

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 274 278**

51 Int. Cl.:

**B21J 15/24** (2006.01)

**B21J 15/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA  
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.07.2003 PCT/US2003/024771**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.02.2004 WO04012881**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2003 E 03767273 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **28.09.2016 EP 1542818**

54 Título: **Sistema de pistola de remachar sincronizada**

30 Prioridad:

**06.08.2002 US 214049**

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

**16.05.2017**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 NORTH RIVERSIDE PLAZA  
CHICAGO, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**DOWELL, DAVID H.;  
JOHNSON, PHILIP E.;  
BERG, FREDERIC P. y  
PERRY, GEORGE A.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 274 278 T5**

## DESCRIPCIÓN

Sistema de pistola de remachar sincronizada

5 La presente invención está relacionada generalmente con las pistolas de remachar, y más en particular con un sistema para sincronizar dos pistolas de remachar.

10 Los métodos de formación de remaches en la actualidad incluyen el remachado por prensado, remachado electromagnético, y remachado neumático. Estos métodos de remachado requieren un adiestramiento considerable del operario para la realización de los remaches con precisión y evitando provocar daños en la superficie de la estructura del avión.

15 Uno de los procesos de formación de remaches comunes antes mencionados es el remachado por prensado, el cual no es un proceso de formación por impacto. Este proceso utiliza un actuador (hidráulico o neumático) para aplicar lentamente dos fuerzas opuestas (equilibradas) al remache. No se genera ningún nivel de vibración en el brazo y mano ni tampoco ruido. Este proceso está limitado, no obstante, porque requiere un bastidor rígido de acero que abarque la pieza y que reaccione contra las fuerzas altas de compresión del remache. Por ejemplo, el proceso no puede ser utilizado al unir secciones del armazón del aeroplano porque el bastidor de la pistola necesario tendría que extenderse alrededor de secciones de 609,60 cm de longitud.

20 Otro proceso común de formación de remaches es el remachado electromagnético (EMR), el cual proporciona una única aplicación de dos fuerzas de impacto opuestas sincronizadas al remache. Este proceso genera una fuerza de impacto mediante la descarga de un condensador cargado en una bobina plana situada en una pistola sostenida con la mano.

25 La bobina induce corrientes parásitas en un elemento motriz masivo adyacente con el frontal de cobre, que genera una fuerza magnética opuesta para repeler el elemento motriz masivo en el interior del remache. Puesto que el elemento motriz masivo se desplaza a través de una distancia corta en un periodo de tiempo relativamente corto, genera una alta fuerza de reacción (o retroceso). Por ejemplo, la ecuación de la energía cinética es  $E = 0,5 mv^2$ , y la relación de la fuerza de retroceso es  $F = d(mv) / dt$ , de forma que para una energía constante, la relación de fuerzas indica que un periodo de tiempo corto generará una altas fuerzas de retroceso.

30 Una de las formas para reducir la fuerza de retroceso EMR es añadir masa a la pistola. Por ejemplo, el modelo HH500 de EMR de Electroimpact pesa aproximadamente 80 Kg. Las pistolas EMR pueden estar soportados desde la parte superior mediante un mecanismo de contraequilibrado de fuerzas, o bien soportados por debajo mediante una plataforma de soporte. Estos soportes hacen que sea incómodo el uso de la pistola EMR, así como costoso, y limitan las aplicaciones del mismo.

35 Otro proceso común de formación de remaches es el remachado de impacto neumático. Para formar un remache a través del remachado neumático, se dirige una fuerza de impacto a la cabeza del remache. Se aplica una fuerza de reacción por parte del operador con la utilización de una barra de contraestampa. Puesto que el operador no puede aplicar una fuerza opuesta equivalente, las fuerzas de impacto así como la estructura y la barra de contraestampa se desplazan en respuesta a la misma. El desplazamiento genera movimiento y se inician las ondas de doblado estructural que se propagan a través de la estructura, radiando una energía de ruido. El desplazamiento (y movimiento) de la barra de contraestampa da lugar a unos altos niveles de aceleración. Puesto que se precisan de impactos múltiples para poder formar un remache, estos efectos del movimiento se multiplican por la frecuencia del impacto.

40 En su forma resultante, el remachado por impacto neumático genera ruido, el cual abarca de 110 dBA a 130 dBA, y que genera niveles de vibración de la barra de contraestampa que superan a  $1000 \text{ m/s}^2$ . Estas sacudidas mecánicas repetidas son perjudiciales con frecuencia para el trabajador, dando lugar a una pérdida de la audición y a serios daños a largo plazo en la circulación y en el sistema nervioso. El documento US 3.559.269 describe un sistema de pistola de remachar que comprende un sistema de señalización para alinear una pistola. Este sistema comprende las características de la reivindicación 1 además del primer y segundo sensores de fuerza y el primer controlador electrónico de sensores de fuerza.

45 El documento EP-A-0545638 expone un método para el remachado que comprende: la aplicación de una primera fuerza a un primer lado de un objeto compresible a partir de una primera pistola de remachado, alineación de una segunda pistola de remachado con la mencionada primera pistola de remachado sobre un segundo lado del mencionado objeto compresible, aplicación de una segunda fuerza procedente de la mencionada segunda pistola de remachado, disparo del mencionado primer pistola de remachado, sincronizando la mencionada primera pistola de remachado y la mencionada segunda pistola de remachado, e impactar el mencionado objeto compresible.

50 Los inconvenientes asociados con las técnicas de remachado actuales han hecho que sea evidente la necesidad de una nueva técnica de remachado. La nueva técnica deberá reducir substancialmente el ruido y las vibraciones de

los impactos sin incrementar significativamente el tamaño o peso de la pistola de remachar. La presente invención está dirigida a tales fines.

5 La presente invención proporciona un sistema de una pistola de remachar de acuerdo con la reivindicación 1, y que comprende: una primera pistola de remachar que comprende un primer troquel, en donde la primera pistola de remachar mencionada comprende además un primer sensor de fuerza; una segunda pistola de remachar que comprende un segundo troquel, en el que la mencionada segunda pistola de remachado comprende además un  
10 segundo sensor de fuerza; en el que el mencionado sistema de la pistola de remachado comprende además un controlador electrónico de los sensores de fuerza, adaptado para recibir la mencionada primera señal de fuerza y la mencionada segunda señal de fuerza; caracterizado porque: el mencionado primer sensor de fuerza está adaptado para detectar una primera fuerza aplicada al mencionado primer troquel; en el que la mencionada primera pistola de remachar comprende además un primer dispositivo de señal de operación; en el que el mencionado segundo sensor de fuerza está adaptado para detectar una segunda fuerza aplicada al mencionado segundo troquel; en el que la  
15 mencionada segunda pistola de remachar comprende un segundo dispositivo de la señal de operación; y en el que el mencionado controlador electrónico del primer sensor de fuerza está adaptado para activar el mencionado dispositivo de la primera señal de operación, y el mencionado dispositivo de la segunda señal de operación, en respuesta a la mencionada primera señal de fuerza y la mencionada segunda señal de fuerza, por encima de un umbral suficiente de la fuerza operacional.

20 Una ventaja de la presente invención es que incluye un sistema de verificación, para notificar a los operadores de la pistola de remachado que se ha aplicado una presión suficiente a la misma para contrarrestar la operación de la fuerza de la presión. Otra ventaja de la presente invención es el uso de sensores ópticos para la sincronización de los dos pistones, lo cual asegura que impactarán en el remache substancialmente al mismo tiempo. Las ventajas y características adicionales de la presente invención llegarán a ser evidentes a partir de la siguiente descripción, y  
25 que puede realizarse por los medios de dispositivos instrumentales y combinaciones en particular expuestas en las reivindicaciones adjuntas, consideradas en conjuntamente con los dibujos adjuntos.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30 Con el fin de que la invención pueda ser comprendida bien, se describirá a continuación algunas realizaciones de la misma, proporcionadas a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de control de una pistola de remachado sincronizada, de acuerdo con una realización de la presente invención;  
35 la figura 2 muestra una vista en perspectiva de una pistola de remachar multi-impacto sincronizada, de acuerdo con otra realización de la presente invención;  
la figura 3 muestra una vista fragmentada de la pistola de remachar multi-impacto sincronizada de la figura 2;  
la figura 4 muestra una vista lateral del sistema de pistola de remachar de mano sincronizada en funcionamiento, de acuerdo con otra realización de la presente invención;  
40 la figura 5 ilustra la codificación óptica y el control electrónico de una pistola de remachar multi-impacto sincronizada, de acuerdo con otra realización de la presente invención;  
la figura 5A ilustra la codificación óptica y el control electrónico de una pistola de remachar multi-impacto sincronizada de la figura 5 en la dirección de la línea A-A;  
la figura 6 muestra una vista en sección ampliada del pistón y las fibras ópticas de las figura 5;  
45 la figura 7A muestra el sistema electrónico del controlador de la bobina para las bobinas de la pistola de remachar en otra realización de la presente invención;  
la figura 7B ilustra un sistema electrónico del controlador de la bobina para las bobinas de la pistola de remachar en la figura 7A; y  
la figura 8 ilustra un diagrama de bloques de un método para el impacto de un remache.

#### 50 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se muestra con respecto a un sistema de una pistola de remachar de mano sincronizada, adecuada en particular al campo aeronáutico. La presente invención es, no obstante, aplicable a otros distintos usos que puedan requerir pistolas de remachar, tal como se comprenderá por el técnico especializado en el arte.

55 Con referencia a la figura 1, se muestra un diagrama de bloques de un sistema 10 del control de la pistola de remachar sincronizada, de acuerdo con la presente invención. El sistema 10 incluye al menos dos pistolas 12, 14 de remachar electromagnéticas de peso ligero (por ejemplo, inferior a 4,5 Kg).

60 El sistema incluye una primera pistola de remachar 12 que tiene una cara 16 (segundo extremo) y un primer troquel 18 dispuesto sobre la misma. El sistema 10 incluye además una segunda pistola de remachar 14 (que incluye también una cara 15 y un segundo troquel 17 dispuesto sobre la misma), substancialmente idéntica a la primera pistola de remachar 12. Las dos pistolas de remachar 12, 14 se muestran enfrentadas entre sí, y mostrándose una hoja metálica 20, tal como el ala de un avión, entre las pistolas de remachar 12, 14.

65 Además de ello, se muestra un remache 22 o bien otro objeto compresible, entre la primera pistola de remachar 12 y la hoja de metal 20 con antelación al impacto. Cada pistola de remachar incluye componentes principales tales

como: bobinas de retención, bobinas principales, pistones magnéticos, troquel de remache, y sensores de fuerzas 21, 23, dispositivos de señales del operador 25, 27, todos los cuales se expondrán más adelante.

5 Las dos pistolas de remachar 12, 14 están acopladas conjuntamente a través de un controlador 24 electrónico de sensores de fuerzas. El primer botón 26 de activación de la pistola y el segundo botón 28 de activación de la pistola se encuentran acoplados al controlador 24 electrónico de los sensores de fuerzas y a las pistolas 12, 14 de remachar respectivas.

10 Se encuentran acoplados también un Disparador y un Generador de Puerta 30 al controlador electrónico 24 de sensores de fuerza, en el que el Generador 30 envía señales a distintos generadores de formas de onda, tal como los generadores de formas de onda de la corriente de la bobina de retención con respecto al tiempo 36, 37, generadores de formas de onda de la posición con respecto al tiempo 34, 35, y los generadores de formas de onda de la corriente de la bobina principal con respecto al tiempo 36, 37, cuyas funciones se expondrán más adelante.

15 Los controladores de la bobina de retención 38, 39 están acoplados eléctricamente a los generadores 32, 33 de formas de onda de la corriente de la bobina de retención con respecto al tiempo, generadores de formas de onda 34, 35 de la posición con respecto al tiempo, sistemas electrónicos 40, 41 de la posición del pistón, y fuentes de alimentación 42, 44 de la bobina de retención. Las fuentes de alimentación 42, 44 de la bobina de retención y el sistema electrónico 40, 41 de la posición del pistón, están acopladas eléctricamente a las pistolas de remachar 12, 20 14. Los láseres de diodo 46, 48 están acoplados también a las pistolas de remachar 12, 14 a través de las fibras ópticas de transmisión 50, 52 (sensores ópticos). Los controladores de la bobina principal 54, 56 están acoplados eléctricamente a los generadores de formas de onda 34, 35 de posición con respecto al tiempo, generadores 36, 37 de la corriente de la bobina principal con respecto al tiempo, sistemas electrónicos 40, 41 de la posición del pistón, y fuentes de alimentación 58, 60 de la bobina principal, las cuales están acopladas a las pistolas de remachar 12, 14.

25 Con referencia a las figuras 2 y 3, se muestra una pistola de remachar 62 multi-impacto sincronizada, que incluye un asa 64 acoplada a una sección de varios componentes del armazón 66 (bastidor de la pistola de remachar). Los componentes del armazón 66 incluyen un segundo extremo 68, el cual tiene un troquel 65 acoplado en forma 30 móvil al mismo, y un primer extremo 69 de un armazón 66 cilíndrico o rectangular. Los componentes del armazón rodean al menos a dos bobinas 70, 72 concéntricas de impulsos, las cuales definen un canal 73, el cual a su vez rodea el pistón 74. La segunda pistola de remachar incluye un pistón substancialmente similar, por lo que la descripción del pistón 74 será aplicable a ambas pistolas de remachar.

35 El asa 64 de la realización incluye un disparador de activación 75. Las placas 77 se han añadido a la base del asa 64 como puertos de acceso al asa 64, tal como se comprenderá por los técnicos especializados en el arte.

El troquel 65 se mantiene en posición mediante un fijador 98 del troquel, el cual está alineado con el segundo extremo 68 a través de una pluralidad de elementos de alineación 100.

40 Fijados también al armazón 66 se encuentran un receptáculo hembra eléctrico 90, un conjunto de receptáculos hembra 92 de sensores ópticos, y los receptáculos hembra de fluidos 94, los cuales introducen los cables de conexión a la pistola 62, y que permiten el acoplamiento de las distintas pistolas, tal como se comprenderá por los técnicos especializados en el arte.

45 La bobina de retención 70 se posiciona cerca del primer extremo 69, y la bobina principal 72 se posiciona cerca del segundo extremo 68. El pistón 74 se desplaza a través de un tubo substancialmente cilíndrico (canal) definido por las bobinas 70,72, un fijador 78 de fibra óptica, una placa 80 de distribución frontal, y una placa de distribución final 82 y que se acaba cerca del primer extremo 69 mediante un tope final 76. El fijador 78 de la fibra, el cual separa las bobinas 70, 72 retiene también las fibras ópticas 79 (sensores ópticos), los cuales permiten que las fibras ópticas 50 puedan ver el pistón 74, tal como se expondrá más adelante. El troquel 65 está dispuesto en el segundo extremo 68 y está fijado en forma desplazable al mismo. La bobina de retención 70 está rodeada por una envoltura 83 de refrigeración de la bobina de retención, y la bobina principal 72 está rodeada por una envoltura 84 refrigerante de la bobina principal.

55 Al menos un sensor de fuerza 86 se encuentra acoplado a la pistola 62, de forma tal que el sensor de fuerza 86 pueda recibir una señal de la fuerza desde el troquel 65 (y las unidades 88 de compresión del troquel), indicando que se está ejerciendo una fuerza suficiente sobre el troquel, para permitir el disparo de la pistola de remachar 62. El sensor o sensores de fuerza 86 en cada pistola se encuentran integrados en el diseño mecánico de la pistola de remachar 62, y las señales de los sensores de fuerza se utilizan para verificar que cada operador esté aplicando la 60 fuerza debida a cada pistola con antelación a la operación.

Las bobinas magnéticas 70, 72 aceleran el pistón magnético 74 dentro del troquel 65, el cual configura el remache. En cada pistola realizada 12, 14 existen dos bobinas, las cuales desplazan el pistón 74 hacia atrás y hacia delante. La primera es la bobina de retención 70, la cual arrastra el pistón 74 hacia atrás desde el troquel 65 y retiene el 65 pistón 74 contra el tope final 76 antes de cada impacto. La segunda bobina más grande, la bobina principal 72, acelera el pistón 74 desde el tope final 76 en el troquel 65 para configurar el remache.

5 La bobina principal 72 frena el pistón 74 en la carrera de retorno, por lo que el pistón 74 entra en reposo para  
 10 reposar contra el tope final 76 sin vibración significativa por impacto. Esta innovación del “retorno suave” tiene dos  
 ventajas. La primera es la eliminación de la sacudida mecánica para el operador durante la carrera de retroceso. La  
 segunda es que permite a las pistolas el poder operar de forma más rápida, es decir, con más impactos por  
 15 segundo. Sin el control de “retorno suave”, el pistón rebotaría entre el tope extremo y el troquel durante varios  
 cientos de milisegundos antes de entrar en reposo. Con el control de retorno suave, el pistón no rebotará y entrará  
 en reposo al cabo de 40 milisegundos. Esto hace que sea posible un funcionamiento a razón de 20 impactos por  
 20 segundo.

La pistola de remachar 62 incluye la tecnología de un codificador óptico, el cual se expondrá más adelante, para  
 medir la dirección y la posición del pistón 74, y utiliza esta información para controlar en forma independiente la  
 pistola 62, con el fin de impactar ambos extremos del remache simultáneamente (al cabo de 5 microsegundos) con  
 una energía substancialmente igual. Las dos pistolas operan idealmente a 10 impactos o más por segundo, y  
 25 configuran por ejemplo un remache de 4,7 mm (aleación de alta resistencia) en menos de un segundo.

Además de la codificación óptica de alta velocidad y el control electrónico, las pistolas están refrigeradas con un  
 fluido para eliminar el calor de las bobinas 70, 72. El enfriamiento y la alimentación eléctrica a través de la envoltura  
 84 del refrigerante de la bobina principal y la envoltura 83 del refrigerante de la bobina de retención permiten la  
 30 configuración de un remache por segundo aproximadamente, minimizando la falta de sincronización.

Al menos un dispositivo 106 de la señal del operador (primer dispositivo de la señal del operador) se encuentra  
 configurado como un LED, estando acoplado a la primera pistola de remachar 62. La presente realización incluye al  
 menos dos dispositivos de señales del operador para cada pistola de remachar. Una de las señales es para  
 35 detectar que ambas pistolas se encuentran listas y la otra señal detecta que la segunda pistola ha sido disparada, y  
 que está esperando la respuesta de la primera pistola de remachar 62.

Con referencia a la figura 4, se muestra una vista ampliada del sistema 110 de la pistola de remachar de mano  
 sincronizada, que muestra el troquel 112, 114, y las segundas partes extremas 116, 118 de dos pistolas de  
 40 remachar 120, 122, actuando sobre un remache 124 mostrado. La presión se aplica en la cabeza 126 del remache a  
 partir del troquel 112 de la primera pistola de remachar 120, y la presión se aplica en la cola 128 del remache 124  
 mediante el troquel 114 de la segunda pistola de remachar 122. El técnico especializado en el arte comprenderá  
 que se utilizan numerosos tipos de troqueles en la presente invención. El troquel 112 de la primera pistola de  
 45 remachar 120 se muestra como un troquel de remaches, y el troquel 114 de la segunda pistola de remachar 122 se  
 muestra como un troquel de remaches de contraestampa. El remache acopla dos planchas de metal 130, 132  
 conjuntamente, tal como comprenderá el técnico especializado en el arte.

Con referencia a las figuras 5, 5A y 6, se muestran la codificación óptica y el control electrónico 137. Para la  
 presente invención, la posición y dirección del pistón se determinan con la utilización de técnicas de un codificador  
 50 óptico. El pistón 138 de la realización incluye unas ranuras 140 concéntricas igualmente separadas, mecanizadas  
 sobre el mismo, con una anchura de 1,016 mm, y una profundidad de 1,016 mm, y con una separación de 1,016  
 mm, tal como se muestra en la figura 6. Las medidas de las ranuras 140 son un ejemplo ilustrativo de unas posibles  
 dimensiones de las ranuras, tal como se comprenderá por el técnico en el arte.

Las fibras ópticas 142, 143, 144, 145 (es decir, sensores ópticos) mostradas tienen 1000 micras de diámetro,  
 iluminan y concentran la luz del láser disperso del pistón 138. La luz de láser se suministra por un láser 146 de  
 55 diodo de tipo económico, y se enfoca en la fibra 142, 143, 144, 145 por ejemplo con un objetivo de microscópico  
 X10. La fibra óptica 145 se mantiene en posición con un adaptador y lanzador de fibras 147 para conseguir una  
 alineación exacta y estable. La luz láser está guiada hacia la pistola de remachar 148 a través de una primera fibra  
 142. La segunda fibra 143 guía la luz recogida de la pistola 148 hacia el detector óptico y al sistema electrónico  
 (tubo fotomultiplicador 149, PTM para la primera pistola de remachar 148).

El extremo de la pistola de las fibras 142, 143, 144, 145 tiene acceso a la pistola 148 a través de los agujeros 152  
 en el separador 154 entre la bobina de retención 150 y la bobina principal 151, tal como se muestra en la figura 5.  
 60 Los extremos de la fibra están pulidos y colocados dentro de 1 mm del pistón 138, para iluminar un pequeño punto  
 en el lado del pistón 138.

La fibra recibida 143, la cual es similar a la fibra óptica 142, recoge la luz reflejada del pistón 138, y otra fibra 145  
 receptora guía esta señal óptica al tubo fotomultiplicador 149 de alta velocidad (1 nanosegundo de tiempo de  
 65 elevación) (por ejemplo, el modelo #93 IB de Hamamatsu). Existen dos pares de fibras ópticas de transmisión y  
 recepción 142, 144 y 143, 145, desplazadas a 0,508 mm, instaladas en cada pistola 148. El técnico especializado en  
 el arte comprenderá que pueden incluirse numerosos desplazamientos. Esta configuración de las fibras ópticas  
 genera un par de señales substancialmente sinusoidales conforme el pistón 138 se desplaza desde el tope 151  
 extremo del pistón hasta el troquel 153, en donde cada pico y valle corresponden a 1,016 mm del desplazamiento  
 del pistón. Un periodo completo representa 2,032 mm de recorrido. El segundo conjunto de fibras 143, 145 de  
 70 transmisión y recepción está desplazado en 0,508 mm, y genera una señal en cuadratura, es decir, una señal

desplazada en fase en  $\frac{1}{4}$  del periodo de la ranura, con respecto al primer conjunto de fibras 142, 144. Estas señales en cuadratura, al ser procesadas a través de un circuito integrado del tipo de biestable de tipo D, generan una señal lógica que tiene un nivel correspondiente a la dirección del pistón.

5 Con referencia de nuevo a la figura 1, los generadores de formas de onda 32, 33, 34, 35, 36 y 37 están programados a través de un ordenador que tiene una interfaz estándar GPIB. Las pistolas 12, 14 incluyen los siguientes componentes principales: bobinas de retención; bobinas principales; pistones magnéticos; troqueles de remaches; y sensores de las fuerzas.

10 Para el funcionamiento básico, las bobinas de retención desplazan los pistones hacia atrás hasta su posición más posterior, y se conmuta a través de la bobina primaria un gran impulso de corriente de aproximadamente 200 amperios. Los pistones magnéticos son traccionados hacia el interior del cilindro de las bobinas principales y aceleran hacia los troqueles. Los troqueles transmiten esta fuerza del impacto de forma simultánea a ambos extremos del remache 22 para comprimirlo. Este proceso se repite, por ejemplo, hasta diez veces en un segundo.

15 El sistema electrónico 156 del controlador de la bobina para cada pistola se muestra en las figuras 7A y 7B. Las señales en cuadratura de los tubos fotomultiplicadores PTM1 y PMT2 (véanse las figuras 5 y 6) se procesan por los discriminadores 158 de cruce por cero. Estas señales disparan a continuación los generadores 160 de impulsos de ancho constante, los cuales generan un impulso (en este caso de 15 microsegundos de longitud) por cada cruce por cero de la señal PMT sinusoidal. Los impulsos se combinan en un conjunto de entradas 162 de los impulsos. El circuito biestable 164 de tipo D compara las señales de los dos tubos fotomultiplicadores, y genera unas señales de dirección del pistón. Las señales resultantes de los sentidos de hacia delante y hacia atrás se utilizan para conmutar el integrador 166 de la posición del pistón (señal de recepción A del biestable 164 de tipo D) y el integrador 168 de la posición del pistón de sentido hacia atrás (señal de recepción B del conjunto de entradas de impulsos 162, y la señal C del biestable 14 de tipo D). La posición del pistón con respecto al tiempo se genera a través de la integración de la carga en los impulsos de 15 microsegundos de longitud que tienen lugar durante las conmutaciones de hacia delante o hacia atrás. El impulso tiene lugar cada 0,508 mm del recorrido del pistón. En consecuencia, el cómputo o la integración de estos impulsos da lugar a un voltaje que es proporcional a la posición del pistón.

20 El comparador 169 de la posición con respecto al tiempo genera la diferencia de la referencia 170  $x(t)$ , y el voltaje del integrador hacia delante, para generar una señal de error de la posición del pistón. La referencia 170  $x(t)$  se genera desde el generador de formas de onda de la posición con respecto al tiempo. El error de posición 172 se resta de la regulación 174  $I(t)$  en el comparador 175, para generar el control de los dispositivos MOSFET 176, que regulan la corriente a través de las bobinas de la pistola 178, que están alimentadas a través de una fuente de alimentación 180 de carga. La señal de regulación  $I(t)$  se genera a partir de los generadores de formas de onda de la corriente con respecto al tiempo, tal como se expuso previamente.

30 Con referencia a la figura 8, se muestra el diagrama de bloques 200 de un método para impactar en un remache. El sistema lógico se inicia en el bloque operativo 202, en donde la primera pistola y la segunda pistola se posicionan contra la cabeza y el rabo del remache, aplicándose una presión en los troqueles respectivos.

35 En el bloque de consultas 204, se efectúa una verificación para comprobar si se ha aplicado una fuerza suficiente. En otras palabras, los sensores de las fuerzas envían señales de las fuerzas al sistema electrónico de sensores de las fuerzas, que determina si se ha aplicado una fuerza suficiente a cada pistola. Si la respuesta es negativa, el bloque operativo 202 se reactiva y aplica una presión adicional a las pistolas.

40 De lo contrario, el sistema electrónico de los sensores de las fuerzas activa una primera señal operativa, por ejemplo, que cambia un primer dispositivo (LED) operativo de la señal de rojo a verde en ambas pistolas, señalizando por tanto a los operadores que las pistolas están ahora habilitadas para su operación.

45 Durante la operación en el bloque 207, se activa una segunda señal en ambas pistolas, por ejemplo, cambiando de rojo a verde, notificando al operador de la primera pistola que se está aplicando la fuerza apropiada, y al operador de la segunda pistola que está preparado para impactar en el remache. Cuando el operador de la segunda pistola observa que ambas pistolas están ya habilitadas, el operador de la segunda pistola activa la segunda pistola, por ejemplo, pulsando el botón de activación de la segunda pistola.

50 Durante la operación en el bloque 208, el operador de la primera pistola activa la primera pistola pulsando el botón de la primera pistola. En respuesta a ello, el sistema electrónico del sensor de fuerzas envía una señal de disparo eléctrica al Disparador y al Generador de Conmutaciones.

55 En el bloque de operación 210, el disparador y el generador de conmutaciones, envía un secuencia de disparos y conmutaciones a los generadores de formas de onda de la corriente de la bobina de retención con respecto al tiempo, a los generadores de formas de onda de la posición con respecto al tiempo, y a los generadores de formas de onda de la corriente de la bobina principal con respecto al tiempo, de ambas pistolas.

60

65

- 5 En el bloque operativo 212, el controlador de la bobina de retención se activa a través del Disparador y el Generador de Conmutaciones, que disparan los generadores de formas de onda de la corriente de la bobina de retención con respecto al tiempo, que envían las formas de onda pre-programadas proporcionales a la corriente de retención deseada a los controladores de la bobina de retención.
- 10 En el bloque operativo 213, los controladores de la bobina de retención ordenan a las fuentes de alimentación de la bobina de retención el suministro de la corriente deseada a las bobinas de retención, y a los pistones, que comiencen a desplazarse hacia atrás hacia las bobinas de retención.
- 15 En el bloque operativo 214, el disparador y los generadores de conmutaciones envían disparos a los generadores de las formas de onda de la bobina principal, que envían la programación en curso de la bobina principal deseada a los controladores de la bobina principal.
- 20 En el bloque operativo 215, las fuentes de alimentación de la bobina principal suministran impulsos de corriente cortos a las bobinas principales, las cuales frenan los pistones mediante el "retorno suave" contra los topes finales. Los generadores de formas de onda de la bobina de retención desconectan las bobinas de retención, y los generadores de formas de onda de la bobina principal envían ordenes con altos impulsos de corriente de aproximadamente 4 ms de longitud a las bobinas principales, a través de los controladores de la bobina principal y de las fuentes de alimentación de la bobina principal.
- 25 En el bloque operativo 216, El disparador y el generador de conmutaciones envían disparos a los generadores de formas de onda de la posición con respecto al tiempo, y los pistones comienzan a acelerarse hacia los troqueles. Los datos del sistema electrónico de la posición del pistón se comparan con la posición deseada con respecto al tiempo desde los generadores de formas de onda de la posición con respecto al tiempo en los controladores de las bobinas principal y de retención. Los controladores de las bobinas de retención y de la bobina principal ajustan las corrientes de retención y de la bobina principal, para minimizar la diferencia entre la posición deseada y la medida con respecto al tiempo de cada pistón.
- 30 En el bloque operativo 220, las corrientes de las bobinas se ajustan para generar la fuerza del pistón requerida.
- 35 En el bloque operativo 222, los pistones impactan en los troqueles, y el remache queda aplastado parcialmente.
- 40 En el bloque de consultas 224, se realiza una comprobación para ver si el remache ha sido aplastado suficientemente. Típicamente, con un número preajustado de impactos en el troquel, por ejemplo 10, se supone que queda aplastado el remache. En caso de una respuesta negativa (o en el caso de un número preajustado de impactos), se reactivará el bloque operativo 212.
- 45 A partir de lo anteriormente expuesto, puede observarse que se ha introducido en el arte un sistema nuevo y mejorado de control de la pistola de remachar. Se comprenderá que la anterior descripción de la realización preferida es solo ilustrativa de algunas de las muchas realizaciones específicas que representan las aplicaciones de los principios de la presente invención. Está claro que serán evidentes otras numerosas configuraciones para los técnicos especializados en el arte, sin desviarse de la invención tal como se define en las reivindicaciones siguientes.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de pistola de remachar (10, 110) que comprende:

- 5
- una primera pistola de remachar (12, 120) que comprende un primer troquel (18, 112, 65), en la que la mencionada primera pistola de remachar (12, 120) comprende además un primer sensor de fuerza (21, 86),
  - una segunda pistola de remachar (14, 122), que comprende un segundo troquel (17, 114, 65), en la que la mencionada segunda pistola de remachar (14, 122) comprende además un segundo sensor de fuerza (23, 86),
- 10
- el mencionado sistema de pistola de remachar comprende además un controlador electrónico de los sensores de fuerza (24), adaptado para recibir la mencionada primera señal de fuerza y la mencionada segunda señal de fuerza,

**caracterizado por que:**

- 15
- el mencionado primer sensor de fuerza está adaptado para detectar una primera fuerza aplicada al mencionado primer troquel (18);
  - la mencionada primera pistola de remachar (12, 122), que comprende además un primer dispositivo de señal del operador;
- 20
- el mencionado segundo sensor de fuerza que está adaptado para detectar una segunda fuerza aplicada al mencionado segundo troquel (17, 114);
  - la mencionada segunda pistola de remachar (14, 122), que comprende además un segundo dispositivo de la señal del operador; y
  - el mencionado primer controlador (24) del sistema electrónico de sensores de fuerzas, que está adaptado para activar el mencionado primer dispositivo de la señal del operador, y el mencionado segundo dispositivo de la señal del operador, en respuesta a la mencionada primer señal de fuerza y a la mencionada segunda señal de fuerza, por encima de un umbral de fuerza operativa suficiente.
- 25

2. El sistema de pistola de remachar (10, 110) de la reivindicación 1, **caracterizado por que** las mencionadas pistolas de remachar (12, 120, 14, 122) comprenden ambas:

- 30
- un bastidor de pistolas de remachar (66) que comprende un primer extremo (69) y un segundo extremo (68);
  - el mencionado troquel (65) está acoplado al mencionado segundo extremo (68);
- 35
- el mencionado sensor de fuerza (21, 23, 86) está acoplado al mencionado bastidor de la pistola de remachar (66), y adaptado para generar una señal de fuerza en respuesta a la mencionada fuerza;
  - una bobina de retención (70) que define un canal (73) dentro del mencionado bastidor de la pistola de remachar (66), estando adaptada la mencionada bobina de retención (70) para generar una primera fuerza electromagnética a lo largo del mencionado canal (73), teniendo el mencionado canal (73) un primer extremo (69) definido por un tope extremo (76), y un segundo extremo (68) definido por el mencionado troquel (65);
  - una bobina principal (72) que define además el mencionado canal (73) entre la bobina de retención mencionada (70) y el mencionado troquel (65), estando la mencionada bobina principal (72) adaptada para generar una segunda fuerza electromagnética a lo largo del mencionado canal (73);
  - un pistón (74) adaptado para deslizarse a través del mencionado canal (73); y
- 40
- 45

en donde el mencionado controlador (24) electrónico de los sensores de fuerza está adaptado para recibir la señal de la fuerza mencionada (70) y la mencionada bobina principal (22) en respuesta a la mencionada señal de fuerza que está por encima de un umbral.

3. El sistema de pistola de remachar (10, 110) de la reivindicación 2, en el que el mencionado controlador (24) electrónico de sensores de fuerzas está además adaptado para activar la mencionada segunda pistola de remachar (14, 122), en donde la mencionada segunda pistola de remachar (14, 122) está adaptada para ser sincronizada con la mencionada primera pistola de remachar (12, 120), en respuesta a la mencionada señal de fuerza.

4. El sistema de pistola de remachar (10, 110) de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, que comprende además al menos un sensor óptico adaptado para recibir los datos de la posición y dirección del mencionado pistón (74).

5. El sistema de pistola de remachar (10, 110) de la reivindicación 4, que comprende además al menos un generador de formas de onda (34, 35) adaptado para generar una forma de onda de la posición de ajuste con respecto al tiempo, en el que el mencionado controlador electrónico (24) de sensores de fuerza comprende además un bucle de control de realimentación, adaptado para ajustar una posición con respecto al tiempo del mencionado primer pistón (74) para hacer coincidir la forma de onda de la mencionada posición de ajuste con respecto al tiempo, en respuesta a los datos del sensor óptico de la mencionada posición y dirección del primer pistón, y la posición y dirección del mencionado segundo pistón.

65

6. El sistema de pistola de remachar (10, 110) de cualquiera de las reivindicaciones 7-11, que comprende además una primer LED (106) adaptado para activarse en respuesta a la mencionada señal de fuerza que esté por encima del mencionado umbral.
- 5 7. El sistema de pistola de remachar (10, 110) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el mencionado controlador (24) electrónico de los sensores de fuerza está adaptado para activar una señal en respuesta a la mencionada señal de fuerza por debajo del mencionado umbral.
- 10 8. El sistema de pistola de remachar (10, 110), de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7 en el que la bobina principal (72) está adaptada para poder frenar el mencionado primer pistón (74) en una carrera de retorno, por lo que el mencionado primer pistón (74) entra en reposo contra el mencionado tope extremo (76) sin ninguna vibración significativa por impacto.

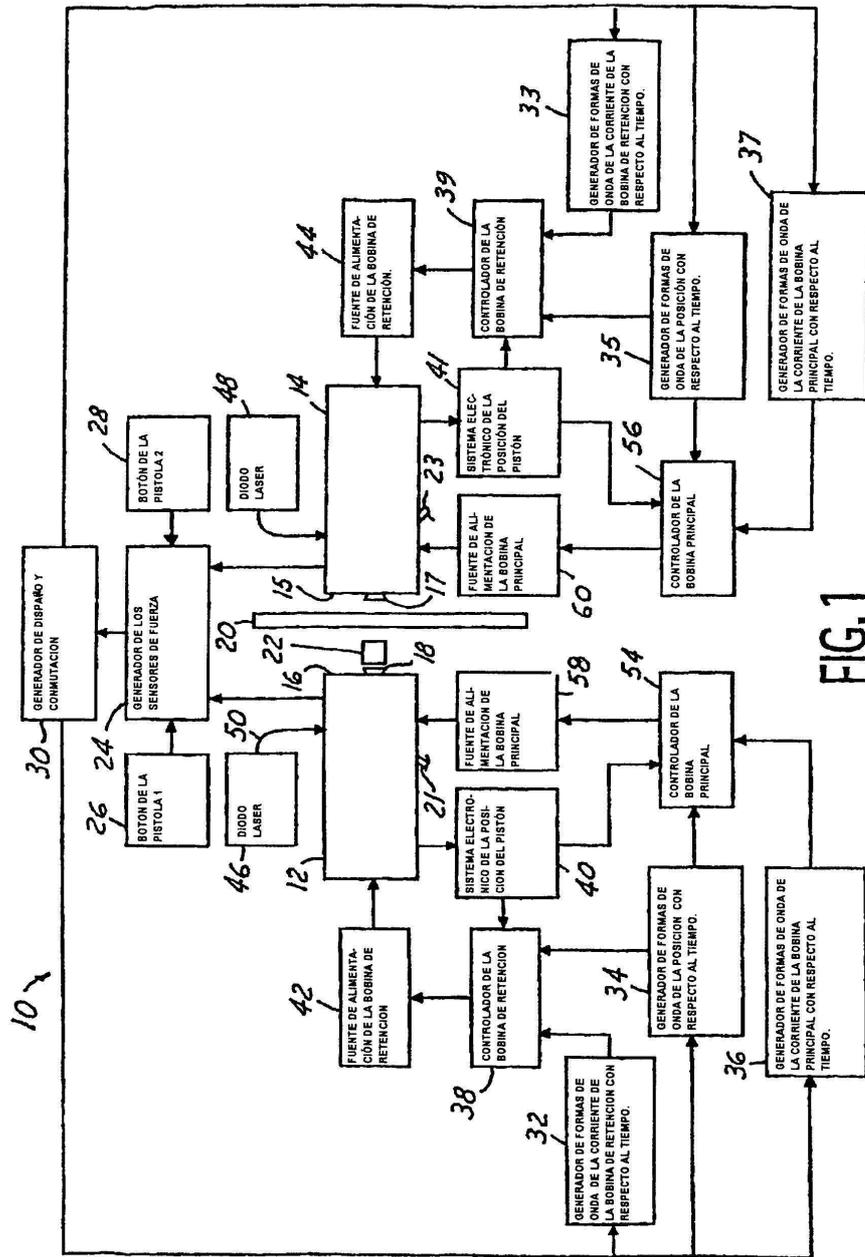
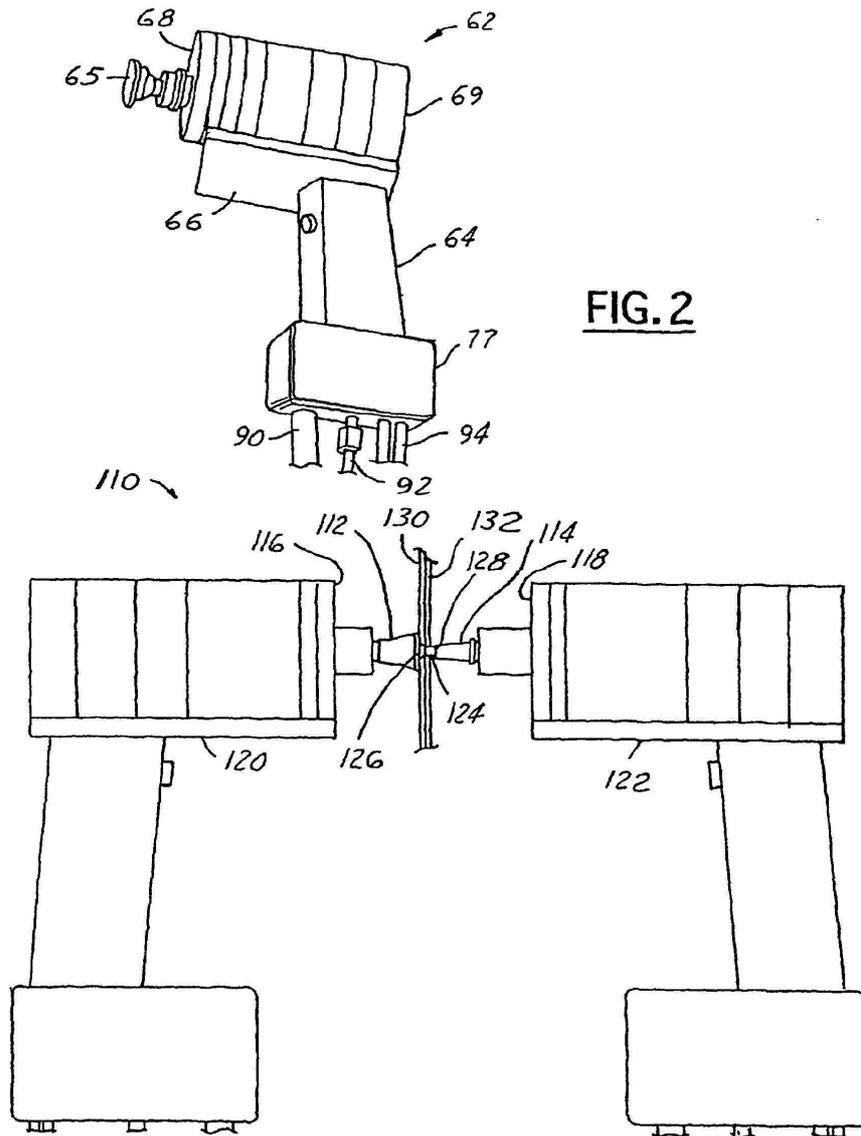
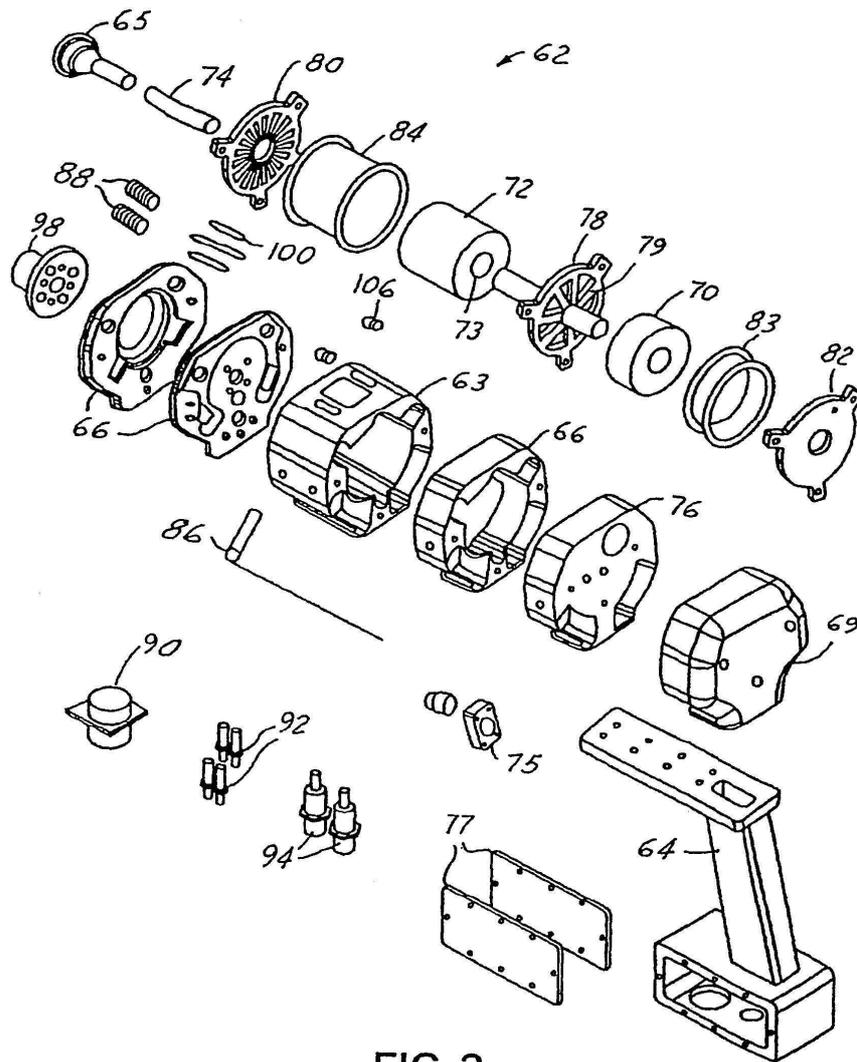


FIG. 1

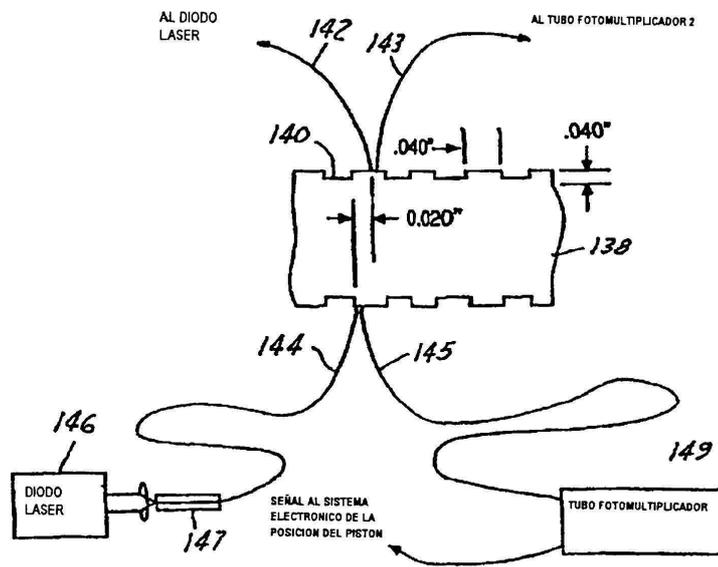
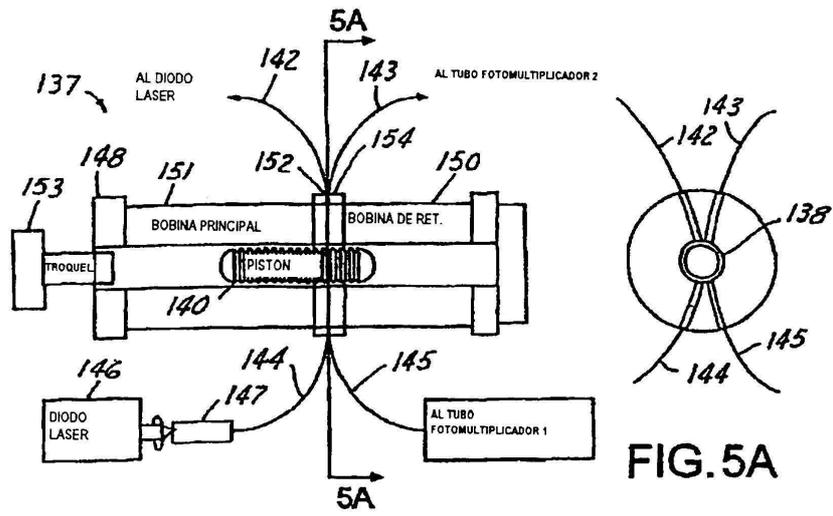


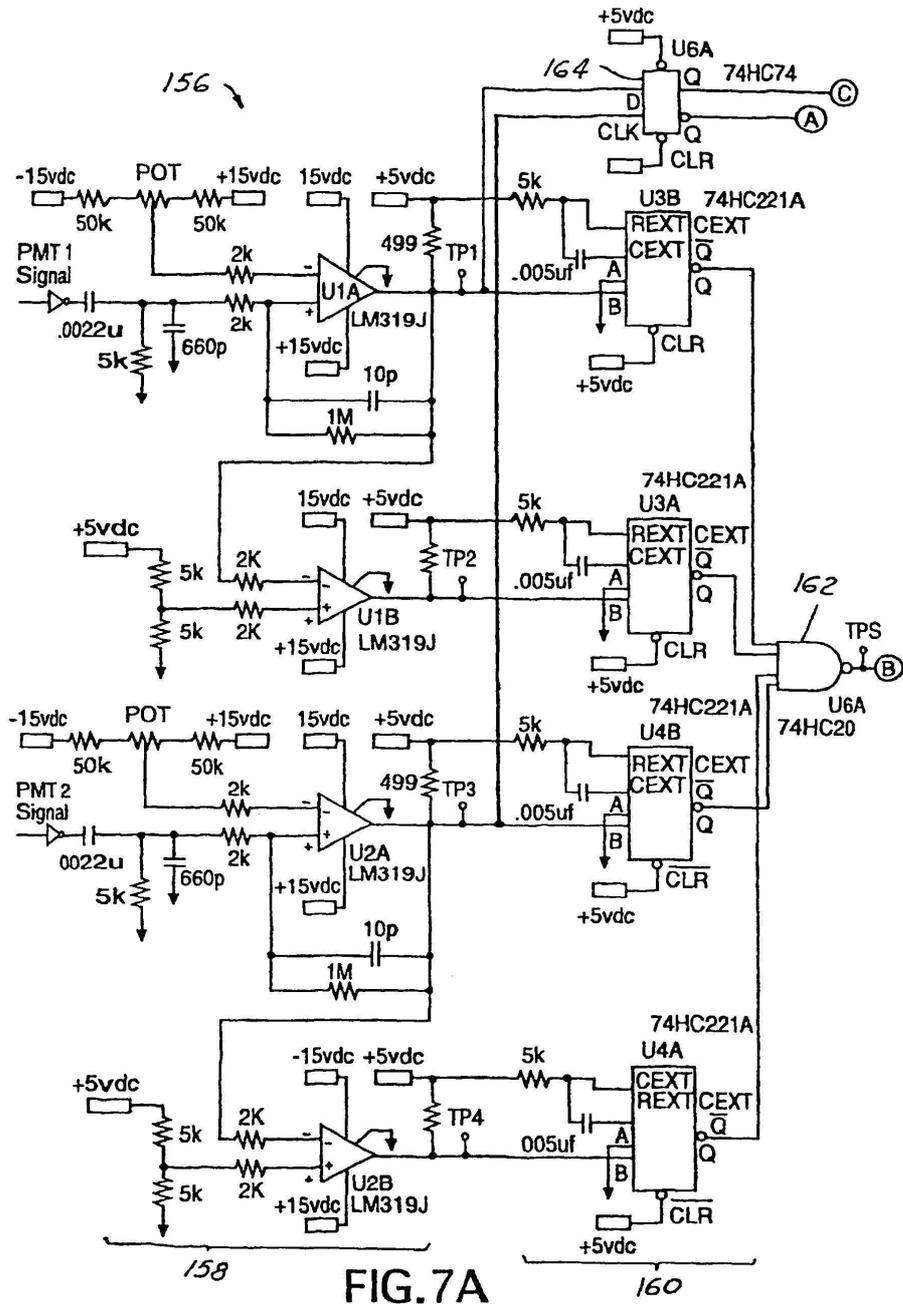
**FIG. 2**

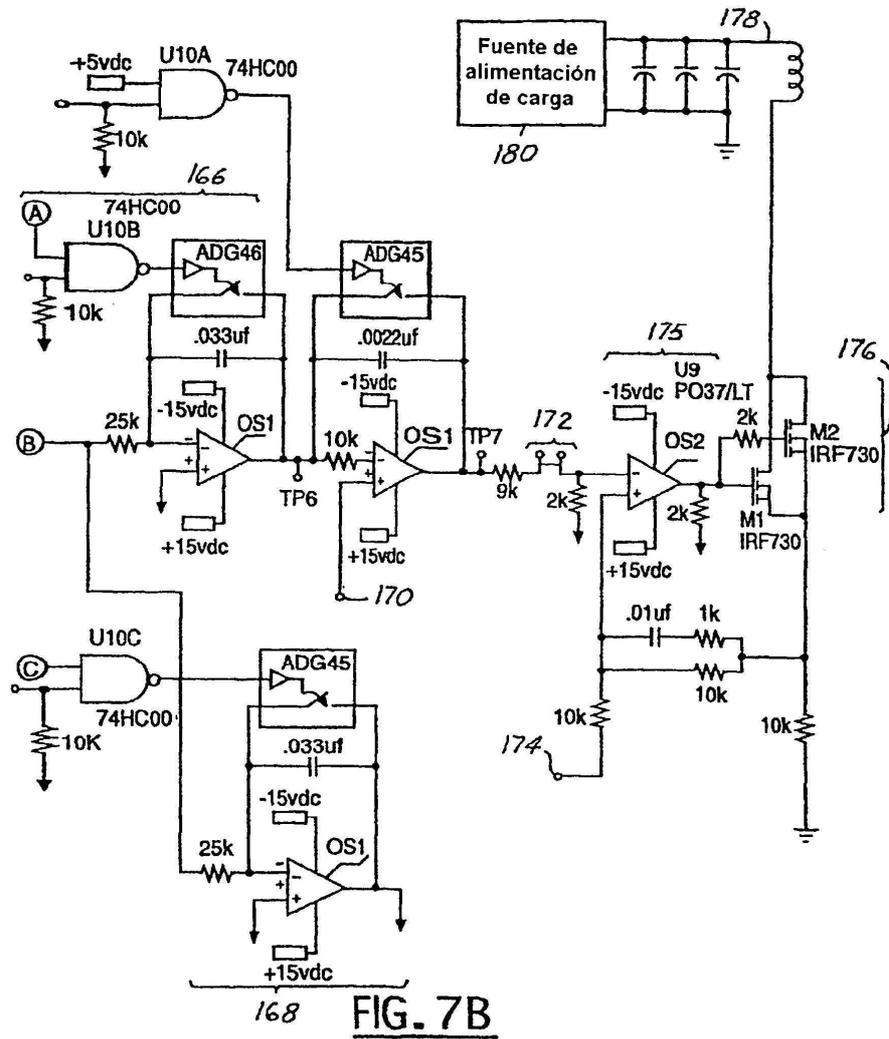
**FIG. 4**



**FIG. 3**







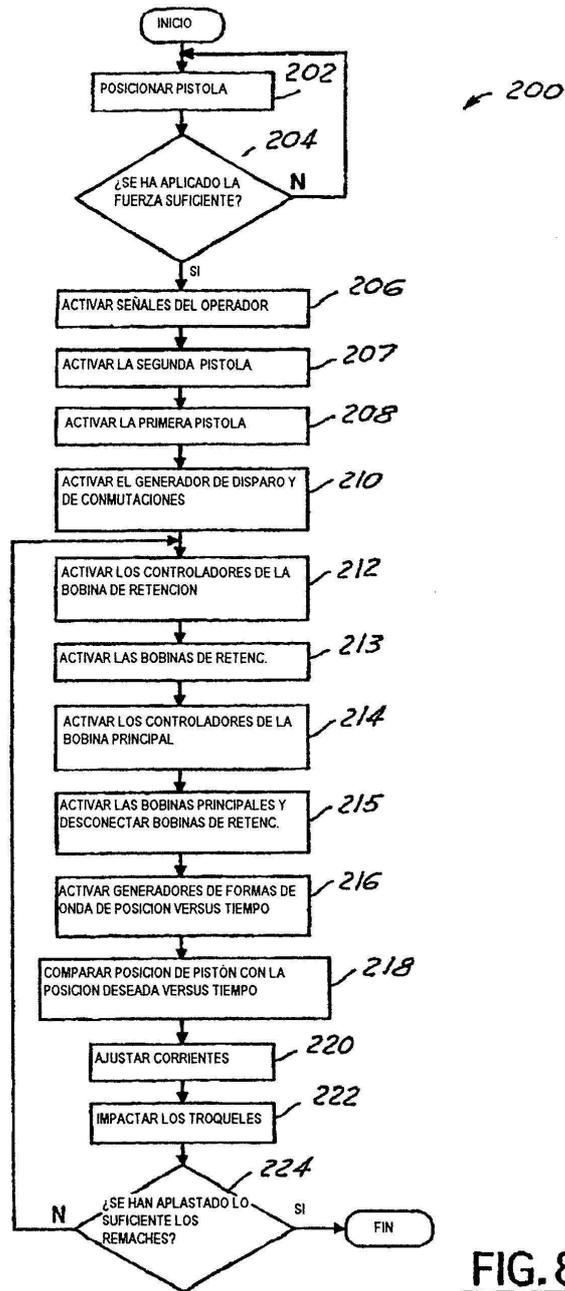


FIG. 8