



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 295 899**

51 Int. Cl.:
C21D 9/00 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04761908 .5**
86 Fecha de presentación : **09.09.2004**
87 Número de publicación de la solicitud: **1664357**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **07.06.2006**

54 Título: **Uso de un acero para la fabricación de cadenas, procedimiento para la fabricación de una cadena y cadena fabricada con él.**

30 Prioridad: **09.09.2003 CH 1542/03**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2008

73 Titular/es: **PEWAG AUSTRIA GmbH**
Bahnhofgurtel 59
8020 Graz, AT
Swiss Steel AG.

72 Inventor/es: **Hasler, Stephan;**
Heldt, Jens;
Hunkeler, Roland;
Peter, Heiko;
Uebel, Andreas;
Urlau, Ulrich y
Pengg, Agyd

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 295 899 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).

ES 2 295 899 T3

DESCRIPCIÓN

Uso de un acero para la fabricación de cadenas, procedimiento para la fabricación de una cadena y cadena fabricada con él.

Campo de la técnica

La invención se refiere al uso de un acero según la reivindicación 1, al procedimiento para la fabricación de una cadena según las reivindicaciones 2 o 9 y a una cadena según la reivindicación 14.

Estado actual de la técnica

Para fabricar cadenas se conocen distintos aceros de calidad y aceros afinados, que para lograr en especial las resistencias exigidas en estado mejorado van aleados con los elementos de aleación Mn, Ni, Cr y Mo. Así por ejemplo, muy a menudo se utiliza un acero con una porción en peso del 0,20 al 0,26% de carbono, hasta el 0,25% de silicio, del 1,10 al 1,40% de manganeso, hasta el 0,020% en fósforo y hasta el 0,020% de azufre, pudiendo ser la suma de las porciones de azufre y de fósforo como máximo del 0,035%, del 0,020 al 0,050% de aluminio, de hasta el 0,012% de nitrógeno, del 0,40 al 0,60% de cromo, hasta el 0,25% de cobre, del 0,50 al 0,60% de molibdeno, del 0,90 al 1,10% de níquel, así como otras añadiduras habituales en el acero, y el resto hierro. Este material se conoce bajo la abreviatura de 23 MnNiMoCr 5 4 y el número de material es el 1.6758 según la Norma Industrial Alemana (DIN) 17 115.

En el documento DE 43 37 148 C1 se describe una aleación mejorada de acero afinado para cadenas y componentes de cadenas, que contiene una porción aleadora adicional de wolframio y con ello debe presentar una resistencia y una tenacidad mayores frente a aleaciones anteriores.

Las cadenas con una tensión de rotura mínima de hasta 800 N/mm² son parte del estado actual de la técnica y vienen reguladas por diferentes normas (v. Sinz, R.; Dalferth, H.; Schick, M.; Die Halbzeugkette. Internationale Fachzeitschrift für Förder-, Lager- und Transporttechnik, año 42, volumen 6, junio 1996, págs. 1 - 16).

Existe, no obstante, una necesidad de cadenas de mayor solidez y tenacidad y al mismo tiempo de una mayor resistencia al revenido. Son deseables, por ejemplo, cadenas que en estado mejorado, en especial con una temperatura de revenido de 400°C, presenten una mayor resistencia, por ejemplo una tensión de rotura mínima de 1000 N/mm² o todavía mayor. Si bien las cadenas de este tipo están definidas conforme a las normas y se adscriben por ejemplo a la clase de calidad V o 10 según la Norma Europea EN 818-1, en su realización partiendo de las aleaciones de acero para cadenas conocidas hasta la fecha surgen considerables dificultades. Desde el punto de vista tecnológico y económico, un aumento de la resistencia elevando el contenido en carbono u otros elementos habituales en las aleaciones es posible sólo en una medida limitada. La adición de estos elementos de aleación actúa de manera desventajosa especialmente sobre la capacidad de fabricación y de soldadura y conduce, además, a unos costes más elevados.

El documento US 4,222,257 y el EP 132 252 A1 se refieren a la fabricación de alambre laminado con una buena forjabilidad en frío. En ambos documentos se encuentran listados genéricos de composiciones de aceros que, no obstante, cubren campos muy extensos. El documento US 4,222,257 se refiere en especial a aceros con porcentajes en peso del 0,05 al 0,2% de carbono así como del 0,5 al 1,5% de silicio y del 0,8 al 3% de manganeso. En el documento EP 132 252 A1 estos porcentajes en peso abarcan incluso los intervalos del 0,03 al 0,75% de carbono así como del 0,001 al 2,0% de silicio y del 0,15 al 2% de manganeso. Junto a estos amplios intervalos, en ambos documentos se dan a conocer, dentro del marco de los ejemplos de realización, únicamente las cinco composiciones de acero que se mencionan a continuación:

- en el único ejemplo de realización del documento US 4,222,257 (v. allí la columna 4, líneas 55 a 59) se menciona un acero con el 0,08% de carbono, el 0,9% de silicio y el 1,5% de manganeso (junto a otros elementos);
- en el ejemplo 1 del documento EP 132 252 A1 (v. allí la página 5, líneas 17 y 18 así como la línea 32) se mencionan aceros con el 0,02% de carbono, el 0,003% de silicio y el 0,25% o 0,35% de manganeso (junto a otros elementos);
- en el ejemplo 2 del documento EP 132 252 A1 (v. allí la página 7, líneas 13 a 15) se menciona un acero con el 0,35% de carbono, el 0,25% de silicio y el 0,70% de manganeso (junto a otros elementos);
- en el ejemplo 3 del documento EP 132 252 A1 (v. allí la página 7, líneas 29 y 30) se menciona un acero con el 0,06% de carbono, el 0,9% de silicio y el 1,5% de manganeso (junto a otros elementos).

Un uso de estos aceros como piezas brutas de acero para cadenas no se reivindica en el documento US 4,222,257 ni en el documento EP 132 252 A1.

ES 2 295 899 T3

Un procedimiento en sí conocido para fabricar una cadena a partir de un alambre laminado en caliente comprende los pasos de procedimiento siguientes:

- a) Recocido del alambre laminado;
- b) Estiramiento del alambre laminado hasta alcanzar una dimensión exterior previamente fijada;
- c) Recocido del acero estirado;
- d) Separación del acero estirado en piezas de longitud preseleccionada;
- e) Doblado y soldado de las piezas formando una cadena; y
- f) Mejora de la cadena,

pudiéndose cambiar también el orden de los pasos de procedimiento c) y d).

Los dos pasos de recocido a) y c) son necesarios en los procedimientos conocidos porque unas resistencias excesivamente altas del acero laminado no son ventajosas para el proceso de estirado b) ni para la transformación subsiguiente en cadenas d) y e), tanto para el material como también para las herramientas y las máquinas utilizadas.

Un procedimiento igualmente conocido para la fabricación de una cadena a partir de acero en barras laminado en caliente comprende los pasos de procedimiento siguientes:

- a) separación del acero en barra en piezas de longitud preseleccionada;
- b) doblado en caliente y soldadura de las piezas formando una cadena; y
- c) mejora de la cadena.

La mejora de las cadenas fabricadas comprende un temple seguido de un revenido. El temple se realiza por regla general mediante un calentamiento a una temperatura de por ejemplo 880°C, el mantenimiento a esta temperatura -por ejemplo durante 30 minutos- y el posterior enfriamiento brusco en agua, con lo cual se forma una estructura dura pero quebradiza. Mediante el posterior revenido a una temperatura de por ejemplo 250°C a 550°C, o superior, se produce una distensión de la estructura, alcanzándose de este modo una buena combinación de resistencia y tenacidad.

Exposición de la invención

El objetivo de la invención es especificar el uso de un acero de cadenas mejorado para la fabricación de cadenas o componentes de cadenas, con el que se eviten en especial las desventajas indicadas anteriormente. Otros objetivos de la invención consisten en especificar procedimientos perfeccionados para la fabricación de una cadena. Otro objetivo más de la invención es facilitar una cadena con una mayor solidez y una mejor resistencia al revenido.

Estos objetivos se consiguen mediante el uso definido en la reivindicación 1, los procedimientos definidos en las reivindicaciones 2 y 9 y la cadena definida en la reivindicación 14.

Un acero en alambre o en barra para la fabricación de cadenas muestra un porcentaje en peso del 0,17 al 0,26% de carbono, del 0,9 al 1,5% de manganeso, hasta el 0,02% en fósforo, hasta el 0,02% de azufre, del 0,9 al 1,5% de níquel, del 0,3 al 1,0% de cromo, hasta el 0,25% de cobre, del 0,4 al 1,0% de molibdeno, del 0,02 al 0,05% de aluminio, del 0,02 al 0,06% de titanio y hasta el 0,012% de nitrógeno, tiene además un contenido en silicio del 1,0 al 1,6% en peso y contiene por último otras añadiduras habituales en los aceros y hierro como resto.

Partiendo de un acero con la misma composición que el material 23 MnNiMoCr 5 4 con número de material 1.6758 según la DIN 17 115, citado al comienzo, se encontró sorprendentemente que aumentando el porcentaje de silicio más allá del límite de la norma de como máximo el 0,25%, se proporciona un material para cadenas considerablemente mejorado que, entre otras cosas, se caracteriza por las siguientes propiedades favorables:

- gran resistencia en estado mejorado;
- gran resistencia al revenido
- buena tenacidad en estado mejorado debido a un claro desplazamiento de la fragilidad al revenido hacia temperaturas de revenido más elevadas;
- buenos valores de deformabilidad (alargamiento de rotura, contracción de rotura) y con ello una capacidad de conformación mejorada en el estado laminado;

ES 2 295 899 T3

- forjabilidad y buenas propiedades para el tratamiento térmico;
- soldabilidad no afectada;
- 5 - idoneidad no afectada para la galvanización al fuego;
- producción económica debido al precio del silicio, más favorable en comparación con otros elementos de aleación.

10 El procedimiento según la invención para la fabricación de una cadena a partir de una pieza bruta de acero para cadenas presente según la invención como alambre laminado en caliente, comprende los pasos de procedimiento siguientes:

- 15 a) estirado del alambre laminado hasta alcanzar una dimensión exterior previamente determinada;
- b) separación del acero estirado en piezas de longitud preseleccionada;
- c) doblado y soldadura de las piezas formando una cadena; y
- 20 d) tratamiento ulterior de la cadena.

El procedimiento según la invención para la fabricación de una cadena a partir de una pieza bruta de acero para cadenas presente según la invención como acero en barra, comprende los pasos de procedimiento siguientes:

- 25 a) separación del acero en barra en piezas de longitud preseleccionada;
- b) doblado en caliente y soldadura de las piezas formando una cadena; y
- c) tratamiento ulterior de la cadena.

30 Con el procedimiento según la invención se pueden fabricar cadenas muy resistentes que se caracterizan por una elevada solidez y resistencia al revenido y que pueden utilizarse, sobre todo, como cadenas de tope y cadenas “offsho-
re”, así como cadenas para minería.

35 En las reivindicaciones subordinadas se definen configuraciones ventajosas de la invención.

La pieza bruta de acero para cadenas tiene preferentemente una composición según las reivindicaciones 3 o 10 respectivamente.

40 Fundamentalmente, en el procedimiento según la invención el alambre laminado preparado en estado laminado puede recocerse de una manera en sí conocida antes y/o después del estirado. Sin embargo, en la forma de realización preferida según la reivindicación 4 el estirado se realiza en el alambre laminado sin recocer, y en la forma de realización preferida según la reivindicación 5 el doblado se realiza en el acero estirado sin recocer. Las dos formas de realización mencionadas son posibles gracias a las propiedades ventajosas del material utilizado y permiten un ahorro, sumamente deseado, de pasos de procedimiento. Esto posibilita a su vez, entre otras cosas, un considerable ahorro de costes en la fabricación de cadenas.

45 En la forma de realización definida en las reivindicaciones 6 u 11 respectivamente, el tratamiento ulterior de la cadena comprende una mejora, que incluye un temple con el subsiguiente revenido. En especial, según las reivindicaciones 7 o 12 respectivamente, el revenido se realiza a una temperatura de revenido de 390 a 410°C, preferentemente de 395 a 405°C. Alternativamente, según las reivindicaciones 8 o 13 respectivamente, el tratamiento ulterior de la cadena puede comprender un calentamiento seguido de un enfriamiento controlado.

50 La cadena definida en la reivindicación 15 se caracteriza por las siguientes propiedades: después de un tratamiento térmico de cómo mínimo 1 hora a una temperatura de 400°C la cadena muestra, ensayado a temperatura ambiente, una tensión de rotura de cómo mínimo 1000 N/mm² y una resiliencia R_v (ISO-V) de cómo mínimo 42 J. La cadena cumple así los criterios de ensayo, por ejemplo, para ser asignada a la clase de calidad V o 10 según la Norma Europea EN 818-1 y para ser designada como “de grado 100”.

60 **Vías para la realización de la invención**

Los ejemplos de realización que siguen a continuación no han de entenderse como una limitación del objeto de la invención. Según las necesidades, el experto deducirá también formas de realización modificadas que se basen en los mismos principios.

ES 2 295 899 T3

Ejemplo 1

Fabricación de una pieza bruta de acero para cadenas completada

5 Una carga de acero con una composición según la Tabla 1 se laminó en caliente para dar un alambre laminado con un diámetro de 16 mm.

TABLA 1

10 *Composición de la carga de acero (datos en % en peso, el resto hierro y añadiduras habituales en los aceros)*

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti	Al	N
0,22	1,35	1,30	0,01	0,006	1,03	0,53	0,53	0,15	0,03	0,029	0,01

20 Para determinar las propiedades mecánicas del alambre laminado en estado laminado se llevaron a cabo ensayos de tracción según la DIN EN 10002.1 así como ensayos de flexión por choque en probeta entallada según la ISO-V, DIN EN 100045 T.1 con una anchura de muestra de 10 mm, que dieron los valores indicados en la Tabla 2 (representados como intervalos de valores representativos).

TABLA 2

25 *Propiedades mecánicas del alambre laminado en estado laminado*

Límite de fluencia $R_{p0.2}$ [N/mm²]	Resistencia a la tracción R_m [N/mm²]	Alargamiento de rotura A_5 [%]	Contracción de rotura Z [%]
1040 a 1140	1280 a 1380	11 a 16	40 a 60

35 A continuación se sometieron muestras del alambre laminado a una mejora, que comprendía un tratamiento térmico de 30 minutos a 880°C, un templado por enfriamiento brusco con agua y un revenido durante 60 minutos a una temperatura de revenido definida en el intervalo de 200°C a 550°C. Las propiedades mecánicas del alambre laminado en estado mejorado se indican en la Tabla 3, designándose por A_v el trabajo de resiliencia a temperatura ambiente o a -20°C.

40 Con respecto al uso para cadenas “offshore”, el alambre laminado se ensayó también después del siguiente tratamiento térmico: baño de recocido (baño de sal) a 920°C, mantenimiento y después temple por enfriamiento brusco a 180°C con subsiguiente enfriamiento al aire y por último revenido a 400°C. A continuación, a una temperatura de ensayo de -20°C, se determinó un trabajo de resiliencia $A_v = 42$ J.

TABLA 3

50 *Propiedades mecánicas del alambre laminado en estado mejorado*

	Temperatura de revenido [°C]							
	200	250	300	370	400	450	500	550
R_m [N/mm²]	1563	1549	1531	1492	1432	1315	1250	-
A_5 [%]	11	10	11	11	12	13	12	-
Z [%]	52	48	52	55	57	56	47	-
R_v (ISO-V) (TA) [J]	77	73	60	57	42	41	43	-
R_v (ISO-V) (-20 °C) [J]	67	63	47	38	27	32	31	31

ES 2 295 899 T3

Ejemplo 2

Fabricación de una cadena

5 Primero se decapan piezas brutas de acero para cadenas en forma de alambre laminado según el ejemplo 1 y a continuación se someten al siguiente proceso de recocido: calentamiento a 690°C, mantenimiento durante 13 horas, enfriamiento de 690°C a 600°C en 7 horas, enfriamiento hasta 70°C bajo una campana refrigeradora. Después de este proceso de recocido, el alambre laminado recocido presentaba una resistencia a la tracción $R_m = 751 \text{ N/mm}^2$ y una

10 contracción de rotura $Z = 61\%$.
El alambre laminado recocido se estiró hasta una dimensión final de 13,7 mm de diámetro exterior.

15 El alambre laminado estirado se sometió por último de nuevo a un proceso de recocido tal como se describió anteriormente.

20 Después de este segundo proceso de recocido se dividió el alambre laminado y estirado en piezas de longitud preseleccionada, y a continuación las piezas se doblaron y se soldaron para formar una cadena. Por último se mejoró la cadena mediante calentamiento a 880°C, temple por enfriamiento brusco en agua y revenido durante 60 minutos a 400°C.

25 Las propiedades de la cadena acabada con un diámetro real de los eslabones de 13,7 mm dieron en tres ensayos los valores indicados en la Tabla 4:

TABLA 4

Propiedades mecánicas de la cadena acabada

Fuerza de ensayo [kN]	170,6	171,1	168,7
Fuerza de rotura [kN]	270,0	267,3	269,1
Alargamiento de rotura [%]	32,7	33,8	34,6

35 Los anteriores valores superan claramente los valores nominales de 166 kN para la fuerza de ensayo, 266 kN para la fuerza de rotura y 20% para el alargamiento de rotura, correspondiendo esos valores nominales a una tensión de rotura de 1000 N/mm² y que por lo tanto deben satisfacerse para una cadena de la clase de calidad V o 10 según la Norma Europea EN 818-1.

40

45

50

55

60

65

ES 2 295 899 T3

REIVINDICACIONES

5 1. Uso de un acero con un porcentaje en peso del 0,17 al 0,26% de carbono, del 0,9 al 1,5% de manganeso, hasta el 0,02% de fósforo, hasta el 0,02% de azufre, del 0,9 al 1,5% de níquel, del 0,3 al 1,0% de cromo, hasta el 0,25% de cobre, del 0,4 al 1,0% de molibdeno, del 0,02 al 0,05% de aluminio, del 0,02 al 0,06% de titanio, hasta el 0,012% de nitrógeno y del 1,0 al 1,6% de silicio así como otras añadiduras habituales en los aceros y el resto hierro, para la fabricación de cadenas o componentes de cadenas.

10 2. Procedimiento para la fabricación de una cadena a partir de una pieza en bruto de acero para cadenas presente como alambre laminado con un porcentaje en peso del 0,17 al 0,26% de carbono, del 0,9 al 1,5% de manganeso, hasta el 0,02% de fósforo, hasta el 0,02% de azufre, del 0,9 al 1,5% de níquel, del 0,3 al 1,0% de cromo, hasta el 0,25% de cobre, del 0,4 al 1,0% de molibdeno, del 0,02 al 0,05% de aluminio, del 0,02 al 0,06% de titanio, hasta el 0,012% de nitrógeno y del 1,0 al 1,6% de silicio así como otras añadiduras habituales en los aceros y el resto hierro, comprendiendo los pasos de procedimiento siguientes:

- 15 a) estirado del alambre laminado hasta alcanzar una dimensión exterior previamente determinada;
- b) separación del acero estirado en piezas de longitud preseleccionada;
- 20 c) doblado y soldadura de las piezas formando una cadena; y
- d) tratamiento ulterior de la cadena.

25 3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque la pieza bruta de acero para cadenas muestra un porcentaje en peso del 0,20 al 0,23% de carbono, del 1,25 al 1,4% de manganeso, hasta el 0,01% de fósforo, del 0,005 al 0,01% de azufre, del 1,0 al 1,1% de níquel, del 0,5 al 0,6% de cromo, hasta el 0,2% de cobre, del 0,5 al 0,6% de molibdeno, del 0,025 al 0,045% de aluminio, del 0,02 al 0,06% de titanio, hasta el 0,012% de nitrógeno así como del 1,3 al 1,4% en peso de silicio.

30 4. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado** porque el estirado se lleva a cabo en alambre laminado sin recocer.

35 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado** porque el doblado se lleva a cabo en acero estirado sin recocer.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado** porque el tratamiento ulterior de la cadena comprende una mejora que incluye un temple con el subsiguiente revenido.

40 7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado** porque el revenido se realiza a una temperatura de revenido de 390 a 410°C, preferentemente de 395 a 405°C.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado** porque el tratamiento ulterior de la cadena comprende un calentamiento seguido de un enfriamiento controlado.

45 9. Procedimiento para la fabricación de una cadena a partir de una pieza bruta de acero para cadenas presente como acero en barra, con un porcentaje en peso del 0,17 al 0,26% de carbono, del 0,9 al 1,5% de manganeso, hasta el 0,02% de fósforo, hasta el 0,02% de azufre, del 0,9 al 1,5% de níquel, del 0,3 al 1,0% de cromo, hasta el 0,25% de cobre, del 0,4 al 1,0% de molibdeno, del 0,02 al 0,05% de aluminio, del 0,02 al 0,06% de titanio, hasta el 0,012% de nitrógeno y del 1,0 al 1,6% de silicio, así como otras añadiduras habituales en los aceros y el resto hierro, comprendiendo los pasos de procedimiento siguientes:

- 50 a) separación del acero en barra en piezas de longitud preseleccionada;
- 55 b) doblado en caliente y soldadura de las piezas formando una cadena; y
- c) tratamiento ulterior de la cadena.

60 10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado** porque la pieza en bruto de acero para cadenas presenta un porcentaje en peso del 0,20 al 0,23% de carbono, del 1,25 al 1,4% de manganeso, hasta el 0,01% de fósforo, del 0,005 al 0,01% de azufre, del 1,0 al 1,1% de níquel, del 0,5 al 0,6% de cromo, hasta el 0,2% de cobre, del 0,5 al 0,6% de molibdeno, del 0,025 al 0,045% de aluminio, del 0,02 al 0,06% de titanio, hasta el 0,012% de nitrógeno así como del 1,3 al 1,4% en peso de silicio.

65 11. Procedimiento según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado** porque el tratamiento ulterior de la cadena comprende una mejora que incluye un temple con el subsiguiente revenido.

ES 2 295 899 T3

12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque el revenido se lleva a cabo a una temperatura de revenido de 390 a 410°C, preferentemente de 395 a 405°C.

5 13. Procedimiento según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado** porque el tratamiento ulterior de la cadena comprende un calentamiento seguido de un enfriamiento controlado.

10 14. Cadena formada por piezas soldadas, en donde las piezas son de un acero con un porcentaje en peso del 0,17 al 0,26% de carbono, del 0,9 al 1,5% de manganeso, hasta el 0,02% de fósforo, hasta el 0,02% de azufre, del 0,9 al 1,5% de níquel, del 0,3 al 1,0% de cromo, hasta el 0,25% de cobre, del 0,4 al 1,0% de molibdeno, del 0,02 al 0,05% de aluminio, del 0,02 al 0,06% de titanio, hasta el 0,012% de nitrógeno y del 1,0 al 1,6% de silicio así como otras añadiduras habituales en los aceros y el resto hierro.

15 15. Cadena según la reivindicación 14, **caracterizada** por las siguientes propiedades: después de un tratamiento térmico de cómo mínimo 1 hora a una temperatura de 400°C la cadena muestra, ensayado a temperatura ambiente, una tensión de rotura de cómo mínimo 1000 N/mm² y una de resiliencia R_v (ISO-V) de cómo mínimo 42 J.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65