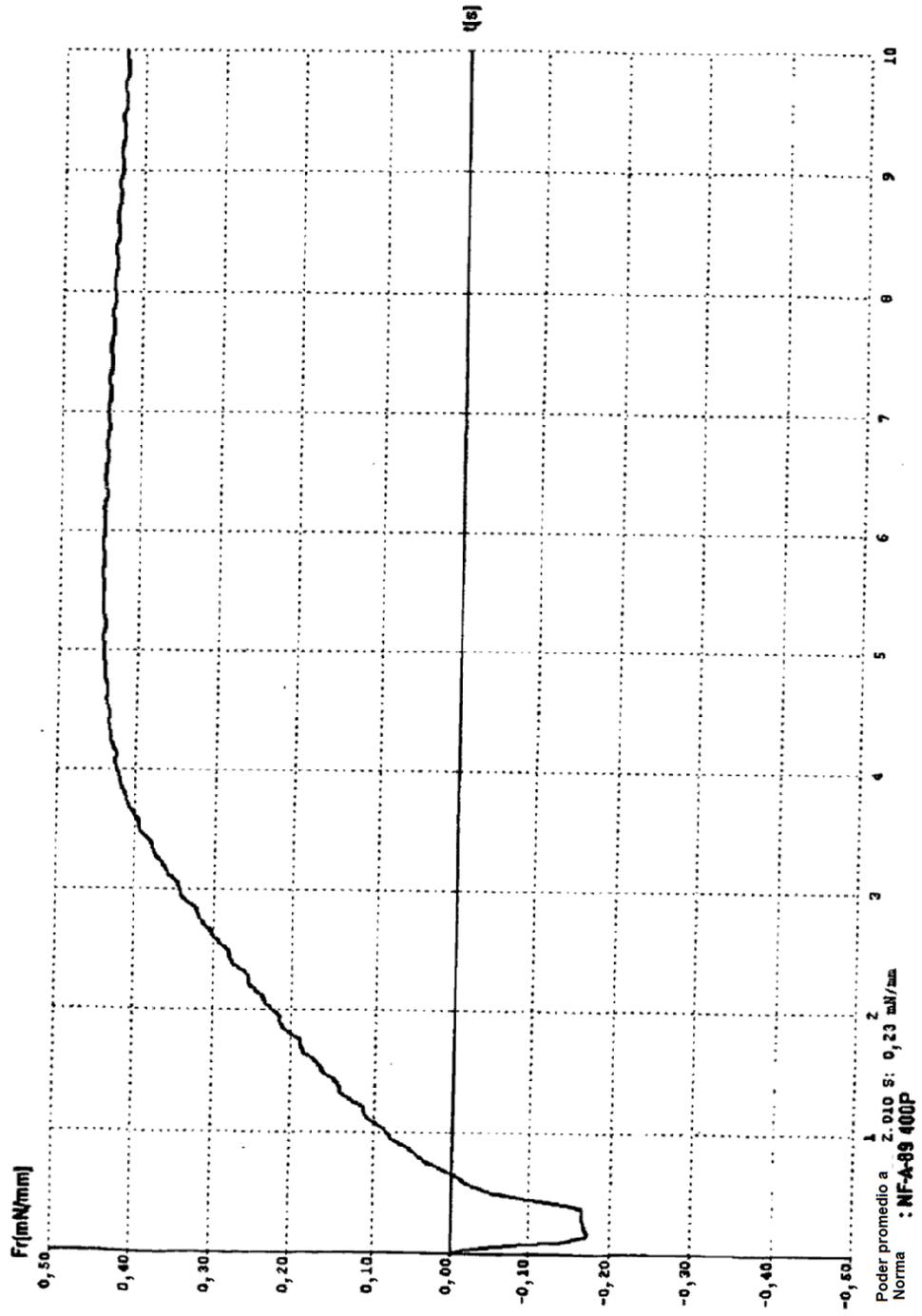


Figura 4: sin tratamiento, capacidad de soldadura después de 8 h de envejecimiento en vapor, ZCT = 0,78 S

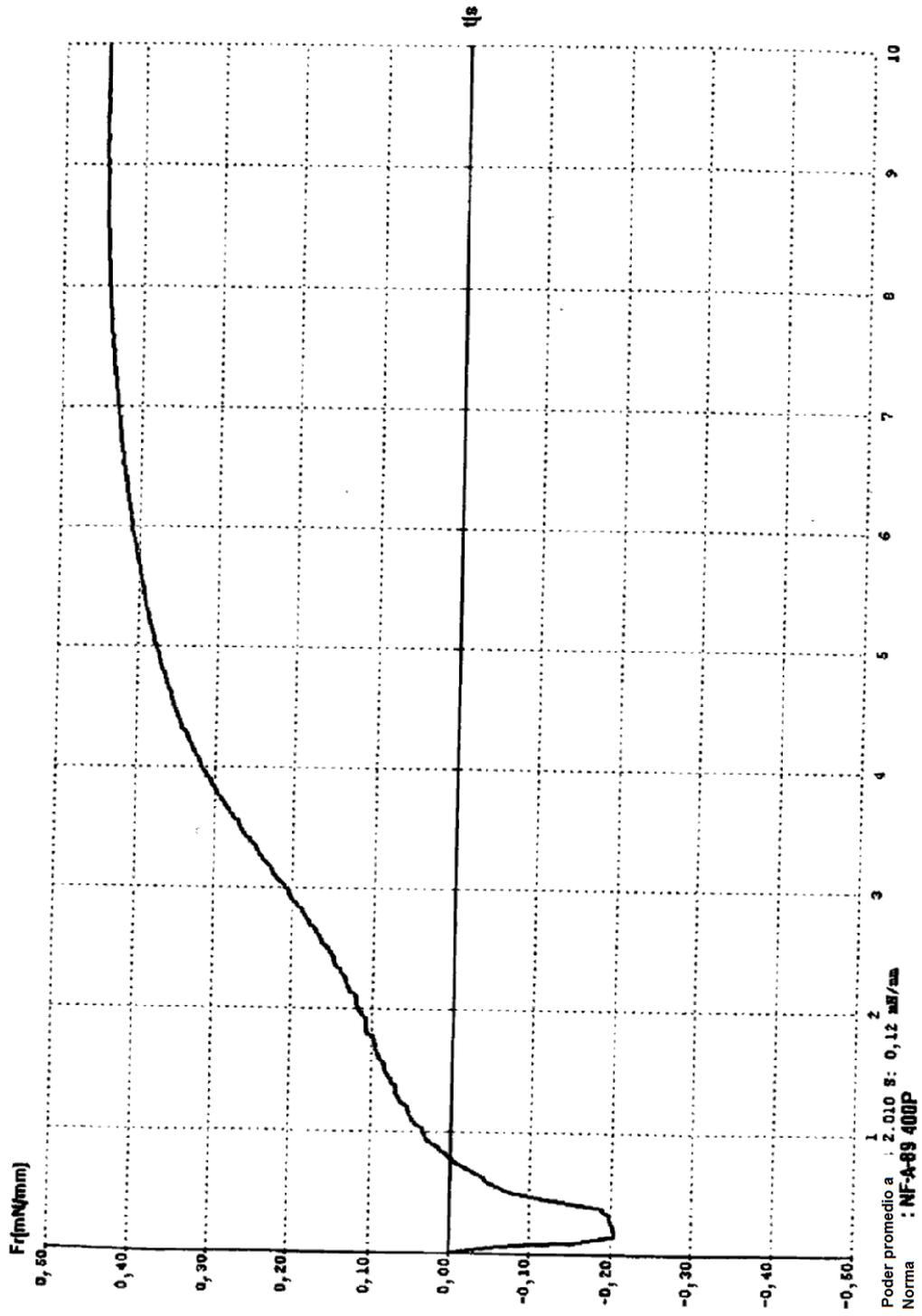


Figura 5: sin tratamiento, capacidad de soldadura después de 16 h de envejecimiento en vapor, ZCT = 1,07 s

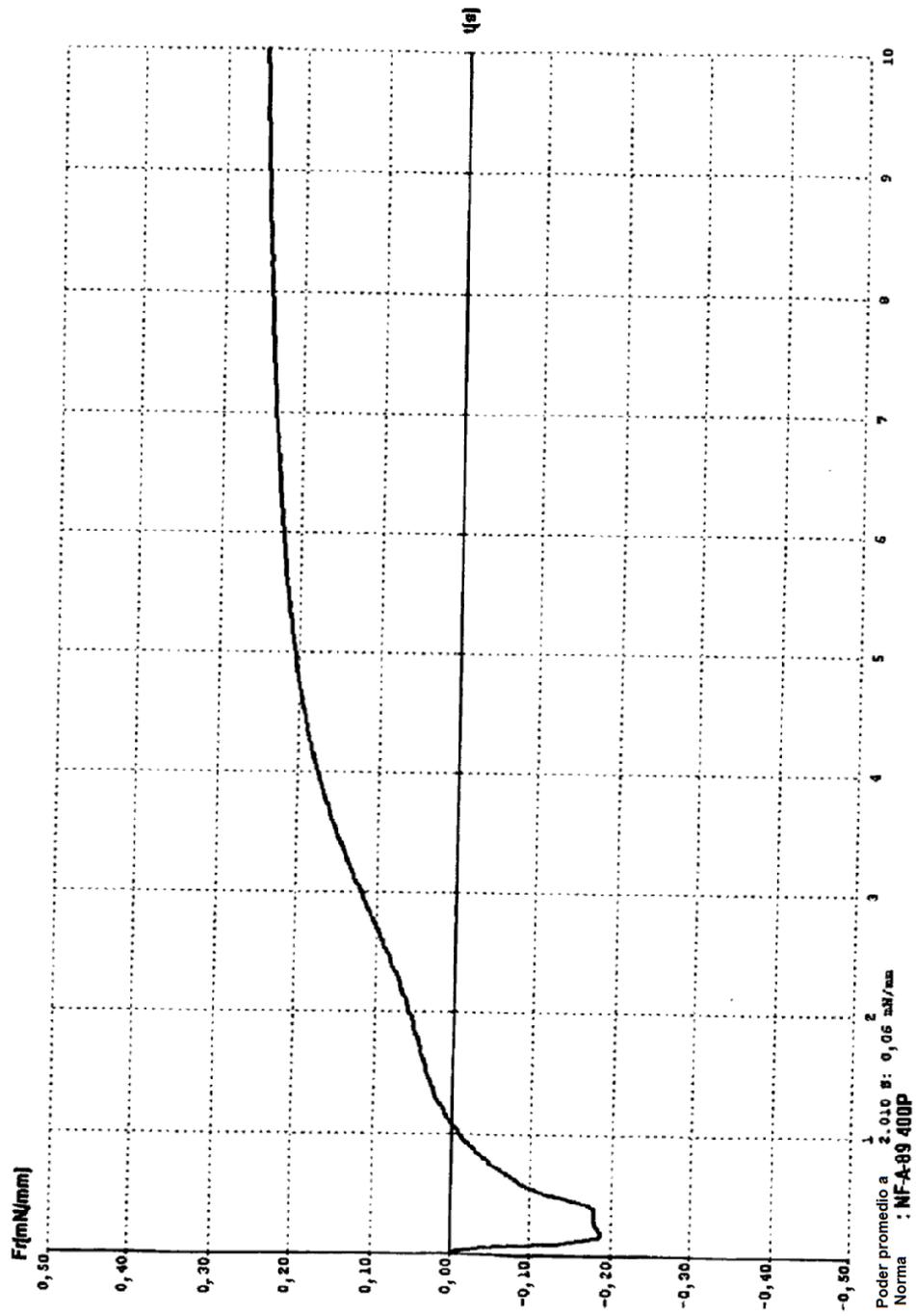


Figura 6: sin tratamiento, capacidad de soldadura después de 8 h en una olla a presión, ZCT = 3,99 S

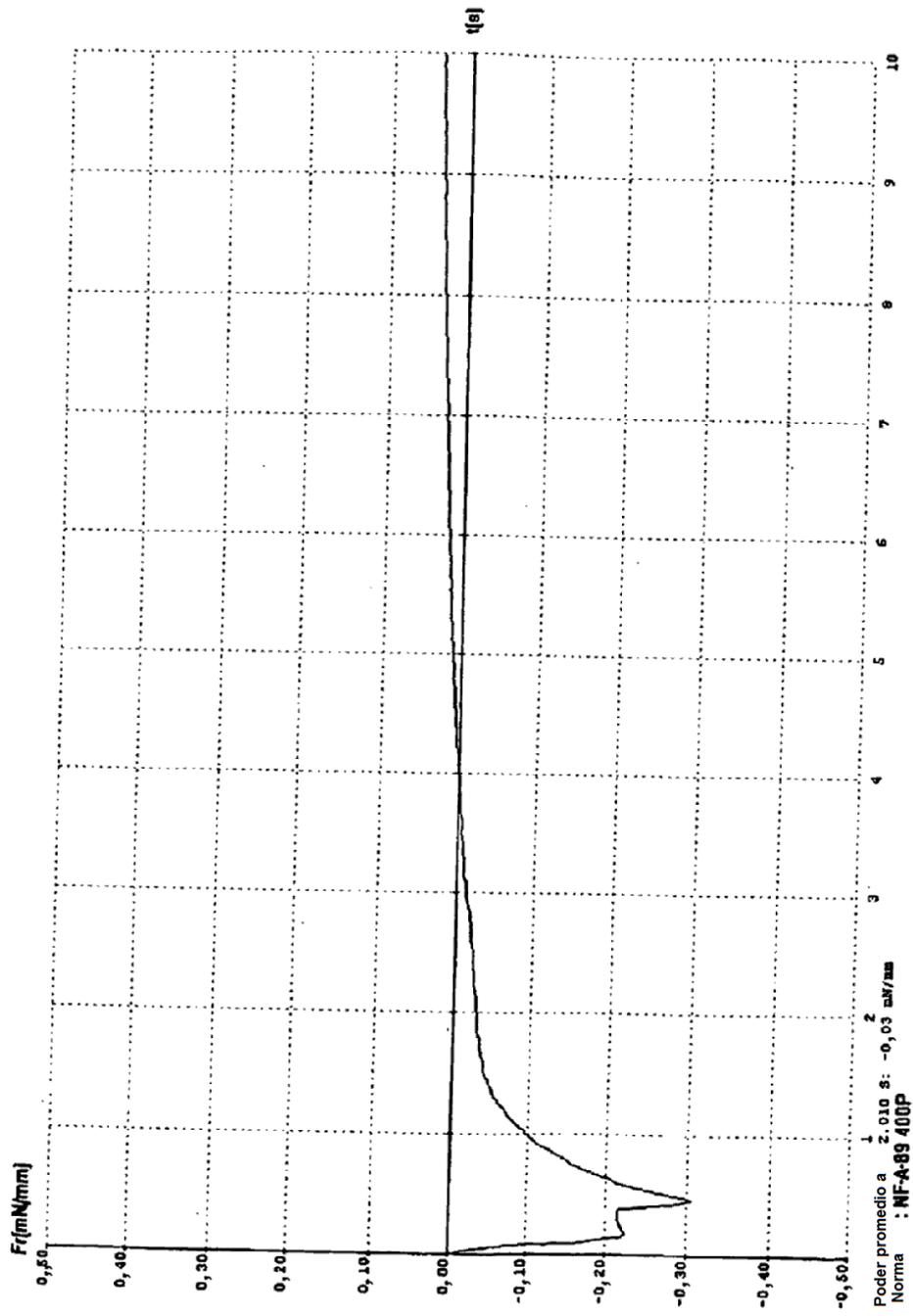


Figura 7: sin tratamiento, capacidad de soldadura después de 16 h en una olla a presión, ZCT = 6,20 s

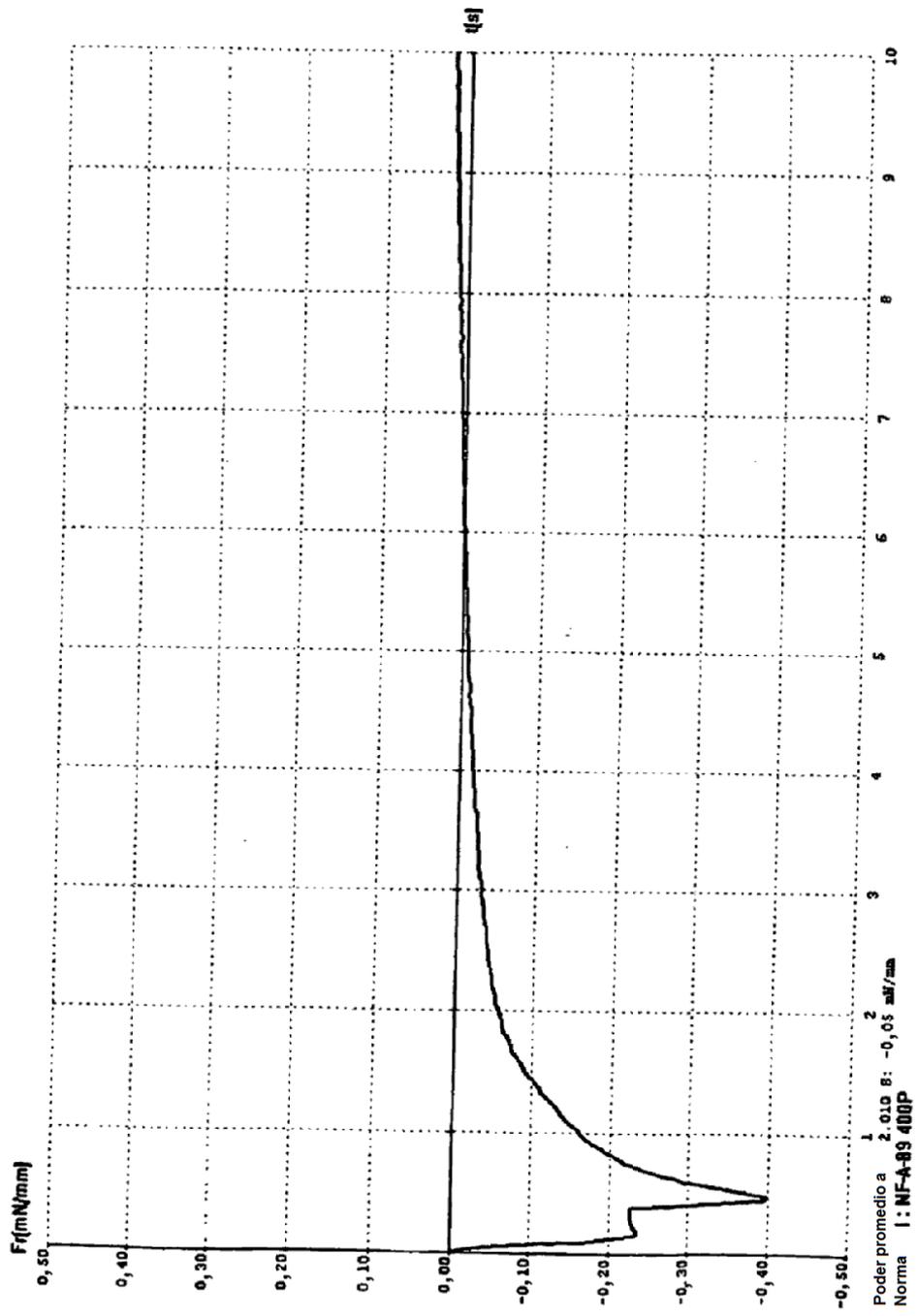


Figura 8: sin tratamiento, capacidad de soldadura después de 24 h en una olla a presión, ZCT =  $\infty$

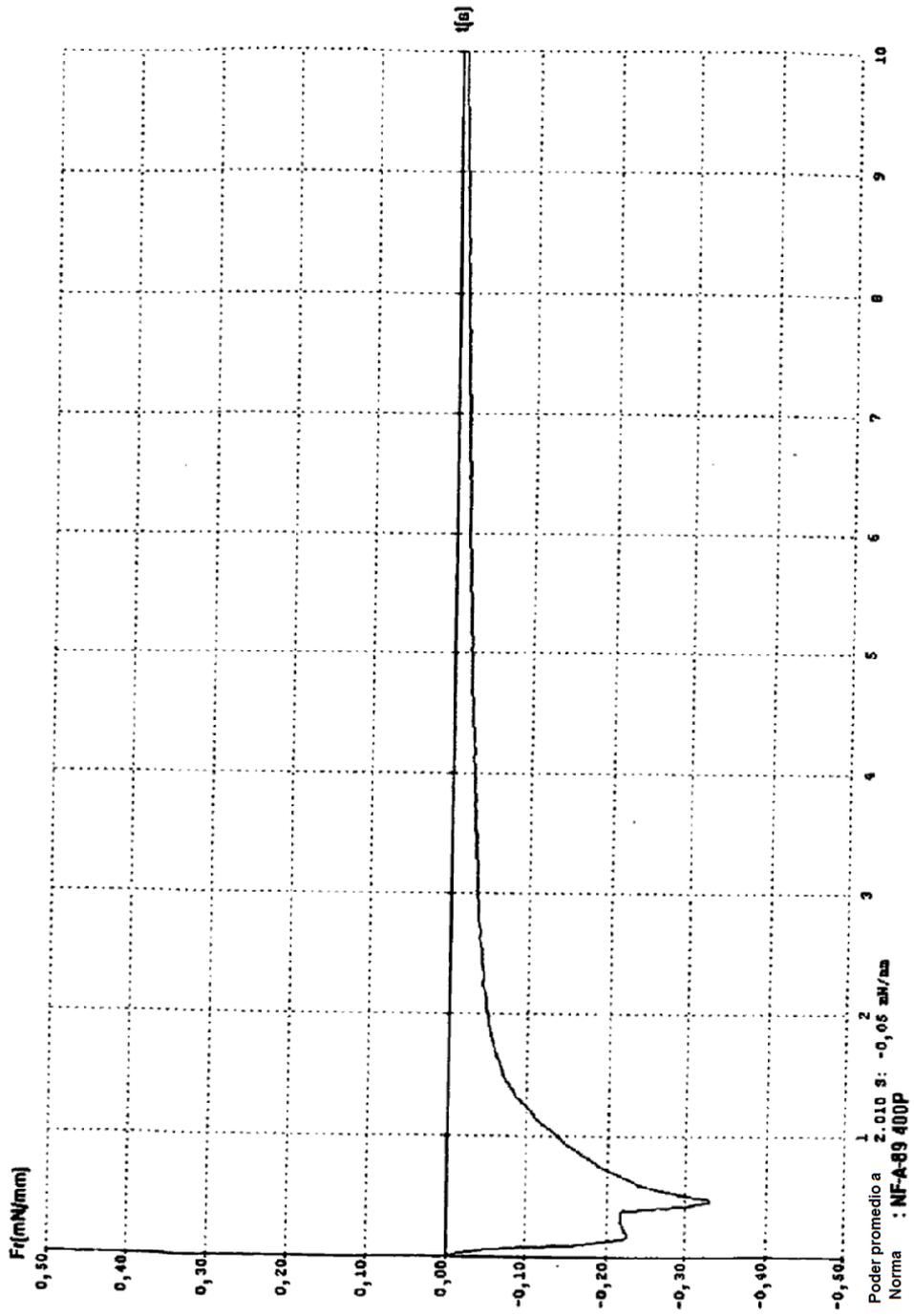


Figura 9: con tratamiento, según se galvaniza, ZCT = 0,49 s

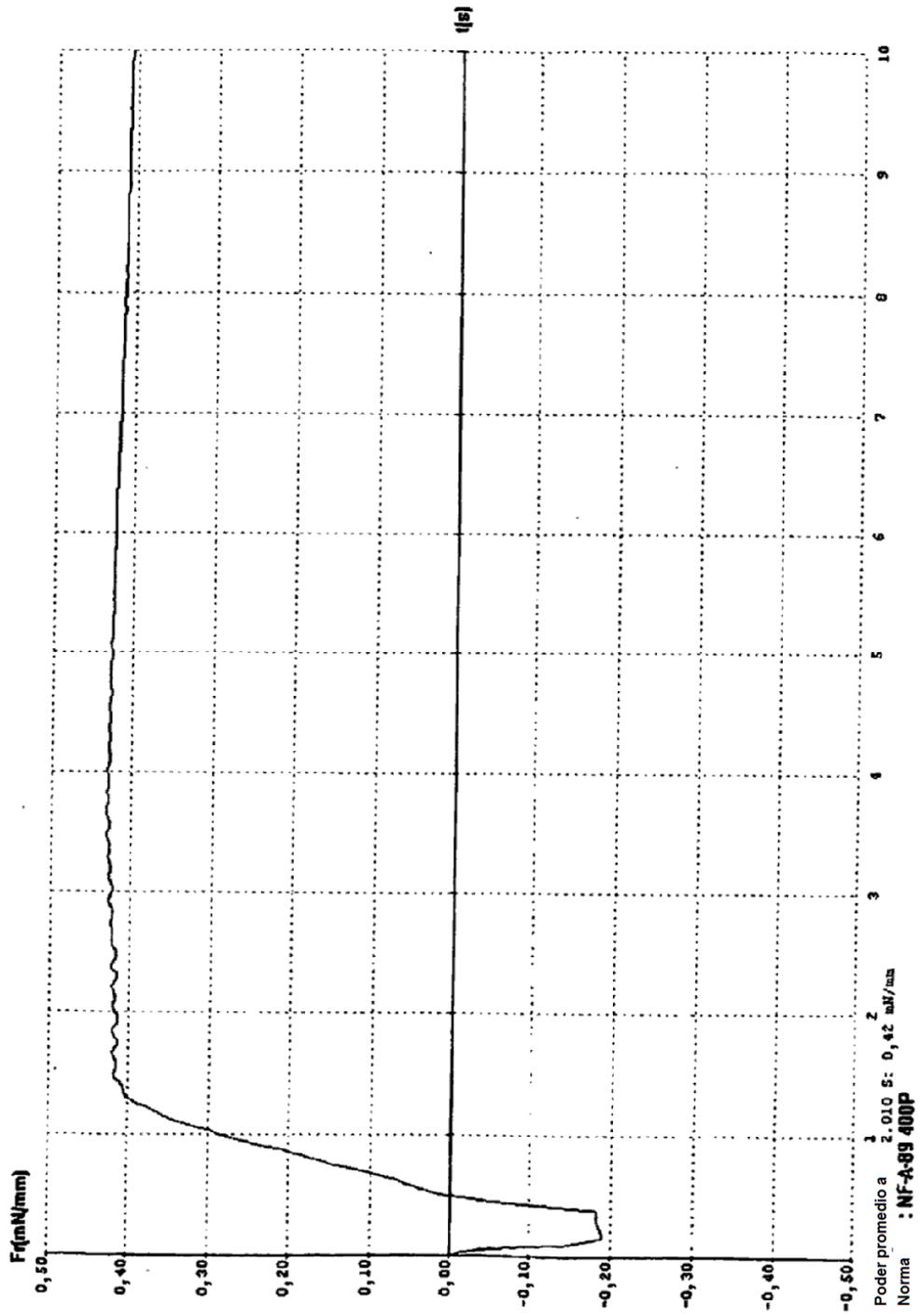


Figura 10: con tratamiento, capacidad de soldadura después de 8 h de envejecimiento en vapor ZCT = 0,53 s

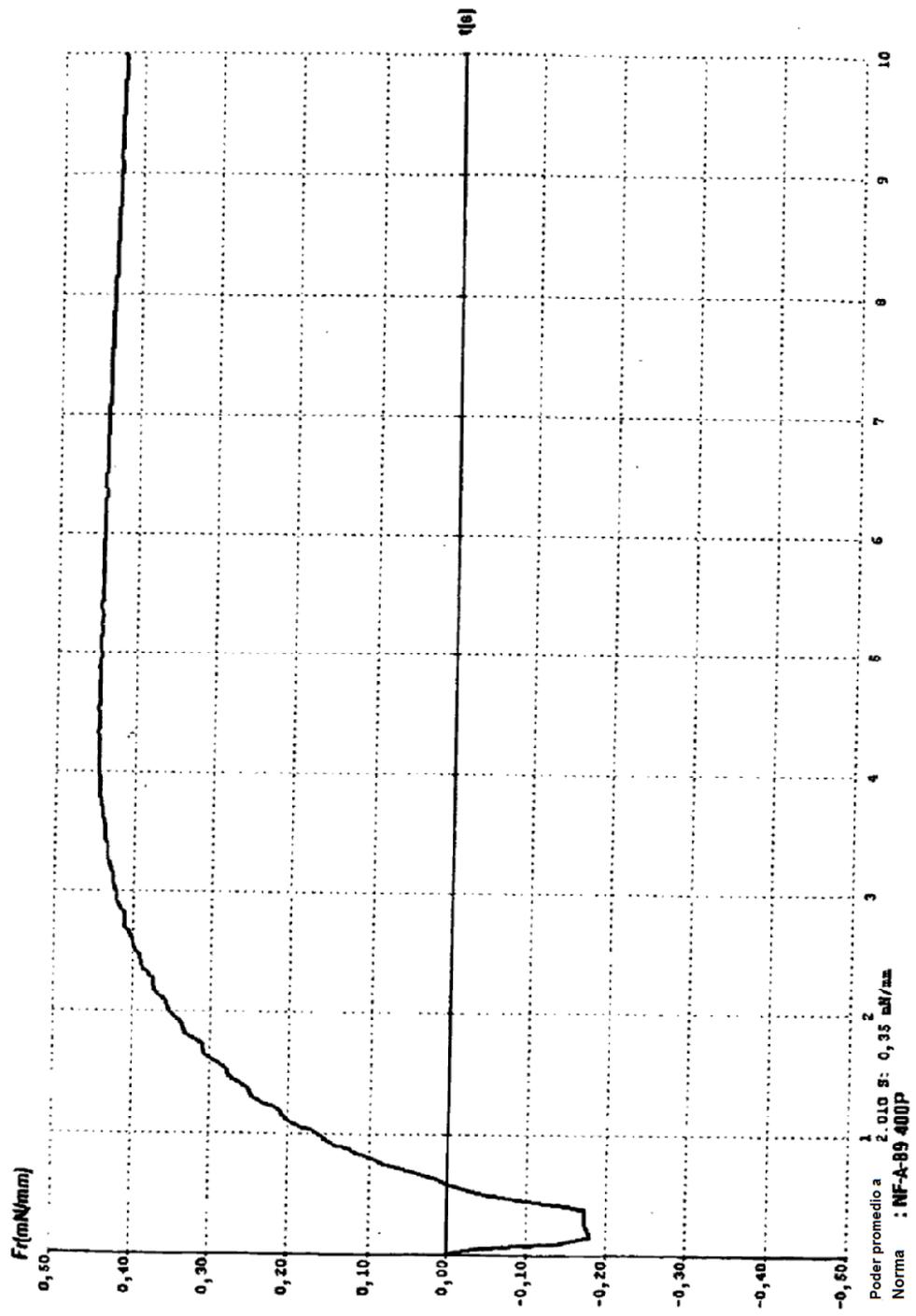


Figura 11: con tratamiento, capacidad de soldadura después de 16 h de envejecimiento en vapor, ZCT = 0,65 s

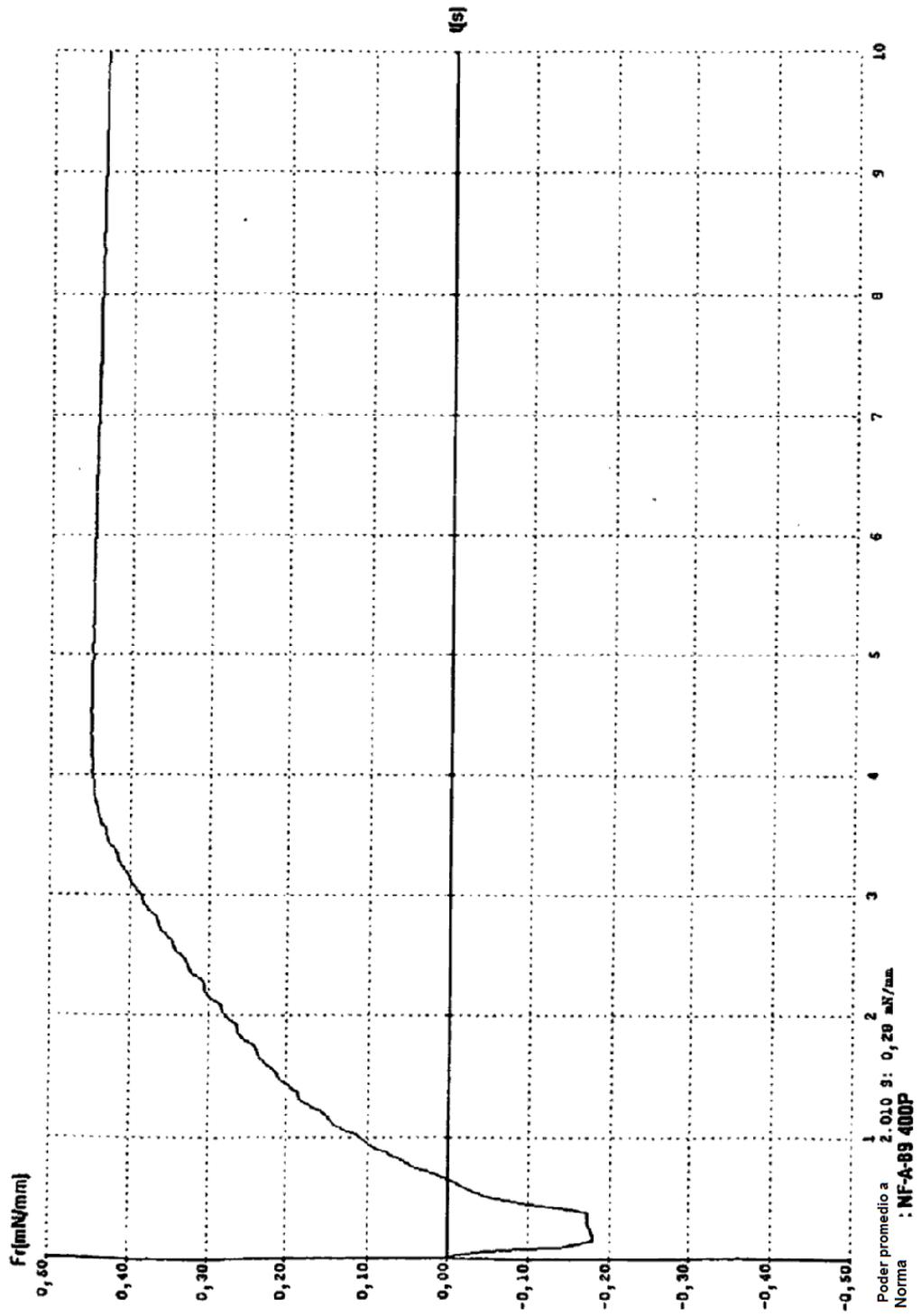


Figura 12: con tratamiento, capacidad de soldadura después de 8 h en una olla a presión, ZCT = 1,28 s

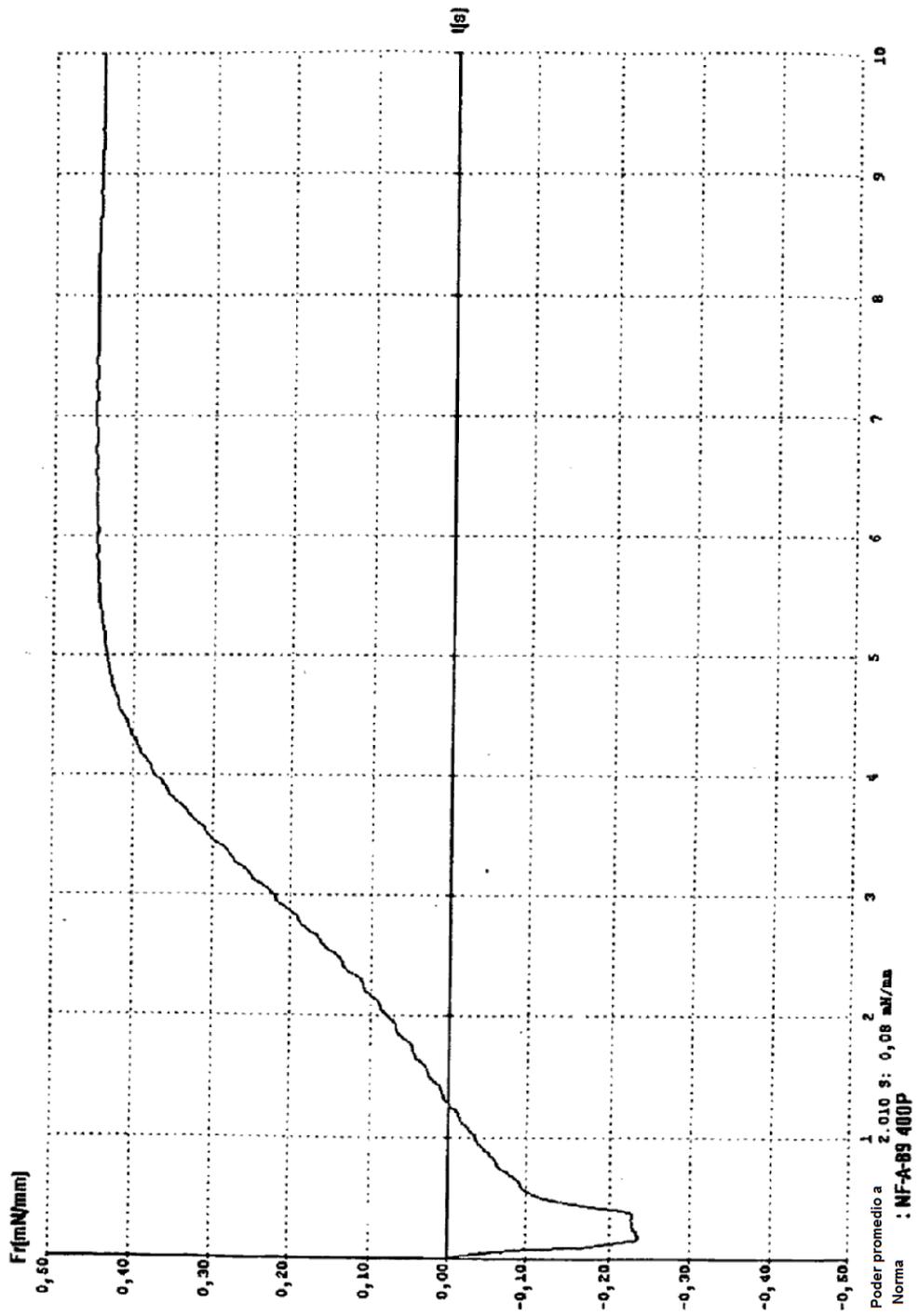


Figura 13: con tratamiento, capacidad de soldadura después de 16 h en una olla a presión, ZCT = 1,29 s

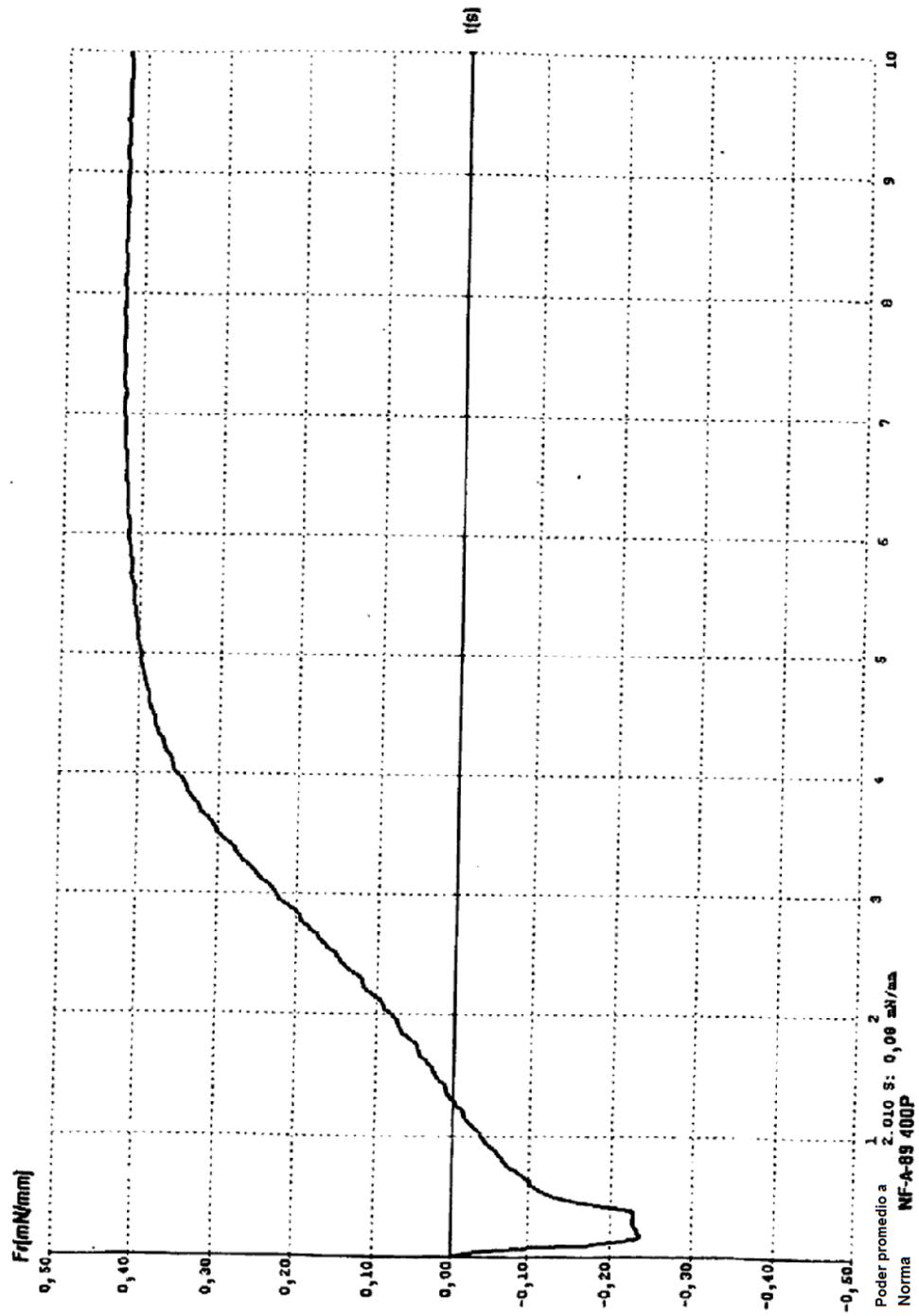


Figura 14: con tratamiento, capacidad de soldadura después de 24 h en una olla a presión, ZCT = 1,35 s

