

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

PATENTE DE INVENCION

19 ES	11 21	NUMERO 483.795/9	10 A1
22		FECHA DE PRESENTACION 31 agosto 1.979	

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO 939,045	1.9.1978	EE.UU.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL G01M 13/02; G05D 5/00	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	---	--------------------------------------

64 TITULO DE LA INVENCION

MAQUINA FUNCIONAL ELECTRONICA DE COMPROBACION DE PIEZAS ELABORADAS PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS FUNCIONALES DE LAS PIEZAS ELABORADAS.

71 SOLICITANTE (S)

ILLINOIS TOOL WORKS INC.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

8501 West Higgins Road, Chicago, Illinois 60631, EE.UU.

72 INVENTOR (ES)

Mario Pacifico Fusari, de nacionalidad estadounidense, que cedió sus derechos para España a la Cía, solicitante.

73 TITULAR (ES)

El mismo solicitante.

74 REPRESENTANTE

DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU.

1

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

5

La presente Solicitud de Patente es una continuación parcial basada en la solicitud de patente de los Estados-Unidos número de Serie 939.045, de 1 de Septiembre de 1.978, a nombre de Mario P. Fusari.

10

15

Se conocen máquinas electrónicas de comprobación de engranaje que están basadas en el control cuidadoso de la velocidad del motor de accionamiento, empleadas para efectuar una comprobación funcional de los engranajes, y en las cuales un engranaje patrón está acoplado con el engranaje sometido a prueba. Se conocen igualmente máquinas de comprobación de engranajes que utilizan una demodulación y un filtrado de las señales de error entre dientes sucesivos procedentes de la señal de error compuesta y en las cuales las operaciones de filtrado y demodulación se efectúan en condiciones que dependen del tiempo.

20

25

30

Una máquina de comprobación de engranajes que ha sido diseñada para utilizar una memoria analógica, evitando así los problemas y las imprecisiones inherentes a las técnicas de demodulación y filtrado que dependen del tiempo, se describe en la Patente de los Estados-Unidos número 3.851.398 concedida el 3 de Diciembre de 1.978, a nombre de Walter Hilburger. La máquina de comprobación de engranajes de la Patente de Hilburger, sin embargo, necesita dos dispositivos de detección y dos dispositivos de memoria analógica. Uno de los dispositivos de memoria se rearma después de cada revolución y, por tanto, está asociado con el error compuesto del engranaje sometido a la prueba. El otro dispositivo de memoria analógica se

1 rearma por medio de la señal procedente del otro detec-  
tor y representa el error de cada diente sucesivo.

La utilización de dos detectores y de dos  
dispositivos de memoria interrelacionados puede introdu-  
5 cir un grado de imprecisión notablemente superior en una  
máquina de comprobación de engranajes en comparación con  
el error que se obtiene cuando todas las señales de error  
se detectan con detectores independientes. La máquina de  
comprobación de engranajes de la presente invención está  
10 destinada, no solamente a evitar los problemas que se pre-  
sentan en los sistemas de demodulación y filtrado que  
dependen del tiempo, sino también a permitir la genera-  
ción de varios otros tipos de señales de error de engrana-  
je con la elevada precisión que puede obtenerse cuando se  
15 emplean detectores independientes y memorias permanentes.

#### DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La presente invención se describe con referencia  
a los dibujos, en los cuales :

La Figura 1 es un diagrama en bloques de la  
20 porción de comprobación de distancia entre centros de la  
máquina de la presente invención.

Las Figuras 2a y 2b son organigramas de la  
sección de presentación de salida de la máquina.

La Figura 3 es un organigrama de la sección de  
25 medición de envolvente de la máquina.

La Figura 4 es un organigrama de la sección de  
medición de paso e inclinación de la máquina.

La Figura 5 es, en combinación, un organigrama  
y un esquema de los amplificadores de portadora y de los  
30 detectores.

1                   La Figura 6 representa, en combinación, un organigrama y un esquema de los circuitos de tratamiento de tipo A.

5                   La Figura 7 es, en combinación, un organigrama y un esquema de los circuitos de tratamiento tipo B.

                  La Figura 8 representa un gráfico de formas de onda asociado con la Figura 7.

10                   La Figura 9 representa, en combinación, un organigrama y un esquema del circuito de tratamiento tipo C de la presente invención. Y

                  La Figura 10 es un esquema del circuito que combina las señales de error de paso y de inclinación.

DESCRIPCION TECNICA DE LA INVENCION

15                   La Figura 1 representa una parte del instrumento de comprobación de engranajes de acuerdo con la presente invención, que se utiliza para comprobar los errores relacionados con la distancia entre centros. El engranaje 20, que ha de ser comprobado, se monta en un eje 22 accionado por un motor de arrastre 24. Un engranaje-patrón 26 está acoplado con el engranaje 20 que ha de ser comprobado y está montado en un eje 28. El eje 28 se extiende a partir de un elemento de soporte 30 que está sostenido por una barra 32 de modo que pueda desplazarse en contra del efecto de un muelle 34. El tipo particular de soporte para el engranaje-patrón 26 no constituye una característica importante de la presente invención, y pueden emplearse otros tipos convencionales de carros deslizantes.

25                   Una barra 32 lleva un brazo 36 que está en contacto con la sonda de detección 38 de un transformador diferencial de tensión lineal (LVDT). La señal de salida

30

1 del LVDT 40 se aplica a un amplificador de portadora 42  
cuyos detalles se dan a continuación. Cuando se hace  
girar el engranaje-patrón que está montado en la correde-  
ra de comprobación móvil, el cambio de distancia de los  
5 centros de engranaje 21, 27, obliga la corredera de com-  
probación a desplazarse y la amplitud y la frecuencia de  
estos movimientos son directamente proporcionales a los  
errores presentes en el engranaje sometido a la comproba-  
ción. La señal generada de esta manera por el LVDT 40, y  
10 que se transmite a través del amplificador de portadora  
42, es por tanto proporcional a los movimientos compuestos  
de "distancia entre centros" del engranaje-patrón. Cuando  
se separan y miden con precisión los componentes de esta  
señal, se obtiene la magnitud de las características espe-  
15 cíficas del engranaje.

La presente máquina se describe haciendo refe-  
rencia a un modo de realización particular en el cual se  
obtiene un cierto número de características de engranaje.  
Sin embargo, los expertos en la materia observarán que  
20 pueden también incorporarse fácilmente varias otras carac-  
terísticas de engranaje en una máquina del tipo descrito  
aquí, mediante la utilización de modificaciones de circuito  
que podrán ser ideadas fácilmente por los expertos.

Las características de engranaje que se obtie-  
25 nen en la sección de la máquina asociada con la Figura 1  
son las siguientes :

- espesor del diente
- descentramiento total o error compuesto
- descentramiento de sección
- 30 - acción de diente a diente

1

- muescas.

5

10

15

20

25

30

El LVDT 40 que proporciona la señal de "distancia entre centros" al amplificador de portadora 42 puede ser un detector convencional de este tipo con un núcleo móvil en el cual está sujeto un cilindro de ferrita. Manteniéndose estacionario el cuerpo del LVDT, el núcleo de detección desplaza el cilindro de ferrita en el interior del núcleo de un transformador del LVDT, determinando así la cantidad y la polaridad de la señal eléctrica aplicada al devanado secundario del transformador. El amplificador de portadora 42 incluye un oscilador de potencia con baja impedancia que suministra una señal de alta frecuencia y tensión reducida al LVDT por la línea 44. La línea 45 aplica la señal de entrada al amplificador de portadora 42. Por ejemplo, esta señal puede ser una tensión de corriente alterna de 2,5 voltios (valor eficaz) a una frecuencia de 5.000 Hz que constituye la tensión de excitación necesaria del devanado primario del transformador del LVDT.

El amplificador de portadora 42 incluye también una sección de demodulación, que sirve para demodular, filtrar y amplificar la señal recibida a partir del LVDT. Se incluye también en el amplificador de portadora 42 una etapa de salida que proporciona una salida potente que representa el desplazamiento compuesto total del núcleo del LVDT. La salida del amplificador de portadora 42 representa por consiguiente el error compuesto total del engranaje, y los varios componentes de la señal generada por este amplificador se representan en la forma de onda 46.

La separación de los componentes de la forma

1 de onda compuesta 46 que se ilustra, en las característi-  
cas significativas del engranaje, puede ilustrarse hacien-  
do referencia a la forma de onda. Un engranaje perfecto  
5 producirá una forma de onda de salida constituida por una  
línea recta a lo largo del eje horizontal indicado por la  
línea "0". Cualquier engranaje particular sometido a com-  
probación puede ser mayor o más pequeño que lo deseado,  
y por tanto una señal de dimensión media, representada  
por la distancia entre la línea de eje "0" y la línea 48,  
10 puede tener un valor + o un valor - . El error de descen-  
tramiento total se ilustra por la distancia entre las  
líneas 50-52, que representa la variación de la forma de  
onda 46 alrededor de la línea 48, después de eliminar los  
componentes de alta frecuencia. El espesor de diente fun-  
15 cional máximo se ilustra por la distancia entre la línea  
de referencia "0" y la línea 54. En la determinación de  
esa distancia se eliminan las señales debidas a muescas.

La magnitud de una muesca se indica por la dis-  
tancia entre el punto donde empieza la señal que corres-  
ponde a la muesca, que se indica por la línea 56, y su  
20 valor de cresta máximo indicado por una línea tal como la  
línea 58. La acción de diente a diente se indica entre las  
dos crestas asociadas con un diente, como se representa  
por las líneas 60, 62. El espesor funcional mínimo de  
25 diente está representado por la distancia entre el eje de  
referencia "0" y la línea 60. El error compuesto total  
está representado por la distancia entre las líneas 58 y  
60 e incluye todas las crestas de señal debidas a muescas.  
El instrumento de comprobación de engranaje de la presente  
30 invención está orientado hacia la separación de estos

1           varios componentes de la forma de onda compuesta 46, de  
tal manera que estos valores puedan ser registrados y/o  
utilizados para facilitar una indicación cuando cualquiera  
de estas señales rebasa un valor de reglaje límite pre-  
5           determinado que se controla para indicar la desviación má-  
xima que se admite para un engranaje particular.

          La salida del amplificador de portadora 42 se  
aplica a un circuito de tratamiento del tipo A 64, el cual  
se utiliza para separar ciertos componentes de señal de la  
10           forma de onda compuesta 46 que han sido descritos más  
arriba. Por ejemplo, el circuito de tratamiento 64 propor-  
ciona en su línea de salida 66 que representa el espesor  
de diente funcional máximo, o en variante el tamaño máximo  
del engranaje. La señal de salida que se produce en la  
15           línea 68 representa el espesor medio funcional de diente,  
o en variante el tamaño medio del engranaje. La señal que  
aparece en la línea 70 representa el error compuesto o, en  
variante, el descentramiento. La señal producida en la  
línea 72 representa el espesor funcional mínimo de diente,  
20           o en variante el tamaño mínimo del engranaje. (Las líneas  
de salida 66-72 pueden utilizarse para indicar una o varias  
señales, representando diferentes funciones en la misma  
línea, mediante la utilización en el circuito de tratamien-  
to 64 de interruptores que permiten conectar y desconectar  
25           filtros.

          Por ejemplo, la línea 70 puede indicar el error  
compuesto, o el descentramiento según si unos componentes  
de señal de alta frecuencia asociados con las muescas,  
tales como la señal ilustrada entre las líneas 56, 58,  
30           están filtrados o no. Las líneas de salida 66-72 están

1           conectadas cada una con una entrada de los comparadores  
            asociados 74, 76, 78 y 80. La otra entrada de cada uno de  
            los comparadores 74- 80 está conectada con un potenció-  
5           metro de reglaje de límite de tolerancia 82 que permite  
            realizar el reglaje de límite deseado asociado. Los com-  
            paradores 74-80 producirán de esta manera una señal de sa-  
            lida en las líneas de salida 83, 84, 86 y 88, cada vez  
            que el límite asociado con el comparador en cuestión es  
            rebasado por la señal que aparece en las líneas 66-72.

10                       Las señales de salida de las líneas 83-88 se  
                        aplican a un indicador luminoso 90, que se ilustra en la  
                        Figura 2, constituida por las Figuras 2a y 2b. El indica-  
                        dor luminoso da lugar a la iluminación de lámparas indica-  
                        doras que señalan al operario que se ha rebasado un límite  
15           de tolerancia particular. El indicador luminoso 90 está  
            controlado por un circuito de temporización y de sincroni-  
            zación 92. El circuito de tratamiento 64 tiene un oscila-  
            dor de ritmo interno y este oscilador puede conectarse por  
            la línea 94 con la sección de temporización y sincroniza-  
20           ción 92, de tal manera que tanto el circuito de tratamiento  
            64 como el circuito de temporización y sincronización 92  
            puedan ser controlados por el mismo circuito de ritmo. Un  
            circuito de selección de prioridad y de salida 96 está  
            conectado tanto con el indicador luminoso 90 como con el  
25           circuito de temporización y sincronización 92 para selec-  
            cionar señales de salida para diferentes aplicaciones de  
            control, partiendo de las señales que se aplican al indi-  
            cador luminoso 90.

                        La salida del amplificador de portadora 42  
30           presente en la línea 43 se aplica también a un filtro 98

1 el cual, a su vez, está conectado con el circuito de tra-  
tamiento 100, el cual es un circuito de tratamiento del  
tipo B. El filtro 98 suministra también una señal al cir-  
cuito de tratamiento 102, el cual es de un tipo C, o a un  
5 circuito de tratamiento de tipo diferente del circuito de  
tratamiento 64 y del circuito de tratamiento 100. El fil-  
tro 98 se utiliza para eliminar el componente de corriente  
continua de la señal que se envía a los circuitos de tra-  
tamiento 100 y 102, de tal manera que puedan generar sus  
10 señales de salida respectivas. Por ejemplo, el circuito de  
tratamiento 100 proporciona en su línea de salida 104 una  
señal que representa bien la acción máxima de diente a  
diente, o bien una muesca. La salida presente en la línea  
106 representa la acción de rodamiento media de diente a  
15 diente. La salida de la línea 108 representa el grado en  
que la muesca está situada encima (o debajo, según la pola-  
ridad) de la señal media de diente a diente. La señal pre-  
sente en la línea 110 representa el grado en que la  
muesca está encima (o debajo, según la polaridad) de un  
20 valor predeterminado, el cual puede ser fijado por el  
reglaje de un potenciómetro conectado a una fuente de sumi-  
nistro de tensión de corriente continua, de la manera  
representada por el potenciómetro 578 en la Figura 9.

En este caso también las salidas de las líneas  
25 104-110 se aplican cada una a un comparador asociado to-  
mado entre los comparadores 112, 114, 116 y 118. Estos  
comparadores pueden también tener todos una entrada co-  
nectada con un potenciómetro de reglaje de límite de tole-  
rancia y una fuente de suministro de tensión asociada, de  
30 tal manera que una señal de salida aparezca en las líneas

1 de salida respectivas 120, 122, 124 y 126 cuando se reba-  
sa el límite de tolerancia fijado por el potenciómetro  
82. Las señales presentes en las líneas 120-126 se aplican  
también a un indicador visual de línea 90. La salida del  
5 circuito de tratamiento 102 presente en la línea 128 repre-  
senta el descentramiento de sección. La línea está conec-  
tada con una entrada de un comparador 130 cuya otra entra-  
da está controlada por un potenciómetro de reglaje de  
límite 82. La línea de salida 132 del comparador 130 está  
10 conectada con el indicador luminoso 90.

En los modos de realización de la presente in-  
vención que se ilustra, por ejemplo en la Figura 1, varios  
circuitos de tratamiento del mismo tipo, tales como los  
circuitos de tratamiento 64, 160 y 162, se ilustran como  
15 siendo del mismo tipo de circuito de tratamiento. La in-  
vención puede llevarse a la práctica de la manera ilustra-  
da o, en variante, un circuito de tratamiento de un tipo  
determinado puede utilizarse y controlarse con interrup-  
tores, de una manera convencional, de tal manera que pueda  
20 ser interconectado como el circuito de tratamiento 64 en  
un caso, y como el circuito de tratamiento 160 ó 162 en  
otro caso. Si se utilizan circuitos de tratamiento separa-  
dos, el circuito de tratamiento utilizado en un momento  
cualquiera suministrará la señal de ritmo por su línea de  
25 salida asociada 94 al circuito de temporización y sincro-  
nización 92.

La disposición básica del engranaje 20 de la  
Figura 3 que está sometido a comprobación y del engranaje  
patrón, es la misma que la que se ilustra respecto a la  
Figura 1, salvo que se utilizan diferentes engranajes  
30

1 patrón. Por ejemplo, el engranaje patrón 134 está cons-  
truido de modo que esté acoplado con el engranaje some-  
tido a prueba 20 a lo largo del círculo exterior 136 de  
5 los dientes del engranaje 20. La señal de salida desarro-  
llada por el LVDT 138, en este caso, representa la varia-  
ción de distancia de centros compuesta en el círculo ex-  
terior del engranaje. La salida del LVDT 138 se aplica al  
amplificador de portadora 140 por la línea 143. La tensión  
10 primaria del LVDT 138 es suministrada por el amplificador  
de portadora 140 por medio de la línea 142. En este caso  
también, aunque se ilustran en la Figura 3 un LVDT y un  
amplificador de portadora individuales, los expertos en la  
materia se darán cuenta fácilmente que el mismo LVDT y el  
mismo amplificador de portadora que han sido utilizados  
15 para efectuar las mediciones de la porción de la máquina  
ilustrada en la Figura 1 podrían, gracias a técnicas de  
conmutación convencionales, utilizarse también en el cir-  
cuito de la Figura 3.

La forma de onda compuesta 144 de la línea 141  
20 que se representa en la Figura 3 varía alrededor de la  
línea 146 y la distancia entre el eje de referencia "0" y  
la línea 146 representa el tamaño medio del engranaje en  
el círculo exterior. Un segundo engranaje patrón 148 está  
acoplado con los dientes del engranaje 20 a lo largo del  
25 círculo de raíz 150 de los dientes del engranaje. La señal  
producida por el LVDT 152 es aplicada al amplificador de  
portadora 154 por la línea 157, y el amplificador de por-  
tadora 154, a su vez, suministra por la línea 156 una  
señal de excitación al devanado primario del LVDT 152. La  
30 forma de onda 156 en la línea 155 varía alrededor de la

1 línea 158, y la distancia entre la línea de referencia  
"0" y la línea 158 representa el tamaño medio del engra-  
naje 20 en el círculo de raíz. En razón de los errores  
de concentricidad y de separación, la señal compuesta de  
5 las formas de onda 144, 156 es casi de forma sinusoidal,  
representando las crestas y los valles los valores de  
radio más importante y más reducido, respectivamente. Con  
el objeto de medir estos valores a partir de un punto de  
referencia, el LVDT y el amplificador de portadora que se  
10 utilizan tienen una salida bipolar de modo que pueda uti-  
lizarse la masa como nivel de referencia que corresponde  
al radio funcional de un engranaje de un tamaño medio sin  
error de envolvente.

Las señales producidas por los amplificadores  
15 de portadora 140, 152, representan las variaciones medias  
de los círculos exterior y de raíz y estas variaciones se  
suministran a los circuitos de tratamiento de tipo A 160,  
162. En este caso también, el circuito de temporización  
y sincronización 92 puede recibir una señal de ritmo por  
20 la línea 94 a partir del circuito de tratamiento en fun-  
cionamiento. Los circuitos de tratamiento 160, 162 tienen  
memorias para almacenar las señales entrantes, de tal  
manera que el mismo puesto de comprobación pueda utilizarse  
para comprobar al mismo tiempo las variaciones de círculo  
25 exterior y de círculo de raíz, si se desea.

El circuito de tratamiento 160 suministra en  
la línea 164 una señal de salida que representa el espe-  
sor de diente funcional medio, o en variante el tamaño  
medio del engranaje 20 a lo largo del círculo exterior  
30 136 de los dientes del engranaje. El circuito de

1 tratamiento 162 suministra en la línea 166 una señal de  
salida que representa el espesor de diente funcional  
medio o tamaño medio del engranaje 20 a lo largo del cír-  
culo de raíz 150. La señal ilustrada procedente del  
5 amplificador de portadora 140 se representa como siendo de  
polaridad positiva y la señal ilustrada procedente del  
amplificador de portadora 154 se representa con polaridad  
negativa. Estas señales están sometidas al tratamiento  
por los circuitos 160, 162, y se aplican a un circuito  
10 restador ponderado 168. (Estas formas de onda 144, 158,  
pueden, de hecho, tener cualquier polaridad durante la  
comprobación de un engranaje particular.). La magnitud de  
las señales que aparecen en las líneas 164, 166, son  
sustraidas por el circuito restador ponderado 168 y se ob-  
15 tiene en la línea de salida 170 una señal que indica la  
dirección del error de envolvente, y la amplitud de esta  
señal es proporcional a la magnitud media del error de  
perfil de diente.

El circuito restador 168 puede ser un circuito  
20 restador ponderado de tipo convencional y está construido  
para efectuar una sustracción ponderada en la que la  
magnitud de la señal sustraída es multiplicada por una  
constante, que transforma esta señal diferencial entre  
los errores de círculo exterior y de círculo de raíz en  
25 una señal que representa la magnitud del error de envol-  
vente funcional. La constante de ponderación utilizada  
con esta finalidad puede ser determinada fácilmente por  
los expertos en la materia después de estudiar las espe-  
cificaciones del engranaje y el emplazamiento del perfil  
30 de diente en los dos puntos de contacto para los cuales

1 se mide este error de perfil. La constante de multiplicación es función de la tangente del ángulo de perfil de diente del engranaje 148 dividida por la tangente del ángulo de perfil de diente del engranaje 134.

5 La señal de salida ponderada representativa del error de envolvente funcional en la línea 170 se aplica a una entrada de un comparador 172, cuya otra entrada está conectada con un potenciómetro de reglaje de límite de tolerancia 82 y una fuente de tensión de alimentación asociada. La salida del comparador 172 en la línea 174  
10 indica por tanto cuando la tolerancia fijada por el potenciómetro asociado con el comparador 172 ha sido rebasada por la señal de error en la línea 170.

15 La Figura 4 ilustra una parte de la máquina que puede utilizarse para las siguientes mediciones :

- desviación media de avance o ángulo de hélice
- variación de avance compuesta
- variación de inclinación compuesta
- muescas de cardán

20 La Figura 4 es un organigrama de una parte de la máquina de comprobación de engranajes de acuerdo con la presente invención, que puede utilizarse para medir los errores de avance y de inclinación. Con el fin de facilitar esta comprobación, se utiliza una cabeza de comprobación del tipo de cardán 176. El engranaje patrón 178 está  
25 soportado, en este caso, por un estribo en forma de C 180, el cual, a su vez, está situado en y soportado por un segundo estribo en forma de C 182. El engranaje patrón y el engranaje sometido a pruebas se mantienen conjuntamente  
30 por medio de un muelle 183, que se ilustra esquemáticamente

1 en la Figura 4, y giran en contacto metal con metal. La  
cabeza de comprobación del tipo de cardán 182 está dise-  
ñada de modo que el engranaje 178 pueda girar libremente  
5 en la dirección del plano de inclinación indicada por las  
flechas 184, y también en la dirección del plano de  
avance indicada por las flechas 186. El estribo 180 está  
dotado de un saliente 188 en el cual actúa el núcleo de  
detección de un LVDT 190 para facilitar una señal de sali-  
da que indica el error de plano de inclinación. El eje  
10 horizontal 192 conectado con el estribo 182 lleva un sa-  
liente 194 que entra en contacto con el núcleo del LVDT  
196 que proporciona una señal de salida indicativa del  
error de plano de avance. La salida del LVDT 190 se aplica  
por la línea 201 a un amplificador de portadora 198 el  
15 cual suministra la tensión primaria al LVDT por la línea  
200. La salida del LVDT 196 se aplica a un amplificador de  
portadora 202 por la línea 205, y el amplificador de porta-  
dora 202 suministra la tensión primaria al LVDT 196 por la  
línea 204.

20 La salida del amplificador de portadora 202 que  
aparece en la línea 203 es la señal de forma de onda com-  
puesta 206, cuyos varios componentes se separan para pro-  
porcionar señales representativas de ciertas característi-  
cas del engranaje. El error de avance medio se indica por  
25 la distancia entre la línea de referencia "0" y la línea  
208. El error de avance positivo máximo, con exclusión de  
las muescas, de la forma de onda 206, es indicado por la  
distancia entre la línea de referencia "0" y la línea 210.  
(Si la forma de onda 206 tiene un error de avance medio  
30 negativo, la línea 210 se dibujará para indicar el error

1 de avance negativo más pequeño, con exclusión de señales  
de muescas, de esta forma de onda). El error de variación  
de avance está indicado por la distancia entre las líneas  
212 y 214 que representa la distancia entre los puntos  
5 máximo y mínimo de la forma de onda compuesta 206, habien-  
do sido eliminados los componentes de alta frecuencia.

Una muesca en el engranaje 20 que se detecta  
por medio del sistema de comprobación de la Figura 4 pro-  
ducirá una señal tal como la señal ilustrada que varía  
10 entre las líneas 216 y 218 y se llama señal de "muesca de  
cardán". La línea 220 representa el error de avance posi-  
tivo más pequeño de la forma de onda 206. (si la variación  
de avance media hubiese sido negativa en lugar de positi-  
va, esta línea hubiese indicado el error de avance nega-  
15 tivo máximo). En la disposición de prueba de la Figura 4,  
la acción de diente a diente se representa por la distancia  
entre la línea 220 y la línea 222. La señal de error de  
avance compuesta, que tiene en cuenta las muescas de  
cardán, se indica por la distancia entre las líneas 218  
20 y 220.

La salida del amplificador de portadora 202 se  
aplica directamente al circuito de tratamiento tipo A 224.  
Este circuito de tratamiento somete a tratamiento la  
señal entrante de una manera análoga al tratamiento de  
25 señal realizado por el circuito de tratamiento 64 y, por  
tanto, la señal de salida presente en la línea de salida  
226 representa la variación de avance positiva máxima o  
menos negativa. La salida presente en la línea 228 repre-  
senta el error de avance medio. La salida presente en la  
30 línea 230 representa la variación de avance, o el error de

1           avance compuesto. La señal presente en la línea 232 re-  
presenta el error de avance positivo más pequeño o negativo  
máximo.

5           La salida del amplificador de portadora 202 se  
aplica también al filtro 233 que es un filtro de bloqueo  
de corriente continua que elimina la componente de señal  
de tamaño medio, de tal manera que las frecuencias más  
altas, tales como las señales de acción de diente a diente  
y las señales de muesca sean transmitidas al circuito de  
10          tratamiento 236 que es un circuito de tratamiento del tipo  
B. El circuito de tratamiento 236 suministra a la línea de  
salida 238 una señal que representa la muesca de cardán o  
la acción de cresta diente a diente. La salida presente en  
la línea 240 del circuito de tratamiento 236 representa la  
15          señal de cardán media de diente a diente. La línea de  
salida 242 proporciona una señal representativa de la  
señal de cresta producida por una muesca de cardán por  
encima del nivel medio de diente a diente. La línea de  
salida 244 suministra una señal representativa de una mues-  
20          ca de cardán o de la acción de diente a diente por encima  
de un valor preajustado, que puede determinarse de manera  
convencional por el reglaje de un potenciómetro conectado  
con una fuente de suministro de tensión de corriente  
continua.

25                 El amplificador de portadora 198, que recibe la  
señal de plano de inclinación a partir del LVDT 190, tiene  
su salida en la línea 199 aplicada a un circuito de trata-  
miento tipo A 246. El circuito de tratamiento 246 realiza  
el tratamiento de la señal recibida y suministra por la  
30          línea 248 una señal de salida que representa el error

1            positivo máximo o menos negativo. La línea de salida 250  
             suministra una señal proporcional a la variación de in-  
             clinación o al error de inclinación compuesto. La señal  
             presente en la línea de salida 252 representa el error de  
5            inclinación medio. La línea de salida 254 suministra una  
             señal representativa del error de inclinación menos  
             positivo o negativo máximo. En este caso también puede  
             obtenerse, si se desea, un grupo de señales análogas a  
             las que han sido descritas anteriormente y que son propor-  
10            cionadas por los circuitos de tratamiento 64 y 100.

             La señal de salida del amplificador de porta-  
             dora 198 está representada por la forma de onda compuesta  
             256 que aparece en la línea 199. En esta forma de onda,  
             puede verse que el error de inclinación medio está repre-  
15            sentado por la distancia entre la línea 258 y la línea de  
             referencia "0". La señal de variación de inclinación está  
             representada por la distancia entre las líneas 260 y 262,  
             que es función de la forma de onda compuesta 256 después  
             de eliminar los componentes de alta frecuencia. La acción  
20            de diente a diente que es detectada en el plano de inclina-  
             ción está representada por la distancia entre las líneas  
             264 y 266. La señal de error de inclinación compuesta, que  
             representa la variación máxima de la forma de onda compues-  
             ta 256, está representada por la distancia entre las  
25            líneas 268 y 270. La inclinación negativa máxima o posi-  
             tiva más pequeña está representada por la distancia entre  
             la línea 268 y la línea de referencia "0".

             Como característica facultativa, a veces se  
             desea obtener una señal representativa de la suma ponde-  
30            rada de los errores de avance y de inclinación, en la cual

1 el factor de ponderación puede ser preelegido de acuerdo  
con la finalidad deseada. A este efecto, la línea de  
salida 228 del circuito de tratamiento 224 conecta la  
señal de error de avance media con una entrada de un cir-  
5 cuito sumador ponderado 272. La otra entrada del circuito  
sumador 272 se obtiene a partir de la línea de salida 252  
del circuito de tratamiento 246 que transporta una señal  
representativa del error de inclinación medio del engranaje  
sometido a comprobación.

10 Todas las líneas de salida 226-232, 238-244 y  
248-254 y la línea de salida 274, procedentes del circuito  
de sumar  $2\frac{1}{2}$ , están conectadas con un comparador asociado  
276. Los comparadores 276 funcionan de la misma manera que  
los comparadores descritos más arriba 74-80, 112-118, 130  
15 y 172 y facilitan una señal de salida que se aplica al  
indicador luminoso 90 cada vez que la señal de entrada  
presente en la línea activa procedente de un circuito de  
tratamiento rebasa la señal suministrada por el potenció-  
metro del límite de tolerancia asociado 82.

20 Si se desea, pueden añadirse al circuito de  
tratamiento de la Figura 4 circuitos de tratamiento de  
error, tales como el circuito de tratamiento de error 102  
de la Figura 1.

25 El circuito interno de los amplificadores de  
portadora 42, 140, 154, 198 y 202 se representa en la com-  
binación de esquema y organigrama de la Figura 5. Cada uno  
de los amplificadores de portadora está provisto de un  
oscilador de potencia 278. El oscilador está también pro-  
visto preferentemente de un control de ganancia automático  
30 que puede incorporarse de una manera bien conocida por los

1           expertos en la materia. La salida del oscilador es una  
señal de alta frecuencia y tensión reducida, y el oscila-  
dor propiamente dicho tiene preferentemente una impedancia  
de salida baja. Por ejemplo, una señal de 2,5 voltios de  
5           corriente alterna (valor eficaz) a una frecuencia de 5.000  
Hz constituye una señal apropiada para la mayoría de los  
transductores tipo LVDT. Esta señal se aplica a la línea  
de salida 280 del devanado primario de un LVDT tal como el  
LVDT 40, por ejemplo. La salida del LVDT se toma a partir  
10           del devanado secundario y se aplica por la línea 282 a un  
circuito de demodulación 284 situado en el amplificador  
de portadora que puede utilizar una demodulación por medio  
de diodos, o cualquier otro tipo de demodulación apropiado.  
La línea 286 procedente de la demodulación está conectada  
15           con el terminal de entrada inversora 292 del amplificador  
diferencial, mientras que la línea 288 procedente de la  
demodulación está conectada con el terminal de entrada no-  
inversora 296. La diferencia entre las señales de la línea  
286-288 indica el desplazamiento del detector LVDT a  
20           partir del punto cero.

                  El terminal de salida 294 del amplificador de  
diferencia 290 está conectado con un par de resistencias  
limitadoras de corriente 298,300, que están conectadas  
la una con la otra por una extremidad. La otra extremidad  
25           de la resistencia 298 está conectada con la base 302 de  
un transistor 304 tipo NPN, mientras que la otra extremi-  
dad de la resistencia 300 está conectada con la base 306  
de un transistor 308 del tipo PNP. Una resistencia de  
polarización de base 310 está conectada entre la base 302  
30           del transistor 304 y el terminal 312, el cual está

1           conectado a una tensión positiva. La resistencia de pola-  
rización de base 314 está conectada con la base 306 del  
transistor 308, y por su otra extremidad está conectada  
con el terminal 316 que está unido a una tensión negativa.  
5           La resistencia 318, que está conectada entre el terminal  
312 y el colector 320 del transistor 304, constituye la  
resistencia de carga de colector de este transistor. La  
resistencia 322, que está conectada entre el terminal  
316 y el colector 324 del transistor 308, constituye la  
10           resistencia de carga de colector de este transistor.

          La resistencia de carga de salida 326 desarrolla  
la señal de salida que se suministra a la línea 328, mar-  
cada igualmente  $A_L$ . Una resistencia de realimentación 330  
está conectada con el punto de suma 332 del amplificador.  
15           El punto de suma 332 es el punto donde están conectados  
conjuntamente el emisor 334 del transistor 304 y el emisor  
336 del transistor 308 de la resistencia de carga 326. La  
otra extremidad de la resistencia 330 está conectada con  
el terminal de entrada inversora 292 del amplificador de  
20           diferencia 290. La combinación del amplificador de dife-  
rencia 290, de los transistores 304 y 308, de las resis-  
tencias asociadas y de la resistencia de alimentación 330,  
constituye, por tanto, un circuito amplificador opera-  
cional. Este amplificador operacional es capaz de recibir  
25           señales de entrada de nivel bajo en los terminales 292 y  
296 y de utilizar estas señales para controlar una señal  
de salida, cuya potencia eléctrica ha sido ampliada en  
gran medida, y que es capaz de variar entre los límites de  
tensión establecidos por la fuente de suministro conecta-  
30           da con los terminales 312 y 316.

1                   El circuito de tratamiento de tipo A, como  
los circuitos de tratamiento 64, 160, 162, 224 y 246,  
utiliza el circuito representado más detalladamente en  
la Figura 6. La señal de entrada presente en la línea  
5                   338 se aplica a una red de filtro 340 que está asociada  
con tres interruptores de selección 342, 344 y 346. Solo  
uno de estos interruptores puede estar cerrado en un momento  
dado, y la señal asociada con el circuito elegido se desa-  
rollará a través de la resistencia de carga 348. Estando  
10                   cerrado el interruptor 342, la señal de entrada presente  
en la línea 338 pasa directamente por la línea 350 sin mo-  
dificación. Cuando el interruptor 344 está cerrado el  
conectador 352 está conectado en el circuito y actúa para  
bloquear la componente de corriente continua de la señal  
15                   de entrada, dejando pasar solamente los componentes de  
corriente alterna. Cuando el interruptor 346 está cerrado,  
el filtro pasa-bajo que consiste en las resistencias 354,  
356 y en los condensadores 358, 360, está conectado en el  
circuito. En este caso, los componentes de ondulación re-  
20                   sidual de la señal de entrada son atenuados. Los compo-  
nentes de ondulación residual tienen todas las frecuencias  
superiores a 10 Hz en el modo de realización descrito.  
Estas señales son representativas de la acción de roda-  
miento de diente a diente y de las muescas.

25                   Un circuito de detección por aproximación suce-  
siva y de almacenamiento de las señales entrantes está  
constituido por dos circuitos similares que incluyen el  
contador restador 362, el contador sumador 364, el  
convertidor digital-analógico 366 que está conectado con  
30                   el contador restador 362, y el convertidor digital-

1 analógico 368 que está conectado con el contador sumador  
364. Una tensión de alimentación positiva se aplica a los  
convertidores 366, 368, a partir del terminal 370 y una  
5 tensión de alimentación negativa se aplica a estos conver-  
tidores a partir del terminal 372. La señal de entrada  
procedente del filtro 340 se suministra al terminal de  
entrada no inversora 374 del comparador 376. La misma  
señal se suministra al terminal de entrada inversora 378  
del comparador 380. Una señal de impulsos de ritmo perio-  
10 dica, que por ejemplo puede tener una frecuencia de  
200 KHz, es suministrada por el generador de ritmo 382 a  
los contadores 362, 364. El contador 362 se ajusta ini-  
cialmente en la cuenta predeterminada por la magnitud de  
una señal presente en la línea 396 que está marcada  $B_S$ .  
15 Esta señal ajusta el contador 362 en una cuenta digital  
predeterminada que representa un nivel analógico más posi-  
tivo que la excursión más positiva de la señal de entrada.  
La señal presente en la línea 396 ajustará el contador  
solamente cuando la línea 384, que está marcada  $B_T$  recibe  
20 también una señal. El contador 362 se ajusta inicialmente  
para cada nuevo engranaje sometido a comprobación en la  
máquina. El convertidor digital-analógico 366 transforma  
la cuenta inicial del contador 362 en una señal analógica  
más positiva que la excursión de polaridad positiva máxi-  
25 ma de la señal entrante. Mientras el generador de ritmo  
382 genera impulsos, el contador 362 descuenta hacia  
una cuenta codificada representativa de un nivel de señal  
analógica cero, según se define por medio del esquema de  
codificación digital particular que se emplea. Cuando el  
30 contador 362 descuenta hacia esta cuenta cero codificada,

1        la tensión transformada por el convertidor digital-  
analógico, que se suministra a la línea de salida 386,  
disminuye también. La tensión de salida del convertidor  
366 puede cambiar de polaridad si el contador 362 sigue  
5        descontando después de alcanzar esta cuenta cero codifi-  
cada.

          El contador restador 362 contiene una puerta de  
entrada interna (no representada) que está controlada por  
la salida del amplificador 376 en la línea 388 y el gene-  
10        rador de ritmo 382. (Unas puertas internas similares se  
encuentran en los demás contadores de la presente inven-  
ción). Esta puerta estará abierta hasta que la señal de  
entrada aplicada a la entrada inversora 374 del comparador  
376 sea igual a la señal de salida del convertidor 366,  
15        y en este momento la puerta interna se cerrará y el conta-  
dor restador interrumpirá su descuento, proporcionando así  
una señal de salida constante en la línea 386. Por tanto,  
debido a la operación de descuento del contador 362, al  
mismo tiempo que se suministra una señal de entrada no  
20        invertida al comparador 376, el convertidor 366 recoge la  
variación de señal de entrada menos negativa o más positiva  
según la polaridad de la señal de entrada.

          De manera similar, el contador 364 se ajusta  
inicialmente en una cuenta codificada que representa un  
25        nivel más negativo que la variación más negativa de la señal  
de entrada, la cual en el modo de realización descrito es  
la señal negativa del nivel más positivo. El reglaje  
inicial del contador 364 se controla también por las líneas  
384 y 396. El convertidor digital-analógico 368 está  
30        conectado con el contador sumador 364 para decodificar la

1            cuenta del contador 364 y suministrar una señal de salida  
a la línea 390. La entrada del contador 364 se suministra  
a partir de la salida del comparador 380 por la línea 392.  
El contador sumador 364 cuenta sumando hacia una cuenta  
5            codificada representativa de un nivel analógico cero de  
tal manera que la tensión de salida de la línea 390 del  
convertidor 368 se acerca a un nivel analógico cero mien-  
tras el contador 364 sigue contando. En este caso también,  
la polaridad de la salida del convertidor 368 puede cambiar  
10           si el contador 364 sigue contando más allá de la cuenta  
cero codificada. Cuando la señal de salida de la línea  
390 es igual a la señal de entrada del terminal 378, la  
fuerza interna (no representada) del contador sumador 364  
se desactiva, y la salida del convertidor 368 presenta  
15           en la línea 390 una señal que representa la tensión de en-  
trada en este punto. Por tanto, el convertidor 368 reci-  
birá la variación de señal de entrada más negativo o menos  
positiva, según la polaridad de la señal de entrada. La  
línea 394, marcada también  $B_R$ , que está acoplada con ambos  
20           contadores 362, 364, suministra una señal de capacitación  
para capacitar estos contadores.

La señal presente en la línea de salida 386 del  
convertidor 366 se suministra a través de un amplificador  
inversor 398 y de una resistencia de entrada 400 a un  
25           terminal de entrada inversora 402 del circuito sumador 404.  
La señal de salida presente en la línea 390 procedente del  
convertidor digital-analógico 368 se suministra a través  
del amplificador inversor 406 y de la resistencia de en-  
trada 408, por la línea de entrada 410, al terminal de  
30           entrada inversora del amplificador 424 del circuito

1           sumador 412. La resistencia 414, que está conectada entre  
la línea de salida 416 y el terminal de entrada inversora  
402 del amplificador 418 es la resistencia de realimenta-  
ción del circuito sumador 404. De la misma manera, la  
5           resistencia 420 está conectada entre la línea de salida  
422 y el terminal de entrada 410 del amplificador 424. La  
línea de salida 416 está también marcada  $A_V$ , mientras que  
la línea de salida 422 está también marcada  $A_U$ . La línea  
de salida 386 está también conectada directamente, a través  
10          de la resistencia 426, al terminal de entrada 410 del  
circuito sumador 412. De la misma manera, la línea de sa-  
lida 390 está conectada a través de una resistencia 428  
con la línea de entrada 402 del circuito sumador 404.

            Por consiguiente, la tensión de salida presente  
15          en la línea 422 es representativa del desplazamiento medio  
a partir de cero. Cuando el interruptor 342 está cerrado,  
esta línea de salida puede representar alternativamente  
bien el espesor de diente funcional medio, el tamaño má-  
ximo, el error de avance medio o el error de inclinación  
20          medio, de acuerdo con el circuito de tratamiento de tipo A  
64, 160, 162, 224 ó 246 que está en servicio y la posición  
de los interruptores 342, 344 y 346. Cuando el interruptor  
346 está cerrado, para el circuito de tratamiento 64, la  
señal de salida presente en la línea 422 representa el  
25          tamaño medio del engranaje en lugar del espesor de diente  
funcional medio. Sin embargo, los errores de avance e  
inclinación medios pueden utilizarse todavía en esta línea  
para los circuitos de tratamiento 224 y 246.

            Cuando el interruptor 342 está cerrado, la  
30          salida presente en la línea 416 representa la variación de

1 cresta a cresta de la señal de entrada. Para los diferentes  
circuitos de tratamiento del tipo A implicados, esta línea  
puede, por tanto, representar el error de distancia de  
centros compuesto o, en variante, el error de avance com-  
5 puesto o el error de inclinación compuesto. Por el contra-  
rio, si se cierra el interruptor 346, esta línea repre-  
sentará el descentramiento en lugar del error de distancia  
de centro compuesto para el circuito de tratamiento 64 ;  
sin embargo, la variación de avance y de inclinación podrán  
10 seguir obteniéndose en esta línea para los circuitos de  
tratamiento 224 y 246.

Una línea de salida directa 430, marcada igual-  
mente  $B_F$  está conectada con la línea de salida 386. Por  
tanto, cuando el interruptor 342 está cerrado esta línea  
15 representa una señal de cresta que es bien la variación más  
positiva o la variación menos negativa de la señal de  
entrada. Por consiguiente, la línea 430 de los varios cir-  
cuitos de tratamiento, puede proporcionar una señal que  
representa el espesor de diente funcional máximo, o el  
20 error de avance positivo máximo (o menos negativo), o el  
error de inclinación positivo máximo (o menos negativo).  
Cuando el interruptor 346 está cerrado, la línea 430 puede  
representar un tamaño máximo del engranaje para el circuito  
de tratamiento 64.

25 De una manera similar, una línea de salida 432,  
que está igualmente marcada  $B_H$  está conectada con la línea  
de salida 390. Cuando el interruptor 342 está cerrado, la  
línea de salida 432 representa la porción de valle más  
baja de la señal, o en otras palabras, la excursión más  
30 negativa o menos positiva. Por tanto, la señal presente en

1            la línea 432 puede representar el espesor de diente fun-  
             cional mínimo, o, en variante, el error de avance positivo  
             mínimo (o negativo máximo), o el error de inclinación po-  
5            346 está cerrado, la línea 432 representa el tamaño mínimo  
             del engranaje en lugar del espesor de diente funcional  
             mínimo para el circuito de tratamiento 64 ; sin embargo,  
             esta línea seguirá representando los errores de avance e  
             inclinación mínimos positivos o máximos negativos para los  
10            circuitos de tratamiento 224 y 246. Es posible obtener  
             señales de salida con el componente de corriente continua  
             eliminado cerrando el interruptor 344.

             El esquema de los circuitos de tratamiento del  
             tipo B, tales como los circuitos de tratamiento 100 y 236,  
15            se representa en la Figura 7. Las formas de onda en varios  
             puntos del circuito de la Figura 7 se ilustran en la  
             Figura 8. La señal de entrada presente en la línea 440 y  
             que se aplica a un circuito de tratamiento tipo B se hace  
             pasar en primer lugar a través de un filtro pasa-alto 234,  
20            que está constituido por los condensadores 444 y 446 y  
             las resistencias 448 y 450. La salida de filtro 234 se  
             aplica a un amplificador inversor 452. La salida del am-  
             plificador 452 se suministra a dos circuitos de muestreo  
             y retención 454 y 456. El filtro pasa-alto 234 atenúa las  
25            frecuencias relativamente bajas y, por tanto, solamente  
             las frecuencias más elevadas que son representativas de la  
             acción de diente a diente y de las muescas atravesarán  
             este filtro. Los circuitos de muestreo y retención 454  
             efectúan un muestreo de las crestas positivas de la señal  
30            de entrada y las almacenan, mientras que el circuito de

1 muestreo y retención 456 efectúa un muestreo de las  
crestas negativas de la señal de entrada y las almacena.

La salida del circuito de muestreo y retención  
se aplica a través de la resistencia 458 a la entrada in-  
5 versora 460 del circuito sumador 462. Otra resistencia 464  
está conectada con la entrada del circuito de muestreo y  
retención para suministrar, a partir del filtro 234, una  
segunda señal a la línea de entrada 460 y al terminal de  
entrada inversora del amplificador sumador 462. Un diodo  
10 466, que presenta una tensión de conducción brusca caracte-  
rística, constituido preferentemente por un diodo Zener,  
está conectado entre la línea de entrada 460 y la línea de  
salida 468 del amplificador 470 que se utiliza en el cir-  
cuito sumador 462. El diodo Zener 466 proporciona una limi-  
15 tación de la salida, de tal manera que una señal de impulso  
presente en la línea de salida 468 pase desde un nivel  
próximo al nivel de la masa a un nivel de tensión positiva  
y permanezca en este nivel hasta que la señal de entrada  
sea inferior a un nivel predeterminado cada vez que la suma  
20 de las señales de corriente de entrada a través de las  
resistencias 458 y 464 rebasa un nivel predeterminado. La  
forma de onda 472 de la Figura 8 ilustra la señal que apa-  
rece en la línea de salida 468 para las señales de forma de  
onda que se representan en la Figura 8.

25 La señal de entrada que aparece en las líneas  
de entrada 474 y 475 de los circuitos de muestreo y reten-  
ción 454 y 456 es aproximadamente una onda sinusoidal en  
razón de los errores de separación de diente. Esta señal  
de entrada que se aplica al amplificador inversor 452,  
30 está representada por la forma de onda 476 de la Figura 8.

1 El circuito de muestreo y retención 454 está construido  
para almacenar la porción positiva de la forma de onda  
invertida 476 y, por tanto, la forma de onda 478 aparece  
en la línea de salida 480. La forma de onda 472 aparece  
5 correspondientemente en la línea de salida 468 que está  
conectada con una entrada de una puerta Y 556, de modo que  
el circuito de muestreo y retención 454 pueda seguir la  
señal de entrada hasta su nivel más positivo. El circuito  
de muestreo y retención 456 suministra su salida por la  
10 línea 482 a través de la resistencia de entrada 484 a la  
línea de entrada 486 del terminal de entrada no inversora  
del amplificador 490 del circuito sumador 488. Por consi-  
guiente, el circuito de muestreo y retención 456 sigue la  
señal de entrada hasta su nivel más negativo. El diodo de  
15 limitación del circuito sumador 488 es el diodo Zener 492.

La corriente de entrada procedente del amplifi-  
cador 452 se hace pasar también a través de la resistencia  
494 y se aplica al terminal de entrada no inversora del  
amplificador 492. La señal de salida que aparece en la lí-  
20 nea de salida 496 del circuito sumador 488 está represen-  
tada, por tanto, por la forma de onda 498 de la Figura 8,  
mientras que la forma de onda que aparece en la línea  
de salida 482 del circuito de muestreo y retención 456 es  
la forma de onda 500. La salida del amplificador 452 se  
25 aplica también a la línea 502 a través de la resistencia  
504 y por la línea de entrada 506 a la entrada inversora  
de un detector de cero 508 que se utiliza para detectar  
cuando la forma de onda de entrada 476 pasa por el valor  
cero, y en este momento la salida de señal de la línea de  
30 salida 510 del amplificador 508 cambia de nivel. El diodo

1 de limitación 512 se utiliza para proporcionar señales  
de salida en forma de impulsos a la línea 510, como se re-  
presenta por medio de la forma de onda 514 de la Figura 8.

5 Una extremidad de la resistencia 518 está co-  
nectada con un terminal 520 que está conectado con una  
fuente de suministro de tensión de polaridad positiva. El  
ánodo de un diodo 522 está conectado con la unión de la  
otra extremidad de la resistencia 518 y del ánodo del  
diodo 516. El cátodo del diodo 522 está conectado con el  
10 ánodo de otro diodo 524 y con un terminal de un condensador  
526 cuyo otro terminal está conectado con la masa. El cáto-  
do del diodo 524 está conectado con una extremidad de una  
resistencia 528 y con la base 530 de un transistor tipo  
NPN 532. El colector 534 está conectado con una resistencia  
15 536 la cual, a su vez, está conectada con el terminal 520.  
El emisor 538 del transistor 532 está conectado con una  
resistencia de carga 540 y con la base 542 de otro transis-  
tor de tipo NPN 544.

20 Conectando el emisor 538 del transistor 532 con  
la base 542 del transistor 544, de la manera descrita más  
arriba, es posible obtener una ganancia de corriente subs-  
tancial. La resistencia de carga 546 del transistor 544  
está conectada con el terminal 520, y el emisor 548 del  
transistor 544 está conectado a la masa. Por tanto, cuando  
25 la forma de onda 514 presente en el terminal 510 está some-  
tida al nivel de masa, el ánodo del diodo 510 está subs-  
tancialmente al nivel de masa y esto reduce el potencial  
en la base 530 hasta el punto de bloquear el transistor  
532. Por consiguiente, una tensión positiva aparecerá en  
30 el colector 550 del transistor 544. Sin embargo, cuando la

1        forma de onda 514 presente en el terminal de salida 510  
toma un nivel positivo, el diodo 510 es polarizado en  
sentido inverso, lo que hace que la base 530 del transis-  
tor 532 tome un potencial suficiente positivo (después de  
5        un retraso de tiempo predeterminado) para que una corriente  
suficiente sea suministrada a la base 542 para saturar  
el transistor.

          La señal presente en la línea de salida 510  
del amplificador 508 se aplica por la línea 511 a un ter-  
10        minal de entrada de una puerta Y 552, cuyo otro terminal  
está conectado por la línea 551 al colector 550 del tran-  
sistor 544. Por tanto, cuando la forma de onda 514 toma  
inicialmente un nivel positivo en el terminal de salida 510,  
unas señales de tensión positiva estarán presentes en  
15        ambos terminales de entrada de la puerta 502 en razón de  
la constante de tiempo RC establecida por el condensador  
526 y la resistencia del circuito asociado. La señal de  
salida procedente del colector 550 tendrá un nivel positi-  
vo sólo durante un corto tiempo que está determinado por  
20        la constante de tiempo RC. La forma de onda 554 representa  
la salida de la puerta 552 que indica que ambas entradas  
de la puerta 552 tienen un nivel positivo o "1", sólo  
hasta que el condensador 526 sea suficientemente cargado  
para excitar el transistor 544 hasta saturación. La salida  
25        de la puerta 552 se aplica por la línea 553 a un terminal  
de entrada de cada una de las puertas 556 y 558. La otra  
entrada de la puerta 556 está conectada para recibir la  
señal presente en la línea de salida 468 del circuito  
sumador 462, mientras que la otra entrada de la puerta  
30        556 está conectada para recibir la señal presente en la

1 línea de salida 496 del circuito sumador 488. La salida  
de la puerta 556 se aplica por la línea 557 al circuito  
de muestreo y retención 454 con el fin de proporcionar un  
impulso de rearme cíclico cada vez que la forma de onda  
5 de entrada 476 pasa por el valor cero durante su transi-  
ción desde una tensión positiva hasta una tensión negativa.  
De la misma manera, la puerta 558 suministra un impulso de  
rearme por la línea 559 al circuito de muestreo y reten-  
ción 456.

10 Los circuitos de muestreo y retención 454 y  
456 está conectados respectivamente, a través de las resis-  
tencias 560 y 562, a los terminales de entrada inversora  
de los amplificadores 564 y 566, respectivamente. El ampli-  
ficador 564, como la mayoría de los amplificadores descri-  
tos aquí, puede tener una resistencia externa de control  
15 de ganancia a distancia, por ejemplo una resistencia ajusta-  
ble 568, como dispositivo opcional, si se desea. La salida  
del amplificador 566 se aplica, a través de la resistencia  
570, al terminal de entrada inversora del amplificador 564.  
20 Por tanto, la salida del amplificador 564 representa la  
suma de la inversa de la forma de onda 478 y de la forma de  
onda 500. Por tanto, la forma de onda de cresta a cresta  
que aparece en la línea de salida 573 del amplificador 564,  
está representada por la forma de onda 574 de la figura 8.  
25 La forma de onda 574, que es de polaridad positiva, se  
aplica a la entrada no inversora de un amplificador 576  
cuya ganancia puede ser controlada por un potenciómetro 578  
que está conectado con una fuente de suministro de tensión  
positiva en el terminal 580. La señal presente en la línea  
30 de salida 577 procedente del amplificador 576, puede

1           representar bien una señal de cresta a cresta superior  
a la señal media, o una señal de cresta a cresta superior  
a un valor de reglaje que depende del reglaje del interrup-  
tor 590.

5           El interruptor 590 se representa conectado a  
la tensión de alimentación tomada del potenciómetro 578 y  
aplicada por la línea 592 al terminal de entrada inversora  
del amplificador 576. Si se desea, sin embargo, el interrup-  
tor 490 puede también conectarse con el contacto 594 y, en  
10          este caso, la salida de la línea 588 representará una señal  
de cresta a cresta máxima en lugar de la señal de cresta  
máxima encima del valor de reglaje, proporcionada por el  
reglaje del potenciómetro 578 cuando el interruptor 590  
está conectado con el contacto 596. Cuando el interruptor  
15          está conectado con el contacto 596, la línea 597 proporciona  
una señal media limitada, y cuando el interruptor está  
conectado con el contacto 598, se produce en la línea 588  
una señal de cresta a cresta máxima superior al valor medio,  
de una manera que se describirá más adelante.

20          El contador restador 584 tiene un cierto número  
de conexiones de entrada por las líneas 600, 602, 604 y  
606. Las líneas 600, 602 y 604 corresponden a las líneas  
384, 394 y 396 del contador 362, respectivamente. La línea  
606 es la línea de entrada de ritmo. El comparador 582, el  
25          contador restador 584 y el convertidor digital-analógico  
586 funcionan de la misma manera que los circuitos de me-  
moria que han sido descritos anteriormente con referencia  
a la Figura 6. Sin embargo, en este caso, el contador  
restador 584 se ajusta inicialmente en una representación  
30          codificada de un nivel analógico más positivo que la

1 excursión más positiva de la señal en la línea 588. Cuando  
la señal presente en la línea de salida 588 es igual a la  
señal de entrada presente en la línea de entrada 579 conec-  
5 tada con el terminal de entrada no inversora del amplifica-  
dor 582, el contador 584 es inhibido y no puede seguir  
contando, y la línea de salida 588 del convertidor 586 re-  
presenta, por tanto, un valor de cresta a cresta. Por tanto,  
la salida presente en la línea 588 representa un valor de  
cresta a cresta máximo o un valor de cresta a cresta máxi-  
10 mo encima de un valor medio o, en variante, un valor de  
cresta a cresta máximo encima de un valor de reglaje, de  
acuerdo con la manera con la cual se desea utilizar el cir-  
cuito, tal y como se determina por medio del reglaje del  
interruptor 590.

15 Con el objeto de obtener una tensión media des-  
tinada a ser comparada con la tensión de cresta a cresta  
máxima en la entrada del amplificador 576, la salida del  
amplificador de entrada 452 se aplica a un circuito de  
valor absoluto 608 que consiste en las resistencias 610 y  
20 los diodos 612, 614 y el amplificador 616. La línea de  
salida 618 procedente del amplificador 616 está conectada  
con el ánodo del diodo 612 y con el cátodo del diodo 614.  
La señal de valor absoluto procedente del circuito 608 se  
suministra al terminal de entrada inversora de un amplifi-  
25 cador 620, el cual, a su vez, está conectado con un cir-  
cuito integrador constituido por la resistencia 624 y el  
condensador 626. La salida del amplificador 620 es la forma  
de onda de valor absoluto 651 que se representa en la  
Figura 8. Una amortiguación suplementaria para producir la  
30 forma de onda 653 a la salida del amplificador 620, puede

1 ser proporcionada por la introducción opcional del con-  
densador 655 a través de la resistencia de realimentación  
657.

5 La salida del circuito integrador, que consiste  
en la resistencia 624 y el condensador 626, está conectada  
a través de una resistencia de entrada 628 con un amplifi-  
cador 630. El amplificador 630 puede estar dotado de una  
resistencia de reglaje de ganancia de realimentación 631  
si se desea. La combinación de la resistencia 624 y del  
10 condensador 626 y del amplificador 630, proporciona un cir-  
cuito que, gracias a sus propiedades de integración, gene-  
ra una señal de salida en la línea de salida 633 conectada  
con el amplificador 630, que representa el valor medio no  
limitado de la señal de entrada procedente del amplifica-  
15 dor 452. Esta señal de salida aparece en la línea 632 y se  
aplica a un circuito de muestreo y retención 634 que  
efectúa el muestreo de este valor medio y lo retiene, y que  
proporciona, de manera correspondiente, una señal que  
representa este valor a la línea 599.

20 Es posible incluir un circuito sumador de  
limitación opcional 637 para limitar el valor medio alma-  
cenado en el circuito de muestreo y retención 634, a un  
valor máximo. Este circuito incluye el amplificador 636,  
el diodo de limitación 638, el potenciómetro 640, que está  
25 conectado con una fuente de suministro de tensión negativa  
por el terminal 642, y con la resistencia de entrada 644  
de la salida del amplificador 630 así como la resistencia  
de entrada 646 procedente del cursor del potenciómetro  
640. La salida del amplificador 636 suministra una señal  
30 de limitación, o de rearme, en forma de impulsos, al

1 terminal de control del circuito de muestreo y retención  
634 para conseguir la limitación deseada de la señal media.

Con el fin de obtener una suma ponderada de las  
señales de error compuestas de avance e inclinación de la  
5 Figura 4, estas señales se suministran por las líneas 228  
y 252 de la Figura 10 a los circuitos de valor absoluto  
652 y 654 del circuito sumador ponderado 272. Las salidas  
de estos amplificadores se aplican a los ánodos de los  
diodos 660 y 662. Los circuitos de valor absoluto 652 y  
10 654 funcionan de la misma manera que el circuito de valor  
absoluto descrito más arriba 608 pero con una señal de  
salida de polaridad inversa. Las salidas de los amplifica-  
dores 656 y 658 están conectadas a través de las resisten-  
cias ajustables 664 y 666, respectivamente, y también a  
15 través de las resistencias 668 y 670, respectivamente, con  
el terminal de entrada inversora de un amplificador 672.  
Las resistencias de entrada y el amplificador 672, por  
consiguiente, constituyen un circuito sumador 674 que  
genera en la línea 170 una señal de entrada que representa  
20 un error compuesto de avance y de inclinación que se  
suministra así con un factor de ponderación, de tal manera  
que una y otra de estas señales de error puede tener un  
valor más fuerte, si se desea, de acuerdo con el reglaje  
de las resistencias 664 y 666. Es evidente que el restador  
ponderado 168 de la Figura 3 puede construirse de manera  
25 análoga, e igualmente que cualesquiera de las varias  
señales producidas en esta máquina de comprobación pueden  
ser combinadas (o almacenadas y combinadas más adelante),  
en circuitos ponderados o no ponderados de resta o de suma,  
30 si se desea.

1 El circuito de tratamiento del tipo C 102 se  
representa más detalladamente en la Figura 9. La entrada  
que se aplica a este circuito de tratamiento se toma en  
la línea 678 a partir del filtro pasa-bajo 680 que consis-  
5 te en las resistencias 682, 684 y en los condensadores  
686 y 688. La salida del filtro 680 se aplica por la línea  
685 al terminal de entrada inversora de un amplificador  
690. La salida del amplificador operacional 690 se aplica  
a través de un condensador 692 y de una resistencia 694  
10 por la línea 698 a un circuito de comparación 696 por medio  
del terminal de entrada inversora del amplificador 700. El  
condensador 692 sirve para bloquear la componente de  
corriente continua de la señal compuesta, impidiendo que  
el tamaño del engranaje afecte las señales tratadas por  
15 este circuito. La señal que atraviesa las resistencias 694  
se aplica también de nuevo a través de la resistencia de  
realimentación 697 al terminal de entrada no inversora del  
amplificador 690. El condensador 692 está también conec-  
tado con un circuito integrador 702, el cual consiste en  
20 las resistencias 704, 706 y en los condensadores 708 y  
710. La finalidad de este integrador consiste en proporci-  
onar una variación de fase substancialmente de  $90^\circ$  con  
relación a la señal que aparece en el terminal de entrada  
698. Esta señal desfasada se suministra por la línea 712  
25 al terminal de entrada no inversora del amplificador 714.  
Preferentemente, la resistencia de realimentación 716 es  
ajustable de modo que sea posible conseguir la variación  
de fase correcta de  $90^\circ$ , y una resistencia estabilizadora  
718 está conectada entre el terminal de entrada inversora  
30 720 y la masa.

1                   La señal de salida desfasada procedente del  
amplificador 714 se aplica a través de la resistencia  
722 por la línea 724 al terminal de entrada inversora del  
c circuito de comparación 696. La salida de este circuito  
5 de comparación, proporciona, por tanto, una comparación  
entre las señales de error compuestas desfasadas y no  
desfasadas, eliminando los componentes de alta frecuencia.  
Esta señal se utiliza para detectar el valor de la varia-  
ción de sección que se produce en un segmento de error de  
10 descentramiento en el interior de cada segmento de 90° de  
movimiento de rotación relativa entre el engranaje patrón  
y la pieza o engranaje sometida a prueba. Si se desea,  
naturalmente, podrían utilizarse otros valores de desfase  
distintos de 90°.

15                   La salida del circuito de comparación 696 se  
aplica a un circuito de valor absoluto 726, que está cons-  
truido de la misma manera que los circuitos de valor  
absoluto 652 y 654 del modo de realización ilustrado. A  
continuación, la señal se aplica, a través de un amplifi-  
cador inversor 728 que está provisto de una resistencia  
20 de reglaje de ganancia opcional 730, y a través de la  
resistencia 732 al terminal de entrada no inversora del  
amplificador 734. El amplificador 734 está conectado con un  
contador restador 736, y el contador restador está conec-  
tado con un convertidor digital-analógico 738. La combi-  
25 nación del amplificador 734, del contador restador 736 y  
del convertidor digital-analógico 738, funciona de la  
misma manera que los circuitos de aproximación sucesiva  
descritos más arriba que utilizan también contadores  
restadores. Las líneas de entrada 740, 742, 744 y 746 del  
30

1 contador restador 736 corresponden a las líneas de entrada  
600, 602, 604 y 606, respectivamente, del contador resta-  
dor 584.

5 El contador restador 736 se ajusta inicialmente  
en una cuenta codificada que representa un nivel analógico  
más positivo que la excursión más positiva de la señal pro-  
cedente del amplificador 728. El contador 736 cuenta res-  
tando y el convertidor digital-analógico 738 transforma  
esta cuenta en un nivel de tensión analógica correspondiente  
10 hasta que la señal presente en la línea de salida 128 o  
en el convertidor digital-analógico 738 sea igual a la señal  
de entrada presente en la línea de entrada 750 del terminal  
de entrada no inversora 750 del amplificador 734. Cuando  
estas dos señales son iguales, la puerta interna del con-  
15 tador restador es desactivada y la tensión presentada por  
el convertidor 738 y la línea de salida 128 representa la  
variación seccional máxima del desfase elegido.

En razón de las imprecisiones de fabricación o  
en razón de deformaciones, un engranaje puede presentar un  
20 círculo primitivo perfectamente concéntrico al eje o al  
agujero de montaje, pero con grupos de dientes de espesor  
reducido y de espesor exagerado en el círculo exterior solo.  
En un conjunto de engranajes planetarios con corona flo-  
tante, estas imperfecciones harán que el engranaje aco-  
25 plado cambie su velocidad angular, lo que puede acortar la  
vida útil del engranaje y puede generar ruido. Por este  
motivo, puede ser conveniente incluir un circuito suple-  
mentario en la máquina de comprobación funcional de la  
presente invención para detectar el componente de descen-  
30 tramiento o de velocidad angular asociado con el círculo

1 exterior de los dientes de un engranaje.

El descentramiento a lo largo del círculo exterior del engranaje 20 sometido a prueba se representa por la distancia entre las líneas 145 y 147 en la forma de  
5 onda 144 de la Figura 3, la cual representa en este caso también la variación de la señal que se detecta con los componentes de alta frecuencia eliminados. Esta señal está sometida a tratamiento por el circuito 160 y se obtiene una señal de descentramiento en la línea 161, de la misma manera  
10 que el circuito de tratamiento 64 proporciona su señal de descentramiento correspondiente en la línea 70. La línea 161 está conectada con una entrada de un comparador 173 que tiene su otra entrada conectada con un potenciómetro de reglaje de limitación 82 para proporcionar una señal de  
15 salida en la línea 175 del dispositivo indicador luminoso 90 cada vez que el límite asociado con este comparador es rebasado.

Los circuitos de detección por aproximación sucesiva y almacenamiento que han sido descritos más arriba,  
20 se construyen de una manera similar a la de los convertidores convencionales analógico-digital de aproximación sucesiva. En el convertidor analógico-digital convencional, un nivel analógico de un valor relativamente constante se suministra a una entrada del circuito de comparación y un  
25 segundo nivel de señal analógica que ha sido descodificado de la cuenta de un contador digital se proporciona a la otra entrada del circuito de comparación. A continuación, el contador cuenta a partir de cero hacia este nivel constante y deja de contar cuando las dos señales analógicas  
30 son iguales. El valor digital indicado por el contador se

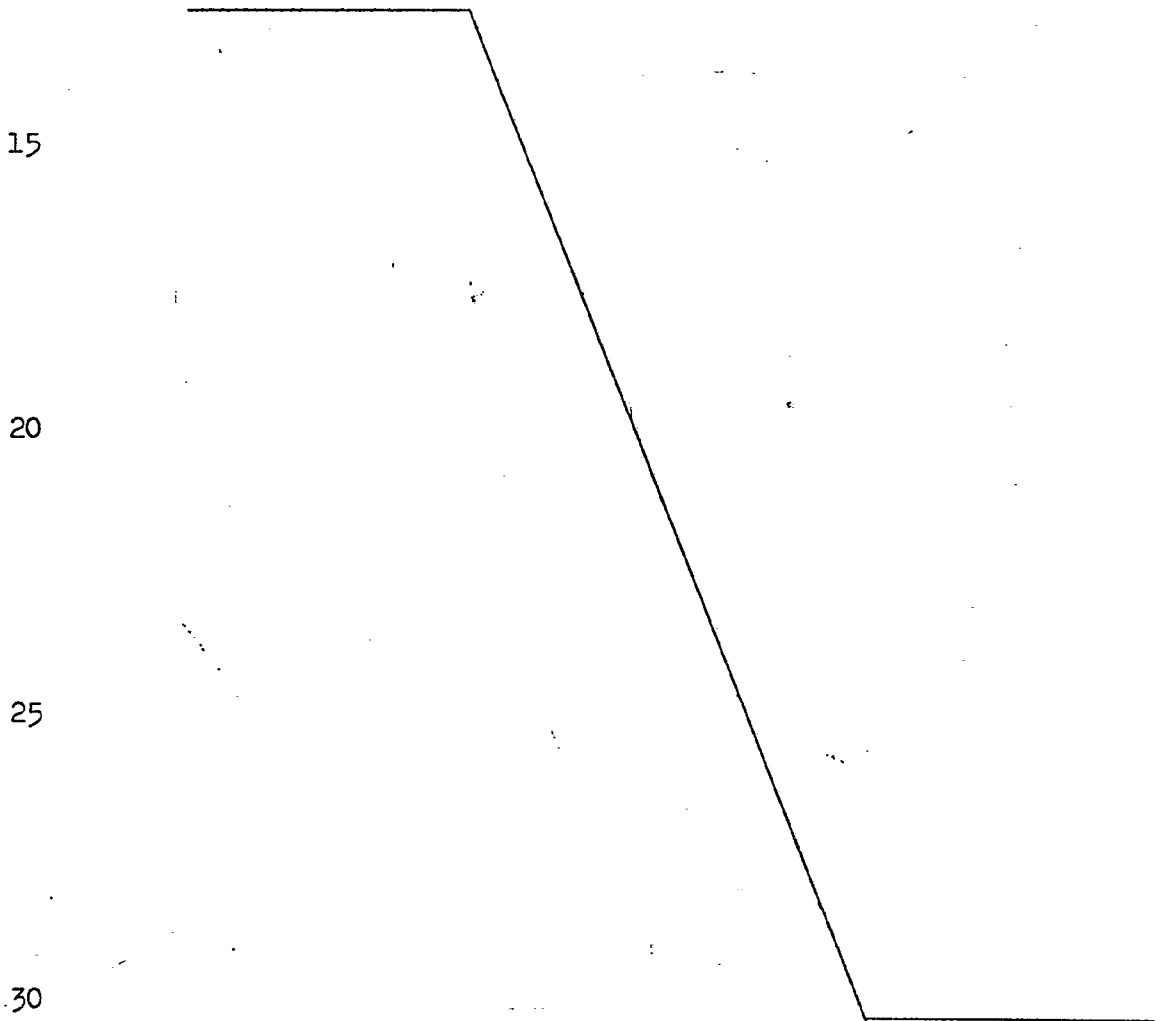
1 utiliza a continuación como señal de salida.

La presente invención utiliza un circuito de aproximación sucesiva de una manera totalmente diferente. Los circuitos de aproximación sucesiva según la invención  
5 no se utilizarán para producir una señal de salida digital que es la traducción de una señal de entrada analógica relativamente constante. Por el contrario, el circuito de aproximación sucesiva de la presente invención se utiliza como unidad de detección y almacenamiento de crestas y  
10 valles de señal analógica que aseguran el almacenamiento de estos valores hasta que sea preciso utilizarlos. Por tanto, esto evita los efectos perjudiciales de un almacenamiento a corto plazo debidos a la reducción de carga que acompaña los circuitos de almacenamiento analógicos de tipo convencional cuando la señal debe ser almacenada durante tiempos  
15 relativamente largos, por ejemplo durante una revolución completa de una pieza o de un engranaje sometido a prueba. El circuito de aproximación sucesiva de la presente invención, por consiguiente, no se utiliza para una conversión  
20 convencional de analógico a digital sino que, por el contrario, se utiliza para la detección de los niveles máximo y mínimo de una señal analógica y para el almacenamiento permanente (hasta que el equipo exterior los necesite) de estos niveles.

25 Todas las resistencias de realimentación de los amplificadores operacionales que no han sido descritas particularmente más arriba han sido marcadas 800 en las Figuras, y todos los diodos de los circuitos de valor absoluto que no han sido descritos particularmente en lo  
30 que antecede han sido marcados 802. Para el funcionamiento

1 del circuito de aproximación sucesiva, los contadores  
pueden contener, por ejemplo, 12 bitios, y todos los  
bitios de un contador restador pueden ajustarse en un ni-  
vel "1" mientras que todos los bitios de un contador su-  
5 mador pueden ajustarse en el nivel "0". La cuenta repre-  
sentativa de una tensión de salida analógica nula se pro-  
ducirá entonces cuando todas las etapas de recuento del  
contador salvo la etapa de bitio más significativa están  
ajustadas en el nivel "1".

10 En resumen, la presente Patente de invención  
que se solicita deberá recaer en las siguientes



REIVINDICACIONES

1.) Máquina funcional electrónica de comprobación de piezas elaboradas para determinar las características funcionales de las piezas elaboradas que incluye una pieza elaborada patrón acoplada con una pieza elaborada sometida a prueba con el objeto de producir un desplazamiento relativo entre dicha pieza elaborada patrón y dicha pieza elaborada sometida a prueba cuando se produce un movimiento relativo entre ellas de una manera predeterminada, un dispositivo de detección para detectar una señal de comprobación que es representativa de dicho desplazamiento relativo, experimentando dicha señal de comprobación una variación de magnitud máxima en una dirección particular a partir de un nivel de referencia cuando dicho movimiento relativo se produce, y un dispositivo de aproximaciones sucesivas que incluye un dispositivo de comparación conectado para recibir dicha señal de comprobación, un dispositivo contador ajustado inicialmente en una cuenta representativa de un nivel de señal que, en dicha dirección particular, tiene una magnitud superior a dicha variación, estando dicho dispositivo contador construido para contar de manera periódica de tal manera que su cuenta sea representativa de un nivel de señal que se acerca a dicha variación máxima de la magnitud mientras continua dicho recuento, un dispositivo convertidor digital/analógico conectado con dicho dispositivo contador para transformar la cuenta de dicho dispositivo contador en un nivel analógico, estando conectada la salida de dicho dispositivo convertidor con dicho dispositivo de comparación y estando conectada la salida de dicho dispositivo de comparación con dicho dispositivo contador con el fin de interrumpir el funcionamiento de dicho dispositivo contador cuando dicha señal de comprobación es aproximadamente

igual al nivel representado por la cuenta de dicho dispositivo contador.

2.) Máquina funcional de comprobación de piezas elaboradas según la reivindicación 1, caracterizada por que dicha señal de comprobación sufre una primera variación de magnitud máxima en dicha dirección particular y una segunda variación de magnitud máxima en una dirección opuesta a dicha dirección particular con relación a dicho nivel de referencia mientras se produce dicho movimiento relativo, y dicha máquina incluye además un segundo dispositivo de aproximaciones sucesivas que incluye un segundo dispositivo de comparación conectado para recibir dicha señal de comprobación, un segundo dispositivo contador ajustado inicialmente en una cuenta representativa de un nivel de señal que, en dicha dirección opuesta, tiene una magnitud superior a la de dicha segunda variación, estando construido dicho segundo dispositivo contador para efectuar el recuento de manera periódica, de modo que su cuenta sea representativa de un nivel de señal que se acerca a dicha variación de magnitud máxima en dicha dirección opuesta mientras se está efectuando dicho recuento, un segundo dispositivo convertidor digital/analógico conectado con dicho segundo dispositivo contador para transformar la cuenta de dicho segundo dispositivo contador en un segundo nivel analógico, aplicándose la salida de dicho segundo dispositivo convertidor a dicho segundo dispositivo de comparación y aplicándose la salida de dicho segundo dispositivo de comparación a dicho segundo dispositivo contador para interrumpir el funcionamiento de dicho segundo dispositivo contador cuando dicha señal de comprobación es aproximadamente igual al nivel representado por la cuenta de

pe

dicho segundo dispositivo contador.

3.) Máquina funcional de comprobación de pie  
zas elaboradas según la reivindicación 1, que incluye ade-  
más un segundo dispositivo de detección y almacenamiento de  
5 aproximaciones sucesivas, caracterizada porque dicho dispo-  
sitivo de aproximaciones sucesivas detecta y almacena un pri  
mer nivel de señal y porque el segundo dispositivo de aproxi  
maciones sucesivas detecta y almacena un segundo nivel de se  
ñal y dichos primero y segundo niveles de señal son represen-  
10 tativos, respectivamente, de variaciones máximas de la señal  
de comprobación, y un dispositivo de combinación para combi-  
nar dichos primero y segundo niveles de señal de una manera  
predeterminada.

4.) Máquina funcional de comprobación de pie  
15 zas elaboradas según la reivindicación 1, que incluye además  
un segundo dispositivo de detección y almacenamiento de apro  
ximaciones sucesivas, caracterizada porque dicho dispositivo  
de aproximaciones sucesivas detecta y almacena un primer ni-  
vel de señal y dicho segundo dispositivo de aproximaciones  
20 sucesivas detecta y almacena un segundo nivel de señal y di  
chos primero y segundo niveles de señales son representati-  
vos, respectivamente, de las variaciones máximas de la señal  
de comprobación a lo largo de líneas diferentes de despla-  
zamiento respecto a dicha pieza elaborada sometida a prueba, y  
25 un dispositivo de combinación para combinar dichos primero y  
segundo niveles de señal de una manera predeterminada.

5.) Máquina funcional de comprobación de pie  
zas elaboradas según la reivindicación 1, caracterizada por  
que incluye un dispositivo de variación de fase para hacer  
30 variar la fase de dicha señal de comprobación en un grado pre

determinado, un dispositivo restador conectado para recibir la señal de comprobación no sometida a variación de fase y la señal de comprobación sometida a variación de fase y para substraer la una de la otra, un dispositivo de valor absoluto conectado con dicho dispositivo restador para proporcionar una señal de valor absoluto representativa del valor absoluto de la substracción realizada y un dispositivo de detección y almacenamiento de aproximaciones sucesivas para detectar una variación máxima de dicha señal de valor absoluto encima de una rotación angular relativa de dicha pieza elaborada que es aproximadamente igual al número de grados de variaciones de fase proporcionada por dicho dispositivo de variación de fase.

6.) Máquina funcional de comprobación de piezas elaboradas según la reivindicación 1, caracterizada porque incluye un dispositivo de tratamiento de señal, para el tratamiento de señal de comprobación que incluye un dispositivo de filtro pasa alto para eliminar las frecuencias bajas y la componente de corriente continua de dicha señal de comprobación con el fin de facilitar una señal de entrada cíclica de alta frecuencia teniendo una variación máxima de signo positivo y una variación máxima de signo negativo respecto a un nivel de referencia durante cada ciclo en el caso de piezas elaboradas tales como engranajes, un primer dispositivo de memoria analógica para almacenar la variación máxima de signo positivo de cada ciclo de dicha señal de entrada, un segundo dispositivo de memoria analógica para almacenar la variación máxima de signo negativo de cada ciclo de dicha señal de entrada, un dispositivo de combinación para almacenar las variaciones máximas de signo positivo y de sig



no negativo almacenadas en una señal de polaridad única a cada ciclo de dicha señal de entrada, un dispositivo de borrado de memoria analógica conectado con dichos primero y segundo dispositivos de memoria analógica para recibir dicha señal de entrada con el fin de borrar dichos primero y segundo dispositivos de memoria analógica a cada ciclo de dicha señal de entrada y un dispositivo de detección y almacenamiento de aproximaciones sucesivas conectado para recibir dicha señal de polaridad única con el fin de detectar y almacenar una variación máxima de dicha polaridad única durante cada ciclo de dicha señal de entrada.

7.) Máquina funcional de comprobación de piezas elaboradas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque dichas piezas elaboradas son engranajes con ejes centrales y dicho dispositivo de soporte está construido para permitir el movimiento relativo de dichas piezas elaboradas en un plano perpendicular a sus ejes centrales.

8.) Máquina funcional de comprobación de piezas elaboradas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque dichas piezas elaboradas son engranajes y dicho dispositivo de soporte está construido para permitir un movimiento relativo en el plano de avance.

9.) Máquina funcional de comprobación de piezas elaboradas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque dichas piezas elaboradas son engranajes y dicho dispositivo de soporte está construido para permitir un movimiento relativo en el plano de la conicidad.

10.) Máquina funcional de comprobación de piezas

Rg

zas elaboradas según una cualquiera de las reivindicaciones 2, 5 y 6, caracterizada porque un dispositivo de valor absoluto efectúa la transformación de dicha señal de comprobación y aplica esta señal de comprobación bajo la forma de una señal de polaridad única predeterminada en dicho dispositivo de comparación.

11.) Máquina funcional de comprobación de piezas elaboradas según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 5 ó 6, caracterizada porque dicha señal de comprobación es de polaridad única.

12.) Máquina funcional de comprobación de piezas elaboradas según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizada porque dicho dispositivo de detección incluye un amplificador operacional que comprende un amplificador de diferencia que tiene un terminal de entrada inversora y un terminal de entrada no inversora, un par de transistores complementarios cuyos emisores están conectados conjuntamente, cuyas bases están conectadas con la salida de dicho amplificador de diferencia, y cuyos circuitos colector-emisor están conectados en serie con una fuente de suministro de energía que proporciona una tensión positiva a un terminal y una tensión negativa al otro terminal, y una resistencia de realimentación conectada por una extremidad con dichos emisores y por su otra extremidad con el terminal de entrada inversora de dicho amplificador de diferencia.

13.) Máquina funcional de comprobación de piezas elaboradas según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizada porque dicho dispositivo de detección incluye un elemento de detección único que está conectado para detectar dicha señal de comprobación, y una plurali-

kg

dad de medios de transformación de señal para transformar si  
multáneamente las señales de entrada y producir señales de  
salida representativas de varios componentes deseados de di-  
cha señal de comprobación están conectadas con dicho elemen-  
5 to de detección único, y dichos dispositivos de transforma-  
ción de señal incluyen cada uno un dispositivo de detección  
y almacenamiento y aproximaciones sucesivas para detectar  
las variaciones máximas de sus señales de entrada respectivas  
respecto a un nivel de referencia y unos dispositivos de fil-  
10 tro pueden ser intercalados selectivamente entre dichos dis-  
positivos de detección y dichos dispositivos de transforma-  
ción de señal para filtrar dicha señal de comprobación de ma  
nera selectiva y suministrar dicha señal de comprobación fil-  
trada selectivamente bajo la forma de una señal de entrada  
15 por lo menos a uno de dichos dispositivos de transformación  
de señal, con lo cual se suministran selectivamente los com  
ponentes de frecuencia que necesitan cada uno de dichos dis  
positivos de tratamiento de señal.

14.) Máquina funcional de comprobación de pie  
20 zas elaboradas según una cualquiera de las anteriores reivin-  
dicaciones, caracterizada porque dicha máquina incluye un  
dispositivo de filtro que puede ser introducido selectiva-  
mente entre dicho dispositivo de detección y por lo menos  
uno de dichos dispositivos de aproximaciones sucesivas para  
25 filtrar la señal de comprobación de modo que actúe bien como  
filtro de bloqueo de corriente continua o como filtro pasa  
bajo, según se desee.

15.) Máquina funcional de comprobación de pie  
zas elaboradas según una cualquiera de las anteriores reivin-  
30 dicaciones, caracterizada porque dicho dispositivo de detec-

Rej

ción incluye un dispositivo de demodulación para demodular dicha señal de comprobación a partir de una onda portadora que está generada por dicho dispositivo de detección.

5 16.) Máquina funcional de comprobación de piezas elaboradas, según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizada porque dicho movimiento relativo es un movimiento relativo giratorio.

10 17.) Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: MAQUINA FUNCIONAL ELECTRONICA DE COMPROBACION DE PIEZAS ELABORADAS PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS FUNCIONALES DE LAS PIEZAS ELABORADAS.

15 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de cincuenta y dos páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 31 agosto 1.979

BERNARDO UNGRIA

P. P.



20

25

30



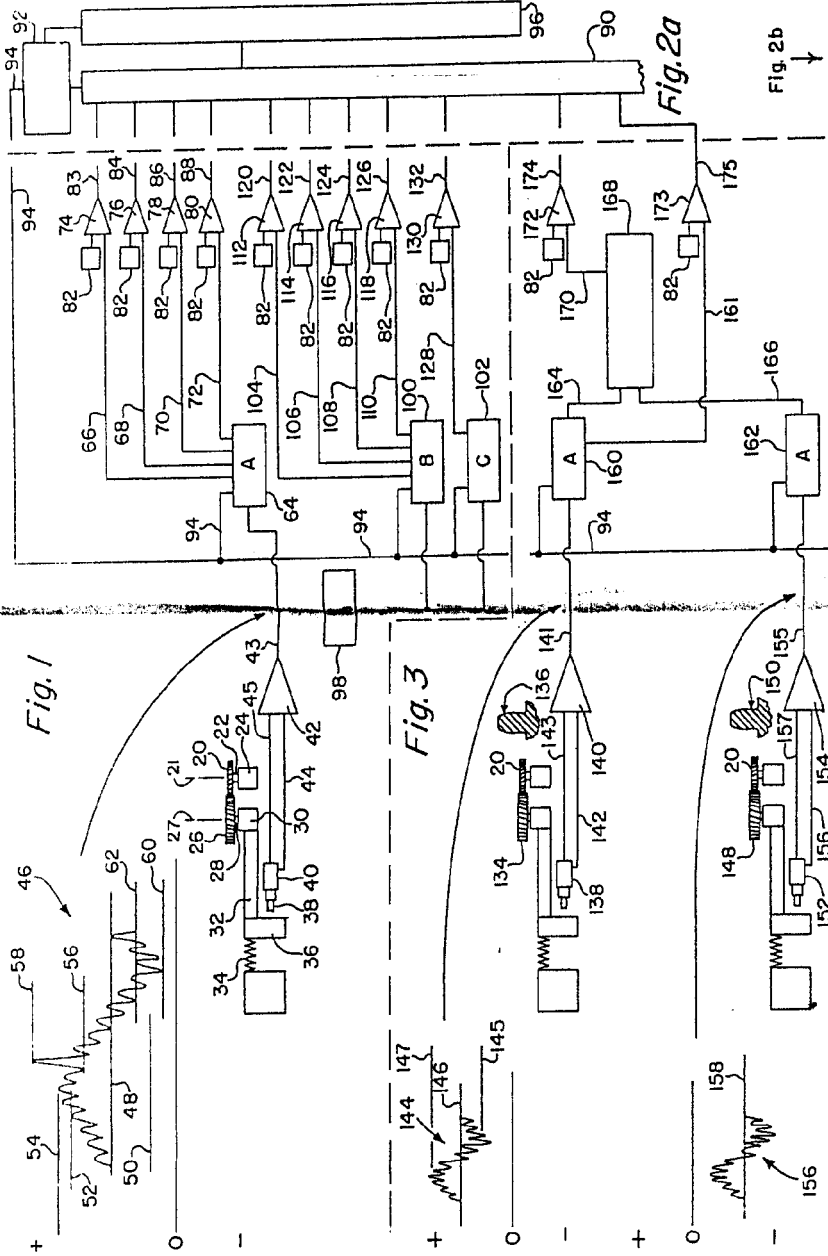


Fig. 1

Fig. 2a

Fig. 2b

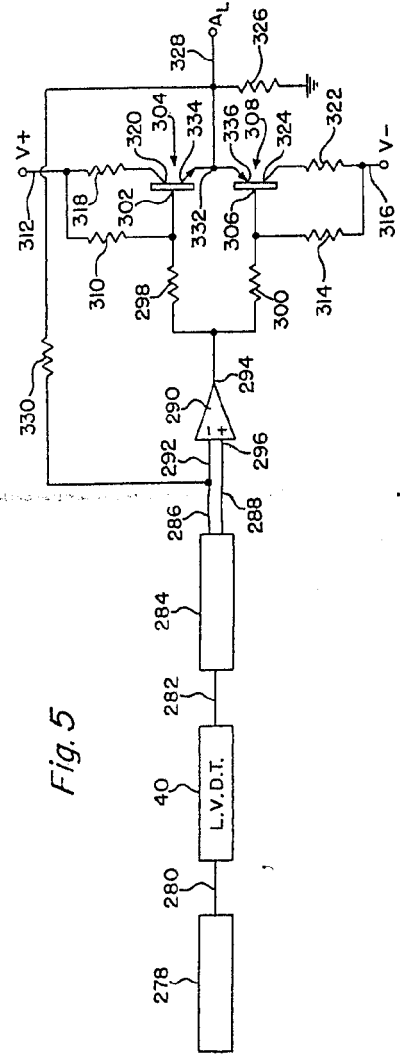
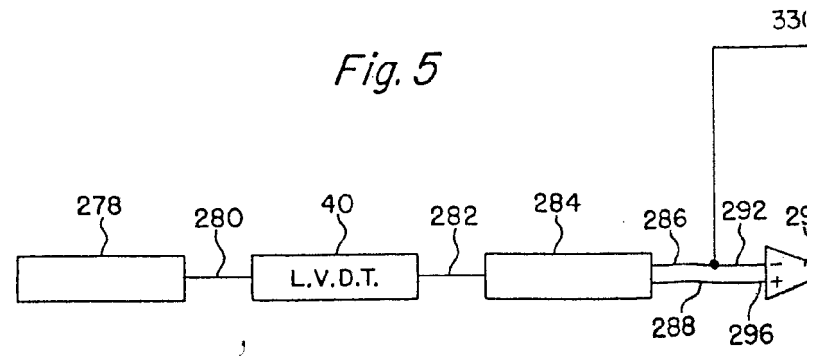
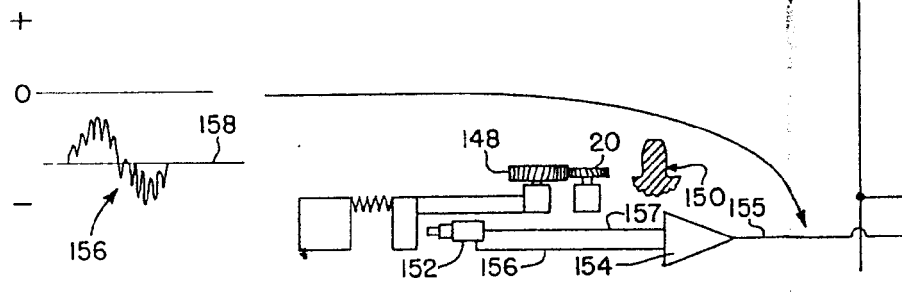
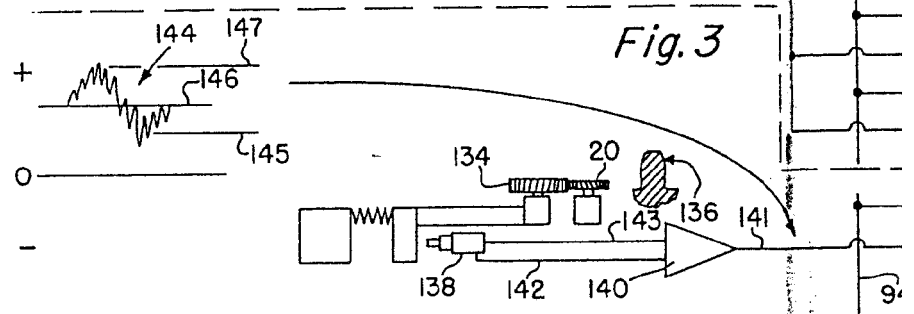
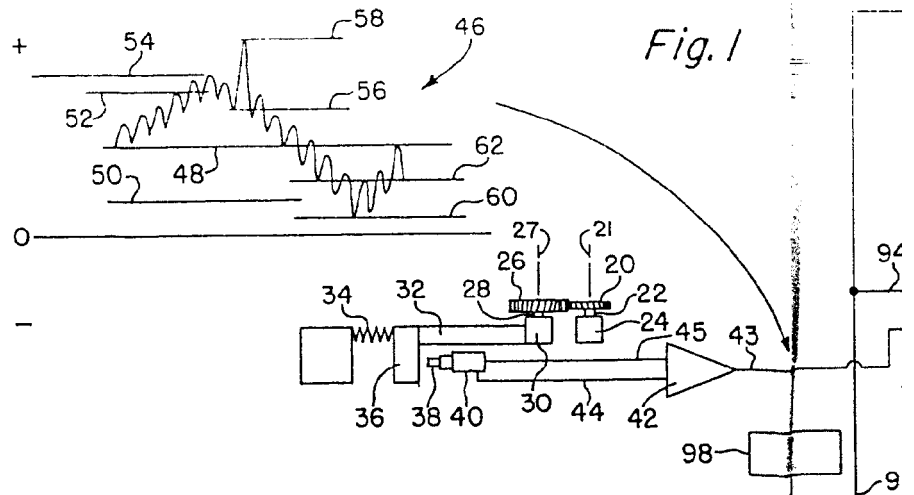
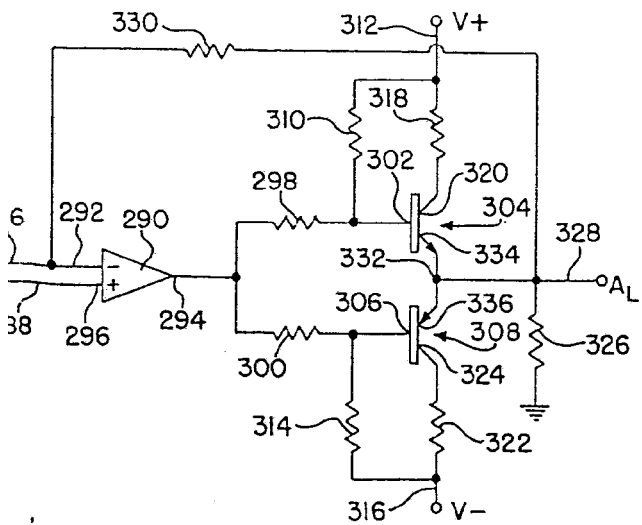
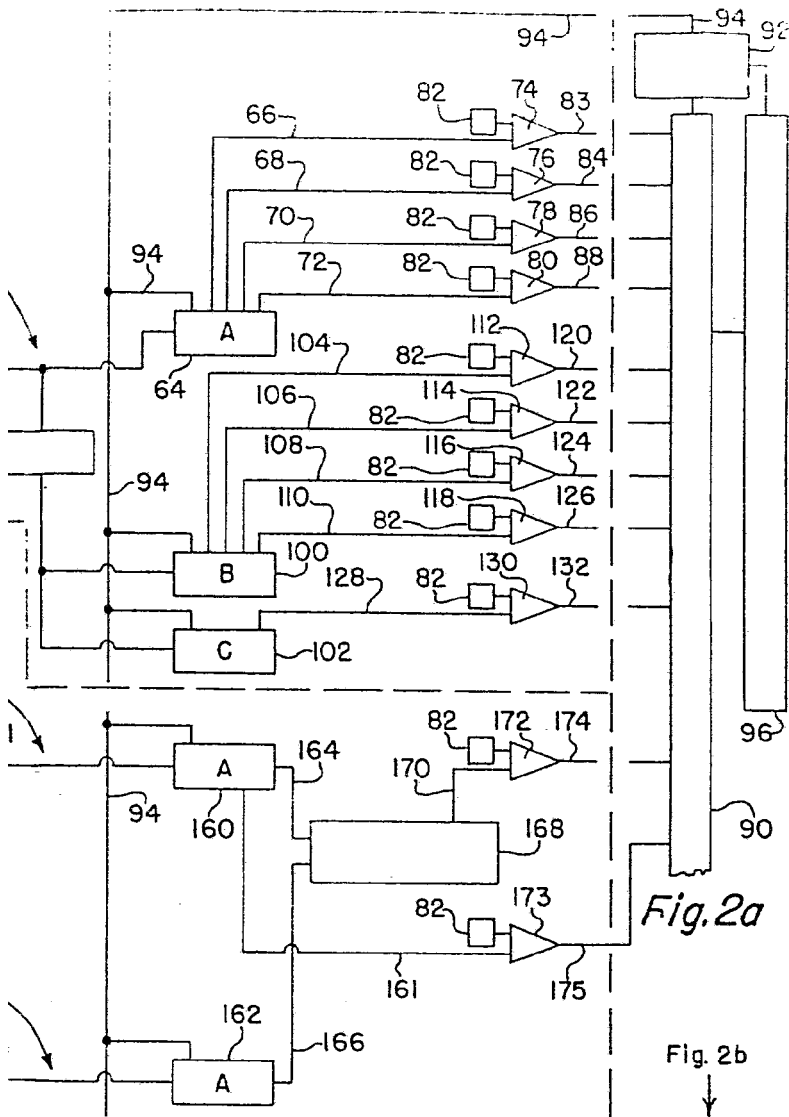


Fig. 3

Fig. 5

POOR QUALITY





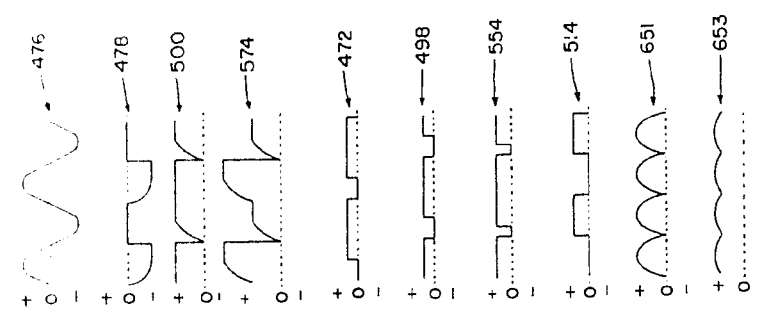


Fig. 8

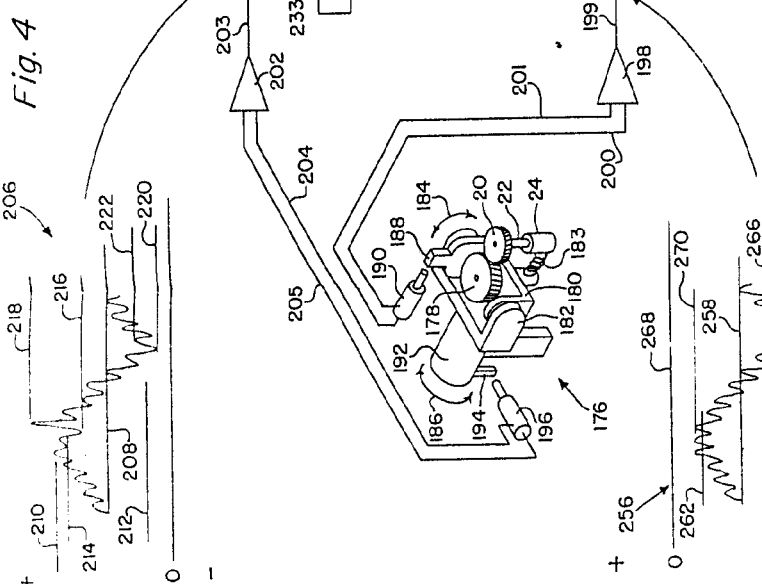


Fig. 4

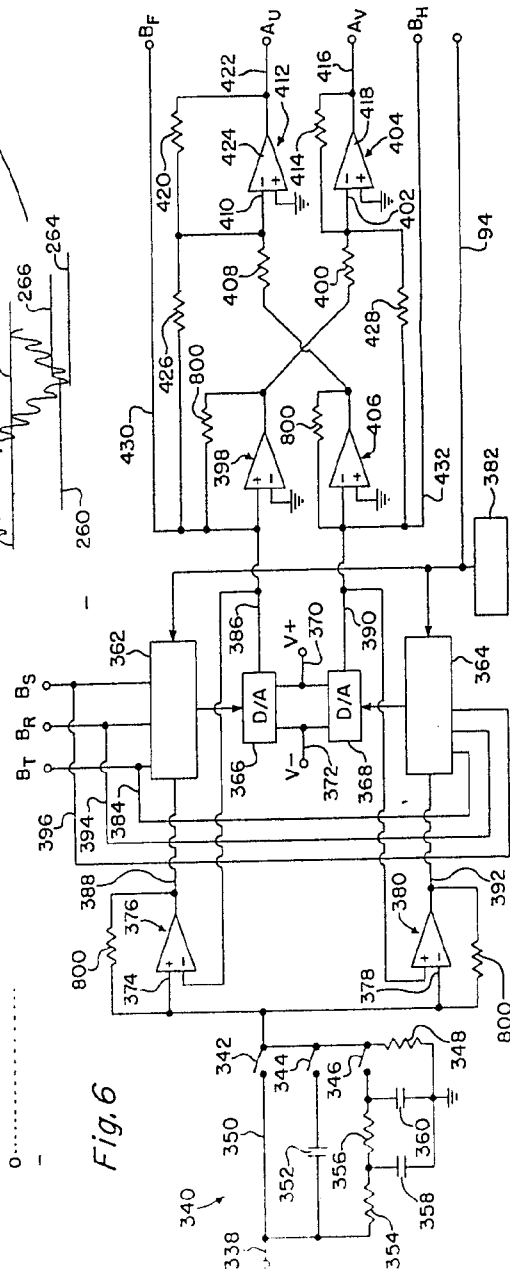


Fig. 6

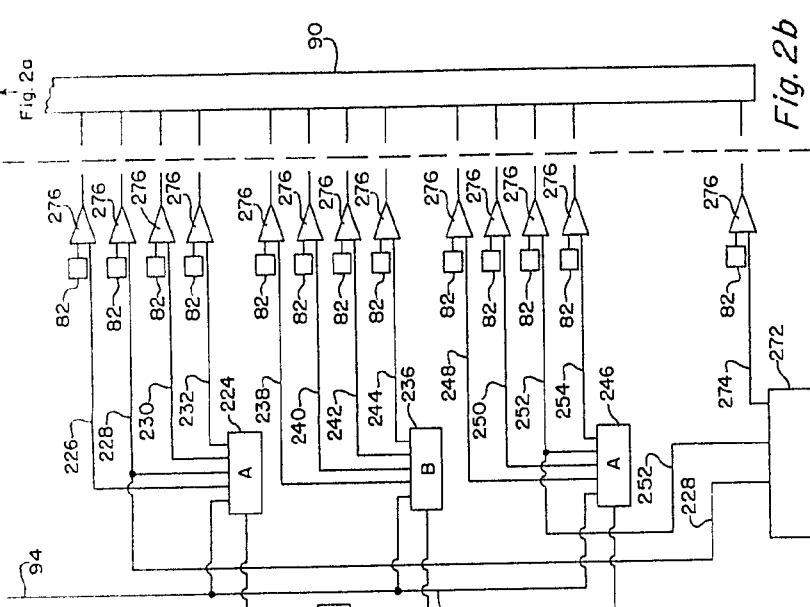


Fig. 2a

Fig. 2b

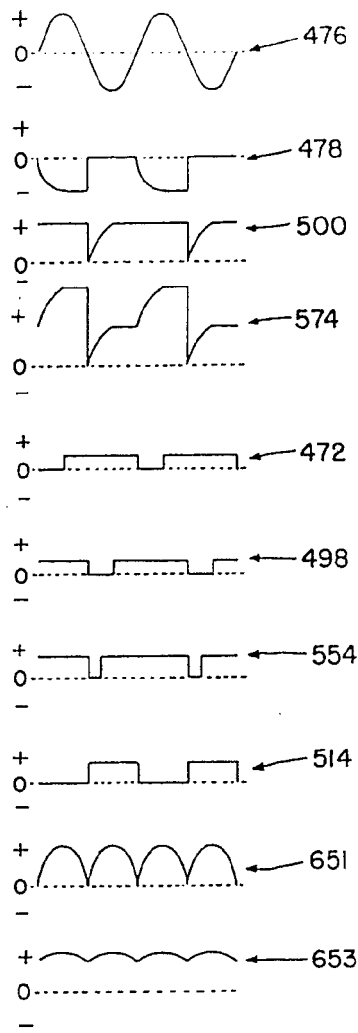


Fig. 6

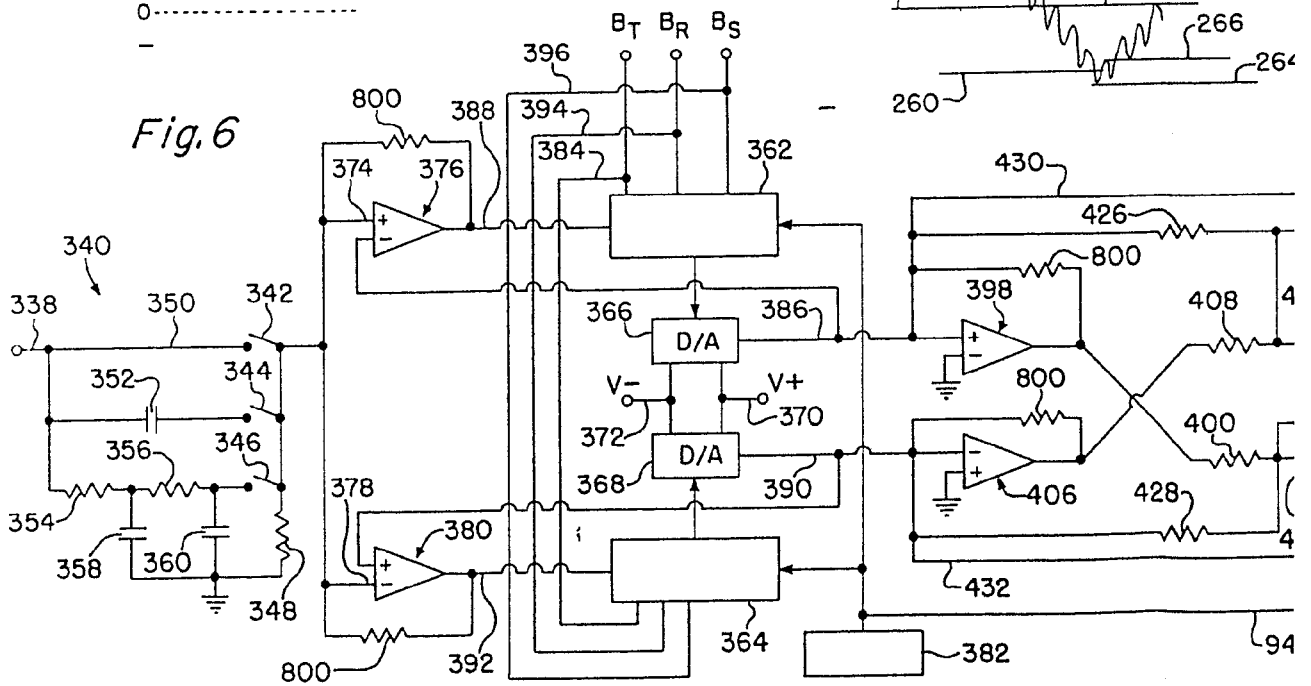
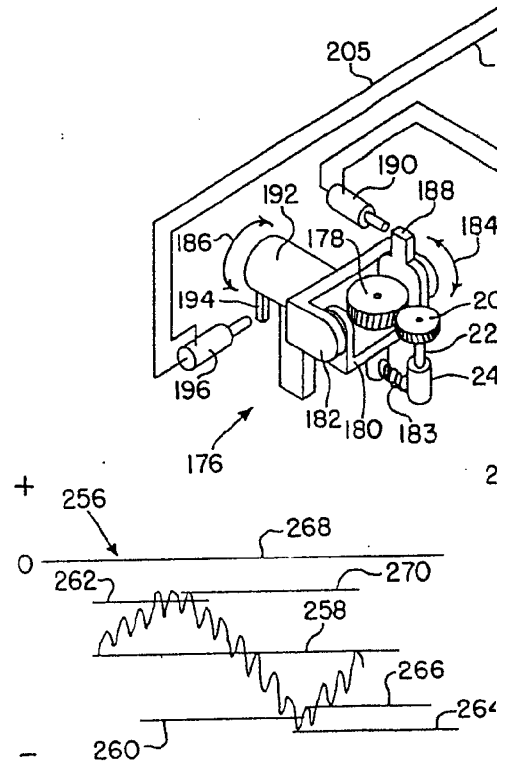
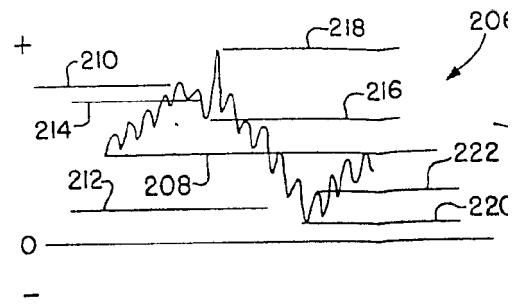
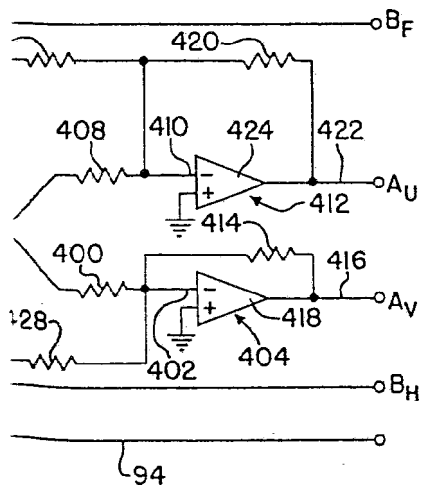
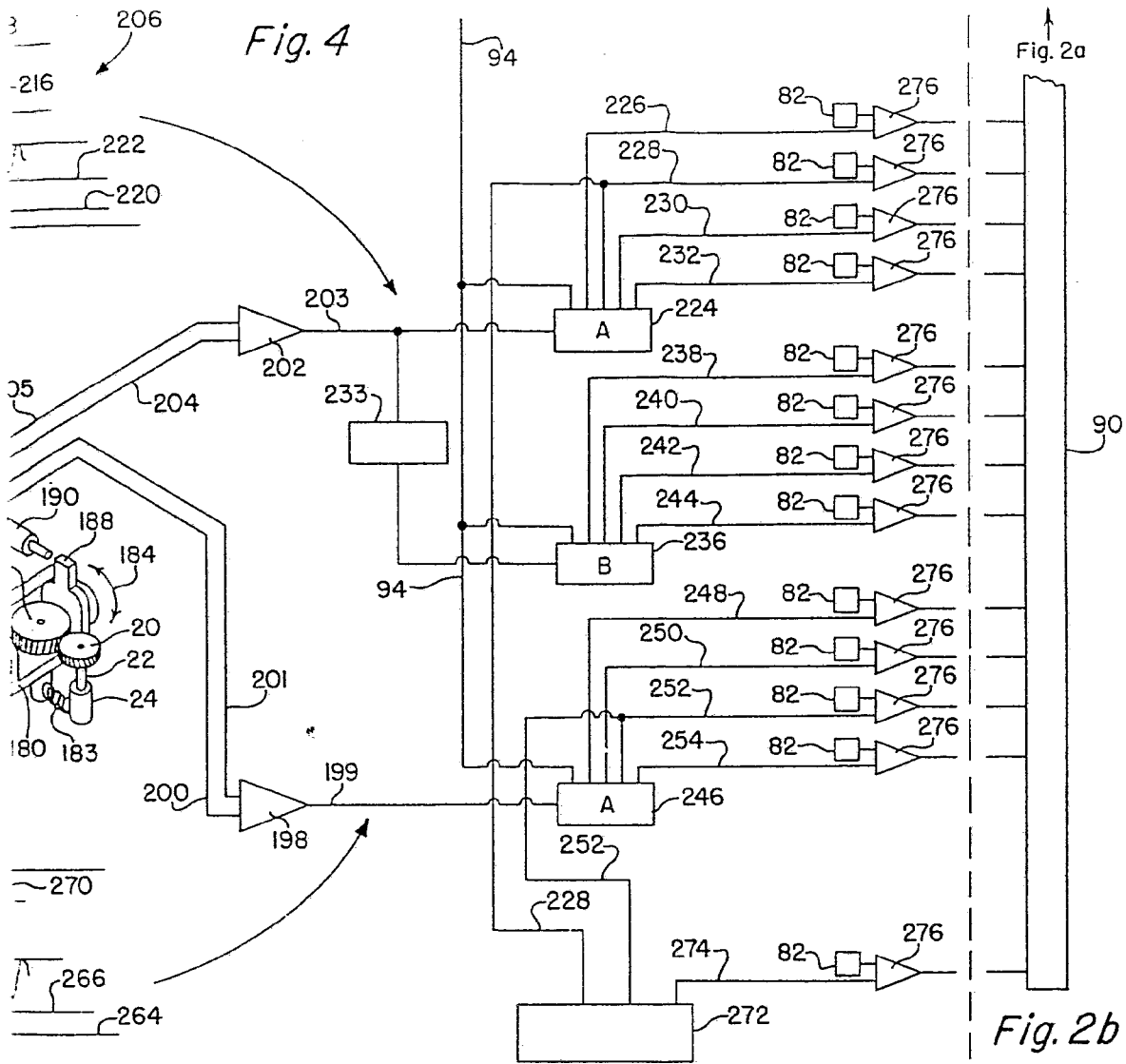


Fig. 8





31 Agosto 79





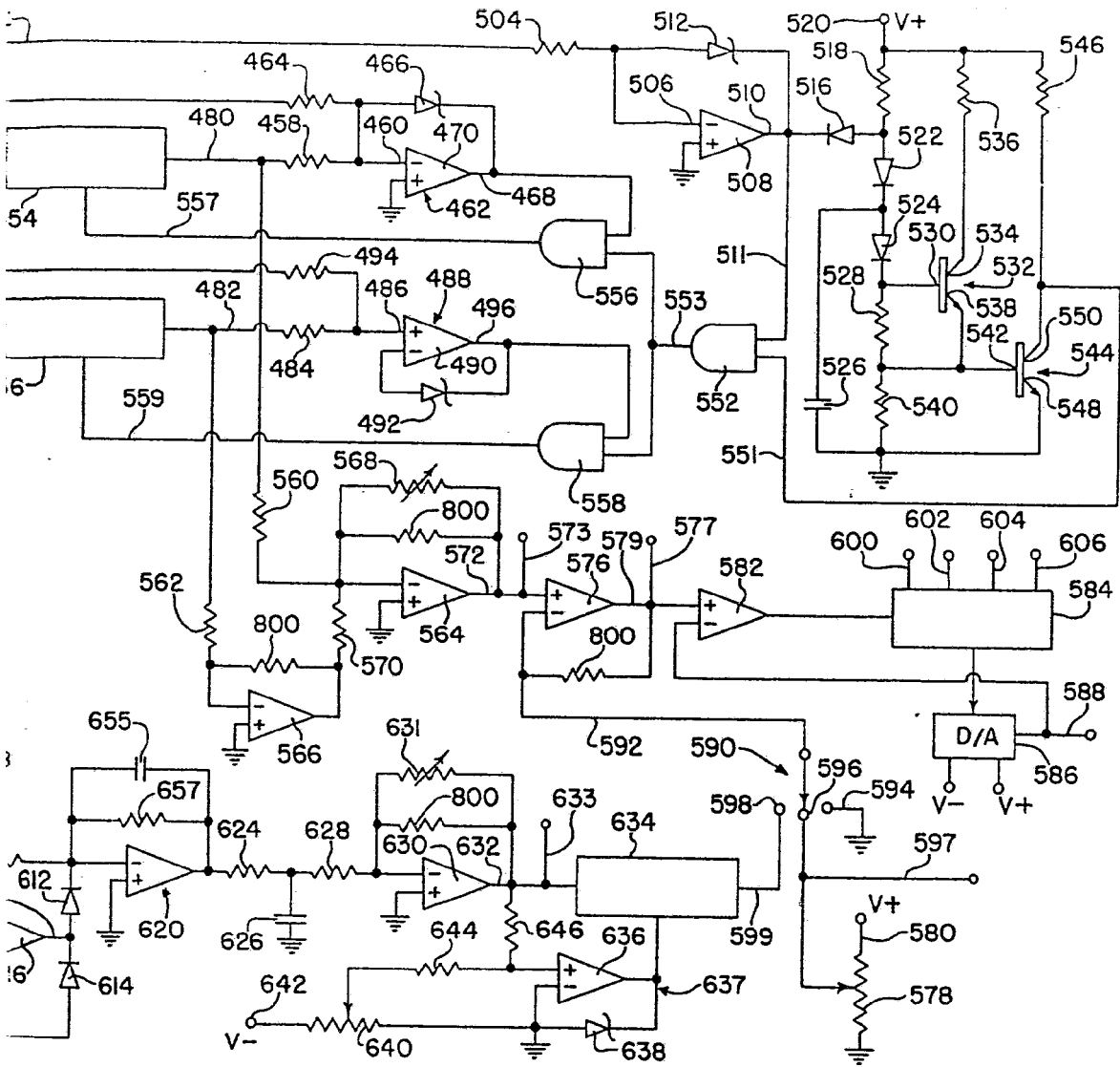


Fig. 7

3

31 Agosto 1979