



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 361 708**

51 Int. Cl.:

B23D 61/12 (2006.01)

B23D 65/00 (2006.01)

C23C 16/00 (2006.01)

C23C 14/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06707216 .5**

96 Fecha de presentación : **23.02.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1850993**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.11.2007**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de una cinta de sierra.**

30 Prioridad: **24.02.2005 DE 10 2005 008 810**
12.04.2005 DE 10 2005 016 953
13.09.2005 DE 10 2005 043 527

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.06.2011

73 Titular/es: **Oerlikon Trading AG., Trübbach**
Hauptstrasse
9477 Trübbach, CH

72 Inventor/es: **Balint, Michael**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 361 708 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

Procedimiento para la fabricación de una cinta de sierra

La invención hace referencia a un procedimiento para la fabricación de una cinta de sierra, de acuerdo con la parte introductoria de la reivindicación 1.

5 Se conoce por el documento GB-A-1 513 667 un procedimiento de este tipo. En dicho procedimiento se aplica sobre la cinta de sierra un metal con alto punto de fusión y finalmente se endurece por impulsos.

10 El documento US 4 337 300 da a conocer un procedimiento de vaporización a una temperatura comprendida entre 300°C y 600°C para la fabricación de una herramienta de corte a base de un sustrato metálico de un acero rápido con un recubrimiento superficial con un grosor de 0,5 a 10 μm , por ejemplo por vaporización en vacío (PVD) o por vaporización química bajo una corriente de plasma (paCVD).

El documento JP 03 032516 describe un procedimiento para la aplicación de un recubrimiento a una cinta de sierra mediante un proceso de recubrimiento en vacío.

15 Por el documento JP 61 044 171 A es conocido, el disponer sobre una herramienta a base de titanio una capa de nitruro, óxido o carbón.

El documento WO 01/90436 A1 define un procedimiento de recubrimiento en el que el objeto a recubrir es limpiado mediante un chorro de bolas antes de su recubrimiento.

20 Una cinta de sierra del estado de la técnica es conocida, por ejemplo, por el documento DE 102 02 770 A1. Se utiliza en máquinas de sierra de cinta tal como por ejemplo las descritas en el documento DE 25 38 718 A1 y en especial para aserrar piezas grandes que no se pueden mecanizar con sierras de disco. A pesar de los grandes esfuerzos realizados para conseguir composiciones de materiales mejorados para estas sierras de cinta, éstas están previstas o bien solamente son apropiadas, para velocidades de corte relativamente reducidas y avances pequeños y muestran tiempos de vida útil reducidos, es decir, se embotan muy rápidamente, y de forma correspondiente deben ser cambiadas frecuentemente.

Es conocido, además, disponer en herramientas y componentes para el aumento de la resistencia al desgaste y como protección a la corrosión, recubrimientos superficiales. Para ello se utilizan en muchos casos procedimientos PVD (depósito físico de vapor) o paCVD (depósito químico de vapor asistido por plasma) o bien combinaciones de ambos.

30 La publicación WO 2005/014877 A1 da a conocer el recubrimiento de una banda de acero en un procedimiento rodillo a rodillo de manera que sobre la banda preferentemente fabricada a base de acero laminado en frío, se aplica una capa de diferentes materiales duros en un cara o en ambas caras en etapas sucesivas del proceso. A continuación, se puede fabricar una cinta de sierra partiendo de esta banda.

35 Constituye un inconveniente, en este caso, que el recubrimiento tiene lugar desde un lado. De esta manera se aplica sobre las superficies con mayores solicitaciones funcionales (superficies libres y superficies de desprendimiento) la capa de recubrimiento más reducida y sobre las superficies menos solicitadas funcionalmente se aplica el mayor grosor de la capa, por lo que el material de recubrimiento, que es costoso, resulta mal utilizado. Frecuentemente el recubrimiento se aplica además sobre aceros laminados en frío que solamente son endurecidos posteriormente, lo cual puede ser un inconveniente para la unión capa-sustrato. Por otra parte, dichos aceros laminados en frío no pueden ser recubiertos fácilmente después del endurecimiento, puesto que los procesos habituales PVD sobrepasan en mucho las temperaturas de revenido de dichos materiales. Los procedimientos PVD de baja temperatura tienen además el inconveniente de generar capas con mala adherencia, lo cual constituye un serio inconveniente en el caso de cargas elevadas tales como tienen lugar en las sierras y por desgaste abrasivo. Otro inconveniente se presenta por el procedimiento previsto, según el estado de la técnica, llamado rodillo a rodillo. En este caso, no se puede escoger cualquier geometría de la sierra, por ejemplo, no es posible una geometría de dientes cruzados ya que dichas bandas no pueden ser dobladas o lo son solamente con gran dificultad. Puesto que los grosores de capa conocidos en el estado de la técnica son sustancialmente mayores de 5 μm , éstos son caros en la fabricación y no aportan mejoras sustanciales con respecto a las sierras sin recubrimiento puesto que existe la tendencia de que la capa se rompe en el inicio del trabajo en la punta de los dientes y por lo tanto no se puede aprovechar en estas zonas la ventaja de los recubrimientos.

55 Por lo tanto, es objetivo de la presente invención dar a conocer un procedimiento para la fabricación de una cinta de sierra del tipo mencionado, mediante el cual se pueda conseguir una cinta de sierra que posibilite una elevada capacidad funcional en la mecanización, especialmente con materiales

metálicos. Además, se mejorará la economía de fabricación y también de la utilización de dichas cintas de sierra.

De acuerdo con la invención, este objetivo se consigue con las características de la reivindicación 1.

5 De acuerdo con la presente invención, se prevé también que, como mínimo, la fila de dientes, antes de la aplicación del recubrimiento, reciba un cepillado para la eliminación de las rebabas. Esta eliminación de las rebabas en la fila de dientes impide que se rompan las rebabas en la posterior utilización de la cinta de sierra, por lo que se generaría una superficie de la cinta de sierra sin recubrimiento.

10 Mediante el recubrimiento objeto de la invención, resulta posible un tiempo de utilización mucho más prolongado o, como mínimo, de la fila de dientes de la cinta de sierra al aplicar el procedimiento objeto de la presente invención, lo cual además del tiempo más largo de la utilización de la cinta de sierra posibilita también mayores intervalos en el cambio de las cintas de sierra gastadas.

15 Otra ventaja de las cintas de sierra fabricadas de acuerdo con el procedimiento de la invención, consiste en las mayores velocidades de corte que son posibles así como en algunos casos un mayor avance de trabajo. Además, el recubrimiento puede conducir, a causa de un menor rozamiento, a un trabajo suave y regular de la cinta de sierra, por lo que son necesarios esfuerzos sustancialmente menores para producir el avance.

20 Una manipulación muy simple de la cinta de sierra durante el recubrimiento se consigue cuando la banda de la sierra es dotada del recubrimiento adoptando forma de bobina formando, para lo que antes del recubrimiento es arrollada, una espiral y es manipulada en la instalación de recubrimiento de esta forma, de manera que todas las filas de cintas están dirigidas en la misma dirección. Esta manera de proceder conduce además a una sustancial reducción de costes del procedimiento, puesto que se puede recubrir simultáneamente una longitud relativamente grande de la cinta de sierra.

25 Una cinta de sierra, según la invención, es decir, una banda de sierra correspondiente, consiste en un material básico HSS (acero rápido) sobre el cual se aplica una capa dura mediante procedimientos PVD o paCVD. Los aceros HSS son apropiados a causa de su elevada resistencia a la temperatura para recubrimiento con procesos PVD o paCVD, puesto que las temperaturas de revenido de estos aceros se encuentran normalmente sensiblemente por encima de 500°C y por lo tanto es posible sin problema alguno un recubrimiento a 500°C, lo que garantiza con respecto a los procesos de baja temperatura una unión de la capa de recubrimiento/material de base sensiblemente mejorada.

30 Son materiales especialmente apropiados para capas de recubrimiento de sierras de cinta las capas TiAlN así como AlCrN, tal como se pueden fabricar por ejemplo con sistemas industriales de recubrimiento de los tipos BAI1200 o RCS. Otras capas que facilitaron, como mínimo, combinaciones especiales de capa/material de trabajo, un aumento sensible del rendimiento de corte fueron combinaciones de TiAlN, AlCrN, CrN, así como los carbonitruros y carburos de las correspondientes capas, por ejemplo también capas múltiples o con gradiente con contenido de carbono creciente, combinadas con capas de recubrimiento metálicas o bien no metálicas DLC (diamond like carbon) (carbono similar a diamante), así como diferentes capas que contienen Si, por ejemplo, TiAlSiN, AlCrSiN y los correspondientes carbonitruros con un contenido de Si comprendido entre 1 y 12% en proporción con respecto al contenido total de metal.

35 Otros sistemas de capas especialmente apropiadas comprenden también otros materiales duros tales como uno a varios metales del grupo IV-, V-, ó VI-, de la tabla periódica (metales de transición), así como aluminio o silicio y sus compuestos. Es especial, se pueden tomar en consideración los nitruros tal como los conocidos TiN, VN o TiSiN, carburos o carbonitruros tales como, por ejemplo, SiN, boruros, óxidos tales como, por ejemplo, Al₂O₃, (AlCr)₂O₃, así como otras mezclas de los correspondientes no metales tales como, por ejemplo, boro-nitruro, carboxinitruro entre otros con los mencionados metales. También pueden ser ventajosos los sistemas de varias capas, así como capas especialmente constituidas como capas adhesivas o de transición para la mecanización de determinados materiales.

40 Se ha demostrado como especialmente ventajosa con respecto al tiempo de vida útil así como las velocidades de corte y avances, un recubrimiento de un material basado en nitruros. En este caso se puede utilizar un recubrimiento con realizaciones ventajosas de TiN, TiCN, TiAlN y/o AlCrN. En este caso se pueden utilizar todos los materiales también en forma de aleaciones o mezclas.

45 Otro recubrimiento muy apropiado para utilización práctica puede presentar WC/C como capa de recubrimiento, puesto que este sistema de recubrimiento de capa DLC que contiene metal presenta un proceso de inicio de trabajo especialmente apropiado, por ejemplo un pulido de la capa durante los primeros ciclos de corte. Como capa de apoyo se pueden tomar en consideración en especial los sistemas anteriormente explicados.

Cuando en un desarrollo adicional ventajoso de la invención el recubrimiento presenta un grosor de 2-3 μm , éste conduce de manera ventajosa a un trabajo muy silencioso y regular de la cinta de sierra y no produce adherencia u otros problemas similares tales como se podrían producir para el caso de un recubrimiento con un elevado espesor en el aserrado de piezas a trabajar. El grosor de la capa depende asimismo del paso de los dientes, de la geometría de los dientes, del material a trabajar y del material del recubrimiento propiamente dicho, de manera que según los casos, son también posibles grosores de capa más elevados.

Para la optimización del rendimiento de corte, una sierra con el recubrimiento, según la invención, debe estar ajustado por lo tanto el grosor de capa apropiado. En este caso se ha demostrado de manera sorprendente en investigaciones, que capas más delgadas, de acuerdo con la invención aproximadamente entre 0,5 y 3 μm , en especial entre 0,7 y 2 μm , facilitan resultados de corte sustancialmente mejores que las capas gruesas, empezando en un grosor de capa de unas 4 μm y superiores. Estas últimas alcanzaron solamente una mejora muy reducida o ninguna del comportamiento de corte con respecto a las sierras sin recubrimiento.

En otra realización adicional de la invención, se puede prever que la fila de dientes esté realizada en HSSE. Este material de base para la fila de dientes conduce conjuntamente con el recubrimiento, según la invención, a una cinta de sierra especialmente resistente al desgaste.

En el estado de la técnica se utilizan sierras sin recubrimiento, habitualmente con una geometría del ángulo de desprendimiento de $\alpha=0^\circ$ para trabajos de aserrado simples, tales como el aserrado de materiales con un elevado contenido de carbono (por ejemplo hierro fundido) o para piezas con secciones transversales reducidas, por ejemplo, perfiles de paredes delgadas y tubos. En este caso, se pueden utilizar sierras con recubrimiento con una geometría del ángulo de desprendimiento de $\alpha=0^\circ$ de manera especialmente ventajosa para el aserrado de materiales duros, tales como aceros de herramientas, por ejemplo X38CrMoV5-1, número de material 1.2343 con una dureza hasta $\text{HB}_{30} = 235$. Esto es especialmente ventajoso puesto que esta geometría de la cinta de sierra se puede fabricar de manera más simple y económica que las geometrías con ángulos de desprendimiento de viruta más elevados y eventualmente superficies de desprendimiento de forma curvada. De esta manera es posible, a pesar de recubrimientos adicionales, fabricar las sierras para procesos para aserrado duro, o bien para aserrado de geometrías macizas de medidas grandes, en especial grandes diámetros, a costes de fabricación favorables. Además se pueden probar geometrías de dientes con ángulos de desprendimiento negativos, de manera que para el aserrado duro con sierras de cinta con recubrimiento se pueden tomar en consideración ángulos de desprendimiento comprendidos entre -5 y $+5^\circ$, preferentemente entre -2 y 3° .

Para materiales blandos con fuertes características lubricantes, tales como por ejemplo, aceros inoxidables VA, por ejemplo X6Cr17, número de material 1.4016 con una dureza hasta $\text{HB}_{30} = 185$, se podría utilizar por el contrario sierras con una geometría de dientes más agresiva, con un ángulo de desprendimiento de $\alpha=10^\circ$ para conseguir los mejores resultados. Se pueden conseguir resultados similares en un rango de $\alpha=10\pm3^\circ$.

Otra mejora adicional se podría conseguir para diferentes aplicaciones mediante una oblicuidad de las superficies libres, según un ángulo entre $\beta=1$ y 5° , preferentemente $\beta=2$ a 3° .

Una cinta de sierra con recubrimiento según la invención, se puede conseguir con un procedimiento satisfactoriamente controlable con muy buenos resultados cuando el material que constituye el recubrimiento es aplicado, según la invención, mediante PVD o PaCVD a una temperatura de 450-500°C, preferentemente aproximadamente de 500 a 550°C.

Cuando en una disposición ventajosa del procedimiento se prevé que la fila de dientes esté dotada de recubrimiento solamente hasta la zona de transición hacia el contrafilo de la sierra, ello conduce por el ahorro de material de recubrimiento, a una reducción de costes en la fabricación de la cinta de sierra según la invención. En este caso no se produce reducción alguna de la calidad de la cinta de sierra, según la invención, puesto que dichas zonas de la sierra que no tienen recubrimiento no tienen función de corte. Además, las bandas de sierra cortadas pueden ser reunidas por ejemplo en apilamientos y dotadas de recubrimiento conjunto en soportes de tipo casete. En especial, cuando las filas de dientes están realizadas en un material distinto que contrafilo de la banda puede ser ventajoso que las filas de dientes estén soldadas con dicho contrafilo de la banda.

Además, se puede prever que la cinta de sierra, después del recubrimiento, se suelde formando un anillo. De esta manera, es posible una utilización inmediata de la cinta de sierra en una máquina de cinta de sierra.

En una realización adicional ventajosa de la invención, las cintas de sierra arrolladas en forma de espiral son dotadas de recubrimiento conjuntamente en un sola carga una vez montadas sobre soportes.

En las figuras se muestra:

Figura 1, un diente;

Figura 2, un fragmento de una cinta de sierra;

Figura 3, un diente sin recubrimiento y con recubrimiento en sección;

Figura 4, una instalación de recubrimiento;

5 Figuras 5 a 9, diagramas de pruebas de aserrado con la cinta de sierra, según la invención.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un diente (2) de una cinta de sierra (1) con contrafilo (3), de manera que el diente presenta una superficie de salida de virutas (4) con un ángulo de salida de virutas α , una superficie de incidencia (5) con un ángulo de incidencia β así como una cara lateral (7).

10 La cinta de sierra puede estar constituida en forma de anillo cerrado y de forma conocida puede ser montada en una máquina de sierra de cinta. La dirección del desplazamiento de corte de la cinta de sierra (1) se ha indicado con la flecha "v" en la figura 1. Estas cintas de sierra son utilizadas en máquinas de sierra de cinta tanto en orientación horizontal como vertical. Según la forma de utilización, la pieza a trabajar será desplazada sobre la cinta de sierra (1) o a la inversa.

15 En la figura 2 se ha representado un segmento de la cinta de sierra (1). En ella se puede observar que la cinta de sierra (1) presenta un contrafilo (10) en el que la cinta de sierra (1) queda colocada, de manera no mostrada pero conocida en sí misma, dentro de la máquina de sierra de cinta así como múltiples dientes (2) en una fila de dientes (11). El contrafilo (10) está constituido preferentemente por un acero "blando" relativamente simple, mientras que, por el contrario, la fila de dientes (11) está
20 realizada en un acero rápido de alto rendimiento, preferentemente HSSE. Mediante la utilización de un acero más simple para el contrafilo (10) se pueden reducir costes y se puede aumentar la flexibilidad de la cinta de sierra (1). Para la unión de la fila de dientes (11) con el contrafilo (10), es recomendable un procedimiento de soldadura.

25 Para aumentar en especial el tiempo de vida útil, preferentemente, no obstante, también la velocidad de corte y en caso preciso el avance de la cinta de sierra (1), como mínimo la fila de dientes (11) está dotada de un recubrimiento que aumenta la resistencia al desgaste. El recubrimiento, que no es reconocible en los dibujos, puede comprender un material tal como el que se ha explicado en lo anterior, o bien un material de este tipo. El recubrimiento comporta además la disminución del esfuerzo de corte de la cinta de sierra (1).

30 La figura 3 muestra de forma esquemática un diente no recubierto o bien dotado con un recubrimiento del tipo anteriormente conocido (2') así como un diente (2'') dotado con un recubrimiento según la invención después de un largo período de utilización, en sección transversal. La punta, es decir, la geometría del diente no gastado se ha mostrado mediante una línea de trazos (6). En el diente sin recubrimiento muestra, después de igual número de cortes, un desgaste más acentuado de la punta (6')
35 así como un redondeamiento de la punta (6'), según la sección transversal. Por el contrario, el diente (2'') dotado de recubrimiento muestra, incluso después de un desprendimiento completo de la capa, un desgaste más reducido de la punta (6'') así como ningún redondeamiento o sólo un redondeamiento más pequeño. Esto tiene sustanciales ventajas puesto que, de esta manera el guiado que se asegura esencialmente por los bordes de la punta (6) continúa teniendo lugar dentro del material y resulta posible
40 un corte recto incluso para un desgaste más fuerte de la cinta de sierra, por el contrario, una banda con dientes muy redondeados (2') muestra fuerte tendencia al desgaste, lo que aumenta el rechazo y/o consumo de material.

La figura 4 muestra, de manera muy esquemática, una instalación de recubrimiento (12), con la que se puede llevar a cabo un procedimiento para fabricación de la cinta de sierra (1) antes descrita para
45 una máquina de sierra de cinta. Dentro de dicha instalación de recubrimiento (12), se aplica, como mínimo, sobre la fila de dientes (11), el recubrimiento antes descrito que aumenta la resistencia al desgaste de la cinta de sierra (1). La instalación (12) realizada preferentemente en forma de instalación de recubrimiento en vacío presenta, si bien no se ha representado, las instalaciones necesarias para recubrimiento tales como toberas de metalización por tobera de bombardeo iónico, toberas de vaporización o fuentes de arco (también en combinación) además de sus dispositivos eléctricos de accionamiento, así como conducciones de gas y dispositivos de regulación para poder proyectar por
50 ejemplo capas de óxidos o de nitruros; bombas de vacío y elementos necesarios para crear las condiciones de presión precisas para un procedimiento PVD o paCVD, así como dispositivos de calentamiento, aparatos de medición y otros elementos auxiliares. Las instalaciones de este tipo pertenecen, como instalaciones de recubrimiento de herramientas o de componentes, al estado de la técnica.

55 En el presente caso, para el recubrimiento de la cinta de sierra (1) ésta será llevada a una forma de bobina (8) arrollada conducida a la instalación de recubrimiento (7) y suspendida de uno de los

soportes previstos para ello (9). En este caso, la bobina (8) puede presentar un diámetro de hasta unos 50 cm, lo que da lugar a una longitud total de la cinta de sierra (1) de 100 m. Preferentemente, se dotará solamente la fila de dientes (6) hasta la transición de la misma al contrafilo (10), es decir, esencialmente hasta el fondo del diente, con el recubrimiento para ahorrar material de recubrimiento. Después del recubrimiento, se retirará la cinta de sierra (1) de la instalación (12) pudiendo ser soldada de forma conocida constituyendo un anillo.

Para evitar que las eventuales virutas que se encuentran en los dientes (2) puedan dar lugar a roturas en la utilización posterior de la cinta de sierra (1), con lo que aparece una zona sin recubrimiento de la cinta de sierra (1) en su superficie y por lo tanto la resistencia al desgaste se reduce sensiblemente, de acuerdo con la invención, como mínimo, la fila de dientes (11) antes de la colocación del recubrimiento es cepillada para la eliminación de virutas. En vez de virutas, el correspondiente diente (5), después de la mecanización presenta un pequeño radio. En caso de cepillado, se utilizará un cepillo giratorio que efectúa cepillados, de acuerdo con la invención, de la cinta de sierra (1) arrollada formando la bobina (8).

Ejemplo:

La figura 5 muestra muy claramente las ventajas de una cinta de sierra, según la invención. Un tubo de 91,45x14,3 mm de 100 Cr6, material número 1.3505, fue mecanizado con una cinta de sierra con un recubrimiento aproximadamente de 1 a 2 μm TiAlN (Bailinit FuturaNano, procedimiento FN1) y ángulo de salida de virutas 0° con una velocidad de corte de 120m/min. Para una cinta sin recubrimiento se utilizaron, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, velocidades de corte de 60m/min. Las curvas muestran el tiempo de corte dependiendo del número de cortes. La curva superior muestra los valores para la cinta de sierra sin recubrimiento y la inferior para la cinta de sierra con recubrimiento. El tiempo total de corte para 300 piezas con la cinta de sierra dotada de recubrimiento fue de 5 horas. El tiempo de corte total para 300 piezas con la cinta de sierra sin recubrimiento ascendió a 8 horas y 24 minutos. Después de 300 cortes, el tiempo de corte de la cinta de sierra con recubrimiento ascendía por corte a menos de la mitad del tiempo de corte de la cinta de sierra sin recubrimiento.

La figura 6 muestra dos pruebas de sierras con recubrimiento de aproximadamente de 1 a 2 μm de TiAlN (Bailinit FuturaNano, w.o) de diferentes geometrías sobre acero de herramientas 80x80mm, X38CrMoV5-1, número de material 1.2343. La velocidad de corte ascendió a 90m/min., la presión de corte era de 16 bar, y el avance era de 4. Las diferencias entre ambas cintas residen exclusivamente en la geometría de los dientes o de modo más preciso, el ángulo de salida de virutas. Se demostró de manera completamente sorprendente que la cinta de sierra con el ángulo de salida de virutas más pequeño de 0° (curva con marcado de rombos, parte inferior) es claramente superior a la cinta de sierra con el ángulo de salida de virutas más agudo de 10° (curva con marcado de rectángulos, parte media), lo cual es contrario a la experiencia con sierras laminares dotadas de recubrimiento.

Para cintas con recubrimiento en una prueba comparativa que se han mostrado en este caso como "cintas de 10°" a la mitad de la velocidad de corte, es decir, 45m/min. (de acuerdo con la recomendación del fabricante) y por lo demás con las mismas condiciones antes explicadas, la cinta de sierra con un ángulo de salida de virutas de 0° ya se encontraba después de la tercera parte del primer corte y la cinta de sierra con ángulo de salida de virutas después de la mitad el primer corte redondeada o embotada. La investigación se continuó, por lo tanto, solamente con la "cinta de 10°" (curva con marcado de triángulo, parte superior). No obstante, el tiempo de corte era, ya al tercer corte, de unos 18 minutos, mientras que la cinta idéntica geoméricamente, dotada de recubrimiento, presentaba un tiempo de corte de unos 10 minutos y la cinta dotada de recubrimiento "sierra 0°" requirió, no obstante, un tiempo de corte de unos 6 minutos.

La figura 7 muestra la comparación de los tipos de corte de cintas de sierra con y sin recubrimiento con diferentes formas geométricas. En este caso se aserró acero bonificado C45, material número 1.0503, d=100mm, macizo. Los parámetros de aserrado para las cintas dotadas de recubrimiento fueron ajustados tal como se indica a continuación. El primer resultado lo muestra la columna 1 de la figura 7.

Velocidad de corte 120m/min.

Presión de corte 18 bar

Avance 4

Si se hacen funcionar cintas sin recubrimiento con los mismos parámetros, se produce una llamada desviación del corte, es decir el corte resulta oblicuo, lo cual produce rechazo de la pieza. Por esta causa las cintas sin recubrimiento debieron ser utilizadas con velocidades de corte y presiones correspondientes más pequeñas, mostrándose el resultado en la columna 4 de la figura 7:

Velocidad de corte 75m/min.

Presión de corte 12 bar

Avance 3

Tanto para cintas con ángulo de salida de virutas de 0° como también como para cintas con ángulo de salida de virutas de 10°, se pudo reducir el tiempo de corte mediante el recubrimiento y por la forma de trabajo posible con elevada velocidad de corte y presión aproximadamente en un 50%. No obstante, para los parámetros de corte escogidos solamente se pudo conseguir un corte regular para “cintas de sierra 0°”. Por el contrario, para “cintas de sierra 10°” con y sin recubrimiento se comprobó un abombamiento de la superficie de corte con una desviación máxima de 1 mm con respecto al plano de corte, lo cual condujo a rechazo o a repaso de las piezas elaboradas.

Las figuras 8 y 9 muestran resultados de investigaciones de aserrado con hojas de sierra de diferentes geometrías (tipo 1-3) con ángulo de salida de virutas 0°/10° en versión con y sin recubrimiento. La pieza a trabajar de la figura 8 era acero inoxidable ferrítico X6Cr17, material número 1.4016. La anchura de corte fue de d=102mm, la velocidad de corte 120m/min. y la presión de avance 6,90. En la figura 9 se mecanizó acero revenido, 42CrMo4, material número 1.7225 con anchura de corte d=90mm, velocidad de corte 90m/min. y una presión de avance de 4,4. En todos los casos se muestra la superioridad de las cintas de sierra con recubrimiento con respecto a las que no lo tienen.

En acero inoxidable ferrítico relativamente blando, se consiguen los mejores resultados de corte con una cinta de sierra con recubrimiento con un ángulo de salida de virutas de 10°. En aceros con revenido relativamente duro se consiguió, no obstante, el mejor resultado con una cinta de sierra con recubrimiento y un ángulo de salida de virutas de 0°, lo cual es tanto o más sorprendente puesto que una cinta de sierra sin recubrimiento con el mismo ángulo de salida de virutas facilitó los peores resultados.

Otro experimento adicional de aserrado se llevó a cabo con acero revenido/acero laminado en frío 42CrMo4V, material número 1.7225, d=300mm macizo con una velocidad de corte de 50m/min., presión de corte 16 bar y avance 3, y en este caso se determinó un tiempo de vida útil y duración de la superficie de una cinta de sierra sin recubrimiento con ángulo de salida de 16°, así como una cinta de sierra con recubrimiento con ángulo de salida de virutas de 0°. En estas condiciones, la cinta de sierra sin recubrimiento se había desgastado después de 6 horas, con una producción de 21 cortes y una superficie de 1,48 m². Con la cinta de sierra con recubrimiento se pudieron conseguir una duración de 8 horas y 53 minutos, 31 cortes y una superficie de 2,19 m², lo cual significa un aumento de la magnitud de corte y superficie correspondiente de 50% aproximadamente.

Además, se demostró en investigaciones de aserrado de tiempo prolongado en las que se efectuó el aserrado de materia prima con un diámetro de 91 mm, grosor de paredes de 16 mm de 16MnCr5, material número 1.7131 (HB 140 a 207), que para el caso de una cinta de sierra sin recubrimiento con un ángulo de salida de viruta de 10° después de 500 a 600 cortes, el corte sobre el diámetro se encontraba 1 mm fuera de ángulo. Por el contrario, con cintas de sierra similares, pero con recubrimiento, se pudieron conseguir de 900 a 1200 cortes sin que se pudiera advertir desplazamiento del ángulo de la cinta de sierra. Esto es tanto más sorprendente cuanto que las cintas de sierra con recubrimiento al final de su periodo de vida conservan el ángulo aunque hayan quedado redondeadas o romas. De este modo, resulta por ejemplo posible sin problemas un proceso de aserrado automatizado durante la noche.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la fabricación de una cinta de sierra (1), en el que, como mínimo, a una fila de dientes (11) de la cinta de sierra (1) se aplica un recubrimiento de un material duro mediante un proceso de recubrimiento en vacío, de manera que la cinta de sierra es arrollada de forma espiral en una bobina (8) y dotada de recubrimiento en esta forma, caracterizado porque, como mínimo, la fila de dientes (11) de la cinta de sierra (1) arrollada en la bobina (8) antes de la aplicación del recubrimiento de material duro es sometida a cepillado para la eliminación de virutas, que el recubrimiento se lleva a cabo con un grosor de 0,5 a 3 μm , y que el material que constituye el recubrimiento es aplicado mediante un procedimiento PVD o un procedimiento paCVD o una combinación de ambos a una temperatura comprendida entre 450 y 550 °C.
- 10 2. Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque la cinta de sierra es soldada en forma de anillo después del recubrimiento.
- 15 3. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque el recubrimiento de material duro es aplicado sustancialmente sólo en las superficies de incidencia (5) y en las superficies de desprendimiento de virutas (4) de la fila de dientes (11).
- 20 4. Procedimiento, según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el recubrimiento contiene uno o varios metales de los subgrupos IV, V, o VI del sistema periódico o bien aluminio o silicio.
5. Procedimiento, según la reivindicación 4, caracterizado porque el recubrimiento contiene nitruros, óxidos, carburos, carbonitruros, boruros de los metales antes mencionados o mezclas de los mismos.
6. Procedimiento, según la reivindicación 5, caracterizado porque el recubrimiento contiene TiAlN, AlCrN, DLC, TiAlSiN, TiAlCN, WC/C metálicos o no metálicos.

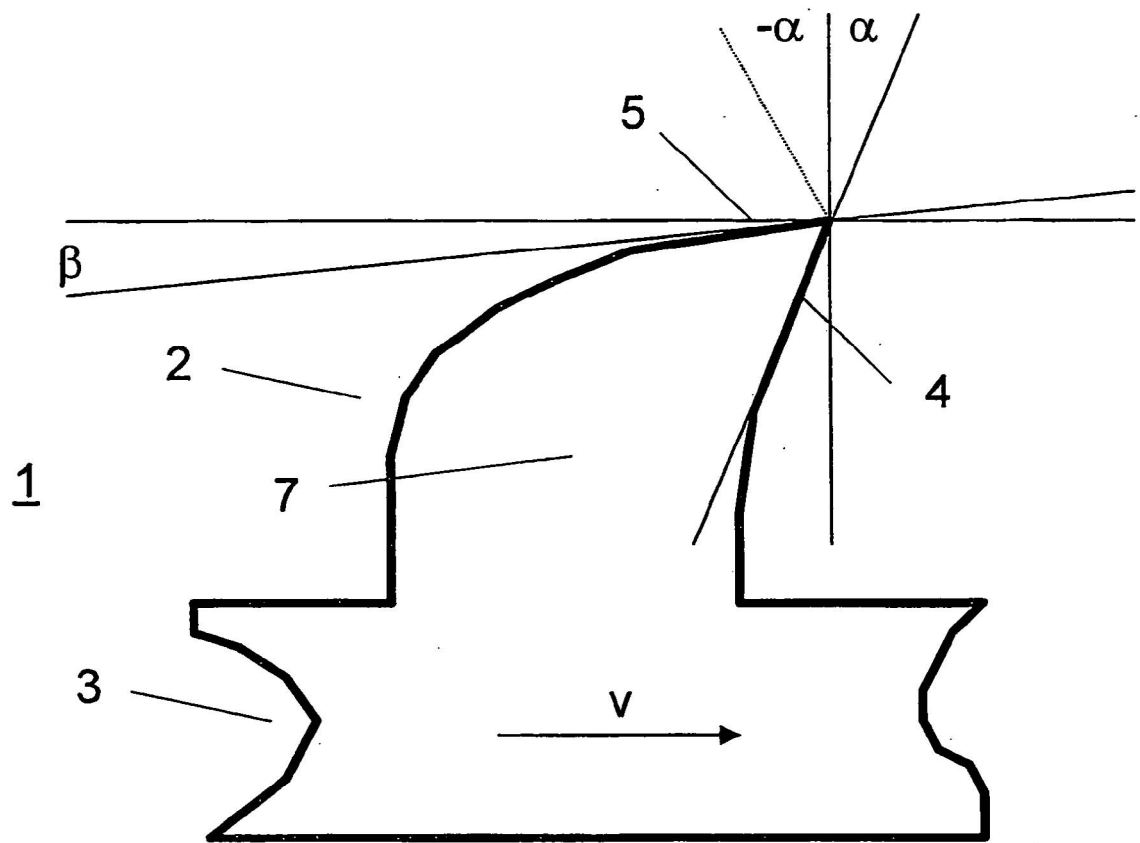


Fig. 1

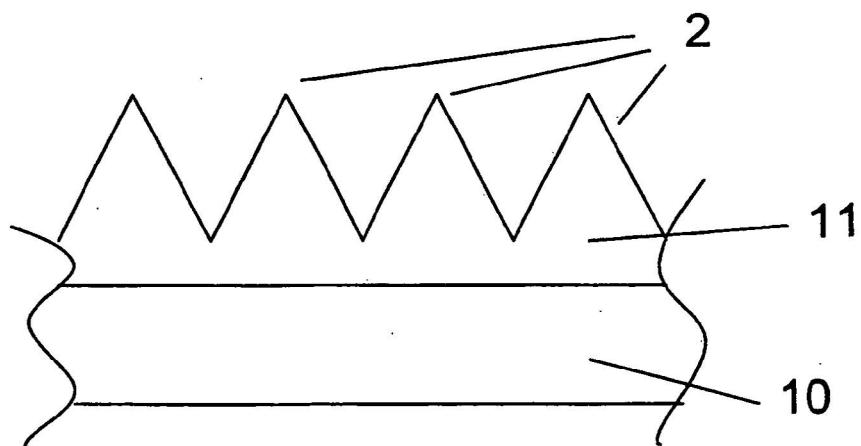


Fig. 2

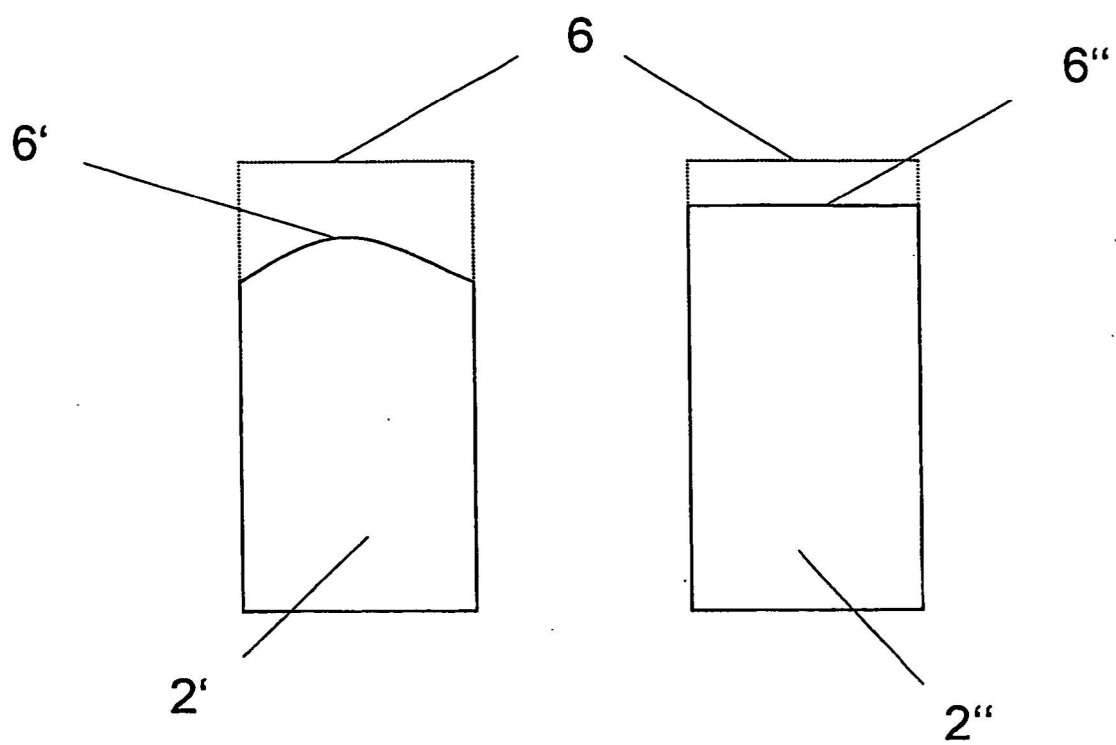


Fig. 3

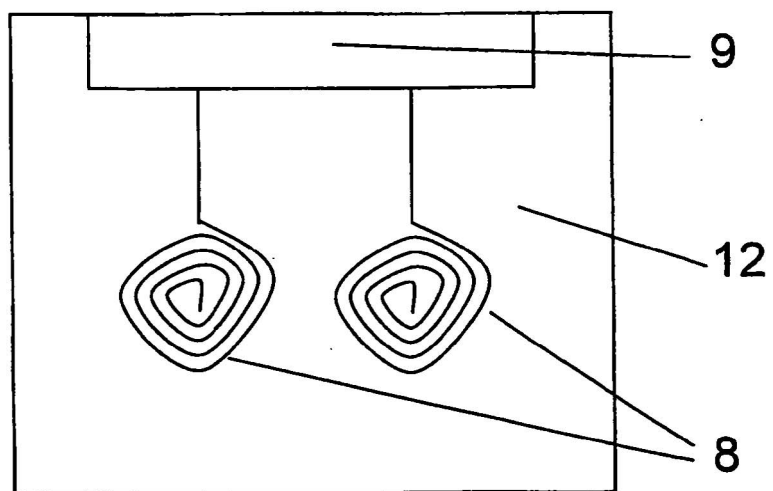


Fig. 4

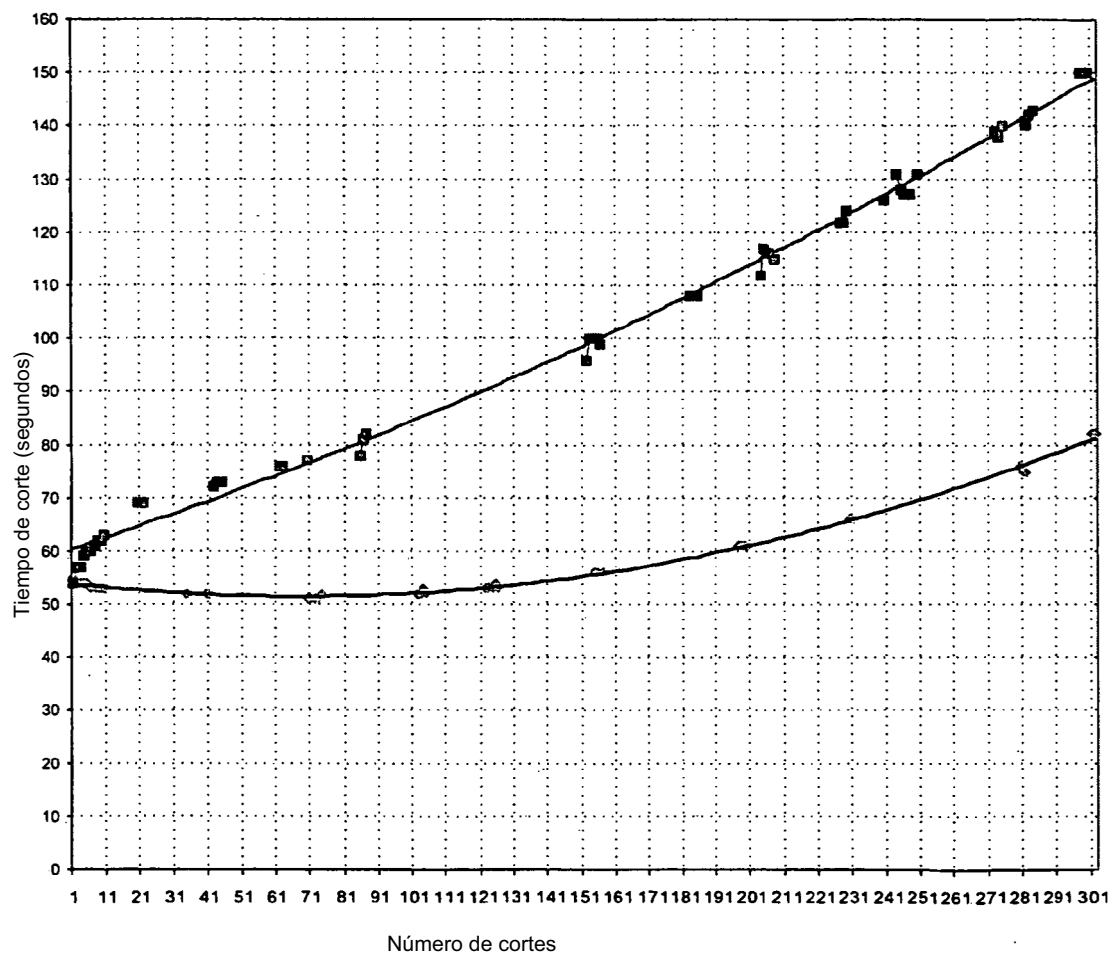


Fig. 5

Figura 6

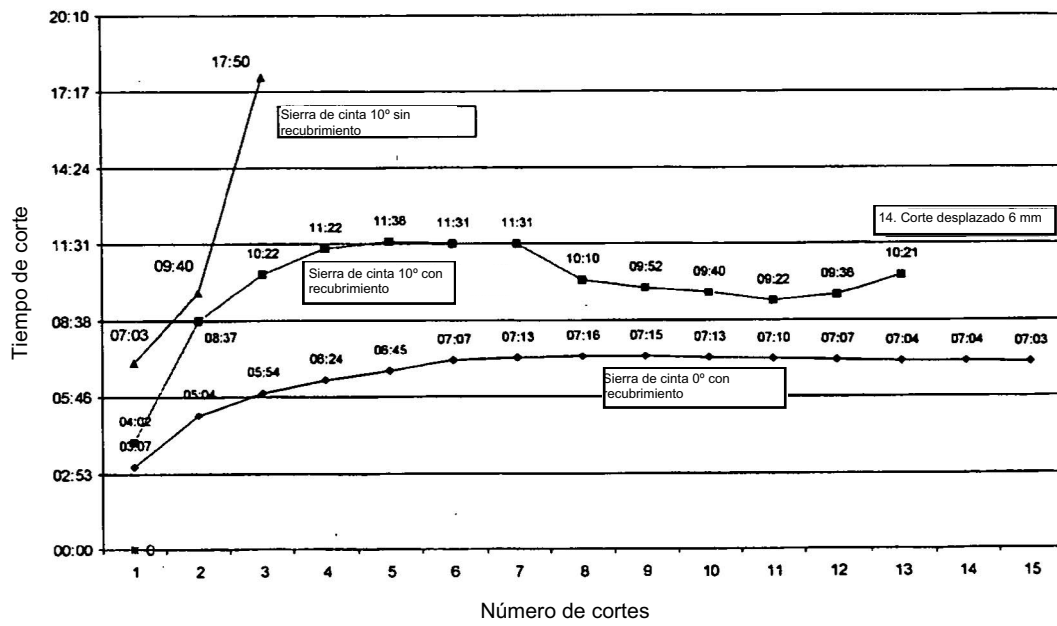


Fig. 6

Figura 7

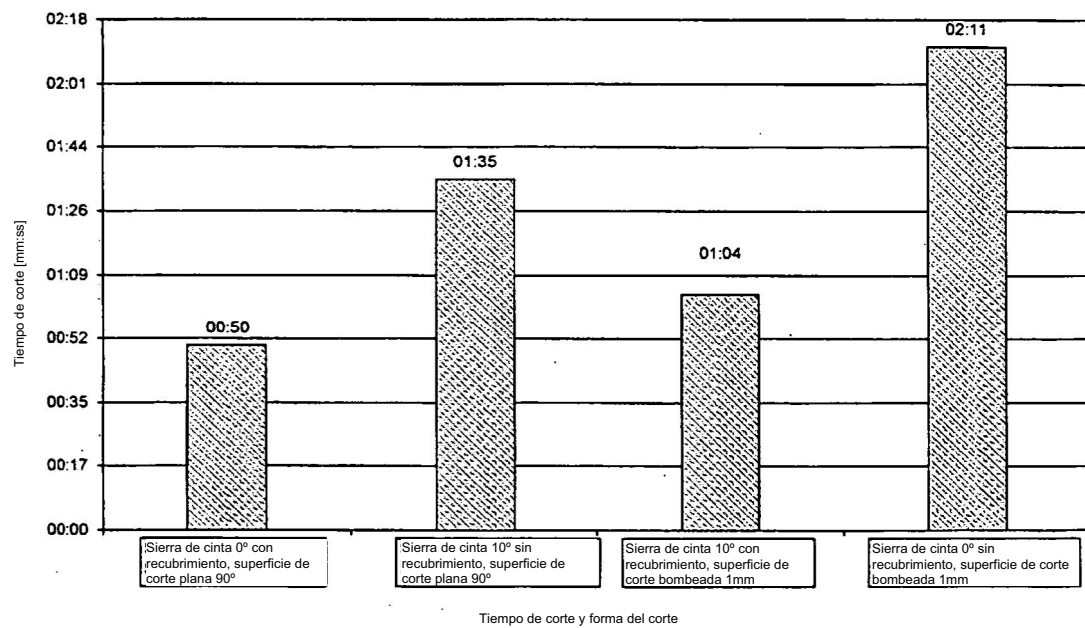


Fig. 7

Figura 8

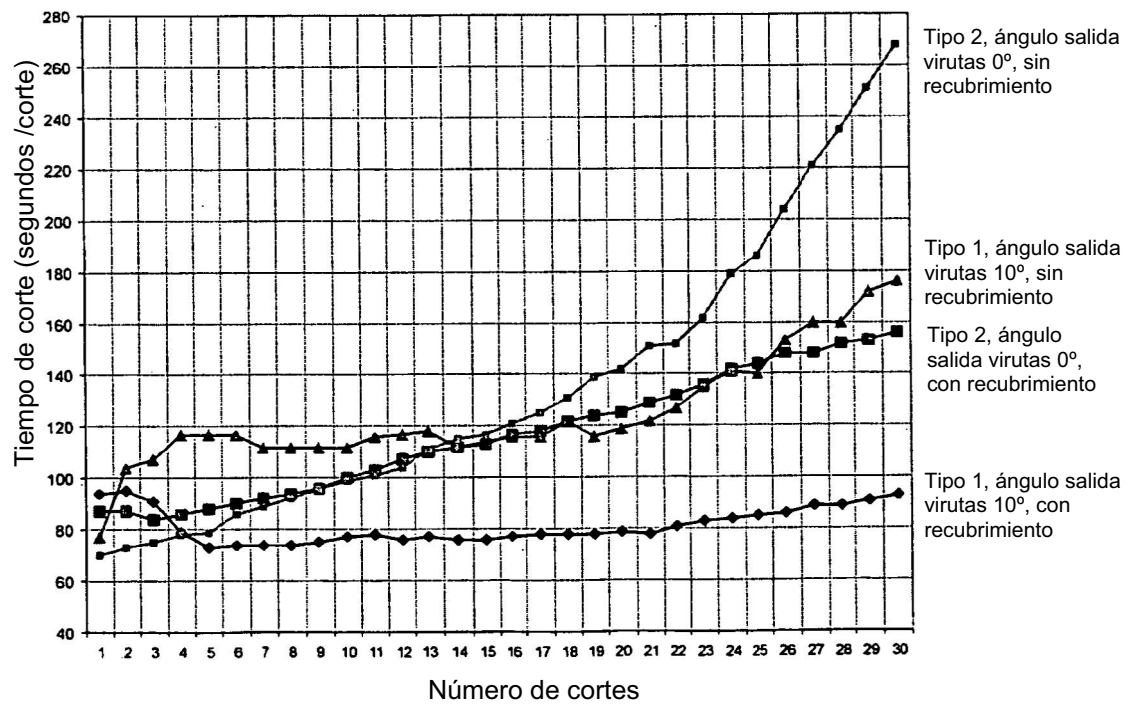
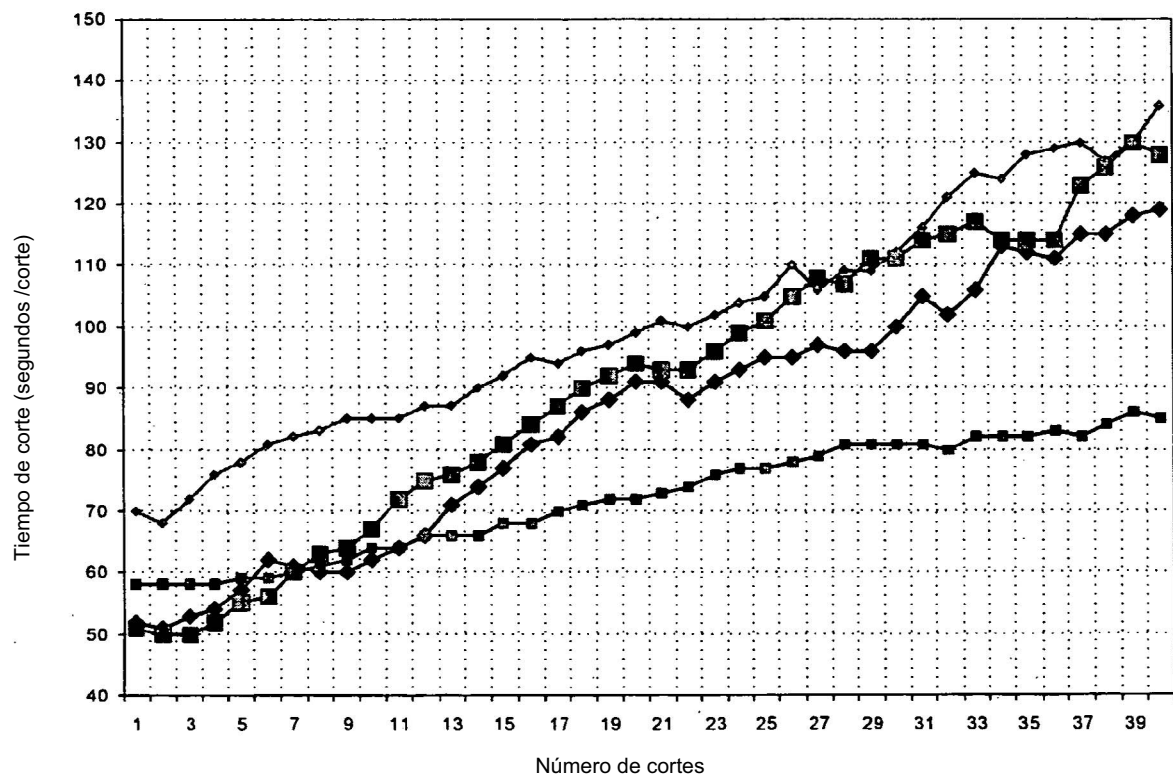


Fig. 8

Figura 9

Fig. 9