

366371

P.-41.424

7569 Y

SECCION TECNICA  
CLASIFICACION I.P.C.  
CLASE B 21  
SUBCLASE K

11 JUN 1969

**Memoria descriptiva**



para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de AMP INCORPORATED

entidad / ~~Estados Unidos~~ norteamericana

con domicilio en Eisenhower Boulevard, Harrisburg,  
Pensilvania, Estados Unidos de América

por: "METODO Y APARATO PARA COMPRIMIR UNA PIEZA DE TRABAJO"  
(Clase Internacional B21k)



Una pieza de trabajo, por ejemplo, una  
pieza de trabajo metálica, puede ser formada mediante  
el desplazamiento relativo controlado de un par de estam-  
pas conformadas para producir un artículo deseado, por  
ejemplo, una conexión eléctrica recalçada. Típicamente,  
5 una de las dos estampas es fija, para servir como una  
sufridera, siendo movida la otra estampa mediante un pis-  
tón, el desplazamiento del cual deberá ser controlado  
de un modo preciso para garantizar que se aplica a la  
10 pieza de trabajo la compresión correcta.

Una prensa usual para conformar metales  
puede incluir un volante accionado por un motor eléctri-  
co, estando conectado el volante mediante un embrague a  
través de un dispositivo de excéntrica giratoria a una  
15 palanca acodada conectada a un pistón de prensa que lle-  
va una estampa de trabajo. Una estampa adaptada, en for-  
ma de una sufridera, está sujeta a una placa de base de  
la prensa, estando determinada la carrera del pistón por  
el desplazamiento de la excéntrica. La característica de  
20 fuerza y desplazamiento del pistón y la estampa de tra-  
bajo tiene en general la forma de una onda sinusoidal,  
efectuándose los ajustes de precisión de la separación  
entre la estampa de trabajo y la sufridera mediante in-  
terposición de suplementos. La fuerza del pistón, la ace-  
25 leration del pistón, la velocidad del pistón, el régimen  
de aumento o de disminución de la fuerza del pistón y el  
tiempo de permanencia de la estampa estacionaria sobre  
la pieza de trabajo son todos, sin embargo, relativamen-  
te fijos y no pueden ser fácilmente alterados.

30 Aunque son conocidas las prensas operadas

11 JUN



por solenoides, el motor de solenoide es costoso y pesado. Además, las prensas de solenoide actualmente usadas sólo pueden ejercer una fuerza de menos de 1.133 kilogramos aproximadamente, que puede ser insuficiente para muchas operaciones de troquelado, incluyendo el recalco de conectores eléctricos a alambres conductores. La fuerza de compresión se ajusta controlando la energía cinética eficaz del pistón accionado por solenoide, lo que debe efectuarse mediante un circuito capaz de modificar rápidamente corrientes de gran intensidad.

De acuerdo con un aspecto del invento, en un método de comprimir una pieza de trabajo, en el cual un pistón de prensa es accionado a lo largo de una carrera de trabajo bajo la acción de un campo electromagnético para hacer que una estampa que va en el pistón comprime a la pieza de trabajo, el pistón es accionado mediante excitación de electroimanes de tracción para producir movimiento relativo entre los electroimanes bajo la acción de sus campos magnéticos de tracción, y la fuerza de compresión aplicada a la pieza de trabajo es controlada mediante el control de la excitación de los electroimanes.

De acuerdo con otro aspecto del invento, un aparato para comprimir una pieza de trabajo comprende un pistón de prensa que lleva una estampa para aplicación a la pieza de trabajo para comprimir la pieza de trabajo en cooperación con otra estampa, y medios electromagnéticos para accionar el pistón a lo largo de una carrera de trabajo para hacer que la pieza de trabajo sea comprimida entre las estampas, comprendiendo los medios electromagnéticos electroimanes de tracción excitables para



accionar el pistón a lo largo de su carrera de trabajo, habiendose provisto medios para controlar una determinada señal de energía eléctrica alimentada para excitar los electroimanes de tracción para controlar la compresión de la pieza de trabajo.

Para la mejor comprensión del invento se hará a continuación referencia, a modo de ejemplo, a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Figura 1 es una vista en perspectiva, parcialmente en corte, de una prensa de acuerdo con el invento para recalcar conectadores eléctricos a alambres conductores, teniendo la prensa un pistón que es accionado mediante electroimanes desplazables relativamente entre sí, y que se ha ilustrado antes de una carrera de trabajo del pistón;

la Figura 2 es otra vista en perspectiva parcialmente en corte de la prensa de la Figura 1, mostrando el pistón al final de su carrera de trabajo;

la Figura 3 es un gráfico en el cual se ha representado gráficamente las fuerzas aplicadas a un pistón de prensa por electroimanes de tracción de material dado, en función del desplazamiento relativo de los imanes y del desplazamiento del pistón a lo largo de su carrera de trabajo;

la Figura 4 es un diagrama esquemático de bloques de una primera forma de circuito de control electrónico para la prensa de las Figuras 1 y 2;

la Figura 5 es un diagrama esquemático de bloques de una segunda forma de circuito de control electrónico para la prensa de las Figuras 1 y 2;



la Figura 6 es un gráfico en el cual se ha representado gráficamente en función del tiempo, el desplazamiento del pistón de una prensa de acuerdo con el invento y el de una prensa usual para recalcar conectadores eléctricos a alambres conductores, a lo largo de carreras de trabajo y de retorno;

la Figura 7 es un diagrama del circuito de la Figura 5; y

las Figuras 8 a 11 son gráficos en que se ilustra el funcionamiento de un circuito similar al de la Figura 7.

Como se ha ilustrado en las Figuras 1 y 2, la prensa está montada sobre una bancada 10 y comprende un alojamiento que tiene una placa de base 12 sobre la cual está soportada una envuelta 18 sobre piés derechos 14. Un pistón 24 lleva una estampa 20 de recalcar que tiene un rebajo 22 de recalcar, y se extiende a través de la pared superior (según se ve en las Figuras 1 y 2) de la envuelta 18, a través de un cojinete 29. En el extremo superior del pistón 24 (tal como se ve en las Figuras 1 y 2) hay una pestaña anular 26 por medio de la cual es soportado el pistón 24 por un muelle 28 que actúa entre la pestaña 26 y el cojinete 29. Un imán inferior actuador 30 (como se ve en las Figuras 1 y 2) para el pistón 24 está fijo a la pared inferior (según se ve en las Figuras 1 y 2) de la envuelta 18 y tiene en su superficie superior (como se ve en las Figuras 1 y 2) una placa amortiguadora 34 de material plástico sintético, por ejemplo de 0,0762 cm de grueso. El imán 30 tiene debajo de la placa amortiguadora 34 un rebajo anular 40 que con-



11

tiene un devanado magnético WI. El pistón pasa a través de un casquillo central 36 del imán 30, siendo deslizable en sentido axial en el cojinete 29 y en el casquillo 36. Un imán actuador superior 32 (según se ve en las Figuras 1 y 2) para el pistón 24 está enchavetado al pistón 24 en 38 y tiene un rebajo anular 42 que contiene un devanado magnético WII. Una sufridera 50 está montada directamente debajo de la estampa 20, sobre la palanca 12 con interposición de un transductor de fuerza 52. El pistón 24, los imanes 30 y 32, y el muelle 28 forman un actuador designado en general con el número de referencia 64, para la prensa.

Con el pistón 24 en su posición de punto muerto superior, como la ilustrada en la Figura 1, se coloca sobre la sufridera 50 un conectador eléctrico C que tiene un casquillo de recalco F de sección sustancialmente de U. Luego se coloca la extremidad desnuda E del alma conductora de un cable aislado L en el casquillo F de recalcar. Entonces se excitan los devanados WI y WII, de modo que los imanes 30 y 32 producen fuerzas magnéticas de tracción que hacen que el pistón 24 sea accionado a lo largo de una carrera de trabajo contra la acción del muelle 28, desde la posición de la Figura 1 a la posición de la Figura 2, de modo que las superficies del rebajo de recalcar 22 cooperan con sufridera 50 para recalcar el casquillo F del conectador C al extremo E del alma. La fuerza así ejercida contra el casquillo F es transmitida al transductor 52, el cual desarrolla una señal que es realimentada a un circuito de alimentación de energía eléctrica para las bobinas magnéticas WI y WII, para con-



trolar la fuerza de recalco aplicada al casquillo F, como se describe con detalle en lo que sigue. Como otra alternativa, puede prescindirse del transductor 52 y alimentarse a los devanados WI y WII un impulso de corriente para proporcionar un desplazamiento de pistón predeterminado para aplicar una fuerza característica.

La prensa podría estar provista de un mecanismo de alimentación (no representado) para alimentar conectores C sujetos entre sí para formar una tira de conectores, hacia la sufridera 50, para situar el conector delantero de la tira sobre solamente la sufridera 50 antes de cada carrera de trabajo del pistón, disponiéndose además miembros de cizalladura (no representados) para cizallar el conector delantero de la tira simultáneamente con cada operación de recalco; este mecanismo de alimentación puede ser hecho funcionar mediante el pistón de la prensa.

En la Figura 3, la línea curva de trazo lleno representa la fuerza de tracción del imán representada gráficamente en función de la altura del espacio de separación entre los imanes, siendo la curva en línea de trazos la curva del trabajo requerido para un casquillo normalizado F. Representaciones generalizadas de configuración de la sección transversal del casquillo F, antes y después del recalco, se han ilustrado en asociación con la curva de trabajo. Las ordenadas del gráfico están en libras inglesas (0,4536 kg cada libra aproximadamente) estando calibradas las abscisas del gráfico en pulgadas inglesas (2,54 cm cada pulgada inglesa). Las curvas están basadas en experimentos con modelos de trabajo. La curva de líneas de trazo lleno representa am-



perios vuelta con respecto a un material magnético de que actualmente se dispone para producir los imanes 30 y 32. Debe observarse que las características de los imanes de tracción pueden hacerse muy similares a las características requeridas para operaciones de raclacado, proporcionándose así una ventaja inherente de rendimiento potencial; esta similitud entre las características de fuerza magnética real de los imanes de tracción y las características de fuerza real-desplazamiento, requeridas para formar diversas conexiones recaladas, permiten conseguir de un modo muy sencillo la fuerza a aplicar.

Como será evidente de la Figura 3, la fuerza de tracción desarrollada en un electroimán aumenta desde un valor mínimo hasta un valor máximo, a medida que aumenta la intensidad magnética. El aumento de la fuerza de tracción guarda una relación no lineal con la intensidad magnética, la cual viene determinada para una corriente aplicada y un número de vueltas dados, por las características del material magnético empleado. Si los imanes 30 y 32 fueran relativamente fijos, la fuerza de tracción podría ser aumentada desde un mínimo que se aproxima a cero, hasta un valor máximo aumentados los amperios vuelta. Por ejemplo, en el caso de un material magnético, la fuerza de tracción en un sistema fijo puede ser aumentada desde aproximadamente cero hasta un máximo de unos  $10,5 \text{ kg/cm}^2$ . En el caso de otro material magnético, sin embargo la fuerza máxima de tracción será superior a  $21 \text{ kg/cm}^2$ . Existe en la práctica una posibilidad sustancial de elección de material magnético que proporcione diferentes características de fuerza de tracción a intensidad



magnética. Hay también una posibilidad de elección de un valor de la fuerza y de las características del funcionamiento que depende del tamaño del imán de tracción y de la extensión del área de la superficie del imán. En general, deberá elegirse un material que proporcione una fuerza suficiente para una aplicación dada con un mínimo de intensidad magnética requerida, para reducir al mínimo las necesidades de corriente.

Puede hacerse además la elección de material magnético para satisfacer un requisito dado de intensidad magnética tomando en consideración si debe conseguirse o no la saturación, o aproximarse sustancialmente a ésta, dentro del ciclo de trabajo del sistema de imán de tracción. Puede, por ejemplo, seleccionarse un material magnético que se aproxime a la saturación antes de que se cierre el espacio de separación entre los imanes y antes de que el casquillo haya sido deformado por completo. La fuerza aplicada aumenta así a un régimen sustancial y luego se estabiliza hacia un valor más constante, al conseguirse la saturación. Es de hacer notar que, a medida que se cierran los imanes y se reduce el espacio de separación entre las superficies de los imanes, se produce un mayor acoplamiento entre los imanes, de modo que aumenta la fuerza desarrollada por los imanes para una intensidad magnética dada.

El material magnético puede seleccionarse sin embargo, de modo que no se alcance la saturación durante el ciclo de trabajo del sistema y que el casquillo sea deformado por completo antes de que los imanes alcancen la saturación. Son de preferir los requisitos de fuer-



za que permitan esta última elección. No obstante, cuando la fuerza requerida tienda a estabilizarse hacia el final de ciclo de trabajo, como se ha ilustrado por ejemplo en la Figura 3, un material que se aproxime a la saturación hacia el final de la carrera de trabajo proporcionará una característica de fuerza de imán a espacio de separación y desplazamiento del pistón, similar a la curva en línea de trazo lleno de la Figura 3.

Además, cuando se hayan elegido un material magnético y una configuración geométrica para los imanes, para proporcionar un área magnética suficiente, debe también seleccionarse el número de espiras de los devanados de los imanes para proporcionar una intensidad magnética suficiente para una corriente máxima. La configuración geométrica del imán limita físicamente el número de espiras que pueden ser devanadas en un imán de tracción dado. Al elegir el número y la disposición de las espiras del devanado, debe también tomarse en consideración la disipación del calor. Se prefiere un devanado de baja impedancia para reducir al mínimo la generación de calor y suavizar los requisitos de energía eléctrica. También debe prestarse consideración a las alimentaciones de energía eléctrica de que se disponga; una prensa portátil podría ser hecha funcionar, por ejemplo, con una batería.

La posición subida del todo del pistón debe ser tal que proporcione espacio de trabajo suficiente para permitir alimentar conectadores a la sufridera. Cuando se alimenta la prensa a mano, es usualmente satisfactorio un espacio de trabajo del orden de 2,54 cm



aproximadamente. No obstante, cuando se alimentan los conectadores a la prensa automáticamente, el espacio de separación entre los dos imanes, en la posición subida por completo del pistón, puede ser algo menor.

5                    Debe garantizarse, sin embargo, que el espacio de separación entre los imanes 30 y 32, en la posición subida por completo del pistón, sea suficientemente pequeño para permitir que sea generada una fuerza de tracción suficiente entre los imanes cuando son  
10 excitados inicialmente para iniciar la carrera de trabajo del pistón 24. Puesto que los imanes forman un sistema dinámico, en el cual la intensidad magnética eficaz aumenta a medida que se cierra el espacio de separación entre los imanes 30 y 32, el espacio de separación debe-  
15 rá ser inicialmente tan pequeño como sea posible, para reducir la generación de calor.

                    Para un material magnético dado, un número de espiras dado y un espacio de separación dado entre los imanes, la intensidad magnética es básicamente  
20 función de la corriente aplicada. La fuerza, la velocidad, la aceleración, el tiempo de permanencia en posición estacionaria y el desplazamiento del pistón pueden ser por tanto regulados directamente controlando la corriente aplicada.

25                    A continuación se describirá una primera forma del circuito para controlar la prensa, con referencia a la Figura 4. Con este circuito de control se prescinde del transductor 52. El circuito de la Figura  
30 4 comprende una fuente 60 de alimentación de energía eléctrica conectada a un dispositivo 62 de control de im-



pulsos, el cual está a su vez conectado a los devanados del actuador 64, excitando el dispositivo 62 a los devanados WI y WII de los imanes 30 y 32 del actuador 64. La fuente 60 alimenta energía en forma de una corriente dada a una tensión dada al dispositivo 62 de control de impulsos. El dispositivo 62 produce impulsos de una intensidad y de una tensión de valores dados durante un tiempo dado. El actuador 64 puede comprender imanes cada uno de aproximadamente 15,24 cm. de diámetro y de aproximadamente 3,175 cm. de grueso, estando devanado cada imán con unas 90 espiras de alambre conductor AWG del número 16. Esas espiras pueden tener una resistencia del orden de 0,5 ohmios, y están conectadas en relación de cooperación en serie.

Con el muelle 28 quitado y la estampa 20 descansando sobre un casquillo F no recalcado, sobre la sufridera 50, de modo que haya un espacio de separación de aproximadamente 0,1270 cm. entre los imanes, se ha comprobado que un impulso de una duración de 100 milisegundos y de 47 amperios a 50 voltios hará que sea aplicada al casquillo F una fuerza de 1.360 kg aproximadamente. Durante la primera parte del ciclo de trabajo, la intensidad magnética desarrollada por los imanes debe ser suficiente para vencer el rozamiento al cual está sometido el pistón 24, y para vencer la fuerza del muelle 28. A medida que la estampa 20 empieza a trabajar contra el casquillo del conectador, aumenta la fuerza requerida, como se ha ilustrado en la Figura 3. Luego, la fuerza requerida aumenta todavía más, pero al mismo tiempo disminuye el espacio de separación entre los ima-



nes 30 y 32, de modo que la intensidad magnética, y por consiguiente la fuerza magnética desarrollada por el sistema aumentan. El impulso de corriente desde el dispositivo 62 es ajustado en consecuencia para conseguir la  
5 intensidad magnética requerida.

Las características del impulso desarrollado por el dispositivo 62 se determinan experimentalmente con un casquillo dado, para hacer que el cierre de las estampas recalque el casquillo a un extremo de alambre conductor, manteniéndose constante el espacio de separación entre los imanes 30 y 32. Controlando la duración del impulso aplicado, puede controlarse fácilmente el período de tiempo de aplicación a tope de la estampa 20. Controlando la intensidad de la corriente aplicada  
15 puede controlarse también de un modo preciso la fuerza instantánea durante el desplazamiento del pistón 24.

En el circuito de la Figura 4, el dispositivo 62 de control de impulsos puede ser disparado manualmente, por ejemplo mediante un interruptor de pedal. Si la prensa es alimentada con conectadores por un mecanismo de alimentación, como se ha indicado en lo que antecede, el dispositivo 62 puede ser dispuesto para ser  
20 disparado por el mecanismo de alimentación, por ejemplo a través de un dispositivo receptor (no representado).

El circuito de la Figura 4 está destinado a controlar la fuerza del pistón, la velocidad del pistón, la aceleración del pistón y el tiempo de permanencia en posición estacionaria del pistón, controlando las características del impulso aplicado. Puede hacerse  
25 que el pistón se desplace hacia abajo muy rápidamente  
30



mediante un impulso de una amplitud inicialmente alta, y que se desplace luego bastante lentamente al aplicarse la estampa 20 primero con el casquillo F, siendo entonces desarrollada una fuerza brusca y siendo liberada rápidamente, o mantenida, al producirse la deformación del casquillo. El circuito de la Figura 4 puede ser de funcionamiento libre, o bien puede estar controlado por un microinterruptor (no representado) accionado por el desplazamiento del pistón 24. El microinterruptor puede estar acoplado a un circuito (no representado) para retardar la terminación de la corriente aplicada a los imanes. El retardo proporcionado por el circuito de retardo puede hacerse ajustable para controlar el tiempo de permanencia en posición estacionaria del pistón de la prensa. Tal circuito podría construirse para reducir el régimen al cual disminuye la corriente aplicada a los imanes, para controlar el tiempo de caída de la corriente y reducir al mínimo los impulsos de corriente inducidos originados al extinguirse rápidamente los campos de los imanes.

Con referencia a la Figura 5 se describirá a continuación una segunda forma de circuito de control de la prensa. Con este circuito la prensa está provista del transductor 52. Como se ha ilustrado en la Figura 5, una fuente 66 de alimentación de energía eléctrica está conectada a una puerta 68, la cual está a su vez conectada al actuador 64. La puerta 68 está controlada por un comparador 72, el cual puede incluir medios de ajuste de la tensión, por ejemplo un potenciómetro. Al comparador 72 se alimenta una señal desarrollada por



11

transductor 52.

La fuente 66 está dispuesta para ser activada por la puerta 68 para transmitir un impulso a los devanados del actuador 64 para hacer que el pistón 24 del actuador sea accionado a lo largo de su carrera de trabajo. Al tener lugar contacto inicial entre la estampa 20 y el casquillo F, es desarrollada una señal por el transductor 52 y es alimentada al comparador 72. El comparador 72 percibe el valor de la señal emitida por el transductor 52, y cierra la puerta 68 cuando ese valor alcanza un nivel de referencia previamente establecido en el comparador 72, de modo que el actuador 64 es desexcitado para hacer que el pistón 24 sea accionado a lo largo de una carrera de retorno por el muelle 28. El siguiente ciclo de funcionamiento de la prensa puede ser iniciado, por ejemplo, por un interruptor controlado manualmente (no representado), por un dispositivo de relojería (no representado) que produce impulsos de disparo, o bien por ser restablecida la puerta a su condición de abierta por un mecanismo de la prensa para alimentación de conectadores.

En el gráfico de la Figura 6, en que las ordenadas vienen dadas en centésimas de pulgada inglesa (siendo una pulgada inglesa equivalente a 2,54 cm.) y las abscisas en milisegundos, la curva J representa el desplazamiento del pistón de una prensa de recalcar conectadores accionada mecánicamente, usual, representado gráficamente en función del tiempo, representando la curva M el desplazamiento del pistón de una prensa de acuerdo con las Figuras 1 y 2 en función del tiempo.



po. Como se ha ilustrado en la Figura 6, la curva J tiene una característica sinusoidal partiendo de las estampas de prensa en una posición de abiertas y extendiéndose hasta desplazamiento cero del pistón, es decir, con las estampas haciendo tope, y de nuevo a la posición de completamente abiertas las estampas. Si la carrera del pistón es demasiado larga, el mecanismo de accionamiento de la estampa, y ciertamente el bastidor de la prensa, experimentan una carga sustancial de compresión. Esta condición vendría indicada por un aplanamiento de la curva J en el punto de desplazamiento cero del pistón en la Figura 6. Una longitud de carrera insuficiente vendría indicada por el desplazamiento hacia arriba (como se vé en la Figura 6) de la curva J, de modo que su cresta es desplazada de las abscisas en el gráfico, La compresión del casquillo del conector sería en este caso insuficiente para garantizar una buena conexión eléctrica entre el casquillo y el extremo de alma. Las variaciones en las tolerancias de fabricación del casquillo pueden dar por resultado que la longitud de la carrera del pistón sea o bien demasiado corta o bien demasiado larga, según el caso. Por ejemplo, el recalcar un casquillo previamente aislado, es decir, un casquillo encerrado en un manguito aislante que sea deformable plásticamente para permitir que el casquillo sea recalcado a través del manguito, una variación de tolerancias del casquillo o del manguito, o de uno y otro, por ejemplo, de solamente 0,0122 cm., dará por resultado la sobrecarga del mecanismo de accionamiento de la prensa hasta el punto de producir deformación elástica



de las estampas, de la base de la prensa y del mecanismo de accionamiento, suficiente para acomodar la sobrecarga. Si el alambre conductor al cual ha de ser recalado el casquillo es de medida inferior a la prevista, por ejemplo, como resultado de que falten uno o dos cordones del alambre en el extremo de alambre que está en el casquillo, la carrera del pistón puede ser de hecho demasiado corta para la debida compresión del casquillo.

Con el circuito de la Figura 4, la longitud de carrera del pistón 24 se controla ajustando la sufridera 50, por medios no representados, hasta una elevación aproximadamente correcta, siendo efectuados todos los ajustes posteriores de la longitud de la carrera por medio del dispositivo 62 de control de impulsos. El dispositivo 62 puede ser ajustado para producir un impulso perfilado para hacer que la carrera del pistón siga la curva M de la Figura 6. El pistón tiene una velocidad algo inferior, en la posición inicial de su carrera de trabajo, que en el caso de la curva J, pero la velocidad del pistón hacia el final de su carrera de trabajo es mayor que en el caso de la curva J. El impulso emitido por el dispositivo 62 puede ser controlado de modo que se haga que el pistón permanezca estacionario al final de su carrera de trabajo, como se ha indicado en la Figura 6, en que la curva M tiene una parte horizontal que se extiende sobre unos 100 o más milisegundos. Como se ha indicado mediante las líneas de trazos en la Figura 6, el tiempo de permanencia en posición estacionaria del pistón puede ser reducido a un valor deseado con una reducción consiguiente en el tiempo del ciclo y una



mayor velocidad de funcionamiento, Con ciertos materiales de casquillo que tienen una elevada resistencia a la fluencia plástica, o cuando el casquillo es más largo de lo usual, se ha comprobado que es ventajoso proporcionar un tiempo de permanencia en posición estacionaria considerable para el pistón 24, y por tanto para la estampa 20, para garantizar una deformación plástica completa del casquillo.

El circuito de la Figura 5 no solamente facilita el control de la velocidad y de la aceleración, o de una y otra, del pistón 24, y por tanto de la estampa 20, durante las carreras de trabajo y de retorno, sino que proporciona un control preciso de la fuerza aplicada al casquillo. Aunque en la Figura 6 se indica el movimiento del pistón y de la estampa en términos de desplazamiento, la parte horizontal de la curva M puede también ser considerada con el sistema de control de la Figura 5 en términos de fuerza aplicada. Puede por tanto hacerse que el pistón y la estampa se muevan a lo largo de la carrera de trabajo hasta que la estampa se aplique al casquillo, para continuar a lo largo de la carrera de trabajo hasta que es ejercida una fuerza previamente determinada sobre el casquillo, y mantener esa fuerza durante un período de permanencia en posición estacionaria. Disponiendo que el cierre mecánico de la estampa y la sufridera jamás pueda producirse excepto a través del casquillo, puede hacerse que el transductor de fuerza acomode todas las variaciones prácticas en la colocación de las herramientas, en el desgaste y en las dimensiones del casquillo.



Como se ha ilustrado en la Figura 7, un circuito de control 100 que corresponde al circuito de la Figura 5, pero que comprende algunas otras características, incluye un terminal T1 de entrada de alimentación negativo y un terminal T2 de entrada de alimentación positivo conectados a conductores 102 y 104, de alimentación de energía eléctrica, respectivamente. Los devanados WI y WII de imán están conectados de modo que queden acoplados magnéticamente en sentido aditivo. La alimentación de corriente a los devanados WI y WII es controlada por transistores de potencia Q7 a Q10 conectados en paralelo a través de las líneas 102 y 104, en serie con los devanados WI y WII. El circuito incluye un interruptor SW1 de control del tiempo de permanencia en posición estacionaria del pistón, un interruptor SW2 de iniciación del ciclo, por ejemplo un interruptor de pedal, un interruptor SW3 de margen de variación de la fuerza del pistón, y terminales T3 y T4 de entrada de señal de fuerza conectados al transductor 52.

Entre los componentes de control del tiempo de permanencia en posición estacionaria del pistón hay incluidos un par de transistores p-n-p Q1 y Q2 conectados en paralelo a través de los conductores 102 y 104, a través de una alimentación de emisor común, a través de una resistencia R7 de conmutación de bajo valor conectada al conductor 104 de alimentación positivo. Los colectores de los transistores Q1 y Q2 están conectados al conductor 102 de alimentación negativo por medio de resistencias idénticas R2 y R4, estando conectadas las bases de los transistores Q1 y Q2 al conductor



104 de alimentación positivo a través de resistencias idénticas R6 y R8. La base del transistor Q1 está unida al conductor 102 de alimentación negativo a través de una resistencia R1 de gran valor que sirve para mantener la base del transistor Q1 relativamente positiva, de modo que el transistor Q1 sea escasamente conductor normalmente. Las resistencias R3 y R8 proporcionan una resistencia que mantiene la base del transistor Q2 relativamente menos positiva que la del transistor Q1, de modo que el transistor Q2 da paso a más corriente que el transistor Q1. Se ha provisto un circuito de derivación de alimentación de base en torno a la resistencia R8 a través del interruptor SW2 de iniciación del ciclo. Un circuito que conecta el conductor 104 de alimentación positivo, a través de la resistencia R6, al conductor 102 de alimentación negativo, a través de la resistencia R4 entre la base del transistor Q1 y el colector del transistor Q2, incluye una resistencia variable R9 y uno u otro de los condensadores C1 ó C2, a través del interruptor, SW1. Los condensadores C1 ó C2 están conectados a través del circuito que incluye las resistencias R6 y R9 y del circuito que incluye la resistencia R4.

El colector del transistor Q1 está conectado a la base de un transistor p-n-p Q3, el colector del cual está unido directamente al conductor 102 de alimentación negativo. El emisor del transistor Q3 está conectado al colector de otro transistor p-n-p Q4 que tiene su base conectada al emisor de un transistor n-pn Q5 y su emisor conectado al colector del transistor Q5. El circuito de base y emisor del transistor Q5 está conec-



tado a los terminales T3 y T4 de entrada de señal de fuerza a través de una resistencia R10 limitadora de la corriente. El circuito de emisor del transistor Q5 está también conectado a un circuito de comparación de tensión, a través de una resistencia variable R11 unida al colector del transistor Q5. La resistencia R11 está conectada a través de un diodo Zener Z1 y de una alimentación de tensión de polarización que incluye una batería B1 en serie con una resistencia R14, a través de una resistencia R13 y de un circuito de derivación a través del interruptor SW3 o de la resistencia R12, dependiendo de si el interruptor SW3 está abierto o cerrado. El circuito de comparación sirve para proporcionar tensión de polarización al transistor Q5, el cual puede ser ajustado en margen mediante el interruptor SW3 y en alcance o extensión mediante la resistencia R11. El transistor Q5 sirve para modular la extensión del control obtenido mediante una entrada de señal de fuerza dada.

El colector del transistor Q5 está conectado a un transistor p-n-p Q6, el emisor del cual está unido al terminal 104 de alimentación positivo a través de una resistencia limitadora R15. Este circuito está además conectado al lado negativo de una fuente B2 de tensión de contrapolarización, el terminal positivo de la cual está conectado a la base de cada uno de los transistores p-n-p de potencia Q7 a Q10 a través de resistencias limitadoras apropiadas R16-R19, respectivamente, para contrarrestar el circuito de fuga a través del transistor Q6. El colector del transistor Q6 está conectado directamente al conductor 102 de alimentación negativo,



y el transistor Q6 opera como un transistor de salida por emisor para el transistor Q4.

Los emisores de los transistores Q7 a Q10 están conectados al terminal 104 de alimentación positivo a través de un par de diodos D1 y D2 de filtrado de crestas o impulsos de hiperamplitud.

Un diodo D3 de cortocircuitar está conectado a los devanados WI y WII de imán, para proporcionar un circuito de derivación para corrientes intensas producidas por la desaparición del campo en los devanados WI y WII.

En funcionamiento, el transistor Q1 es suficientemente conductor para proporcionar una caída de tensión a través de la resistencia R2 para mantener positiva la base del transistor Q3 en un estado no conductor, manteniendo así a los transistores Q4, Q5, Q6 y Q7 a Q10 no conductores.

El transistor Q2 es conductor y el condensador C1 ó C2, entonces en circuito, es sustancialmente descargado. Cuando se cierra el interruptor SW2 para dejar fuera del circuito a la resistencia R8 y disminuir la tensión de base del transistor Q2, haciendo no conductor al transistor Q2, el condensador C1 ó C2 que entonces está en circuito, es cargado por estar conectado efectivamente a través de la resistencia R4 al conductor 102 de alimentación de tensión negativo. Al ser vuelto a abrir el interruptor SW2 para hacer que la base del transistor Q2 pase a negativa, el transistor Q2 se hace suficientemente conductor para hacer no conductor al transistor Q1, de modo que la base del transistor Q3 se



11

hace más negativa; el transistor Q3 es polarizado en sentido directo para hacerse conductor y, a su vez, hace conductores a los transistores Q4, Q5, Q6 y Q7 a Q10. En ese momento en condensador C1 o C2, que entonces está en circuito y en estado de cargado, empezará a descargar a través del circuito que comprende las resistencias R9, R6, R7 y el circuito de emisor y colector del transistor Q2. El régimen de descarga del condensador C1 ó C2 vendrá determinado por el ajuste de la resistencia R9.

Suponiendo que el movimiento de pistón resultante de la corriente alimentada por los transistores Q7 a Q10 hace que la estampa 20 se aplique al casquillo F para desarrollar una entrada de señal en los terminales T3 y T4, esa señal tenderá a excitar la base del transistor Q5 en una medida determinada por el ajuste de la resistencia R11 y por la posición del interruptor SW3. Al tomar el transistor Q5 más o menos corriente para desplazar la polarización en sentido directo del transistor Q4 y de su amplificador, el transistor Q6 sigue para polarizar a los transistores Q7 a Q10 para que tomen más o menos corriente, desarrollando una fuerza aplicada que compensa a la fuerza detectada, según viene determinada por la señal de fuerza generada por el transductor 52 y alimentada al transistor Q5 desde los terminales T3 y T4 y por el ajuste de la resistencia R11 y por la posición del interruptor SW3. En un cierto punto, el espacio de separación entre los imanes será el mínimo, tomando los transistores Q7 a Q10 justamente la corriente suficiente para mantener una fuerza suficiente para producir una



5 entrada de señal de fuerza de compensación. A continuación se disipará la carga del condensador C1 ó C2 lo suficiente para hacer que la base del transistor Q1 sea suficientemente negativa para que el transistor Q1 se haga conductor, haciendo así no conductor al transistor Q2 y por tanto a los transistores Q4 a Q10, de modo que el pistón 24 sube bajo la acción del muelle 28.

10 Poniendo el interruptor SW3 para derivar a la resistencia R12, la caída de tensión a través del circuito de emisor colector del transistor Q5 es aumentada eficazmente, de modo que se requiere una mayor señal de entrada de fuerza para conseguir un margen óado de modulación por el transistor Q5. Recíprocamente, cuando la resistencia R12 está en circuito, se requiere una menor señal de fuerza para efectuar la modulación mediante el transistor Q5. Ajustando la resistencia R11, puede establecerse previamente un control más preciso del valor de la señal de fuerza en el margen alto o en el margen bajo.

20 El margen de tiempo de permanencia en posición estacionaria del pistón puede elegirse seleccionando el condensador C1 ó C2 para que proporcione una constante de tiempo de resistencia y capacidad diferente siendo efectuado un control preciso con ayuda de la resistencia R9.

25 Los componentes del circuito de la Figura 7 pueden ser los siguientes:



R1 - 82 Kilohmios  
R2, R4 - 5,6 Kilohmios  
R3 - 27 Kilohmios  
R6, R8 - 10 Kilohmios  
R7, R13 - 100 ohmios  
R9 - 20 Kilohmios  
R10 - 15 Kilohmios  
R11 - 1 Kilohmio  
R12 - 330 ohmios  
R14 - 150 ohmios 3 vatios  
R15 - 50 ohmios 3 vatios  
R16, R17, R18, R19 - 2 ohmios 3 vatios

Q1 - Q4 - 2N2953  
Q5 - 2N1306  
Q6 - 2N2869  
Q7 - Q10 - 2N2730  
Z1 - 1N3016A  
D1 - D2 - 1N3194  
D3 - 40212  
T1 - A -24<sup>v</sup>  
B1 - +12<sup>v</sup>  
B2 - 1,5<sup>v</sup>  
C1 - 4Mfd  
C2 - 10Mfd



A continuación se hará referencia a las Figuras 8 a 11, las cuales han sido preparadas a partir de fotografías tomadas sobre una cuadrícula de 1 cm por 1 cm. Las Figuras ilustran el funcionamiento de un circuito similar al de la Figura 7, pero no idéntico a éste.

En la Figura 8, la curva que empieza por la izquierda de la Figura representa la corriente del imán y está graduada para 10 amperios por centímetro en ordenadas, estando graduadas las abscisas para 0,050 segundos por centímetro. Como se ve de izquierda a derecha en la Figura 8, el primer máximo de esta curva ilustra la corriente requerida para iniciar el cierre de los imanes, ilustrando el segundo máximo la corriente requerida para recalcar el casquillo. La otra curva representa la fuerza de recalcado medida por el transductor y está graduada en fracciones de 226 kg aproximadamente por centímetro más 136 kg aproximadamente de ordenadas, siendo esta última fuerza una corrección para la calibración del transductor. La Figura 9 es similar a la Figura 8 e ilustra las mismas curvas pero con el circuito ajustado para una menor fuerza de recalcado.

La Figura 10 ilustra la curva de la tensión de excitación alimentada a los transistores de potencia del circuito bajo las condiciones de la Figura 8, estando graduadas las ordenadas en 5 voltios por centímetro. La curva es tal que no son aplicadas altas tensiones a los devanados de los imanes antes de que se desarrollen los campos magnéticos. El impulso de corriente es cortado por una tensión que aumenta lentamente, la



cual ayuda a evitar la perforación del secundario de los transistores de potencia.

5 La Figura 11 ilustra la curva de la tensión a través de los circuitos de emisor-colector de los transistores de potencia durante la parte de impulso de conducción de la curva de la Figura 10. Las ordenadas están calibradas en 10 voltios por centímetro, y las abscisas en 0,50 segundos por centímetro.

10 El transductor 52 puede ser, por ejemplo, un dispositivo piezoeléctrico o un dispositivo conductor. Por otra parte, pueden ser derivadas señales representativas de fuerza desde medios sensibles a la reluctancia o la capacitancia, o desde medios de transductor óptico.

15 Los imanes podrían ser dispuestos, si se desea, para accionar la prensa indirectamente, por ejemplo a través de una transmisión articulada, mecánica.

20 Una prensa que tenga un actuador magnético controlado como se ha descrito en lo que antecede, puede ser dispuesta para comprimir piezas de trabajo que no sean casquillos eléctricos.

25 Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 3 de Mayo de 1968, con el número 726.300, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.



## REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1.- Un método de comprimir una pieza de trabajo, en que un pistón de prensa es accionado a lo largo de una carrera de trabajo bajo la acción de un campo electromagnético para hacer que una estampa que va sobre el pistón comprima la pieza de trabajo, caracterizado porque el pistón es accionado excitando electroimanes de tracción para producir movimiento relativo entre los electroimanes bajo la acción de sus campos magnéticos de tracción, y la fuerza de compresión aplicada a la pieza de trabajo es controlada mediante el control de la excitación de los electroimanes.

2.- Un método según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque la velocidad y la aceleración del pistón se controlan excitando los electroimanes con un impulso eléctrico de amplitud y de duración pre-determinadas.

3.- Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque el tiempo de permanencia en posición estacionaria del pistón al final de su carrera de trabajo se controla mediante el control de la duración de la excitación de los electroimanes.



4.- Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque se emplea una señal originada por un dispositivo que mide la fuerza de compresión aplicada a la pieza de trabajo, para modificar una señal de potencia aplicada para excitar los electroimanes, para controlar la fuerza de compresión aplicada a la pieza de trabajo.

5.- Un método según la reivindicación 1, caracterizado porque el régimen de aplicación de una señal de potencia para excitar los electroimanes, la amplitud de la señal de potencia y la duración de la señal de potencia son controladas independientemente para controlar la compresión de la pieza de trabajo.

6.- Un aparato para llevar a la práctica el método según la reivindicación 1, comprendiendo el aparato un pistón de prensa que lleva una estampa para aplicación a la pieza de trabajo para comprimir la pieza de trabajo en cooperación con otra estampa, y un dispositivo electromagnético para accionar el pistón a lo largo de una carrera de trabajo para hacer que la pieza de trabajo sea comprimida entre las estampas, caracterizado porque el dispositivo electromagnético comprende electroimanes de tracción excitables para accionar el pistón a lo largo de su carrera de trabajo, habiéndose provisto un dispositivo de control para controlar una señal de potencia alimentada para excitar los electroimanes de tracción para controlar la compresión de la pieza de trabajo.

7.- Un aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque el dispositivo de control está



dispuesto para controlar la magnitud de la fuerza de tracción desarrollada por los electroimanes de tracción.

8.- Un aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque el dispositivo de control está  
5 dispuesto para controlar el régimen al cual es desarrollada la fuerza de tracción por los electroimanes.

9.- Un aparato según las reivindicaciones 6, 7 u 8, caracterizado porque el dispositivo de control está dispuesto para controlar la duración de una fuerza  
10 dada desarrollada por los electroimanes, para controlar el tiempo durante el cual es comprimida la pieza de trabajo entre las estampas.

10.- Un aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque el dispositivo de control está  
15 dispuesto para controlar, independientemente entre sí, la magnitud de la fuerza de tracción desarrollada por los electroimanes, el régimen al cual se desarrolla la fuerza de tracción, y la duración de la fuerza de tracción.

20 11.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado porque el dispositivo de control incluye uno o más elementos de conmutación eléctrica operables para alimentar energía eléctrica para excitar los electroimanes a través de un circuito cerrado.  
25

12.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado porque el dispositivo de control incluye un dispositivo para percibir la fuerza de compresión aplicada a la pieza de trabajo  
30 para originar una señal eléctrica de acuerdo con la fuer-

11 JUN



za de compresión percibida para controlar la excitación de los electroimanes.

5 13.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, caracterizado porque los electroimanes son de un material que se aproxima a la saturación magnética hacia el final de la carrera de trabajo del pistón.

10 14.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, caracterizado porque los electroimanes son de un material que permanece sustancialmente no saturado durante toda la carrera de trabajo del pistón.

15 15.- Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 14, caracterizado porque un primero de los electroimanes está sujeto al pistón, y un segundo de los electroimanes está sujeto a un bastidor con respecto al cual es movable el pistón a lo largo de su carrera de trabajo, habiendo un dispositivo de retorno para accionar el pistón a lo largo de una carrera de retorno al ser desexcitados los electroimanes.

20 16.- Un aparato según la reivindicación 15, caracterizado porque hay interpuesto un amortiguador no magnético entre los electroimanes.

25 17.- Un aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque el dispositivo de control comprende una puerta eléctrica a través de la cual está previsto poder alimentar energía eléctrica para excitar los electroimanes, siendo controlada la puerta por un comparador eléctrico dispuesto para recibir una señal eléctrica originada por un dispositivo para medir la

30



77

fuerza de compresión aplicada a la pieza de trabajo, sir-  
viendo el comparador para comparar la señal originada  
por el dispositivo de medición de fuerza con un valor  
eléctrico de referencia, y para controlar el funciona-  
5 miento de la puerta de acuerdo con la diferencia entre  
la señal y el valor de referencia.

18.- Un aparato según la reivindicación  
17, caracterizado porque el dispositivo de medición de  
fuerza comprende un transductor sensible a la fuerza de  
10 compresión aplicada a la pieza de trabajo.

19.- Método y aparato para comprimir una  
pieza de trabajo.

Tal y como se ha descrito en la Memoria  
que antecede, representado en los dibujos que se acompa-  
15 ñan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de treinta y dos ho-  
jas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 19 JUN 1969  
P.A.

Alberto de Elizaburu  
Por poder.

ALBERT O. HILDEBRAND  
PATENT

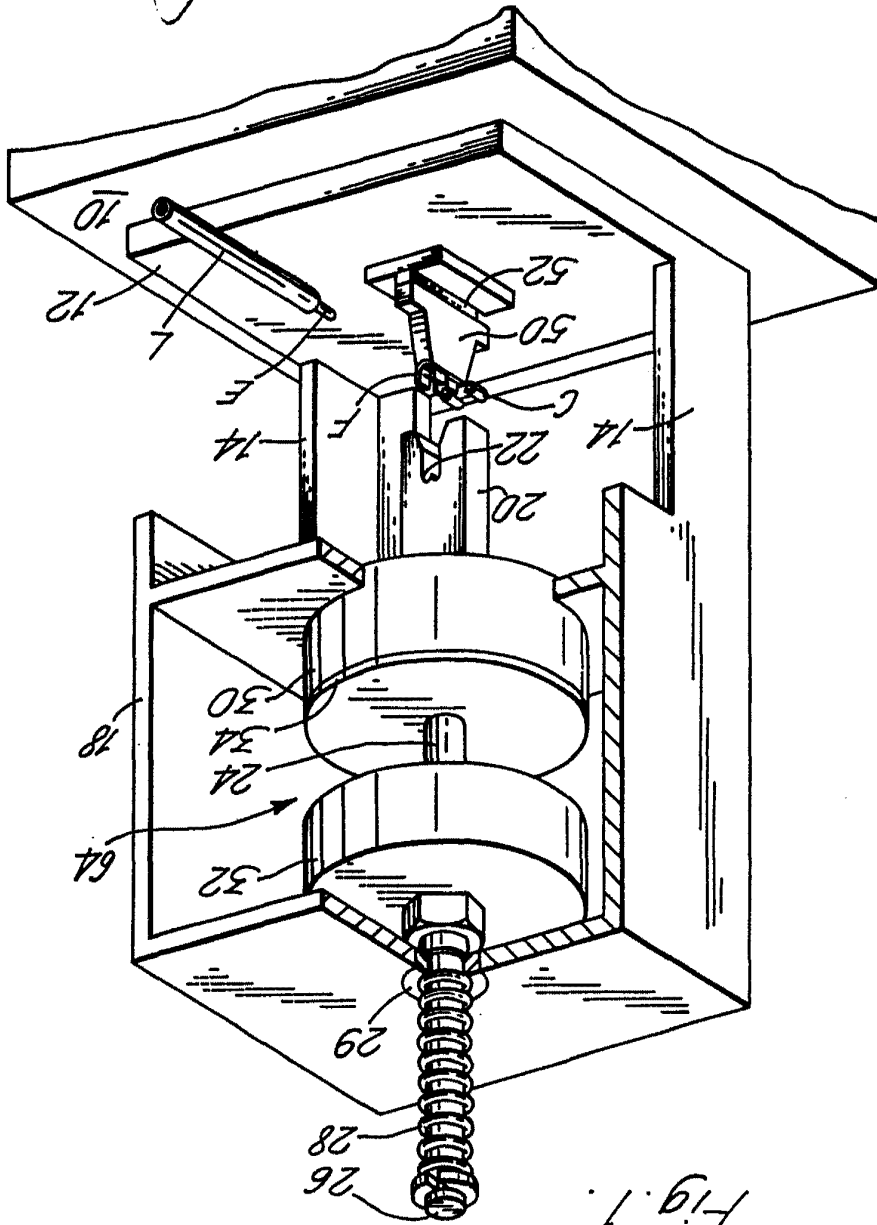


Fig. 1.

366371

4424

I/VI

U.S. PATENT OFFICE



Alberto de S. ...  
Por Pedro ...

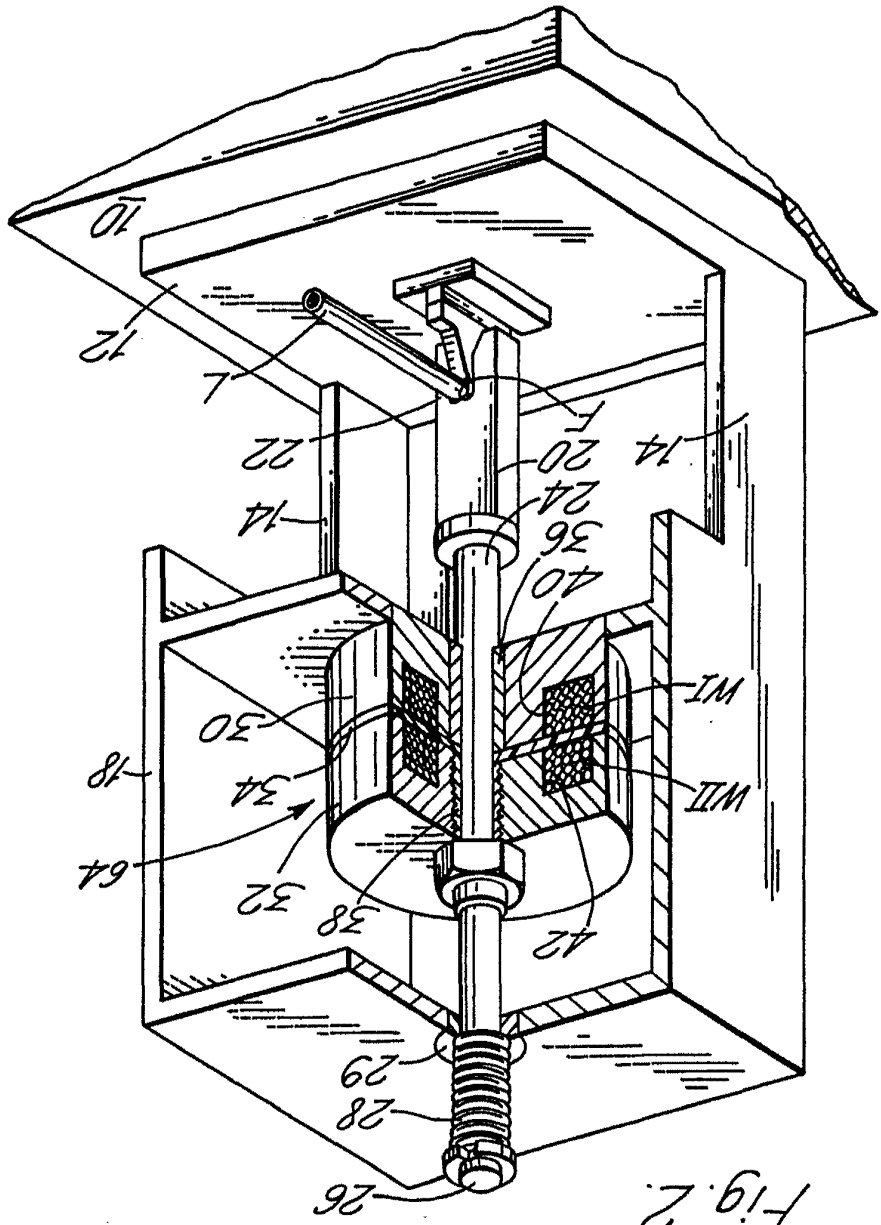


Fig. 2.





Fig. 3.

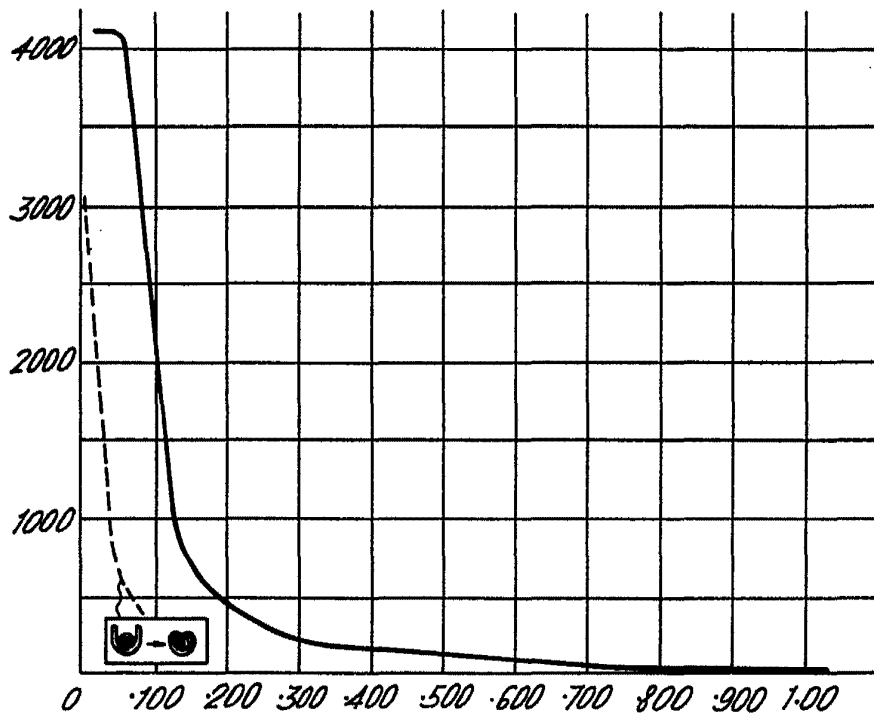
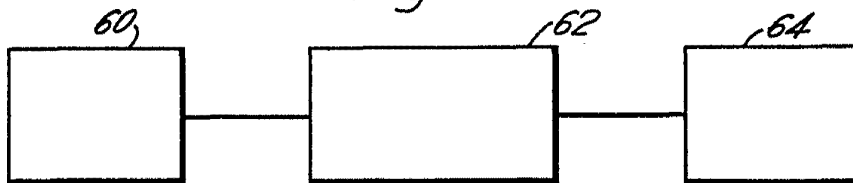


Fig. 4.



AMP INCORPORATED  
P.O. BOX 100  
ANN ARBOR, MICHIGAN



Fig. 5.

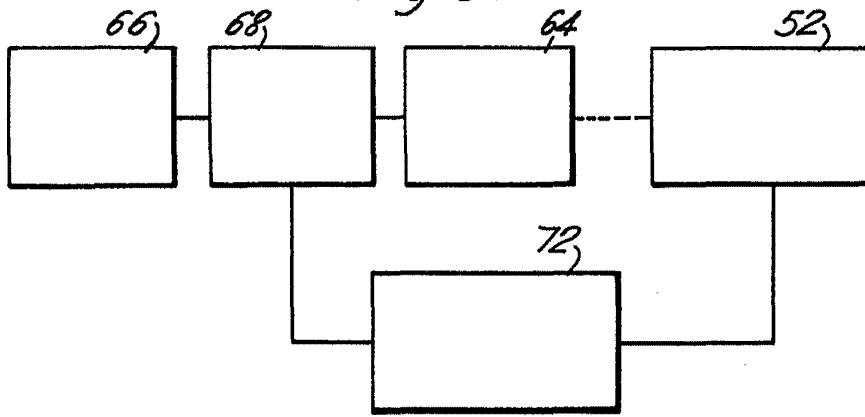
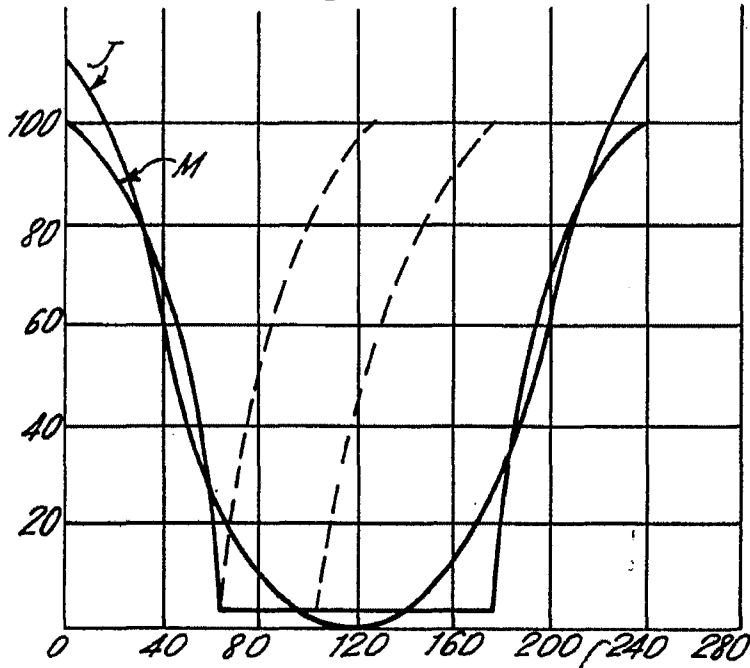


Fig. 6.



*Handwritten signature or initials.*

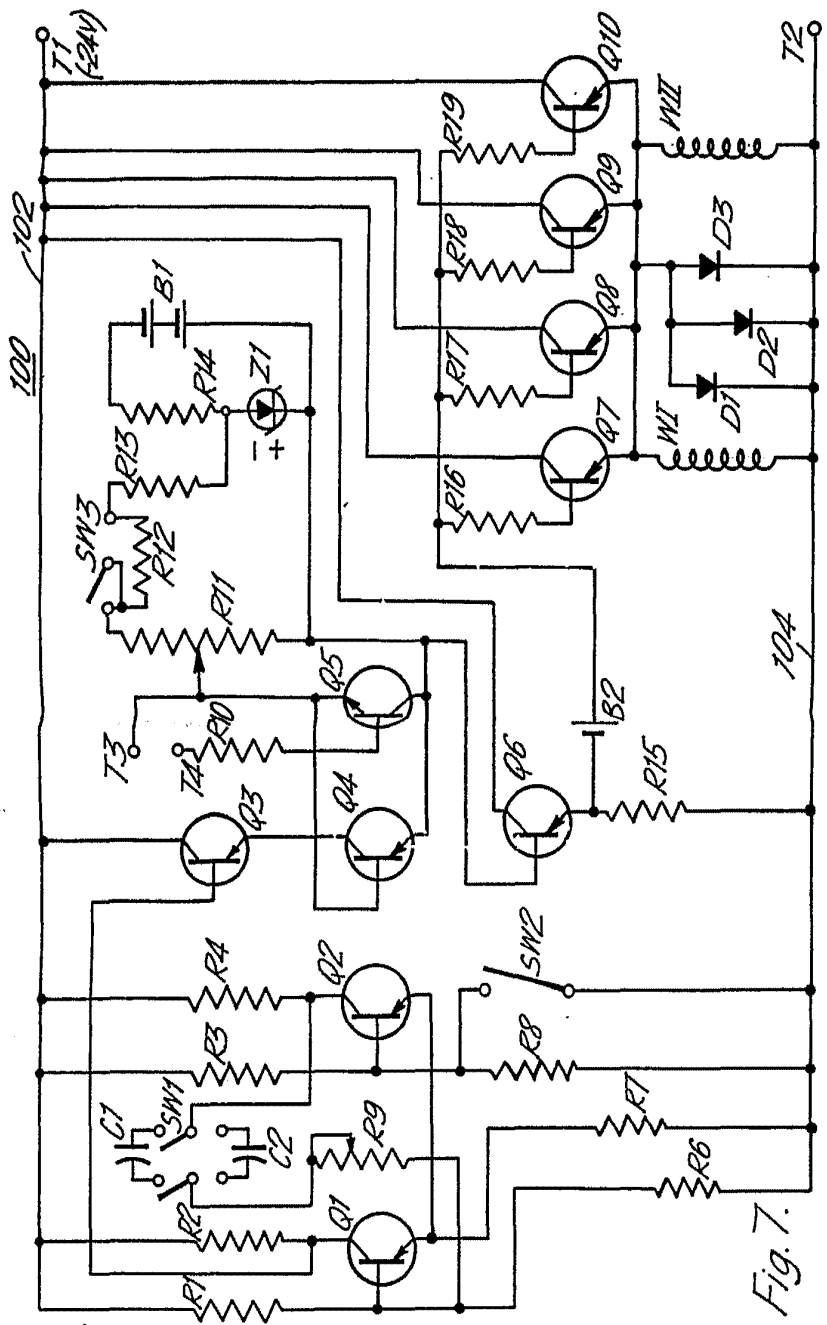


Fig. 7.

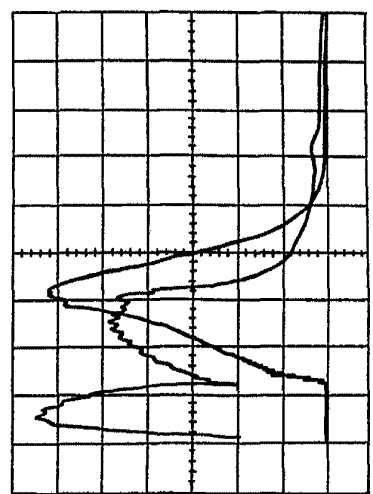


Fig. 8.

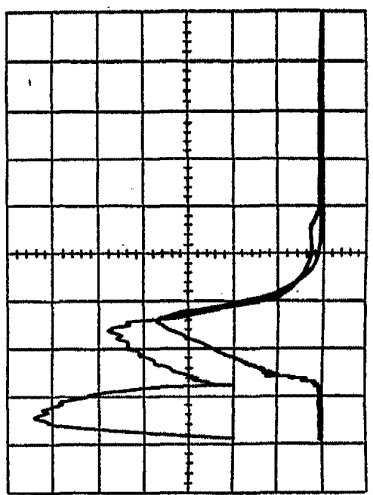


Fig. 9.

Art.

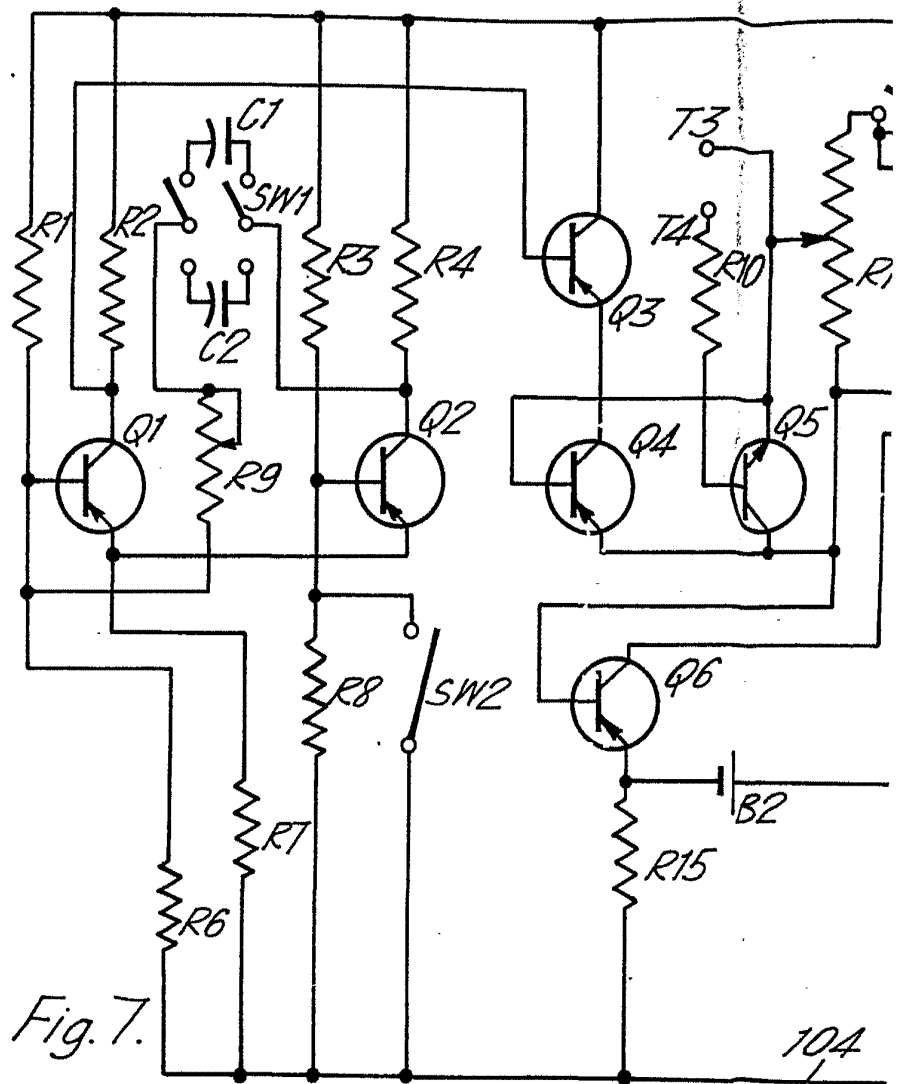
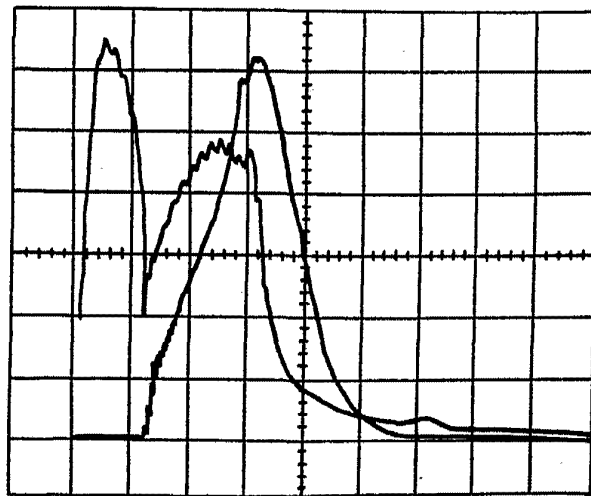


Fig. 7.

104

Fig. 8.



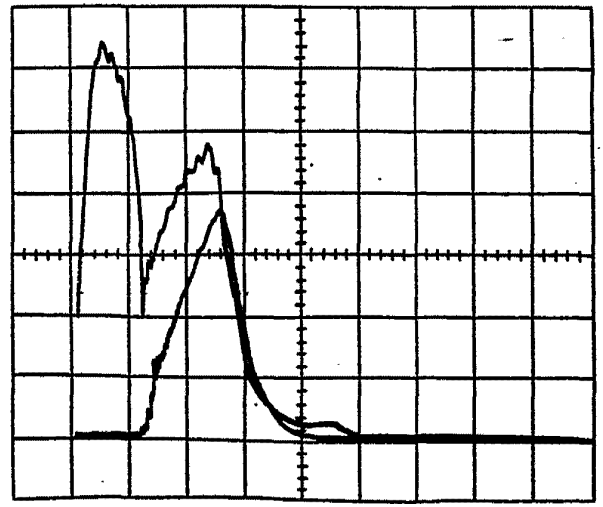
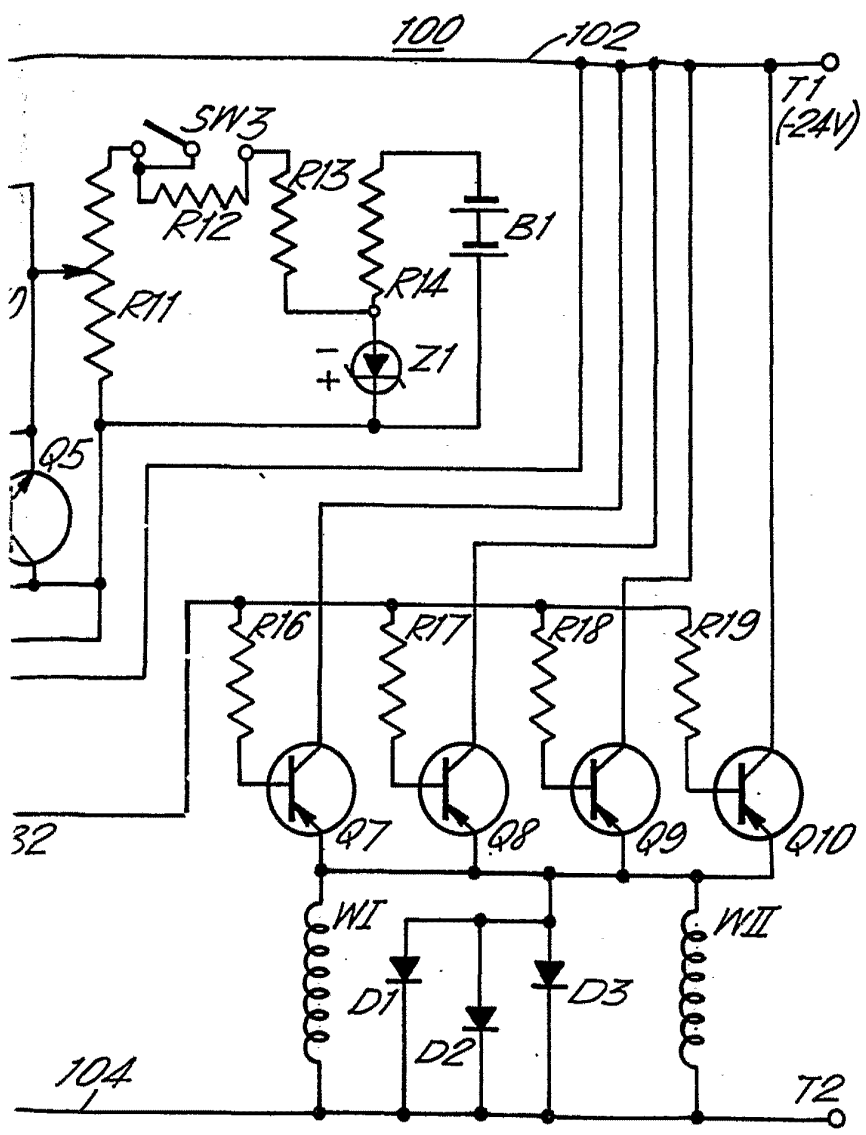


Fig. 9.  
Art.

366371



Fig. 10.

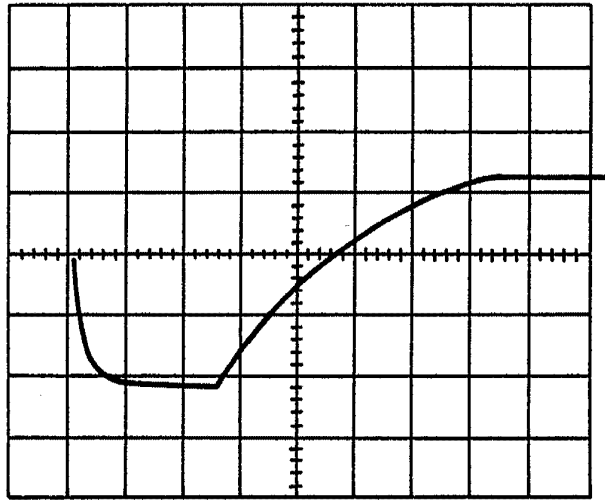
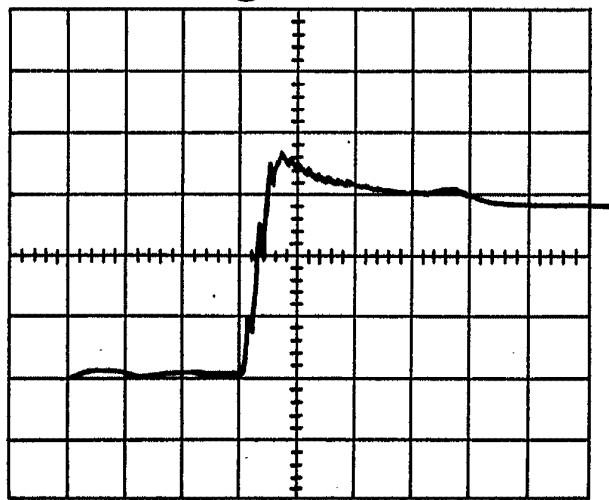


Fig. 11.



*Graph*