



ESPAÑA

10 ES	11 NUMERO 477.321	10 AI
21	22 FECHA DE PRESENTACION 31-1-79	

PATENTE DE INVENCION

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

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO 4057/78	32 FECHA 1 de Febrero de 1.978	33 PAIS Inglaterra.
<b>CADUCADO</b>		
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL F42B	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
54 TITULO DE LA INVENCION Procedimiento para activar de una forma selectiva una pluralidad de cargas eléctricas en instantes relativos predeterminados.		
71 SOLICITANTE (S) IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE Imperial Chemical House, Millbank, Londres SW1P 3JF, Inglaterra.		
72 INVENTOR (ES) IAN JOHN KIRBY, MICHAEL IAN MITCHELL, ANDREW STRATTON.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE D. Jose Miguel Gómez-Acebo y Pombo.		

La presente invención se refiere en general a un procedimiento para activar de una forma selectiva una pluralidad de cargas eléctricas en instantes relativos predeterminados, respectivamente correspondientes. De un modo más particular se refiere a cebos con retardo activados eléctricamente para detonadores explosivos y a un sistema que comprende una pluralidad de dichos cebos, detonadores y una unidad central que genera señales de temporización de referencia para el sistema. La invención proporciona también un procedimiento perfeccionado de voladura para iniciar en secuencia cargas explosivas según la invención.

Con frecuencia es necesario detonar cargas explosivas en una secuencia predeterminada, temporizada con precisión, para muchas operaciones de voladuras y de prospección sísmica y/o exploración. La precisión de los intervalos de tiempo relativos entre explosiones sucesivas es importante, entre otras cosas, para limitar la vibración del terreno, controlar la fracturación y desplazamiento de la roca, y para producir registros sísmicos de significación. La precisión de dicha temporización relativa afecta a la eficacia y a la economía general de muchas operaciones de voladura y sísmicas.

En el pasado, en el intervalo de tiempo entre la iniciación de cargas explosivas consecutivas se ha solido controlar empleando trenes pirotécnicos de un régimen de encendido controlado (proporcionando de éste modo un retardo de la propagación) dentro de las carcassas detonadoras entre el cebo y las cargas explosivas o en el trén pirotécnico que enlaza dos detonadores. Dichos detonadores de retardo tradicionales se pueden iniciar de una forma eléctrica o explosiva y se fabrican normalmente en una o más series con varias longitudes

de composición pirotécnica de retardo para obtener intervalos de retardo nominales predeterminados.

5. Un procedimiento conocido consiste también en generar una secuencia de tiempo controlada de señales eléctricas para iniciar más o menos los cebos en una pluralidad de detonadores eléctricos a intervalos temporizados con precisión. (Véase por ejemplo las patentes EE.UU. números 2.546.686, 3.312.869 y 3.424.924). No obstante, para ofrecer una salvaguarda contra la posibilidad de deterioro en el cableado de interconexión
10. por una de las explosiones primitivas o anteriores, es necesario incorporar un retardo pirotécnico de duración de tiempo suficiente en todos los detonadores, para tener la seguridad de que todos los cebos se han incido eléctricamente antes de que ocurra la primera explosión.
15. Por consiguiente, en muchos sistemas de retardo que utilizan cebos eléctricos, el intervalo de tiempo entre cargas explosivas depende realmente de la diferencia en el retardo entre dos trenes de retardo pirotécnicos por lo menos. La precisión de dichos intervalos de temporización depende, por
20. lo tanto, de la variación estadística del promedio de cada tiempo de retardo a partir del tiempo de retardo nominal así como la variación de cada tiempo de retardo respecto a dicho promedio. La precisión que se puede conseguir en una producción real ha llegado a ser un factor de limitación en muchas operaciones de voladura y operaciones sísmicas. Además, la calidad
25. de producción de dichos sistemas de retardo se puede verificar solamente a través de muestreo destructivo, que un procedimiento costoso de pruebas y, en cualquier caso, el retardo pirotécnico incorporado en cada uno de una serie de detonadores de retardo suele ser físicamente diferente en uno o más
- 30.

respecto. Para cumplir con las exigencias de muchos intervalos de temporización diferentes, suele ser necesario también producir más de una serie de detonadores de retardo.

Se han hecho también diversas propuestas para localizar circuitos de temporización electrónicos consumibles en

5. cada lugar de voladura. Véase, por ejemplo, las patentes EE. UU. números 3.067.684, 3.571.605, 3.646.371 y 3.500.746. En

estas patentes se sugieren varias técnicas para intentar la compensación de las variaciones de frecuencia en el oscilador de temporización local y/o para hacer que el oscilador se con-

10. trole de una forma piezoeléctrica. No obstante, los retardos relativos reales conseguidos realmente están determinados por el grado con el que se consigue una norma de frecuencia pre-

terminada por el oscilador local en la mayoría de los casos. No obstante, las patentes EE.UU. números 3.646.371 y 3.500.746

15. presentan cebos de retardo electrónico de obuses de artillería que tienen circuitos de realimentación digitales relativamente complejos en un circuito de mando a distancia que compensa las variaciones detectadas en la frecuencia del oscilador local ajustando el número de impulsos del oscilador contados durante un periodo de retardo ulterior.

No obstante, se ha descubierto ahora que utilizando esta invención se puede proporcionar un sistema de una pluralidad de cebos con retardo activados eléctricamente de una precisión de temporización relativa sensiblemente mejorada y

25. de mayor flexibilidad en la elección de los retardos relativos deseados entre los diversos cebos de retardo en un sistema. El resultado es una operación más fiable, más precisa y

30. más segura. Cada cebo en el sistema de ésta invención se activa o enciende en un intervalo de retardo temporizado con pre-

- cisión después de haberse transmitido una señal común de iniciación a todos los cebos. Después que se ha recibido la señal de iniciación, todas las mediciones electrónicas de tiempo adicionales se realizan localmente en cada lugar del cebo en función al intervalo temporizado con precisión, previamente medido entre señales de referencia recibidas antes desde un lugar central. El resultado es el disparo o encendido retardado con precisión de una serie de cebos en una secuencia de tiempo predeterminada sin tener en cuenta el deterioro que pudiera ocurrir en el cableado de interconexión durante la operación explosiva real.

- En la modalidad actualmente preferible, que sirve de ejemplo, una "unidad de control de disparo" electrónica se sitúa a distancia y se conecta para transmitir señales codificadas a cada uno de una pluralidad de detonadores activados eléctricamente en un sistema explosivo. Dichas señales se pueden transmitir, por ejemplo, por un sistema de transmisión de señales bialámbricos paralelo. Cada uno de los detonadores activados eléctricamente incorpora una unidad de cebador electrónico junto con una composición iniciadora pirotécnica y/o cargas de base según sea apropiado, para detonar una carga explosiva principal. Cada una de las unidades de cebador electrónico son preferiblemente idénticas excepto en las direcciones o localizaciones electrónicas de codificación digital diferentes o "números de cebador" que se relacionen con los tiempos relativos de activación del cebador después de recibir una señal de iniciación.

- Al contrario que los detonadores de retardo eléctrico tradicionales, el retardo no dependerá principalmente del tiempo de propagación en un tren pirotécnico o similar. Por el

- contrario, el retardo se genera de una forma electrónica precisa en cada unidad de cebador electrónico basándose en la información recibida previamente de la unidad de control de disparo central. Inmediatamente después de una operación de voladura,
5. cada una de las unidades de cebador electrónico individuales se activan por la unidad de control que transmite también señales de información relativas a los retardos predeterminados respectivos. Esta información se almacena eficazmente por cada una de las unidades de cebador electrónico respectivas y después actúan electrónicamente según ordenes de la unidad de control de disparo.
- 10.

Esta invención presenta exigencias de diseño de cebadores menos rigurosas y proporciona una flexibilidad mucho mayor para conseguir retardos relativos de una sola serie de detonadores electrónicos fabricados que son prácticamente idénticos eléctrica y mecánicamente. Por consiguiente, se pueden emplear procedimientos de fabricación y de control de inventario más simples.

15.

Las unidades de cebadores electrónicos y/o detonadores que emplean dichas unidades son de instalación sencilla y pueden incorporar íntegramente protección contra fuentes parásitas de energía eléctrica y/o magnética. Dichos cebadores se pueden conectar también en canales paralelos múltiples y controlarse para disparar de una forma consecutiva o simultáneamente. En la modalidad actualmente preferible que sirve de ejemplo, se consiguen retardos contando impulsos de cronometración de un generador de impulsos de cronometración local en un intervalo definido y precisión por la unidad central de control de disparo no consumible. Después se genera un intervalo de tiempo igual o proporcionado montando un número igual de im-

20.

25.

30.

- pulsos de una frecuencia de impulsos derivada de la frecuencia del generador de impulsos de cronometración local y en proporción con la misma. Como cada cebador de retardo electrónico es consumible (v.g, se destruye durante la explosión), es preferible emplear un oscilador o generador de impulsos de cronometración relativamente barato. Esto es totalmente factible con ésta invención, puesto que los retardos relativos obtenidos están en su función a la estabilidad del generador de impulsos de cronometración en un periodo de tiempo relativamente corto en lugar de estar en función a la frecuencia absoluta de oscilación. O sea, aunque los diversos osciladores de cronometración local de un sistema pueden funcionar a frecuencia virtualmente diferentes en tanto que cada oscilador local sea relativamente estable en un periodo de tiempo relativamente corto (del mismo orden de magnitud que el retardo máximo deseado) la precisión general de la temporización del sistema será muy buena.
- 5.
  - 10.
  - 15.

- Existen varias técnicas aceptables para transmitir la información de tiempo de referencia requerida desde la unidad de control central del disparo hasta los cebos electrónicos de retardo consumibles. Por ejemplo, una serie de impulsos separados en el tiempo con precisión se pueden transmitir simultáneamente a todos los cebadores con contadores de localización apropiados en los cebadores que eligen los intervalos de tiempo entre los impulsos predeterminados del trén de impulsos como el intervalo de tiempo de referencia para el cebador particular. Entonces se puede medir un periodo de retardo subsiguiente por cada cebador en función a su propio intervalo de tiempo de referencia peculiar. Dichos periodos de retardo se pueden medir comenzando en una señal de inicia-
- 20.
  - 25.
  - 30.

- ción común para todas las unidades de cebador o, como variante, la medición del periodo de retardo puede comenzar inmediatamente después de concluir el intervalo de tiempo de referencia para uno o todos los cebadores en un sistema. Como variante,
5. se puede transmitir un único intervalo de tiempo de referencia recibido por todas las unidades de cebador electrónicas que después miden su propio retardo predeterminado respectivamente correspondiente basado en el intervalo de tiempo de referencia medido (v.g., la mitad, un tercio, uno, uno y medio etc, del intervalo de tiempo de referencia) Como es lógico,
10. si se desea, se puede hacer que respondan dos o más unidades de cebador del mismo modo a las mismas señales de control por lo que se alimentará energía simultáneamente a la pluralidad de cargas eléctricas, como son los cebos eléctricos. Estas técnicas así como las variaciones y modificaciones de las mismas se comprenderán de una forma más completa por la descripción detallada que sigue de una modalidad que sirve de ejemplo.
15. En el caso en que se elijan señales de control características para cualquier cebador electrónico dado por contaje de impulsos de control, se puede emplear un primer contaje predeterminado para identificar el comienzo de un intervalo de tiempo de referencia. De un modo similar, se puede utilizar un segundo contaje predeterminado para identificar el final de un intervalo de tiempo de referencia. Lógicamente, para
20. una pluralidad de cargas, el segundo contaje predeterminado puede ser el mismo para todas las cargas o mayor que el primer contaje predeterminado en un número específico. Por ejemplo, los primeros contajes predeterminados asignados a una serie de cebos electrónicos pueden ser consecutivos y los cebos
25. se activan entonces en un orden numérico del complemento de los
- 30.

5. primeros contajes predeterminados con relación al segundo contaje predeterminado más la unidad o, como variante, simplemente del orden numérico de los primeros contajes predeterminados. De nuevo, estas y otras posibilidades se comprenderán mejor después de haberse comprendido la modalidad detallada que sirve de ejemplo.

10. Cuando se cuentan señales de control para identificar el intervalo de temporización de referencia apropiado para un cebo dado, se puede utilizar un contador electrónico de precolocación (v.g., previamente descodificado) para determinar el momento en el cuál el contaje alcanza el primer y segundo contajes predeterminados mencionados anteriormente. Como variante, se puede unir un circuito lógico apropiado a las salidas entre tapas de un contador electrónico tradicional para comparar su contenido con uno o más números predeterminados almacenados en un registrador u otro dispositivo de almacenamiento de datos.

20. En la modalidad que sirve de ejemplo y que se describirá a continuación la medición de retardo real se hace utilizando un generador de impulsos de cronometración local y un contador reversible para contar los impulsos de cronometración en el lugar de cada cebo electrónico. El periodo de retardo real entre la señal de iniciación transmitida desde la unidad de control de disparo y la activación de la carga eléctrica conectada se determina contando a partir de un contenido inicial predeterminado (que puede ser cero) en una dirección al comienzo del intervalo de tiempo de referencia, deteniendose el contaje al final del intervalo de tiempo de referencia e invirtiendo después la dirección del contador y activando la carga eléctrica conectada siempre que el contenido del contador

25.

30.

alcance el valor de iniciación inicial ( que puede ser cero)  
La operación de contaje inversa se puede iniciar inmediatamente al final del intervalo de tiempo de referencia o, como variante, puede comenzar después partiendo de una señal de

5. "iniciación" separada transmitida desde la primera unidad de control.

La energía necesaria para activar la carga eléctrica conectada (v.g., un cebo eléctrico), junto con toda la energía adicional necesaria para hacer funcionar el sistema de elección proceso y temporización de la señal electrónica en el lugar de cada carga se alimenta preferiblemente desde la unidad central de control de disparo por medio de corriente alterna o continua. Cuando se utiliza una fuente de energía de corriente alterna, tanto la energía para activar la carga como las señales de control se alimentan convenientemente, aunque no de una forma necesaria a través de un dispositivo transformador. Las señales de control o de información se pueden realizar como interrupciones y/o modificaciones de dichas corrientes eléctricas alterna o continua desde la unidad de control de disparo.

10.

15.

20.

Por ejemplo, cuando la carga es un cebo eléctrico, la unidad de almacenamiento de energía puede estar revista por un capacitor que se carga por energía eléctrica procedente de la unidad de control de disparo. Este capacitor almacena entonces suficiente energía para mantener el funcionamiento de los circuitos electrónicos para los periodos de retardo requeridos y, además, para activar el cebo eléctrico conectado de modo que el sistema continúe funcionando según se desee aún cuando se deterioraran los hilos de interconexión con la unidad de control de disparo durante explosiones anteriores.

25.

30.

- Cada circuito de retardo electrónico comprende también preferiblemente medios para identificar características predeterminadas de las señales legítimas de control (v.g., duración o frecuencia de los impulsos de la señal) de modo que tan solo las señales activadores de características predeterminadas elegidas pasen a la circuitería de retardo. Se incluyen también medios apropiados para separar y/o derivar señales de control de la energía eléctrica alimentada por la unidad de control de disparo. Hay previsto otros medios para reponer o colocar previamente las condiciones iniciales correctas del circuito al iniciarse la activación del circuito por la unidad de control de disparo y antes de que se almacene suficiente energía para la activación de la carga. También hay previstos medios para proteger los circuitos electrónicos contra el deterioro por tensiones de entrada excesiva.
- 5.
- 10.
- 15.

- El aparato para activar de una forma selectiva una pluralidad de cargas eléctricas en instantes relativos predeterminados respectivamente correspondiente comprende: una unidad central para proporcionar señales de temporización de referencia y un dispositivo separado eléctrico de temporización y de activación de la carga conectado con cada carga eléctrica y también conectado para recibir las señales de temporización de referencia, comprendiendo cada uno de los dispositivo medios de temporización para medir un intervalo de tiempo de referencia definido por las señales de temporización de referencia y para activar interiormente su carga eléctrica correspondiente después de un retardo predeterminado respectivamente correspondiente cuyo retardo se determina en función al intervalo de tiempo de referencia medido. La unidad central de ésta invención puede proporcionar también energía eléctrica para utilizarse en la activación de
- 20.
- 25.
- 30.

- la carga, y cada uno de los dispositivo puede comprender un dispositivo de almacenamiento de energía conectado para recibir y almacenar la energía eléctrica y para suministrar por lo menos una parte de la energía almacenada a su carga eléctrica correspondiente cuando se conecta con la misma después del retardo predeterminado respectivamente correspondiente. Además, el aparato de ésta invención se puede realizar disponiendo cada uno de los dispositivos en el lugar de su carga eléctrica correspondiente y continuando la operación después de recibir las señales de temporización de referencia aún cuando quedarán aislados de la unidad central.
- 5.
- 10.

- Los retardos predeterminados respectivamente correspondiente para todos los dispositivos de ésta invención se puede medir a partir de un instante de referencia común definido también por las señales de temporización de referencia. Dichas señales de temporización de referencia pueden comprender también una secuencia de acontecimiento temporizados con precisión en los cuales cada uno de los dispositivos de temporización comprenden: una fuente de impulsos de cronometración generados localmente; un dispositivo contador de precolocación para contar los acontecimientos temporizados para proporcionar una primera y una segunda señales correspondientes, respectivamente, al primer y segundo contenido predeterminados del contador; un dispositivo contador de temporización para contar el número de impulsos de cronometración que tienen lugar entre la primera y la segunda señales, y un dispositivo de activación para activar la carga eléctrica conectada después de un retardo ulterior medido contando un número de impulsos de cronometración, llevando el número de impulsos de cronometración contados una relación predeterminada con respecto al número
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

5. contado entre la primera y la segunda señales. El segundo contenido del contador predeterminado puede ser igual para todos los dispositivos y cada dispositivo pueden comprender medios para reponer inicialmente el dispositivo contador precolocado y el dispositivo contador temporizador al contenido inicial predeterminado.

10. La unidad central de ésta invención puede comprender medios para formar la secuencia de acontecimientos temporizados con precisión como variaciones superpuestas en el flujo de energía eléctrica desde la unidad central hasta los dispositivos y pueden comprender también medios de retardo para retardar la transmisión de las señales de temporización de referencia durante un intervalo de tiempo predeterminado después de iniciarse la operación. Además, el dispositivo contador temporizador puede comprender un contador de orden ascendente-descendente conectado para contar en una dirección a partir de un contenido inicial predeterminado entre la aparición de la primera y la segunda señales para contar ulteriormente en la dirección opuesta; el dispositivo de activación se conecta al

15. contador de orden ascendente-descendente para detectar el instante en que su contenido iguala de nuevo el contenido predeterminado inicial y para activar la carga eléctrica conectada en respuesta a dicha acción.

20.

25. Para más detalle, el dispositivo contador precolocado puede comprender: un contador digital, un dispositivo lógico conectado para proporcionar la primera señal cuando el contenido precolocado del contador digital se establece, y medios para proporcionar la segunda señal cuando el contenido máximo del contador digital se establece. Además, el dispositivo contador de temporización puede comprender un contador de

30.

- orden ascendente-descendente conectado para contar en una dirección a partir de un contenido inicial predeterminado entre la aparición de la primera y la segunda señales y para contar después en la dirección opuesta; el dispositivo de activación se conecta también al contador de orden ascendente-descendente para detectar el tiempo en que su contenido iguala de nuevo el contenido predeterminado inicial y para activar la carga eléctrica conectada en respuesta a dicha acción. El dispositivo de activación puede comprender también un dispositivo lógico que permite la activación de la carga eléctrica solamente si el contador digital del dispositivo contador precolocación ha alcanzado previamente un contenido predeterminado.

- La unidad central de ésta invención puede comprender una pluralidad de canales de salida, que proporcionan señales de temporización de referencia respectivamente correspondientes en cada canal para ser utilizadas por conjuntos correspondientes diferentes de dichos dispositivos. Además, cada uno de los dispositivos puede comprender un dispositivo de disipación de energía conectado para agotar prácticamente el dispositivo de almacenamiento de energía de su energía almacenada en un periodo de tiempo predeterminado después de haber recibido por última vez la energía de la unidad central, desactivando por lo tanto el dispositivo si su carga eléctrica no se ha activado dentro del periodo de tiempo predeterminado.

- Todos los dispositivos se pueden conectar eléctricamente en paralelo con la unidad central y cada dispositivo puede comprender además medios de discriminación para reducir al mínimo la posibilidad de que entradas eléctricas parásitas al mismo dieran por resultado la activación de la carga eléctrica parásitas al mismo dieran por resultado la activación de

la carga eléctrica conectada. La unidad central de ésta invención se puede conectar también a cada uno de los dispositivos por dos conductores eléctricos en los cuales cada uno de los dispositivos comprende medios para aceptar y utilizar salidas eléctricas de la unidad central cualquiera que sea el orden relativo en el que se conecta los conductores o la polaridad relativa resultante de las señales de salida eléctricas suministradas a cualquier dispositivo dado.

5.

En la modalidad de ésta invención, actualmente preferible, cada una de las cargas eléctricas comprende un cebo eléctrico situado para encender un detonador de voladura.

10.

Por consiguiente, dicha modalidad, proporciona un sistema de control de disparo de explosivos para activar de una forma selectiva una pluralidad de cebos eléctricos después de retardos predeterminados respectivamente correspondientes, cuyo sistema comprende: una unidad de control de disparo situada en un lugar distante para proporcionar señales de temporización de referencia y un dispositivo temporizado eléctrico situado en el lugar de cada cebo eléctrico y conectado para activar su cebo correspondiente en respuesta a las señales de temporización de referencia, comprendiendo cada uno de los dispositivos de temporización medios de temporización para medir un intervalo de tiempo de referencia definido por las señales de temporización de referencia y para activar posteriormente su cebo correspondiente después de un retardo predeterminado respectivamente correspondiente cuyo retardo se determine en función el intervalo de tiempo de referencia medido.

15.

20.

25.

El sistema de control de disparo de explosivos puede comprender una unidad de control de disparo que proporciona también energía eléctrica para utilizarse en la activación de los

30.

- cebos, y cada uno de los dispositivos de temporización puede comprender un dispositivo de almacenamiento de energía conectado para recibir y almacenar la energía eléctrica y para suministrar por lo menos una parte de dicha energía a su cebo correspondiente. El dispositivo de almacenamiento de energía puede también alimentar energía al dispositivo de temporización y asegurar por lo tanto, su funcionamiento después de recibirse las señales de temporización de referencia aún cuando el dispositivo de temporización se haya aislado ulteriormente de la unidad de control de disparo. Además, el dispositivo temporizador en cada uno de los dispositivos de temporización puede comenzar a medir su retardo predeterminado respectivamente correspondiente en un instante de referencia común definido también por las señales de temporización de referencia.
- 5.
- 10.
- 15.

- Esta invención proporciona un dispositivo de temporización eléctrico para activar una carga eléctrica después de un retardo predeterminado que actúa conjuntamente con una unidad a distancia que proporciona señales de referencia de temporización precisas, cuyo dispositivo comprende: un dispositivo de medición de intervalo de tiempo destinado a recibir las señales de referencia temporizadas con precisión y medir un primer intervalo de tiempo asociado con las mismas, y medios de salida para activar ulteriormente la carga eléctrica después del retardo predeterminado que se determina en función al primer intervalo de tiempo medido.
- 20.
- 25.

- Un conjunto de cebo eléctrico de retardo según esta invención se puede utilizar conjuntamente con una unidad de control de disparo a distancia que proporciona señales de referencia temporizadas con precisión, cuyo conjunto de cebo com
- 30.

prende: un cebo activado eléctricamente, un dispositivo de medición de intervalo para recibir las señales de referencia temporizadas con precisión y medir un primer intervalo de tiempo asociado con las mismas, y medios de salida para activar ul-  
5. teriormente el cebo después del retardo predeterminado que se determina en función al primer intervalo de tiempo medido.

Esta invención proporciona un procedimiento para acti-  
var de una forma selectiva una pluralidad de cargas eléctricas en instantes relativos predeterminados respectivamente corres-  
10. pondientes, cuyo procedimiento comprende las fases de: generar señales de temporización de referencia en un lugar central; re- cibir de una forma separada y elaborar las señales de tempori- zación de referencia en el lugar de cada carga eléctrica;  
comprendiendo la fase de elaboración en cada lugar la medición  
15. de un intervalo de tiempo de referencia respectivamente corres- pondiente definido por las señales de temporización de refe- rencia y medir ulteriormente un retardo predeterminado respec- tivamente correspondiente en función al intervalo de tiempo de referencia medido anteriormente, y activar cada carga eléctri-  
20. ca después de haber transcurrido su retardo predeterminado res- pectivamente correspondiente.

Este procedimiento puede comprender además las fa-  
ses de: transmitir energía eléctrica desde el lugar central  
hasta cada uno de los lugares conjuntamente con la transmisión  
de las señales de temporización de referencia y recibir y al-  
25. macenar energía eléctrica en cada uno de dichos lugares y uti- lizar por lo menos una parte de la energía almacenada en cada lugar para activar la carga eléctrica respectivamente corres- pondiente. Además, los retardos predeterminados respectivamen-  
30. te correspondiente asociados con cada carga eléctrica se pueden

medir todos partiendo de un instante de referencia común.

5. Las señales de temporización de referencia en el procedimiento de ésta invención pueden comprender una secuencia de acontecimiento temporizados con precisión en los cuales la fase de medición en cada lugar de la carga comprende: generar localmente una fuente de impulsos de cronometración, contar impulsos de cronometración que tiene lugar entre la primera y la segunda señales, y ulteriormente medir el retardo predeterminado contando un número de impulsos de cronometración que mantiene una relación predeterminada con el número de impulsos de cronometración contados anteriormente entre la primera y la segunda señales. Además, las cargas eléctricas pueden comprender cebos eléctricos situados en detonadores de voladuras por lo que las cargas de voladuras se inician en secuencia en instante relativos respectivamente correspondiente.

10. El procedimiento de ésta invención sirve para activar una carga eléctrica con un retardo predeterminado después de una señal, y comprende: señales de control de alimentación a intervalos temporizados con precisión a un sistema selector de señales precolocado en el cual dos señales de control características del retardo deseado se eligen; generar una primera y una segunda señales de temporización en respuesta a cada una de las dos señales de control elegidas; alimentar la primera y la segunda señales de temporización a medios de temporización en los cuales se mide el intervalo de tiempo entre la primera y la segunda señales de temporización; generar una señal de iniciación y, después de un periodo de retardo a partir de la señal de iniciación que se determina por el intervalo de tiempo entre la primera y la segunda señales de temporización, medidas por el dispositivo temporizador, alimentar
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

energía a la carga.

5. Un sistema para activar una serie de cargas eléctricas en una secuencia temporizada predeterminada después de una señal de iniciación, comprende: Una fuente de alimentación de energía eléctrica; medios para generar un trén de señales de control temporizadas con precisión, y un circuito de conmutación de control de tiempo por cada carga para conectar la fuente de alimentación a la carga correspondiente en un instante deseado, comprendiendo cada uno de los circuitos de conmutación: medios para recibir el trén de señales de control; un sistema selector de señales precolocado que tiene medios para elegir una primera y una segunda de las señales de control y para generar una primera y una segunda señales de temporización en respuesta a la primera y segunda señales de control, respectivamente; medios para generar una señal de iniciación y medios de temporización para medir el intervalo entre la primera y la segunda señales de temporización y para generar una señal de salida, por lo que la carga correspondiente se conecta a una fuente de alimentación de energía en un intervalo de tiempo y después de la señal de iniciación determinado por el intervalo entre la primera y la segunda señales de temporización.
- 10.
- 15.
- 20.

25. Cada carga en éste sistema puede ser un cebo eléctrico y cada circuito de conmutación de control de tiempo se puede situar con un cebo correspondiente en una carcasa de detonador que contiene cargas explosivas. Además, este sistema puede comprender un capacitor de almacenamiento de energía en cada carcasa para almacenar suficiente energía y hacer funcionar el circuito de conmutación y disparar el cebo aún
- 30.

cuando se desconecte las conexiones externas al cebo después de la señal de iniciación.

5. El sistema de ésta invención puede comprender también en cada circuito de conmutación de control de tiempo un dispositivo discriminador de señales para identificar la duración de las características de la frecuencia de las señales de control, por lo que solamente las señales que tienen una duración o característica de frecuencia elegidas pasen para ser utilizadas por el circuito de conmutación. Cada circuito
10. de conmutación de control de tiempo pueden comprender: medios para separar o derivar señales de control procedente de la fuente de alimentación de energía; medios para preecolocar las condiciones de iniciación correctas para el circuito de conmutación. y medios para proteger el circuito de conmutación
15. contra el deterioro por un voltaje excesivo. Además, el sistema selector de señales de preecolocación puede comprender: un contador digital electrónico que tiene elementos lógicos donde el estado de los elementos lógicos representa el contaje de señales de control y la primera y la segunda señales de temporización pueden generar al alcanzarse los
20. estados lógicos predeterminados. Dichos elementos lógicos pueden comprender: un primer conjunto de puertas lógicas conectadas al contador digital y que, al contarse el primer número predeterminado, genera la primera señal de temporización, y un segundo conjunto de puertas lógicas conectado al
25. contador digital y que, al contarse el segundo número predeterminado, genera la segunda señal de temporización.

30. Los elementos lógicos de éste sistema puede comprender también: un primer registrador lógico que tiene el primer número predeterminado establecido permanentemente, y un

5. primer comparador lógico para comparar el contenido del contador comparado con el estado del primer registrador lógico, generando por lo tanto una primera señal de temporización cuando el contenido del contador y el estado del primer registrador lógico son idénticos; un segundo registrador que tiene el segundo número predeterminado establecido en el mismo permanentemente, y un segundo comparador lógico que genera la segunda señal de temporización al contarse el segundo número predeterminado.
10. El dispositivo de temporización de éste sistema puede comprender: un generador de impulsos de cronometración que contiene un oscilador, y un contador digital electrónico reversible conectado para recibir impulsos de cronometración del generador de impulsos de cronometración. El sistema selector de señales y el contador reversible pueden funcionar también en respuesta a la primera señal de control elegida para alimentar la primera señal de temporización al contador reversible que inicia entonces un conteje de impulsos de cronometración en una dirección, y en respuesta a la segunda señal de control elegida para alimentar la segunda señal de temporización y detener el contador reversible. No obstante, la segunda señal de temporización puede generar también una señal inicial virtualmente coincidente o iniciar un contador de retardo que cuenta un número predeterminado de señales de control después de la señal de control que genera la segunda
15. señal de temporización y genera ulteriormente la señal de iniciación. La señal de iniciación puede iniciar también un conteje inverso de impulsos de cronometración en el contador reversible y, cuando el conteje inverso vuelve al contador
20. de iniciación, se puede producir una señal de activación que
- 25.
- 30.

hace que se active la carga.

5. Estos y otros objetos y ventajas de ésta invención se comprenderán mejor y de una forma más completa por la descripción detallada que sigue de una modalidad que sirve de ejemplo, conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

10. La figura 1 es un diagrama esquemático de conjunto de un sistema según ésta invención que incorpora una unidad de control de disparo centralizada para suministrar energía de disparo o activación e impulsos de control de tiempo a una serie de cebos activados eléctricamente.

15. La figura 2 es un diagrama esquemático de conjuntos más detallado de los circuitos de retardo electrónico asociados con cada uno de los cebos en la figura 1.

La figura 3 ilustra una secuencia de temporización similar a la de la modalidad de la figura 1 que sirve de ejemplo.

20. La figura 4-6 ilustran secuencia de temporización alternativas que sirven de ejemplo para una serie de cebos eléctricos activados de acuerdo con ésta invención.

La figura 7 es un diagrama esquemático de una forma simple de unidad de control de disparo que se puede utilizar con ésta invención.

25. La figura 8 y 9 son diagramas de temporización de señal útiles para explicar el funcionamiento del circuito ilustrado en la figura 7.

Las figuras 10, 11A y 11B son diagramas esquemáticos con detalle progresivamente en aumento de la circuitería electrónica de retardo ilustrada en la figura 2.

30. Las figuras 12 y 13 son diagramas de temporización de la señal útiles para explicar el funcionamiento de los cir

cuitos representados en las figuras 2,10 y 11.

Las figuras 14 y 15 son diagramas esquemáticos de generadores de impulsos de cronometración locales, que sirven por ejemplo, y que se pueden utilizar con ésta invención; y las.

5.

Las figuras 16 y 17 son gráficos comparativos que ilustran diferentes aspectos del comportamiento del sistema cuando se utilizan los tipos diferentes de generadores de impulsos de cronometración locales ilustrados en las figuras

10.

15.

Refiriéndonos a la figura 1, una fuente de energía 10 suministra energía de activación o disparo y una secuencia de impulso de control de temporización a través de los hilos 12 y 13A al circuito de retardo electrónico 14A que, a su vez, se conecta a una carga activada eléctricamente (v.g., el cebo de un detonador eléctrico) por los hilos 15A. Otros circuitos electrónicos de retardo 14B-14ZZ (tantos como se desee dentro de limitaciones del sistema) se conectan en paralelo o en serie (no se ilustra a la unidad de control centralizada 10 por hilos conductores 12 y a las cargas activadas eléctricamente (v.g., cebos) por hilos conductores 15B-15ZZ.

15.

20.

Cada circuito de retardo de temporización 14A-14ZZ de la figura 1, se ilustra con mayor detalle en la figura 2. En éste caso los impulsos de energía eléctrica y de control se alimentan a una unidad discriminadora 16 a través de hilos conductores 13. La unidad 16, a través de los hilos 17, alimenta voltajes de servicio apropiados para los circuitos electrónicos de temporización y, a través de los hilos conductores 18, alimenta energía a un acumulador de energía 19. El acumulador de energía 19 suele ser un capacitor que tiene capacidad

25.

30.

suficiente para asegurar que, aún cuando se rompiera los hilos 13 después de iniciarse el funcionamiento del sistema, pueda fluir energía desde el acumulador 19 a través de los hilos conductores 18 para proporcionar las tensiones de funcionamiento requeridas en las líneas 17.

5.

Al recibir inicialmente energía la unidad 16 genera un impulso de reposición en la línea 21 que coloca positivamente (de una forma directa o indirecta) los contadores de impulsos 23 y 35 y las unidades lógicas 30 y 40 a un estado de iniciación apropiado. El discriminador 16 contiene también preferiblemente medios para identificar los impulsos de control del tiempo de información recibido por los hilos conductores 13 y alimentarlos por la línea 22 a la unidad lógica 30. El contenido del contador 23 se establece por el impulso de reposición por la línea 21 igual a un número predeterminado  $N_1$  (cero en esta modalidad que sirve de ejemplo). Los impulsos de control se alimentan al contador 23 por la línea 31 bajo control de la unidad lógica 30. Una unidad de localización 25 recibe el estado del contador 23 por las líneas 24 y determina el momento en que el contenido del contador 23 iguala un

10.

15.

segundo número predeterminado  $N_2$  que es mayor que  $N_1$  y, en el tiempo de dicha igualdad, genera una primera señal de control por la línea 26  $N_2$  es el número de localización que identifique un circuito de retardo de tiempo individual 14 y se define por la ecuación:

20.

25.

$$N_2 = M + m - 1$$

donde  $M$  es un número mayor que  $N_1$ , y es el mismo para todos los circuitos de retardo 14,  $m$  es un entero igual o mayor que la unidad y menor o igual que un número elegido  $m_0$  que determina la longitud máxima de la secuencia de cargas (v.g., cebos) que

30.

se pueden disparar desde una sola entrada por los hilos conductores 13. Una serie de circuitos de retardo 14 para activar los cebos en secuencia de tiempo se elige a partir de los circuitos de retardo con número de localización  $M$ ,  $M + 1$ ,  $M + 2$  ---  $(M + m - 1)$  ---  $(M + m_0 - 1)$ . En cualquier serie de cebos, los cebos en esta modalidad particular que sirve de ejemplo, explotarán de una forma individual en orden numérico ascendente o descendente del número de localización.

10. Una unidad de localización adicional 28 recibe el estado del contador 23 por las líneas 27 y determina el momento en que el contenido del contador 23 es igual a un tercer número predeterminado  $N_3$  que es mayor que  $N_2$ . En el instante de dicha igualdad, se genera una segunda señal de control por la línea 29. En cualquier serie de cebos,  $N_3$  puede ser igual para todos los circuitos de retardo o  $(N_3 - N_2)$  puede ser igual para todos los circuitos de retardo en la modalidad que sirve de ejemplo.

15. Un generador de impulsos de cronometración 34 produce impulsos de cronometración que se pueden alimentar, si se desea, por la línea 37 a la unidad discriminadora 16 y utilizarse como dispositivo de temporización contra el cuál se identifica las duraciones de los impulsos de control. No obstante, en la modalidad que sirve de ejemplo se utilizan otros medios para discriminar contra señales de control que tengan duraciones de impulsos inapropiadas. Los impulsos de cronometración se alimentan por la línea 36 a un contador digital reversible 35 que puede contar en dirección directa o inversa en respuesta a una tercera señal de control a partir de la unidad lógica 30 por la línea 32. El conteo en el contador 35 se inicia y se detiene por una cuarta señal de control

20.

25.

30.

5. a partir de la unidad lógica 30 en la línea 33. El impulso de reposición en la línea 21 coloca inicialmente el contador 35 a cero y coloca la unidad lógica 30 en un estado de iniciación de modo que los impulsos de control, cuando se reciben por la línea 22, se transmiten por la línea 31 se produzca una señal de control de contaje directo por la línea 32 y una señal de control que inhibe el contaje de los impulsos de cronometración por el contador 35 se produce por la línea 33.

10. Al recibirse la primera señal de control por la línea 26, la unidad lógica 30 cambia el estado de la cuarta señal de control por la línea 33 para iniciar el contaje directo del contador 35. Al recibirse la segunda señal de control por la línea 29, la unidad lógica 30 cambia la tercera señal de control por la línea 32 y se invierte la dirección de contaje por el contador 35.

15. En esta modalidad, la segunda señal de control es también la señal de iniciación para temporizar el intervalo de retardo antes de que se dispare el cebo. No obstante, en otra modalidad, la señal de iniciación se dispone de forma que tenga lugar a un cierto número predeterminado de impulsos de control después de recibirse la segunda señal de control. En esta modalidad alternativa la unidad lógica 30, al recibir la segunda señal de control, se dispone para alterar la cuarta señal de control de nuevo y detener por lo tanto el contaje por el contador 35. Después, al recibirse, por la línea (22) un número adicional de impulsos de control (que pueden ser de la unidad), el circuito lógico 30 invierte la dirección de contaje por el contador 35 alterando la tercera señal de control por la línea 32 (la señal de iniciación de retardo) y también inicia el contaje inverso alterando la cuarta señal de control por la línea 33. En ambas modalidades, (a) al recibirse la segunda señal

20.

25.

30.

5. de control por la unidad lógica 30 se inhiben los impulsos adicionales de control que pasan por la línea 31 al contador 23, o (b) el diseño del contador 23 es de tal naturaleza que el estado del contador  $N_3$  se transmite por las líneas 27 cuando el número de impulsos de control recibidos por el contador 23 es igual o mayor que  $N_3$ . El contador 23 se puede hacer también para que no pueda exceder de  $N_3$  con el fin de asegurar una detección precisa de esta condición (vesse la patente Británica número 1.258.892).

10. Reanudando la explicación de la modalidad ilustrada que sirve de ejemplo cuando la dirección de conteo por el contador 35 se ha invertido, la unidad lógica 30 alimenta una señal indicadora por la línea 39 a una unidad lógica 40. Cuando el contenido del contador 35 ha vuelto a cero, se produce una señal indicadora adicional por las líneas 38 y se alimenta a la unidad lógica 40, después de lo cual la unidad lógica 40 produce una quinta señal de control por la línea 41 que hace que un conmutador 42 conecte el acumulador de energía 19 a través de las líneas 20 y las líneas 15 al cebo (no ilustrado en la figura 2).

15.

20.

25. En los ejemplos de las secuencias de temporización ilustradas en las figuras 3, 4, 5 y 6, los valores elegidos  $N_1 = 0$ ,  $M = 1$  y  $m_0 = 6$  son simplemente ilustrativos, además, los intervalos entre los impulsos de control se han elegido iguales simplemente a título de ilustración. El tiempo se representa sobre los ejes horizontales junto con impulsos de control  $P_1, P_2, P_3$  -- y el contenido del contador 23. Los ejes verticales representan el contenido del contador reversible 35 según avanza el tiempo, aproximándose las fases individuales, para mayor claridad por una línea recta.

30.

5. En la modalidad de la figura 3, el conteaje por el contador 35 se inicia cuando el conteaje en el contador 23 alcanza el número de localización  $N_2$ . Cuando el conteaje en el contador 23 alcanza  $N_3 = 7$  todos los circuitos de retardo comienzan un conteaje inverso por el contador 35 y la ignición de los detonadores tiene lugar en  $I_1, I_2, I_3 \dots I_6$  en secuencia numérica inversa del número de localización  $N_2$ .

10. En la modalidad de la figura 4, cuando el contenido del contador 23 alcanza  $N_3 = 7$ , se detiene el conteaje del contador 23 alcanza el número de localización  $N_2$ . Cuando el conteaje en el contador 23 alcanza  $N_3 = 7$  todos los circuitos de retardo comienzan un conteaje inverso por el contador 35 y la ignición de los detonadores tiene lugar en  $I_1, I_2, I_3 \dots I_6$  en secuencia inversa de los números de localización  $N_2$ .

15. En la modalidad de la figura 5, el conteaje directo se inicia cuando el número de localización  $N_2$  se alcanza y, cuando  $N_3 - N_2 = 6$ , el conteaje por el contador 35 se invierte y la ignición tiene lugar en  $I_1, I_2, I_3 \dots I_6$  en secuencia numérica de los números de localización  $N_2$ .

20. En la modalidad de la figura 6 el conteaje por el contador 35 se detiene cuando  $N_3 - N_2 = 6$  y se invierte después de un conteaje de 4 impulsos de control.

25. Resultará evidente que, en el supuesto que la frecuencia del generador de impulsos de cronometración sea estable entre los conteajes directo e inverso, el contenido del contador en inversión y, por lo tanto, la frecuencia de cronometración precisa no tiene importancia y todos los intervalos de temporización, sujetos a las limitaciones de diseño de los circuitos se determinan eficazmente por los intervalos controlados con precisión de los impulsos de control a través de los hilos

30.

conductores 12 y 13.

5. Todos los componentes de cada circuito de retardo de tiempo 14,0 parte de los mismos, excepto el acumulador de energía 19, se pueden ensamblar como un circuito integrado en un bloquecito semiconductor y ensamblarse con el acumulador de energía y el cebo en la carcasa del detonador.

10. Antes de describir los circuitos específicos que sirven de ejemplo, con mayor detalle, revisemos de nuevo el funcionamiento general del sistema. Con el sistema conectado según se ilustra en la figura 1, la unidad de control de disparo (FCU) se activa, Proporciona una corriente continua para un periodo de carga inicial (véase la parte superior de la figura 3) para cargar el dispositivo acumulador de energía (v.g., un capacitor) 19 en cada lugar de cebador remoto. Después de éste periodo  
151 de carga inicial (v.g., del orden de 30 segundos), se interrumpe brevemente la salida del FCU a intervalos temporizados con precisión (véase la figura 3). Estos impulsos de duración negativa (en la modalidad que sirve de ejemplo) funciona como referencia de temporización o señales de control y se transmiten  
20. simplemente en una serie continua hasta que se completa la operación de voladura. Según se comprenderá, se podría emplear también una forma más compleja de señales de referencia de temporización.

25. Cada cebador electrónico individual 14 incorpora un contador de "precolocación" 23 que responde a estos impulsos de control generando dos señales de control internas. La primera señal interna tiene lugar a un contaje previamente establecido del contador 23 que está relacionado con el periodo de tiempo de retardo particular deseado para el cebador particular. La  
30. segunda señal interna del contador 23 corresponde a su contaje

máximo y es igual en ésta modalidad simple que sirve de ejemplo para todos los cebadores 14.

5. Adicionalmente, cada cebador 14 incorpora un contador de orden ascendente/descendente 35 activado por un generador de impulsos de cronometración local interno 34. El contador e34 se activa en contaje ascendente por el reloj interno al recibir la primera señal de control interna del contador 23 y se invierte al aparecer la segunda señal de control interna del contador 23 para esta modalidad simple que sirve de ejemplo donde la señal de iniciación coincide con el final del intervalo de referencia temporizado con precisión definido por la unidad de control de disparo central. Cuando el contador de orden ascendente/descendente 35 alcanza su contaje de iniciación original (en esta modalidad simple que sirve de ejemplo) y el contador precolocado 23 ha generado previamente la segunda señal de control interna (v.g., ha alcanzado su contaje máximo en la modalidad que sirve de ejemplo), el capacitor de almacenamiento 19 se descarga entonces a través de su cebo activado electricamente, asociado de una forma respectiva, que enciende entonces su detonador explosivo sin un retardo sustancial adicional. Por consiguiente, en ésta modalidad simple que sirve de ejemplo, el periodo de retardo real establecido en un circuito de retardo dado 14 se determina inmediatamente antes del funcionamiento del sistema por el FCU como el intervalo de tiempo durante el cual el contador de orden ascendente/descendente 25 puede contar en sentido ascendente. El retardo realmente conseguido por un circuito dado durante el contaje descendente ulterior del contador 35 depende principalmente de su precisión en la estabilidad de frecuencia del oscilador interno 34 en lo que duran las operaciones de contaje de orden
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

ascendente y descendente. No obstante, dicha precisión no depende de la frecuencia absoluta del oscilador que puede variar, dentro de límites, de un circuito de retardo 14 a otro.

5. En la modalidad sencilla que sirve de ejemplo representada por la figura 3 los cebadores se han numerado de acuerdo con su orden de disparo, a su vez, depende del contaje previamente establecido asociado con el contador 23 (v.g.,  $N_2$ ). En éste caso, un cebador se disparará siempre primero en secuencia si tiene el contaje previamente establecido superior  $N_2$ .

10. Por ejemplo, se pueden utilizar también señales de corriente alterna mantenidas e intermitentes (para fines de carga y de control, respectivamente). Un intervalo de tiempo controlable entre el "establecimiento" y "efectuación" de un retardo dado y la inclusión de un número de contajes "pasivos" iniciales por el contador 23 (para permitir un grado adicional de protección contra la irrupción de señales parásitas de control) son variaciones del tipo general representadas en las figuras 4-6.

15. En la modalidad que sirve de ejemplo, la circuitería de retardo de tiempo está compuesta por circuitos integrados CMOS disponibles en mercado y un número de componentes separados. No obstante, para la producción en cadena, todos el circuito (con la excepción probable del capacitor acumulador de energía) se fabrica preferiblemente como un circuito integrado en una solo bloquécito empleando técnicas de fabricación de circuitos integrados normales. También se puede unir físicamente el propio cebo de activación eléctrica o asociarse de otro modo con el substrato de circuito integrado. Esta
20. modalidad presente que sirve de ejemplo caracteriza también
- 25.
- 30.

- una entrada no polarizada, como protección contra las cargas estáticas e interferencias electromagnéticas, con reposición automática de los diversos circuitos electrónicos antes de que el capacitor acumulador de energía pueda activar un cebo; circuito de discriminación de duración de impulsos para filtrar las señales parásitas, y un interruptor de energía de circuito integrado que puede encender el cebo activado eléctricamente.
- 5.
- Según se ha mencionado anteriormente, en un ambiente de voladura, los hilos conductores a cualquier cebador dado pueden quedar interrumpidos por explosiones anteriores, por lo que es esencial que el cebador continúe funcionando independientemente de dicha interrupción de los hilos conductores. Esto significa que el circuito de retardo electrónico debe tener energía eléctrica suficiente almacenada interiormente, para activar los circuitos electrónicos eficazmente y para encender el cebo al final de un periodo de retardo máximo deseado, (varios segundos). En la modalidad que sirve de ejemplo, se ha elegido un capacitor como elemento acumulador de energía. Las necesidades de energía para que funcionen los circuitos electrónicos se reducen al mínimo empleando tecnología de semiconductores de baja potencia como los circuitos integrados CMOS perfectamente conocidos que exigen muy poca energía en el estado sin conmutación.
- 10.
- 15.
- 20.
- No obstante, en la modalidad presente, se necesita un consumo de energía apreciable por parte del generador de cronometración interno y los circuitos subsiguientes activados que se conmutan de una forma continua a menos que funcionen a tensiones muy bajas (v.g, menos de tres voltios). Al mismo tiempo, cuando se emplean voltajes de servicio menores, las características de estabilidad de frecuencia contra voltaje
- 25.
- 30.

- de suministro de los circuitos osciladores disponibles puede ser suficientemente deficiente para afectar perjudicialmente la precisión de retardo que se puede obtener con éstos circuitos. A pesar de que podría emplearse un oscilador controlado de una forma piezoeléctrica, exigiría necesariamente un aumento en el coste de cada circuito de retardo de tiempo consumible. A voltajes de funcionamiento superiores, el consumo de corriente producido por un oscilador puede producir un empobrecimiento considerable de la tensión a través del capacitor de almacenamiento aún con grandes valores de capacitancia, (v.g., 1000 microfaradios). Por consiguiente es preferible emplear técnicas para limitar dicho consumo de corriente y/o para proteger al reloj contra el empobrecimiento de la tensión de suministro con el fin de evitar la pérdida perjudicial de precisión en las mediciones de retardo de tiempo.
- 5.
- 10.
- 15.

- Según se describirá con más detalle más adelante, se han llevado a cabo experimentos con un oscilador de circuito integrado CMOS (CD 4047) empleado en varios tipos diferentes de circuitos. El circuito CD 4047 tiene poca demanda de energía y una buena característica de estabilidad de la frecuencia contra el voltaje de suministro. A pesar de todo, la precisión que se consigue por un sistema dado está limitada, desde un punto de vista práctico, por el tamaño y la calidad del capacitor de almacenamiento que se emplea. La gama de capacitancia que se puede considerar tiene un límite inferior determinado por exigencias de ignición del cebo (aproximadamente 1-10 milijulios a aproximadamente 1,0 amperios de nivel de corriente) y una resistencia de conmutación electrónica y en un menor grado la resistencia de intervalo del capacitor. Este límite inferior es de aproximadamente 250 microfaradios empleando
- 20.
- 25.
- 30.

el interruptor actual de 4 ohmios y la resistencia del cebo de 1 ohmio. Este límite se puede reducir además empleando una resistencia mayor del cebo y/o una resistencia menor del interruptor (v.g., empleando contactos de interruptor separados).

5. Un límite superior en la capacitancia se determina por consideración tales como el tamaño y coste y puede ser perfectamente del orden de 1000 microfaradios a 15 voltios.

10. Otros factores que influyen en la elección de la capacitancia de acumulación y el voltaje de funcionamiento se refieren a la seguridad de las personas y seguridad del dispositivo. El tiempo de carga para el capacitor acumulador es preferiblemente un periodo relativamente largo para proporcionar un factor de seguridad en términos de activación accidental para mejorar la prestación del capacitor después de largos periodos de almacenamiento. Por otro lado, una espera demasiado prolongada podría ser un inconveniente en la práctica.
15. Además, un elevado voltaje de funcionamiento hace que sea menos improbable que penetren con éxito las señales de interferencia en los circuitos lógicos. Muchos de los factores de diseño citados se pueden modificar en el caso del diseño de una unidad de circuito integrado especial.
- 20.

25. La modalidad simple que sirve de ejemplo con la que se ha trabajado y que se describe a continuación emplea solamente un oscilador interno simple y circuitos de estabilización de la tensión que presentan prestaciones limitadas. De un modo similar, el contador de orden ascendente/descendente 35 empleado en esta modalidad sencilla tiene solamente 8 etapas, por lo que es necesario que el oscilador funcione a una frecuencia muy baja y la precisión disponible está limitada por
30. el periodo de cronometración relativamente largo. A pesar de

- todo, según se describirá con detalle más adelante, el funcionamiento con éxito hasta la fecha de esta modalidad que sirve de ejemplo, ha demostrado que ésta invención proporciona una precisión de retardo mucho mejor que la que se puede obtener de los retardos pirotécnicos adicionales. Por ejemplo, la precisión que se puede obtener empleando esta invención es superior a las exigencias existentes de menos del 0,1 % en un retardo de 4 segundos. Para periodos de retardo más corto se reducirá la magnitud de error de un modo adicional. Además, como existe por lo menos un pequeño retardo inevitable después de haberse alimentado energía a un cebo eléctrico antes de detonar el explosivo principal, y como estos retardos relativamente menores están sujetos también a variaciones, existe probablemente un límite superior a la precisión exigida a los circuitos electrónicos de temporización. Lógicamente, esta última contribución a la variación en la detonación del explosivo después de haberse alimentado al cebo eléctrico depende también en cierto grado del valor de la capacitancia de acumulación o almacenamiento empleada, según se comprenderá. Cuando se utiliza energía de corriente alterna para activar los circuitos de retardo electrónicos, se puede mejorar la protección contra la activación accidental de los circuitos utilizando la invención descrita en la solicitud pendiente número de serie presentada con fecha                      por el Doctor Andrew Stratton.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
25. J

La función del FCU 10 es cargar, localizar, programar e iniciar los cebadores de retardo electrónicos. Normalmente, será portátil, robusto, insensible a los golpes y vibraciones) y capaz de funcionar con energía de la red o con alimentación con batería. Un FCU 10 relativamente sencillo se representa en la figura 7. Se pueden diseñar FCU's más complicados para

30.

aplicaciones específicas.

5. La salida (o salidas si se emplea más de un canal) del FCU 10 en la figura 7 comprenden una señal de carga ininterrumpida inicial (corriente continua en la modalidad que sirve de ejemplo) que puede durar 25 segundos o más. Después esta alimentación se interrumpe a intervalos en cortas duraciones. Dichas interrupciones forman los impulsos de control por los cuales los cebadores individuales (o grupos de cebadores que comparten los mismos números de cebador) se localizan tienen retardos almacenados y se inician. El diseño del
10. cebador que sirve de ejemplo y que se ha descrito en la presente memoria exige una corriente de carga inicial de aproximadamente 5 ma reduciéndose a aproximadamente 1 ma cuando ha tenido lugar una carga adecuada. De éste modo, para control 100
15. de dichos dispositivos, el FCU 10 alimenta corriente máximas a aproximadamente 0,5 am. Este cebador exige también carga a aproximadamente 15 voltios y acepta impulsos de control (cuando se interrumpe el suministro de corriente continua) que tiene una duración de aproximadamente 200 microsegundos.
20. Refiriéndonos a la figura 7, cuando se alimenta energía el sistema "de reposición" (línea R) se activa. El oscilador piezoeléctrico y la cadena divisora correspondiente funcionan pero, debido a los estados de reposición de los basculadores 100 y 200, no pasan señales de cambio por las puertas
25. NY 200, 400 y 500. El sistema que incorpora la puerta NY 100 y el basculador 300 es completamente funcional en tanto que se alimenta energía. El funcionamiento de éste sistema se efectúa como sigue-- véase el diagrama de temporización de la figura
- 8.
30. Cada impulso positivo en A alimenta una señal de

reposición al basculador 300 y, en ausencia de cualquier señal de dirección positiva en B, el basculador 300 permanece en el estado de reposición con su salida Q a "0" (punto D). Debido al retardo de programación según "fluctúan" las señales por la cadena divisora, cualquier señal de dirección positiva en B irá precedida por una señal de dirección negativa en A. Así, cuando una señal de dirección negativa llega a B "activa" la señal "1" en C (la inversión de A) en la salida Q del basculador 300. El impulso positivo siguiente en A repone el basculador 300 devolviendo esta salida Q a "0". La señal de dirección negativa ulterior en B no produce efecto alguno en el basculador 300. De éste modo, a partir del momento en que se alimenta energía, se producen impulsos con una duración de aproximadamente 200 microsegundos en D a los intervalos elegidos por el conmutador 52.

Cuando funciona el interruptor de iniciación S1, el basculador 100 se coloca y su salida Q pasa a "1". La señal de salida de la puerta N 500 pasa a "0" y los 10 impulsos pasan a través de la puerta NY 200 y la puerta N 300 a la unidad 28, activándolos los frentes de dirección positiva. Cuando los impulsos 28 han pasado (v.g., después de aproximadamente 25 segundos) un impulso de salida coloca el bastidor 200 y su salida Q pasa a "1" abre la puerta NY 400 inmediatamente antes de uno de los impulsos corto de duración positiva en D. Después los impulsos de D se superponen sobre la salida de la puerta NY 500 (punto X). La forma general de ésta señal de salida se presenta en la figura 9.

Los efectos de ésta señal de salida en etapas ulteriores se consideran a continuación:

(1) Cuando se activa la energía, los tres divisores restantes se reponen a cero. La entrada en X es "1" e Y, "0"

5. por lo que la salida de la puerta NY 600 se mantiene en "1". Las puertas NY 1100, 1200 y 1300 tienen cada una entrada "0" desde Y y por lo tanto dan salida de "1". Con X en "1" en este instante, las salidas de las puertas NY 1400, 1500 y 1600 son bajas, v.g., en "0".

(2) Cuando funciona el interruptor de puerta en funcionamiento, X pasa a "0" y las salidas de las puertas NY 1400, 1500 y 1600 pasan a estado alto, v.g., a "1". Y permanece todavía en "0" por lo que no se producen otros cambios.

10. (3) Después de aproximadamente 25 segundos e inmediatamente antes que aparezca el primer impulso en X, Y pasa a "1", abriendo la puerta NY 600 y liberando las puertas NY 1100, 1200 y 1300 del control de las puertas NY 700, 800, 900 y 1000. Solamente la puerta NY 100 tiene una señal de salida de "0" por lo que solamente la puerta NY 1300 tiene una salida de "1".

15. Las puertas NY 1400 y 1500 se cierran por lo tanto y solamente se abre la puerta NY 1600.

20. Cuando los impulsos positivos llegan a X, se activan a través de la puerta NY 1600 pasando al canal A. El extremo posterior de los impulsos hacen funcionar la unidad 30 que se había repuesto anteriormente. El extremo posterior del 30 impulsos produce una señal de salida en la primera unidad 2 conmutándola. La puerta NY 1500 se cierra entonces y la puerta NY 1500 se abre, haciendo pasar los 30 impulsos siguientes

25. al canal B. Al final de éste periodo ambas unidades 2 cambian y la puerta NY 1500 se cierra y la puerta NY 1400 se abre, pasando los 30 impulsos siguientes al canal C. Al final de éste periodo, la primera unidad 2 cambia de nuevo y las tres puertas se abren para los 30 impulsos siguientes. Después se

30. repite esta modalidad hasta que se elimina la energía de la

unidad de control de disparo. Las unidades amplificadoras de activación A,B y C proporcionan las salidas de potencia para los tres canales. Las ondas de salida están representadas también en la figura 9.

5. Nota: EL FCU descrito en la presente memoria se ha concebido para cebadores que incorporen un contador de precolocación de 5 etapas. (0-31) 23 con números de cebadores que van del 1 al 30. Cada canal recibe su 31 impulsos cuando los tres canales se han pulsado iniciando de éste modo todos los retardos de una forma coincidente.

10. La circuiteria de cebadores electrónicos de retardo que sirve de ejemplo 14 se ilustra con mayor detalle en las figuras 2,10 y 11 .La circuiteria especifica ilustrada en la figura 11 se ha utilizado para demostrar la posibilidad del sistema pero tiene solamente características de comportamiento limitada, particularmente en lo que se refiere a precisión de retardo. Por ejemplo, el oscilador interno y sus circuitos de alimentación son diseños simples y, como solamente se incluye un número limitado de etapas divisoras, la frecuencia del oscilador se baja proporcionando capacidades de resolución de retardo males bajas. No obstante, según se expondrá con más detalle más adelante, se puede obtener una precisión mucho mayor por diseños de circuito más complicado basados en los mismos principio generales de funcionamiento de circuito que los comprendidos en el circuito de la figura 1 que sirve de ejemplo.

20. La figura 10 es simplemente una representación menos detallada de la figura 11 y se ha incluido para ayudar al lector a que aprecie su relación funcional con la figura 2.
25. Como se emplean los mismos simbolos de referencia para elemen-
- 30.

tos comunes en ambas figuras 10 y 11, se hará la descripción detallada siguiente del circuito representado en éstas figuras solamente con relación específica a la figura 11.

5. Los circuitos integrados CMOS representados en la figura 11 se identifican por las letras "IC" seguidas de un número asignado por cada bloquecito separado y un subfijo alfabético donde se incluye una pluralidad de bloques de circuito funcionales realmente en un bloquecito de IC común. Según se ha indicado anteriormente, todos los elementos de circuitos
10. o sus equivalentes (excepto posiblemente el capacitor de acumulación de energía) se pueden realizar en un solo bloquecito de CMOS IC para fines especiales, si así se desea, empleando una tecnología tradicional de semiconductores. No obstante la identidad de los circuitos de IC correspondientes que se
15. pueden encontrar en mercado a la modalidad presente de la figura 11, que sirve de ejemplo se exponen en la tabla siguiente:

TABLA 1

IC's 1,3,4,7 & 12:	CD 4013 (Basculador de tipo "D" doble)
IC 2	CD 4023 (Puerta NY de tres entradas triple)
IC 5	CD 4012 (Puerta NY de 4 entradas doble)
IC 6	CD 4093 (Circuitos basculares Schmitt NY de 2 entradas cuádruples)
IC's 8 & 9	CD 4029 (Contador ascendente/descendente precolocable)

TABLA 1 (Continuación)

IC's 10 & 11	CD 4075 (Puerta O de 3 entradas triple)
IC 13	CD 40109 (Cambiador de nivel Alto voltaje cuádruple)
IC 14	CD 40107 (Compensador/activador NY de 2 entradas dobles)



mente por dispositivo apropiados, se puede hacer también desde uno u otro o ambos hilos conductores a la carcasa para proporcionar trayectos de descarga de seguridad.

(ii) Rectificación de puente

5. El puente rectificador (BRI) se incluye de modo que no haya necesidad de tener que observar polaridades en los hilos conductores cuando se conectan cebadores en circuito.

(iii) Circuitos encaminadores de acumulación de señal/energía.

10. Como solamente se incorporan dos hilos conductores, tienen que transportar corriente de carga (al capacitor electrolítico) y señales de control (al circuito lógico). La separación se consigue por medio de un diodo (D1) que se conecta en serie con el capacitor de almacenamiento electrolítico (C1). Cuando

15. se alimenta el impulso de carga inicial de larga duración, fluye corriente a través de D1 y a través del resistor limitador de corriente en serie (R1) cargando C1 a 15 voltios. Después, el ánodo de D1 queda libre para seguir las excursiones

20. de la señal sucesivas, polarizándose el diodo en inversión cuando la línea de la señal pasa a estado negativo. (El resistor  $R_p$  sirve para descargar la línea de la señal que está sujeta a acción activa solamente).

(iv) Señal de reposición

25. Es necesario asegurar que los diversos retenes y circuitos contadores se encuentren en el estado apropiado antes de que tenga lugar una carga importante de C1. Para conseguirlo, una señal se deriva de C1 que mantiene una señal "0" baja durante un periodo de tiempo importante después de haberse alimentado el impulso de carga. Esta señal "0" pasa por el diodo
- 30.

(D2) a la entrada de ICGC y la señal de salida invertida se utiliza como señal de "reposición" activa "1". Como la energía ( $V_{DD}$ ) a circuitos sucesivos se tiene disponible a través de D1 desde el principio del impulso de carga, se consigue rápidamente el estado de reposición. En una carga adicional, D2 se polariza en inversión y el voltaje C1 deja de ejercer influencia en los circuitos de reposición R2 alimentando un "1" alto al ICGC.

5. Por lo tanto, se obtiene un impulso de reposición "1" alto inicialmente pero se elimina antes de que se reciban señales de control

10. Nota : El resistor RL descarga C1 en un periodo de tiempo mayor (de unos 5 minutos). De éste modo tenemos la seguridad de que no se cargue C1 en un periodo largo por interferencia y que no retenga una carga residual apreciable (v.g., procedente de pruebas). De otro modo podría inhibirse la operación de "reposición".

15. (v) Estabilización de voltaje de suministro lógico

20. El voltaje de suministro lógico ( $V_{DD}$ ) se estabiliza por un diodo zener (ZD3) a una tensión nominal de 5,6 voltios. Un resistor (R3) lleva corriente al sistema desde la unidad de control de disparo por el diodo de carga (D1) o, cuando esta fuente no se tiene disponible (v.g., cuando la unidad de control de disparo esté alimentando señales de "0" bajas o cuando se han interrumpido los hilos conductores), desde C1 por un diodo adicional (D3). Este voltaje estabilizado ( $V_{DD}$ ) además de determinar el nivel "1" de la línea de reposición, limita también el nivel "1" de las señales de control por el diodo de fijación (D4) y el resistor en serie (R4). El voltaje total ( $V_{CC}$ ) a través del capacitor de almacenamiento queda

25.

30.

directamente disponible a los circuitos de salida. La línea  $V_{SS}$  es la línea común de retorno.

## 2. Discriminación de la señal

5. Se incluye un discriminador de longitud de impulsos para ésta finalidad (vease el diagrama de temporización en la figura 12).

10. Inicialmente se reponen los basculadores IC1A e IC1B y la unidad de control de disparo alimenta un "1" por la línea de la señal. Esta señal, invertida por IC2B, dá una señal de "0" baja en las entradas de reloj de IC1A e IC1B. La salida Q "0" del IC1A produce una salida "1" del IC2B que significa las tres entradas del IC2A están "1" (el basculador IC7A se ha colocado también) y la salida de IC2A es 0. Cuando se recibe un impulso de entrada la línea de la señal pasa a

15. "0" de salida del IC2A. Al mismo tiempo, la salida de IC2B pasa a "1". Como ambas entradas D se encuentran "0" no se produce cambio por la acción de cronometración de IC1A e IC1B. En lo que dura el impulso de entrada, los capacitores C2 y C3 se cargan de una forma positiva por resistores en serie asociados R6 y R7. Cuando termina el impulso de entrada (pasando

20. a "1") da salida a las señales de los dos basculadores (por IC2C). Las señales de salida (Q de IC1A y  $\bar{Q}$  de IC1B) serán ambas ("1") solamente si el impulso de entrada ha durado lo suficiente para permitir que cargue C2 al voltaje de posición inicial del IC1A pero no con la duración suficiente para que

25. permite que se cargue C3 a la tensión de colocación o posición inicial del IC1B. Por lo tanto, se obtendrá una salida "0" del IC2C sólomente si la duración positiva del impulso de entrada queda entre los dos límites descritos. En el supuesto

30. que la clavija 1 del IC2A permanezca en el estado "1" se ob-

5. tendrá una señal de salida "1" invertida del IC2A y durará hasta que el impulso siguiente llegue a la entrada, cerrando la puerta (IC2C) y colocando ambos basculadores en el estado de reposición. (C2 y C3 se habrán descargado por los diodos D5 y D6, respectivamente, al final del impulso de entrada dando un "0" en las entradas D para transferirse a las salidas Q por la señal de dirección positiva en las entradas C).

10. Por lo tanto, en resumen, si se alimenta un impulso de dirección negativa de duración aceptable a la entrada del discriminador (y si la clavija 1 del IC2A se encuentra en estado alto, vease más adelante) se producirá un impulso de salida positivo que durará desde la terminación del impulso de entrada hasta la llegada del impulso de entrada siguiente.

### 3. Circuitos de localización de cebadores

15. (Vease el diagrama de temporización en la figura 13)

20. En IC3 e IC4 forman un contador de 16 estados (0-15 BCD) de dirección positiva de los impulsos de salida del discriminador. Inicialmente, el contador se "repone" a 0. El primer impulso de cronometración procedente del discriminador transfiere el "1" en los terminales Q y D del IC3A a su salida. La salida Q se reduce y no ejerce efecto alguno en las etapas sucesivas. El segundo impulso de cronometración de subida transfiere el "0" en los terminales Q y D del IC3A a la salida Q. La salida Q surge y transfiere el "1" en los terminales Q y D del IC3B a su salida Q. La salida Q del IC3B cae y no ejerce efecto alguno en las etapas sucesivas, etc. El conteo binario dá por resultado el que el IC3A proporcione el dígito menos expresivo y el IC4B el dígito más expresivo. Los cuatro conmutadores de cambio monopolares S1A, S1B, S1C y S1D permiten la conexión de una u otra salida de cada etapa contadora a las cuatro entradas del IC5A. El IC5A produce una

25.

30.

5. salida de "0" cuando las cuatro entradas se encuentran en "1" que se pueden organizar para que correspondan a cualquier contaje (0 a 15) por ajuste apropiado de los conmutadores. Este contaje de precolocación se llama número de cebador (restrin-gido realmente a 1-14).

De un modo similar, el IC5B produce una salida de "0" cuando todas las salidas Q de las etapas contadoras se encuentran en "1" (v.g., al contaje máximo de 15).

10. La salida "0" obtenida del IC5A al contaje previa-mente establecido se invierte por el IC6A y este cambio colo-ca en estado inicial el basculador IC7B que se había "repues-to" inicialmente. Cuando el contaje de precolocación pasa el basculador permanece colocado en estado inicial.

15. La salida "0" producida en el último contaje (15) del IC5B pasa directamente a la entrada D del basculador IC7A que se ha "colocado" inicialmente por la señal de "reposición". Esta entrada D ("0") pasa al basculador por la señal de direc-ción positiva siguiente desde el oscilador interno IC6B. El basculador IC7A se "repone" dando una salida Q "0" que se realimenta a la clavija 1 de la puerta IC2A evitando el paso de cualquier otro impulso de entrada a través del discrimina-dor a los circuitos de localización de cebadores. El contaje termina en 15 y el basculador IC7A permanece "repuesto".

20. Así, en resumen, inicialmente la salida Q del bas-culador IC7B se "repone" a "1" y la salida Q del basculador IC7A se "coloca" a "1". Tan pronto como llegan los impulsos de control, el contador actúa y cuando se alcance el contaje precolocado (correspondiente al número de cebador) el bascu-lador IC7B cambia su salida Q a "0". De un modo similar, cuando se alcanza el contaje máximo de 15, el basculador IC7B cambia

25.

30.

su salida Q a "0". Ambas señales establecidas en los basculadores quedan retenidas hasta la ignición.

5. Si se desea se pueden incorporar números de cebadores superiores (más etapas de contaje), y se puede emplear un sistema registrador de corrimiento en lugar del contador, según se comprenderá.

4. Circuitos de retardo

10. El IC8 y el IC9 contienen un contador reversible de 8 etapas (contador ascendente/descendente) con una capacidad BCD de 0 a 255. La salida del oscilador interno IC6B se conecta a las entradas de cronometración (C) del contador para controlar el régimen de contaje. El acoplamiento entre las etapas es interno excepto en la salida CO de la cuarta etapa (las primeras cuatro etapas se encuentran en IC8), que se conecta a la entrada CI de la quinta etapa (en IC9). Inicialmente las entradas P/E "1" procedentes de la salida Q del IC7B prohíben inicialmente el contaje, pero cuando esta salida se coloca en "0" (al contaje precolocado en el contador del número de cebador) el oscilador interno IC6B cronometra el contador en orden ascendente. Cuando (al contaje máximo del contador de número de cebador), la salida Q del IC7A se coloca en "0", se invierte la dirección de contaje. El retardo introducido por el control externo es el tiempo durante el cual el contador de orden ascendente/descendente puede contar en orden ascendente a partir de 0 que es el mismo (dentro de los límites de la precisión del circuito) que el tiempo necesario por el reloj para activar el contador a 0. Cuando el contador de orden ascendente/descendente vuelve a 0 (v.g., cuando las 8 salidas Q de las etapas del contador están en "0"), la salida Q del IC7A se pone también a "0". Estas nueve entradas "0" a las puertas O del IC10
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

y el IC11 producen por primera vez desde que se alimentó energía una salida "0" en la clavija 6 del IC11. Esta salida se invierte en el IC6B y se utiliza para "colocar" el basculador IC12 (anteriormente "respuesto").

5. Asi, en resumen, las señales de control de entrada determinan el tiempo desde el contaje de precolocación del contador del número de cebador a su contaje máximo. En un intervalo igual de tiempo después de éste contaje máximo, la salida Q del IC12 pasa de "0" a "1".

10. 5. Conmutador de salida

15. Como el conmutador de salida IC14 se alimenta del capacitor de almacenamiento (C1) las señales lógicas deben tener un valor "1" de  $V_{CC}$  y no  $V_{DD}$  como anteriormente. Por lo tanto, se incluye IC13 para convertir la amplitud de la salida alta del IC12 desde  $V_{DD}$  hasta  $V_{CC}$ . Esta salida "1", que tiene lugar al final del periodo de retardo, activa el conmutador de salida IC14 y descarga C1 a través del cebo. Entonces se enciende el cebo.

20. Según se ha mencionado anteriormente, la precisión que se puede conseguir con el circuito de la figura 11 puede mejorarse aumentando la frecuencia de cronometración y el número de etapas del contador, Según se ha expuesto, existen límites en la precisión que se puede conseguir debido al capacitor de almacenamiento empleado y al consumo de energía por los circuitos osciladores. La prestación de los diversos circuitos osciladores CMOS se ha comparado en términos de estabilidad de la frecuencia y consumo de energía. En general 1, se ha averiguado que el oscilador a base de CD4047 es preferible sobre las demás posibilidades actualmente disponibles, en

25. mercado. Un circuito oscilador CD4047 básico se ilustra en la

30.

figura 14.

Las figuras 15A - 15C ilustran tres dispositivos de circuito diferentes. En la figura 15A, el oscilador se conecta directamente a través de la fuente de alimentación. Las figuras 15B, se incluye una resistencia en serie  $R_s$  para limitar la corriente de alimentación y el capacitor  $C_p$  para cumplir las demandas de corriente impulsivas durante la conmutación. El circuito final en la figura 15C comprende de nuevo  $R_s$  pero pretende mantener una tensión constante a través del oscilador por medio de un diodo zener.

5.

10.

Para estos tres dispositivos , el consumo de corriente y la frecuencia del multivibrador (oscilador) se midieron en una gama de tensiones de alimentación, empleando varios valores de componentes asociados como apropiados. Los gráficos elegidos para estos tres sistemas se ilustran en las figuras 16 y 17.

15.

Si el multivibrador se activa desde un capacitor de almacenamiento de una capacitancia dada ( $C$ ) que se carga previamente a un voltaje conocido ( $V_0$ ), entonces por referencia a los gráficos de corriente/tensión de alimentación se puede calcular (por aproximaciones sucesivas) la tensión residual ( $V_R$ ) a través del capacitor después de un tiempo dado ( $t$ ).

20.

$$V_t = CV_0 - i_{AV}t$$

donde  $i_{AV}$  es el promedio de corriente durante la descarga. (no es posible ser preciso en éste ejercicio puesto que la disipación de potencia del CD4047 varia con respecto a la tensión de alimentación en una forma separada del  $P_{diss} = 2CV^2f$ , teórico, particularmente a bajas frecuencias).

25.

30.

Habiendo calculado la caída de voltaje, el promedio de

desviación a partir de la frecuencia inicial sobre el periodo (t segundos) se puede calcular partiendo de las curvas correspondientes de estabilidad de la frecuencia/tensión. Entonces se puede calcular el error correspondiente de retardo que resultaría si se utilizara el multivibrador como oscilador interno del cebo electrónico. Si el corte de energía del FCU tuviera lugar inmediatamente cuando comienza el conteo de orden descendente, el error tendría un valor máximo puesto que la frecuencia del oscilador se desplazaría en todo el periodo de retardo.

TABLA 2

Parámetros	Capacitancia de almacenamiento C (uF)					
	1000	500	100	1000	500	100
Circuito A	1000	500	100	1000	500	100
VO (voltios)	15.0	15.0	15.0	12.0	12.0	12.0
Vt (voltios)	14.0	13.2	8.2	11.3	10.8	7.2
i <sub>AV</sub> (uA)	240	230	170	165	155	120
Desplazamiento f (%)	0.06	0.13	0.8	0.04	0.12	1.0
Error (%)	0.03	0.07	0.4	0.02	0.06	0.5
Circuito B	1000	500	100	1000	500	100
VO (voltios)	15.0	15.0	15.0	12.0	12.0	12.0
Vt (voltios)	14.7	14.4	12.4	11.8	11.5	10.0
i <sub>AV</sub> (uA)	70	70	65	55	55	50
Desplazamiento f (%)	0.04	0.08	0.4	.03	.07	0.3
Error (%)	0.02	0.04	0.2	.02	.04	0.15
Circuito C	500	200	100	1000	500	100
VO (voltios)	15.0	15.0	15.0	12.0	12.0	12.0
Vt (voltios)	13.5	11.6	9.2	11.4	11.0	8.0
i <sub>AV</sub> (uA)	180	170	145	140	130	100
Desplazamiento f (%)	0.00	0.01	0.32	0.02	0.03	0.85
Error (%)	--	0.01	0.16	0.01	0.02	0.43

Nota:

El promedio de corriente de los disposititos ( $I_{AV}$ ) còmprenden margen para las exigencias o necesidades de los circuitos activados por el oscilador.

- 5. (Un retardo maximo de 4 segundos es presumible en el ejercicio siguiente).

La tabla 2 dá valoraciones de la magnitud de éste error máximo para varios valores de capacitores y para componentes elegidos y condiciones iniciales de los tres sistemas de alimentación en consideración. Los componentes y las condiciones se han elegido con vistas a reducir al mínimo el desplazamiento de la frecuencia -- y error de retardo correspondiente -- pero no son necesariamente condiciones óptimas. Los valores reales de los componentes empleados son como sigue:

15. TABLA 3

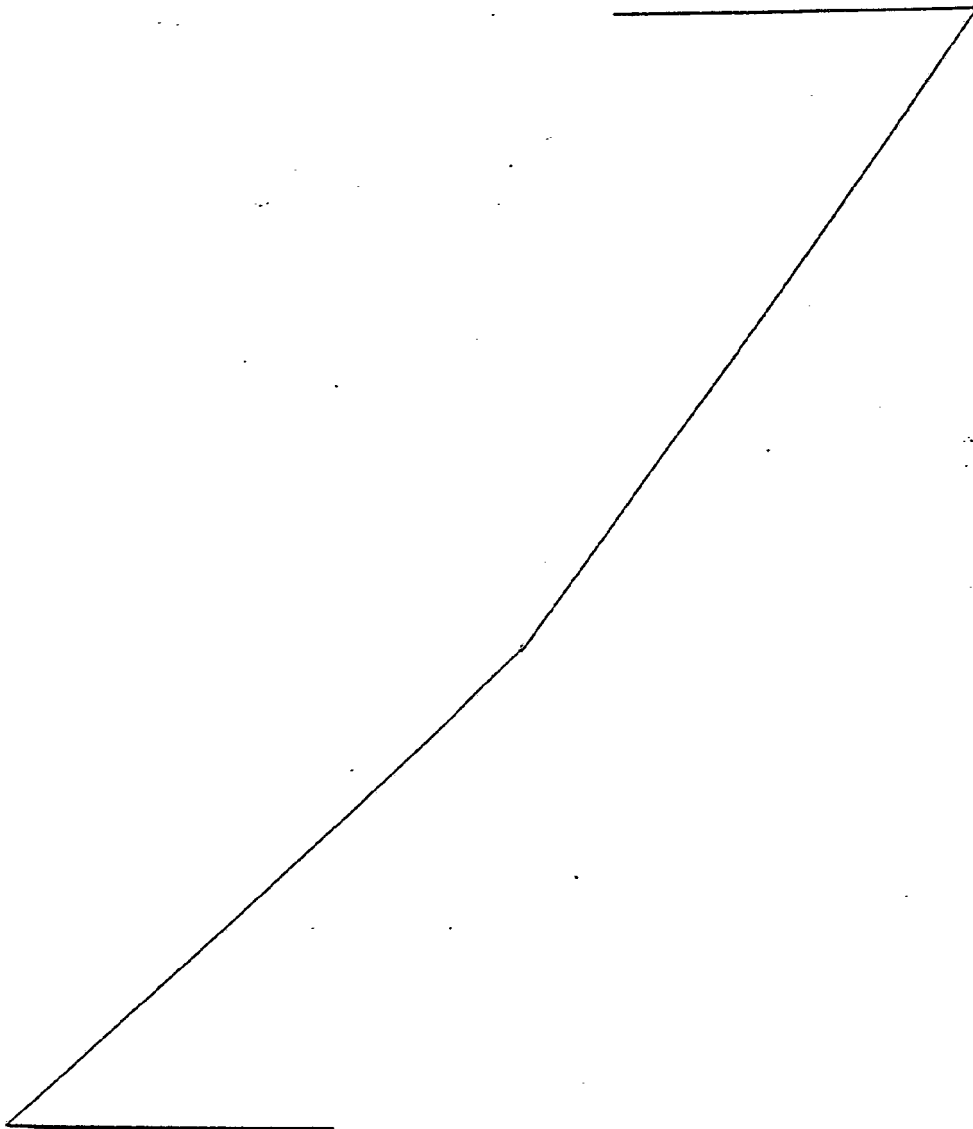
	Rs	Cp	ZD (diodo Zener)
Circuito A	-	-	-
Circuito B	100K	0.1 F	-
20. Circuito B	47K	-	5,2 voltios nominales

- 25. Los resultados experimentales en circuitos elegidos han demostrado que la precisión que se puede obrenar concuerda con el cálculo apropiado ilustrado anteriormente.

- 30. Aunque solamente se ha descrito con detalle una modalidad que sirve de ejemplo, los expertos en la materia comprenderán que se pueden efectuar muchas variaciones y modificaciones en esta modalidad que sirve de ejemplo sin desviarse de las características nuevas y convenientes de ésta

invención. Por consiguiente, todas estas variaciones y modificaciones se pretende que queden comprendidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

5.           Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.



REIVINDICACIONES

5. 1.- Procedimiento para activar de una forma selectiva una pluralidad de cargas eléctricas en instantes relativos predeterminados, respectivamente correspondientes, caracterizado porque comprende las fases de: generar señales de temporización de referencia en un lugar central; recibir y elaborar por separado las señales de temporización de referencia en el lugar de cada carga eléctrica; comprendiendo la fase de elaboración en cada lugar la medición de un intervalo de tiempo de referencia respectivamente correspondiente definido por las señales de temporización de referencia y medir ulteriormente un retardo correspondientemente predeterminado en función al intervalo de tiempo de referencia medido anteriormente; y activar cada carga eléctrica después de haber transcurrido el retardo predeterminado correspondiente.

10. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además las fases de transmitir energía eléctrica desde el punto central hasta cada uno de los lugares citados conjuntamente con la transmisión de las señales de temporización de referencia; y recibir y almacenar energía eléctrica en cada uno de dichos lugares; y emplear por lo menos una parte de la energía almacenada en cada lugar para activar la carga eléctrica asociada respectivamente.

15. 3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque los retardos predeterminados respectivamente correspondientes asociados con cada carga eléctrica se miden todos comenzando a partir de un instante de referencia común.

20. 4.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque las señales de temporización de referencia comprenden una secuencia de acontecimiento temporizados con precisión

30.

y porque la fase de medición en cada lugar de carga comprende: generar localmente una fuente de impulsos de cronometración; contar impulsos de cronometración que tienen lugar entre la primera y la segunda señales; y medir ulteriormente el retardo predeterminado contando un número de impulsos de cronometración que mantienen una relación predeterminada con el número de impulsos de cronometración contados anteriormente entre la primera y la segunda señales.

5.

10.

5.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque las cargas eléctricas comprenden cebos eléctricos situados en detonadores de voladura, por lo que las cargas de voladura se inician en secuencia en tiempos relativos respectivamente correspondientes.

15.

20.

25.

6.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque para activar una carga eléctrica con un retardo predeterminado después de una señal de iniciación, comprende las fases de: alimentar señales de control a intervalos temporizados con precisión a un sistema de selección de la señal de procolocación donde se eligen dos señales de control características del retardo deseado; generar una primera y una segunda señales de temporización en respuesta a cada una de las dos señales de control elegidas; alimentar la primera y la segunda señales de temporización al dispositivo temporizador donde se mide el intervalo de tiempo entre la primera y la segunda señales de temporización; generar una señal de iniciación y alimentar energía a la carga después de un periodo de retardo a partir de la señal de iniciación que está determinada por el intervalo de tiempo entre la primera y la segunda señales de temporización medidas por el dispositivo temporizador.

30.

7.- Procedimiento según la reivindicación 6, caracteriza-

do porque las señales de control comprenden señales temporizadas con precisión alimentadas desde una posición distante hasta un dispositivo temporizador consumible adyacente a la carga.

5. 8.- Procedimiento según las reivindicaciones 6 o 7, caracterizado porque se activa una serie de cebos eléctricos en secuencia temporizada alimentando las señales de control simultáneamente a una serie de sistemas de elección de la señal, asociándose cada sistema de elección de la señal con una carga eléctrica individual de la serie y precolocándose individualmente para elegir
10. dos señales de control respectivamente correspondientes por cada carga de acuerdo con la secuencia de activación deseada, por lo que se alimenta energía sucesivamente a cada carga en un instante determinado por el intervalo entre las señales particulares de control elegidas para la carga.

15. 9.- Procedimiento según las reivindicaciones 6 o 8, caracterizado porque las dos señales de control características se eligen contando las apariciones de las señales de control; determinando cuando el conteo de las señales de control es igual que un primer número predeterminado, identificando por lo tanto la primera señal de control característica y generando la primera señal de temporización; determinar cuando el conteo de las señales de control es igual que un segundo número predeterminado, sirviendo dicha igualdad para identificar las segunda señal de control característica y para generar la segunda señal de temporización.
- 20.

25. 10.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque el segundo número predeterminado es el mismo para toda la serie de cargas.

30. 11.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque el segundo número predeterminado es mayor que el primer número predeterminado por un número específico respectivamente co

rrespondiente para cada una de las series de cargas.

18.- Procedimiento según la reivindicación 9, ca  
racterizado porque los primeros números predeterminados asignados  
a una serie de cargas comprenden una secuencia ordenada de números  
y los segundos números predeterminados para todas las cargas tienen  
el mismo valor común y las cargas se activan en el orden numerico  
del complemento de los primeros números predeterminados con rela  
ción a los segundos números predeterminados comunes más la unidad.

13.- Procedimiento según la reivindicación 9, carac  
terizado porque los primeros números predeterminados asignados a  
una serie de cargas comprenden una secuencia ordenada de números  
y los segundos números predeterminados para todas las cargas tie  
nen el mismo valor común y las cargas se activan en el orden nú  
merico de los primeros números predeterminados.

14.- Procedimiento según la reivindicación 9, ca  
racterizado porque para el contaje de las señales de control se  
dispone un contador electrónico que a su vez determina cuando el  
contaje alcanza los números predeterminados.

15.- Procedimiento según la reivindicación 9, ca  
racterizado porque cuando el contador electrónico actual para  
determinar cuando el contaje alcanza los números predeterminados,  
comprende, un generador de impulsos de cronometración y un conta  
dor reversible para contar los impulsos de cronometración, el  
periodo de retardo entre la señal de iniciación y la activación  
de la carga se determina; contando los impulsos de cronometración  
en una dirección en respuesta a la primera señal de temporización;  
deteniendo el contaje en respuesta a la segunda señal de tempori  
zación; generando la señal de iniciación para la secuencia de  
activación en un periodo predeterminado después de la segunda se  
ñal de temporización; iniciar un contaje inverso de impulsos de

5 cronometración en respuesta a la señal inicial por lo que el número de impulsos de cronometración se resta del número mencionado mantenido en el contador; y alimentar energía a la carga cuando el contaje ha vuelto al contaje detenido inicialmente en el contador reversible.

10 16.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque la señal inicial se genera por la aparición de una señal de control predeterminada un instante después de la aparición de la señal de control a partir de la cual se genera la segunda señal de temporización.

15 17.- Procedimiento según las reivindicaciones 6 ó 7, caracterizado porque la energía para activar la carga eléctrica junto con cualquier energía adicional necesaria para el sistema de elección de la señal y el dispositivo de temporización se alimenta desde una fuente distante de corriente eléctrica alterna o continua.

20 18.- Procedimiento según la reivindicación 17, caracterizado porque las señales de control comprenden interrupciones o modificaciones del suministro de corriente eléctrica alterna o continua.

25 19.- Procedimiento según la reivindicación 17, caracterizado porque la carga es un cebo eléctrico y porque un almacén de energía que comprende un capacitor se carga a partir de dicha fuente de corriente alterna o continua y queda dispuesto adyacente al cebo, de cuyo almacén se alimenta la energía necesaria aun cuando se rompan los hilos que conectan la fuente de energía al conjunto de cebo después de la generación de la señal inicial pero antes de que se dispare el cebo.

30 20.- Perfeccionamientos para activar de una forma selectiva una pluralidad de cargas eléctricas en instantes rela

tivos predeterminados, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 57 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED.

  
J. M. GOMEZ ACEBO Y POMBO  
p.º. Firmador: Alejandro Calle López

Fig. 1

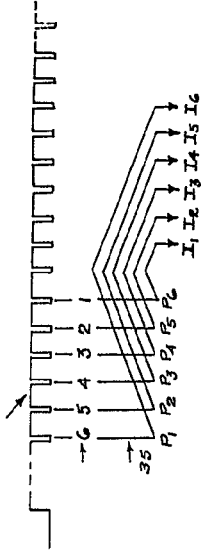
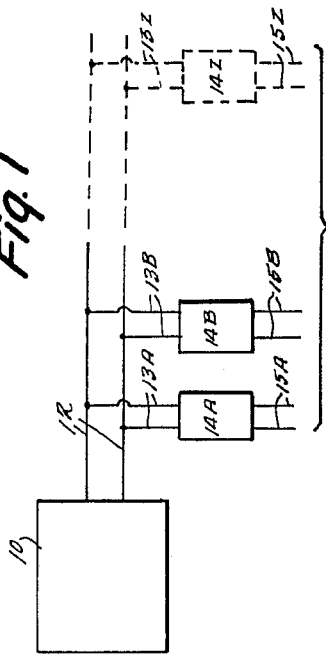


Fig. 3

Fig. 2

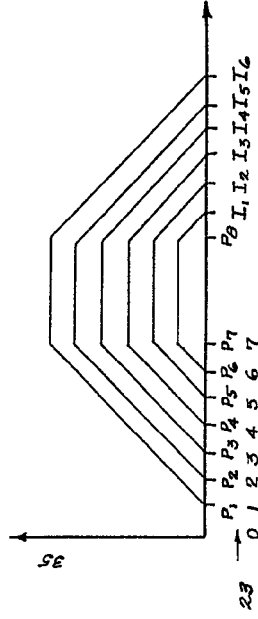
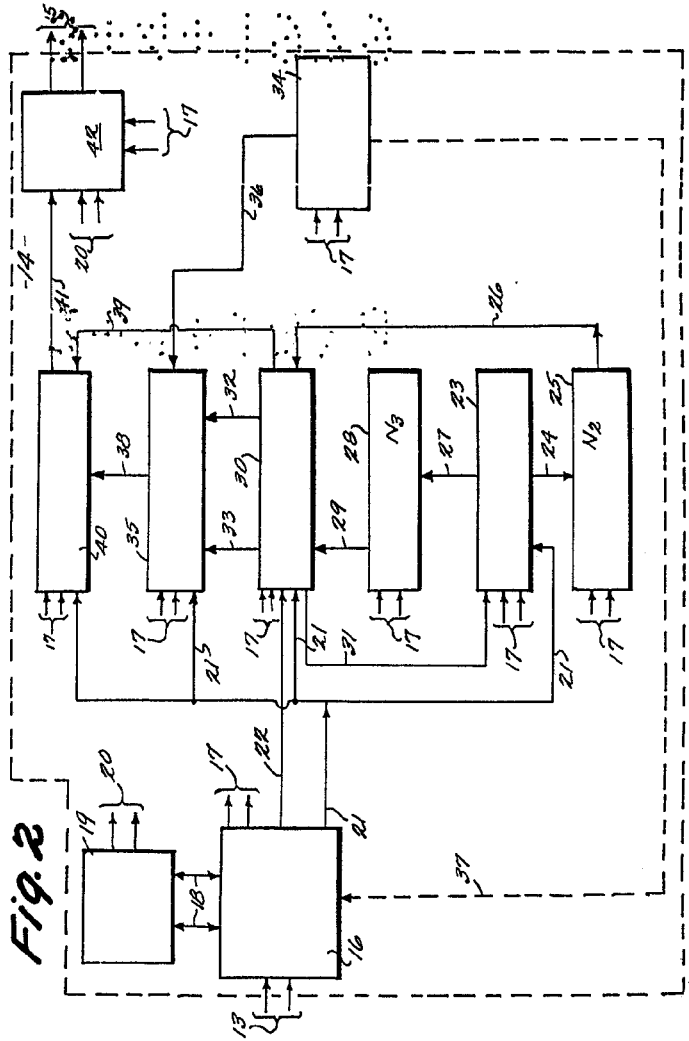


Fig. 4

ES  
VARIABLE

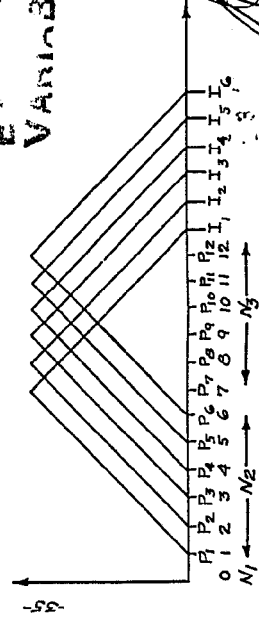


Fig. 5

Fig. 1

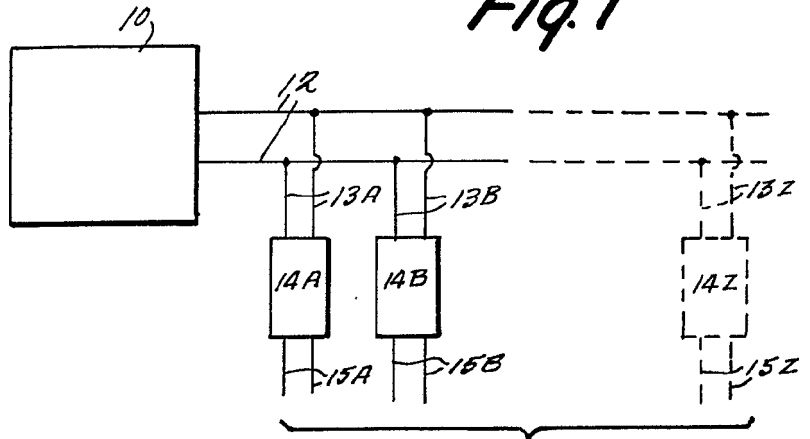
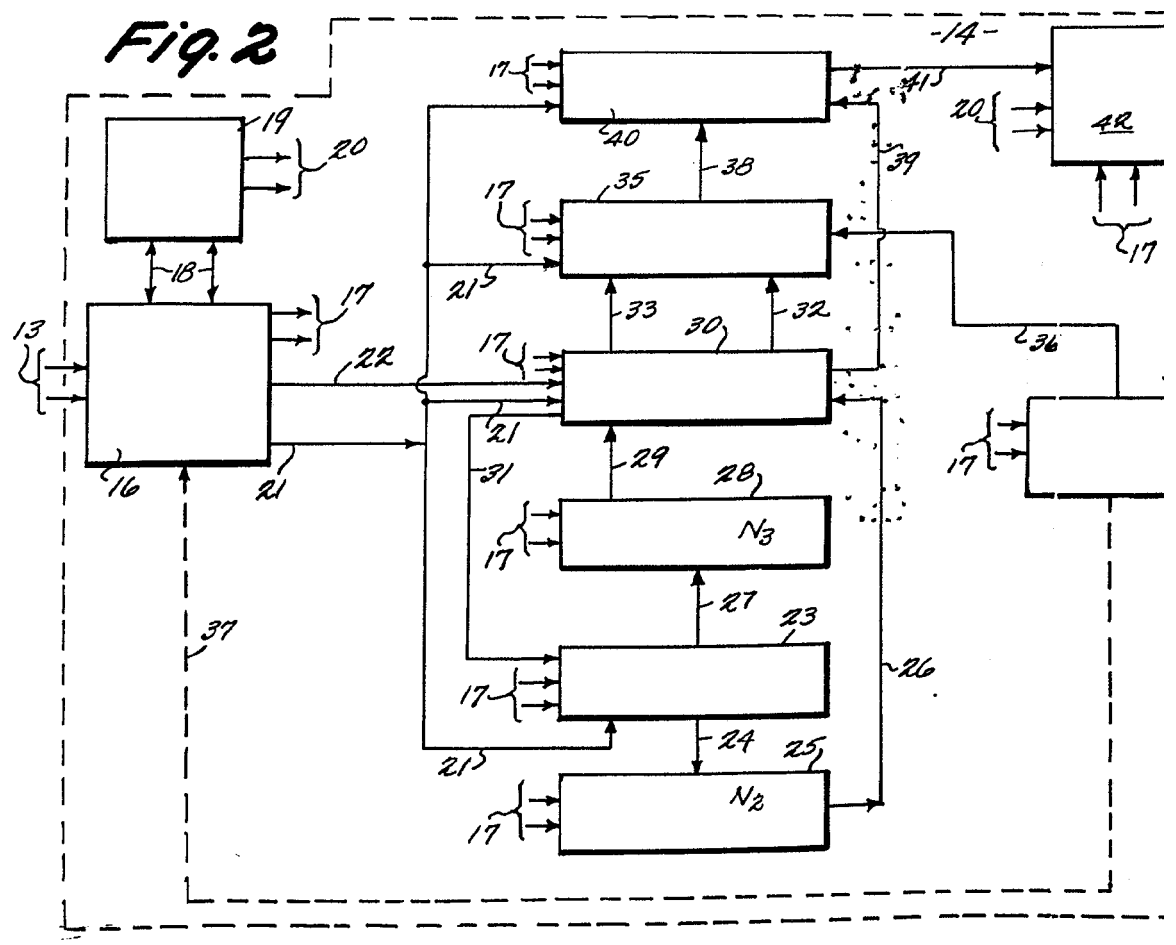


Fig. 2



TEC,

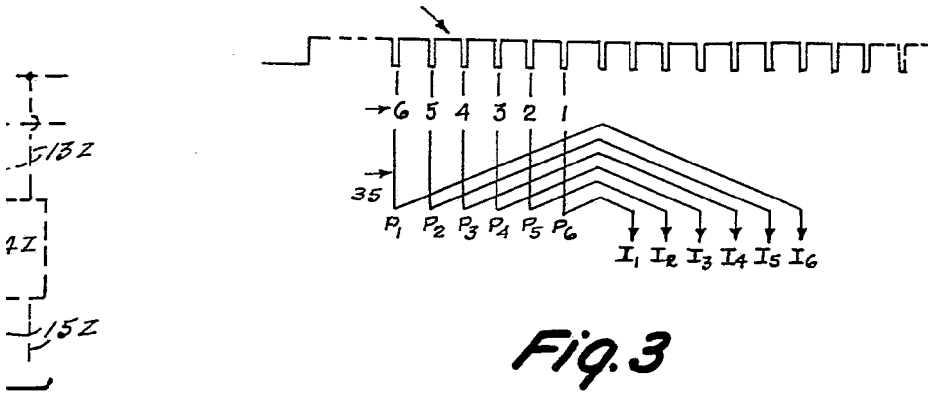


Fig. 3

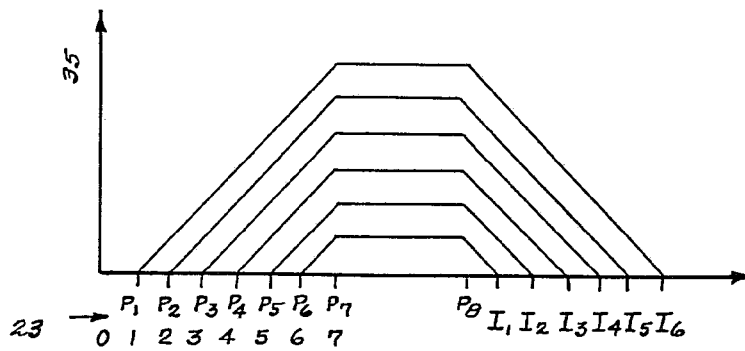
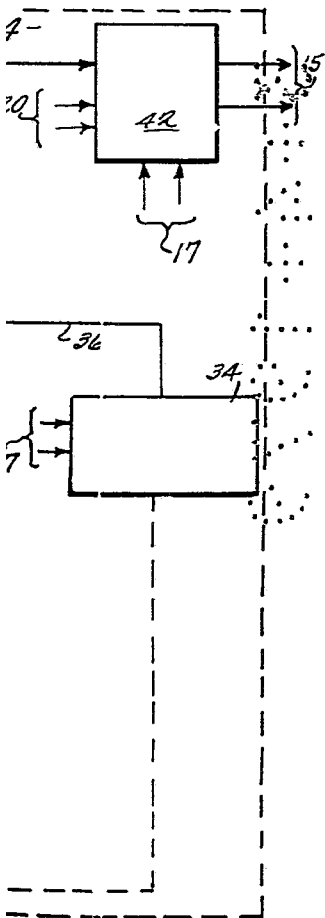


Fig. 4

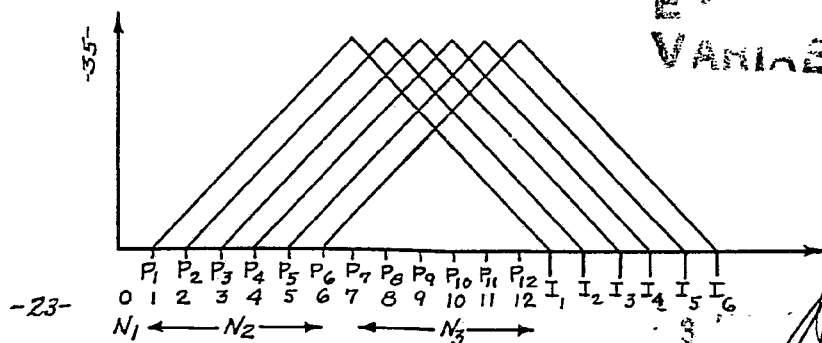


Fig. 5

ES UN VARIABLE

CONTRATADO

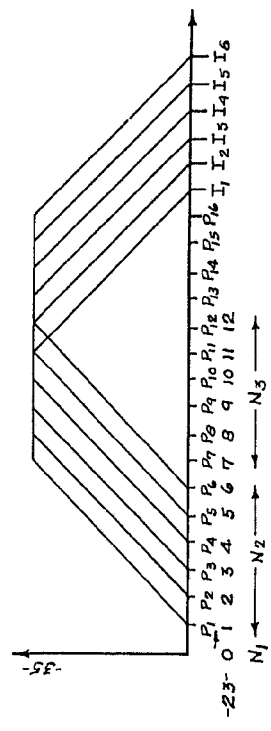


Fig. 6

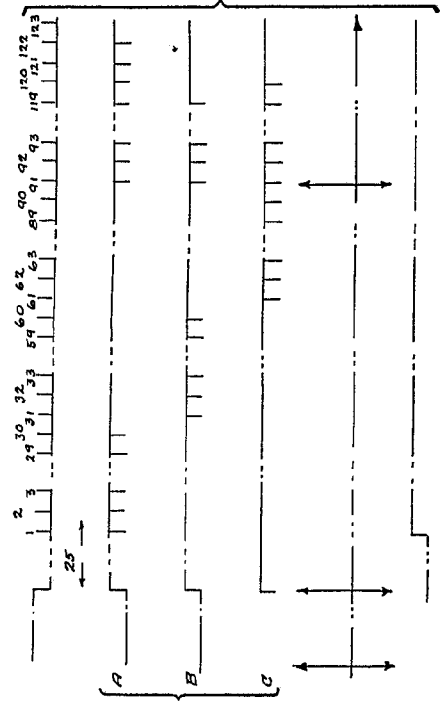


Fig. 9

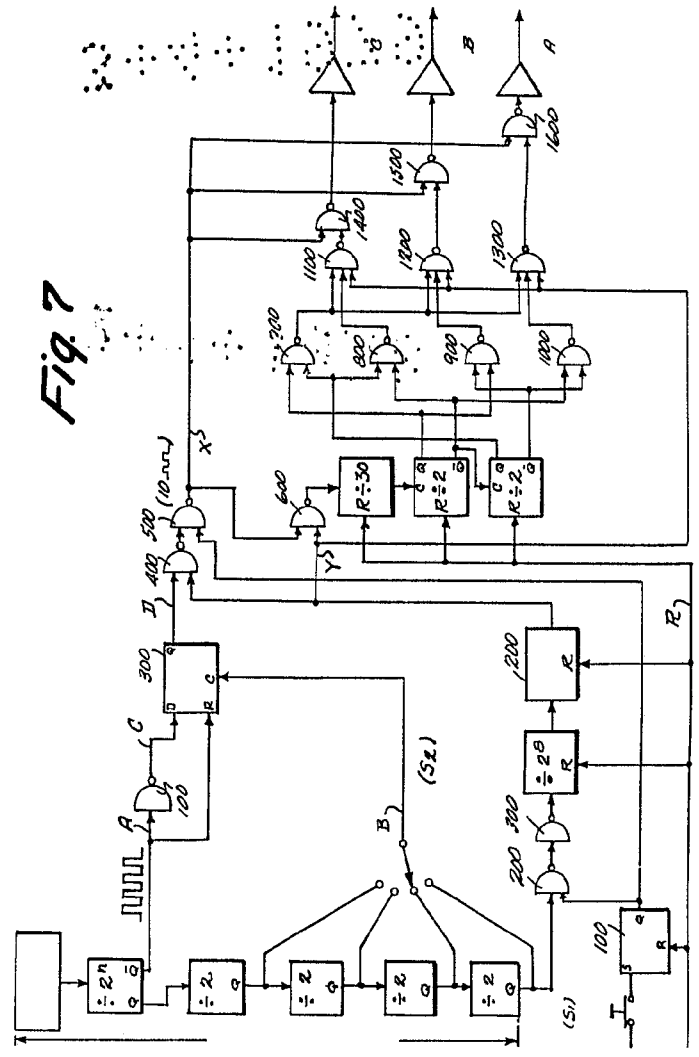


Fig. 7

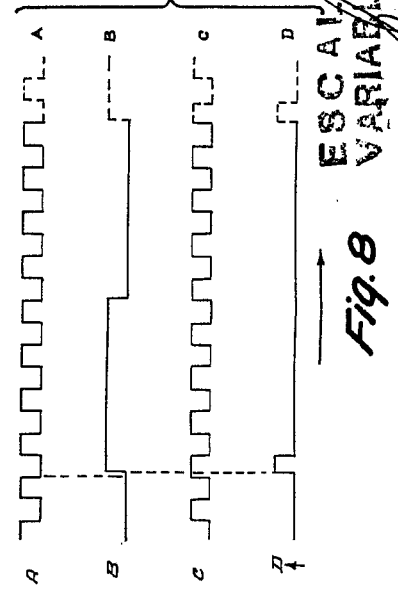


Fig. 8

ESCALA VARIABLE

Manu. 500-2-10-1954

IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIM. I.

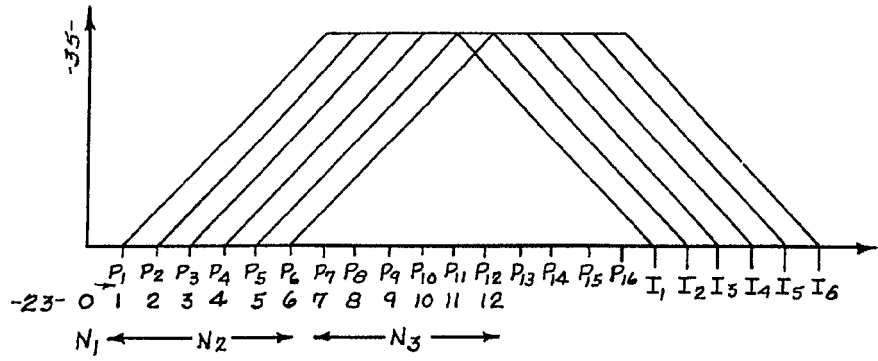


Fig. 6

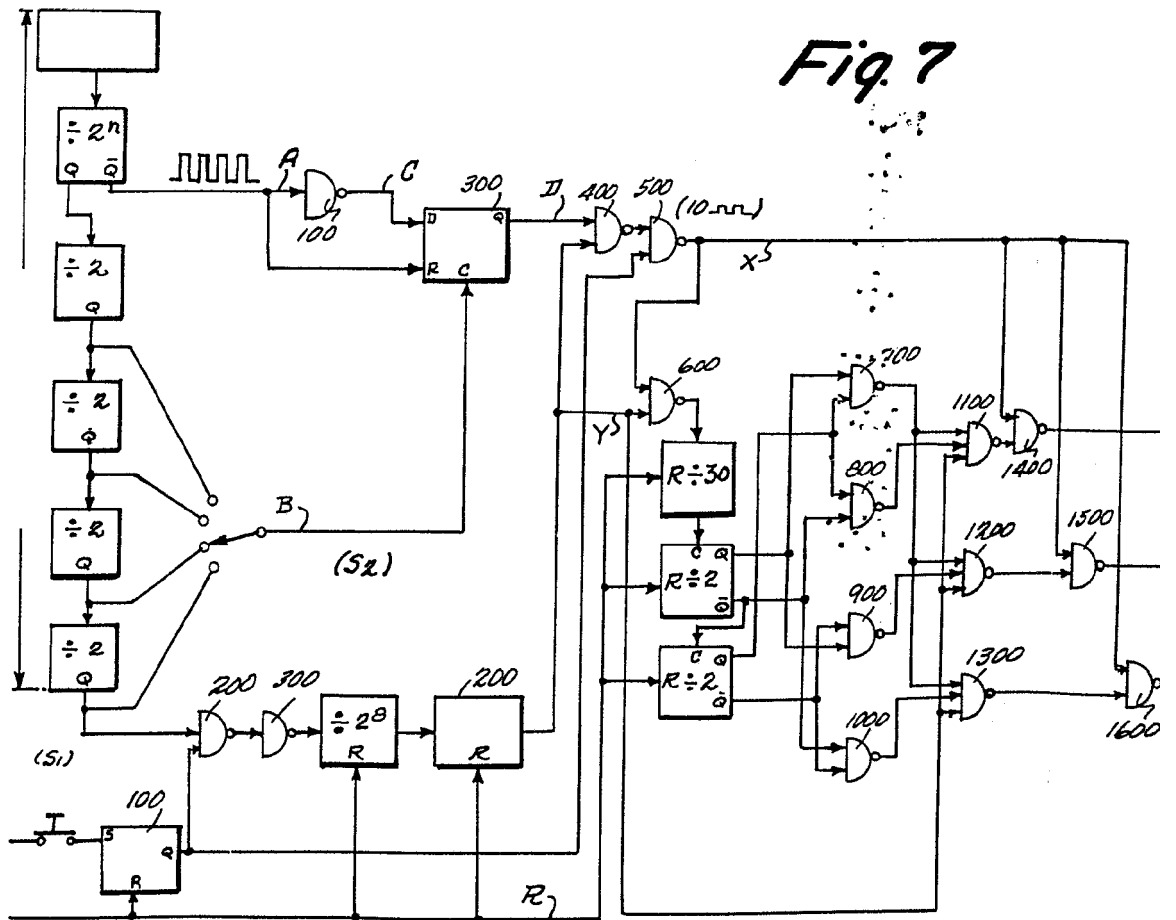


Fig. 7

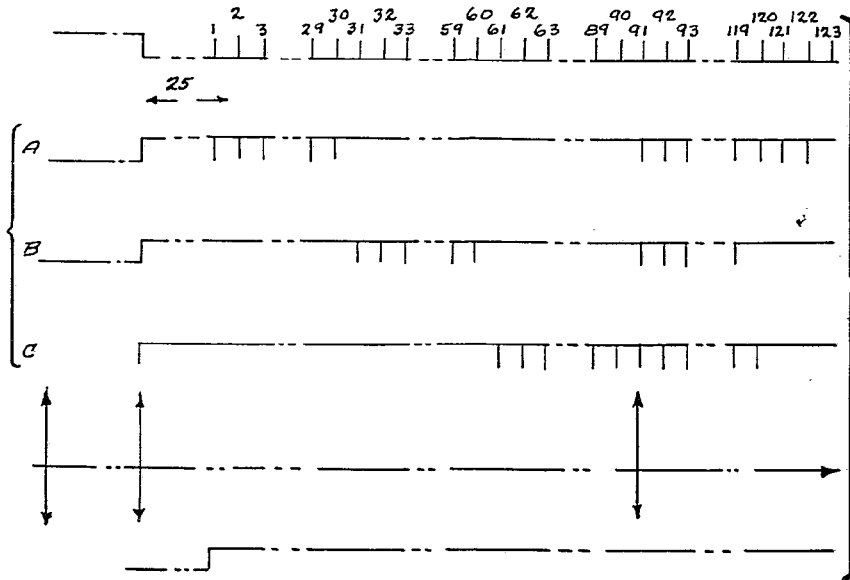


Fig. 9

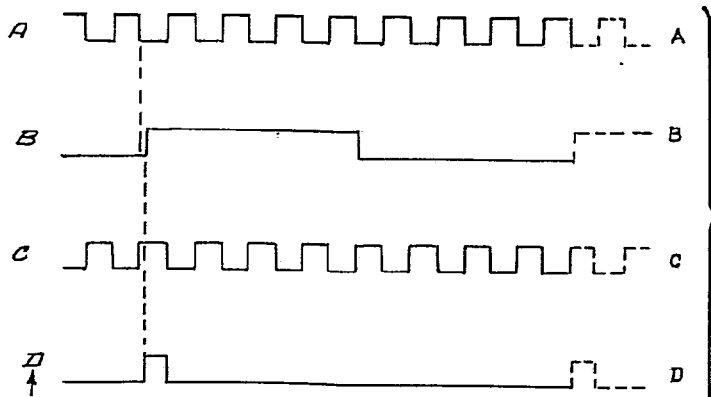
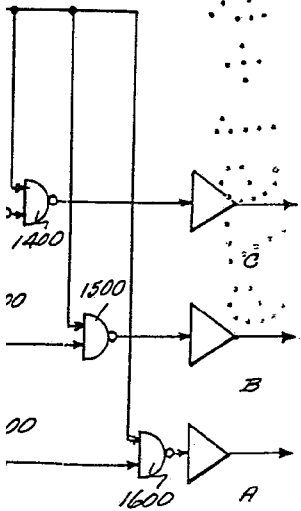


Fig. 8

ESCALA VARIABLE

CONZ-ACHE



IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIM

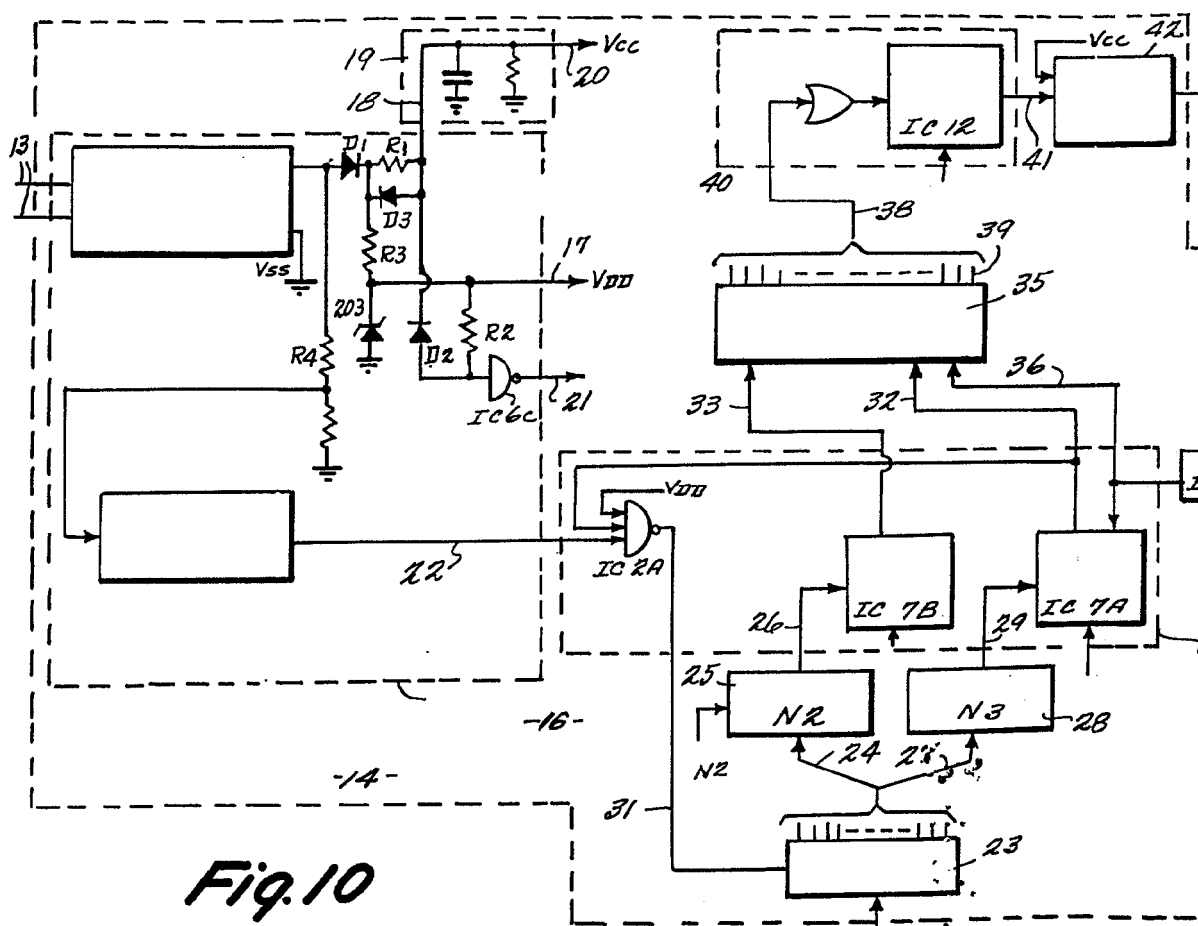
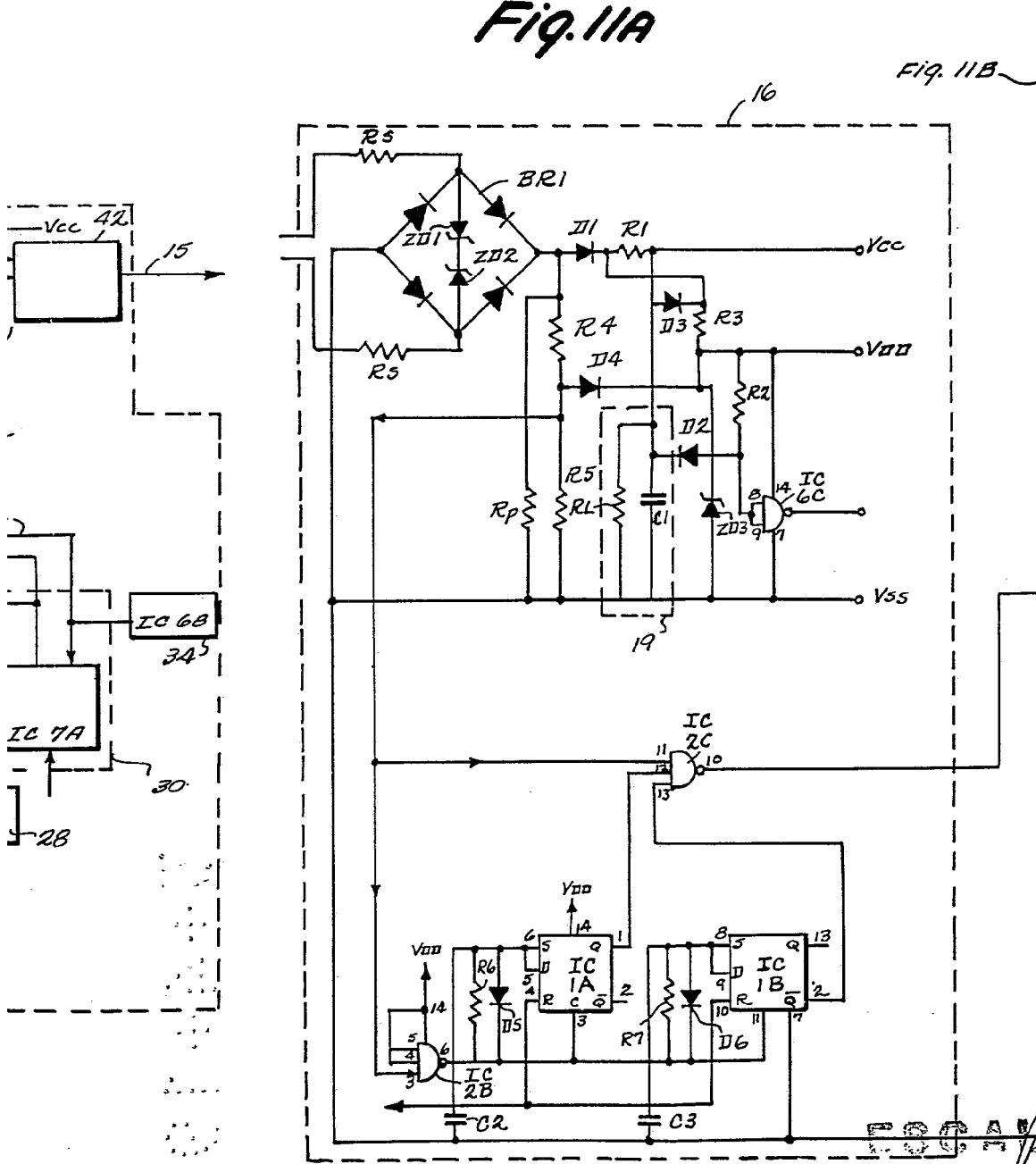


Fig. 10

Fig. 11A

Fig. 11B



BOGATA  
SOCIABLE  
GOMEZ-ACEBO

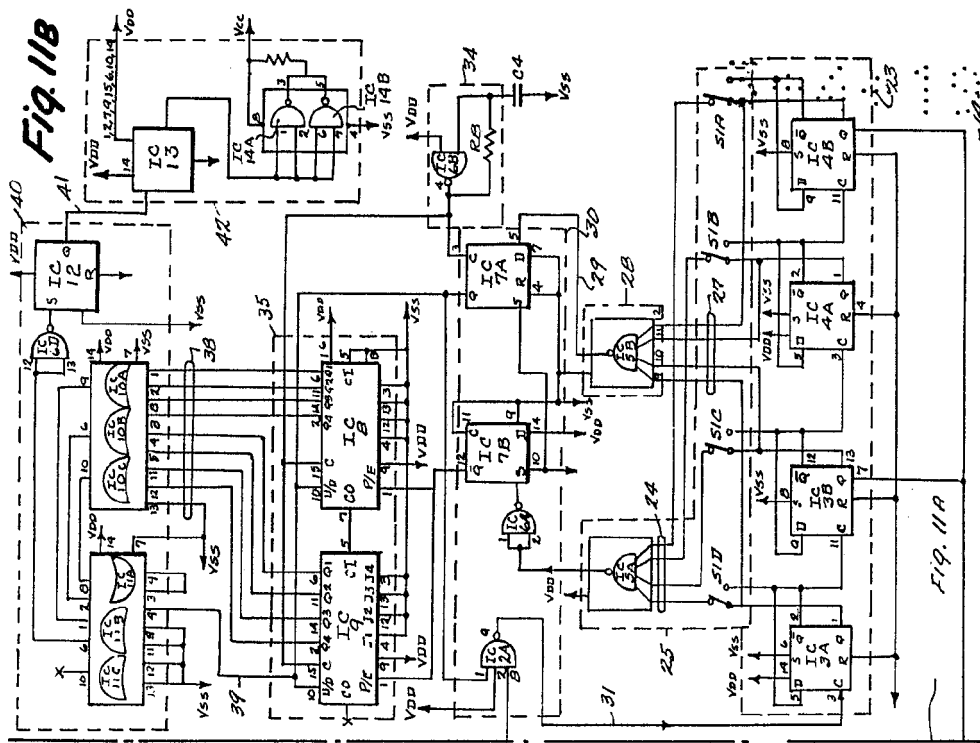
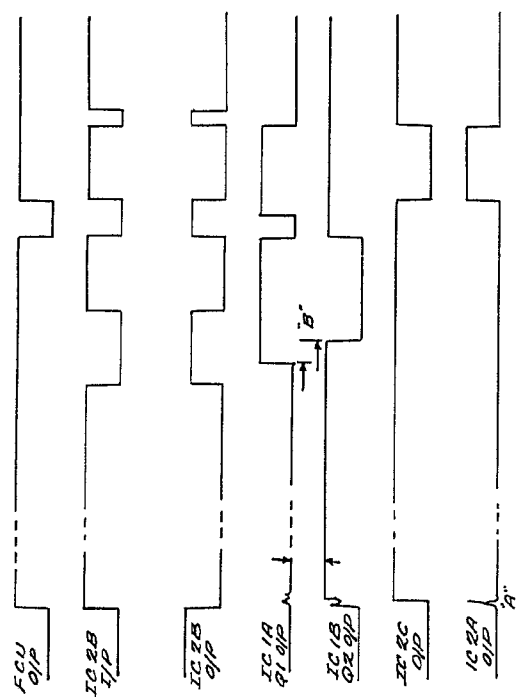


Fig. 11B



- (1)
- (2)
- (3)

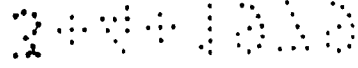
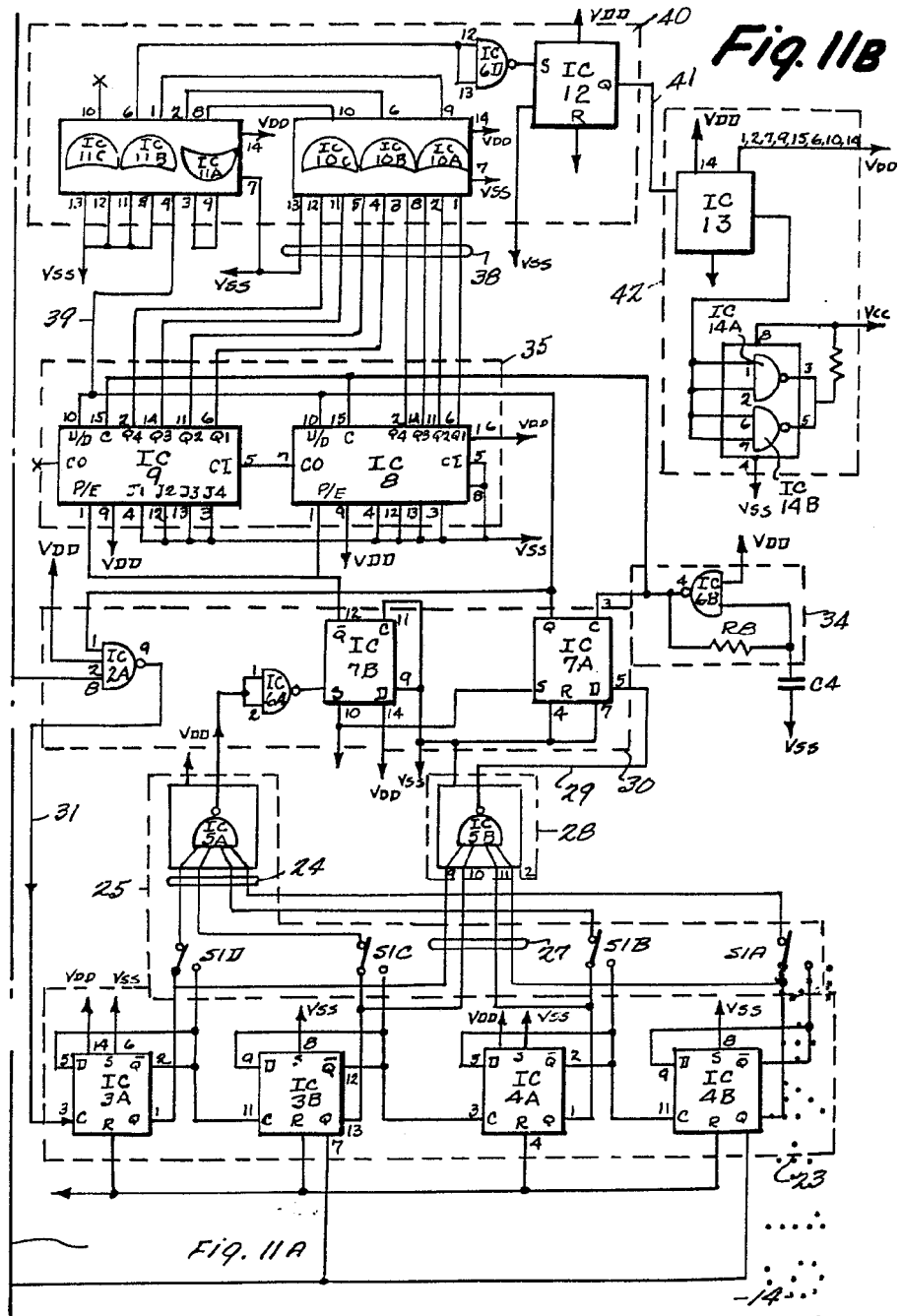
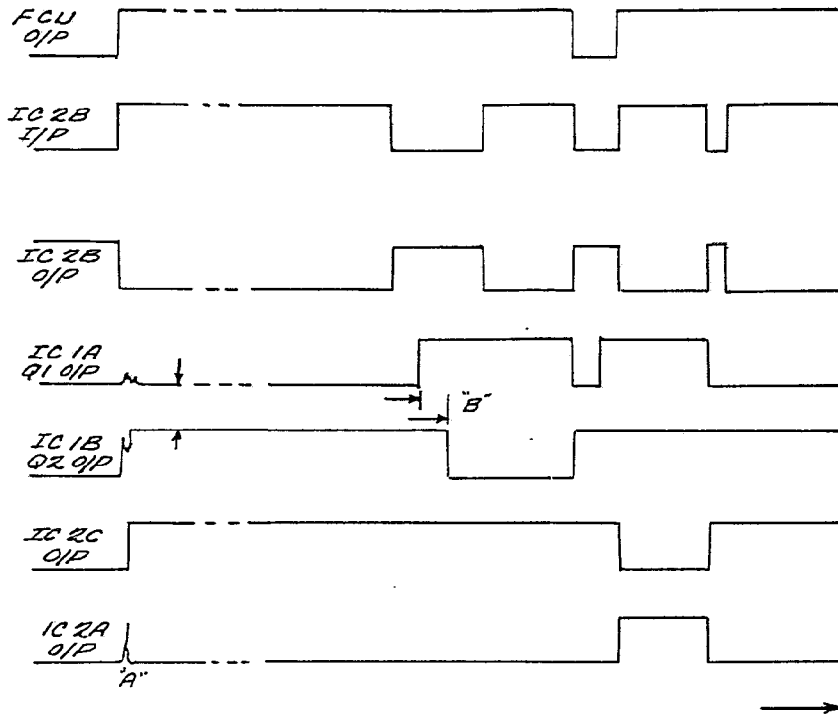


Fig. 12

SECRET  
 19 APR 1978  
 [Signature]





(1)

(2)

(3)

Fig. 12

ESCALA  
VARIAS  
19 ABR 1979

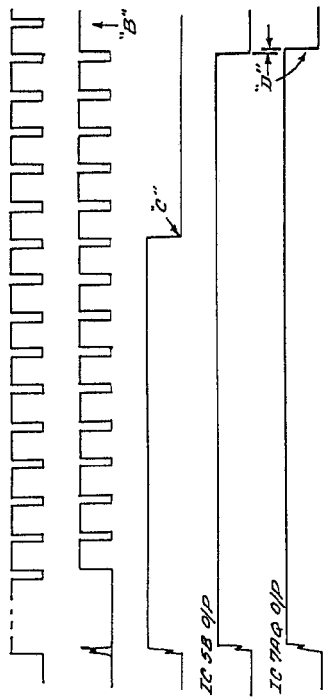
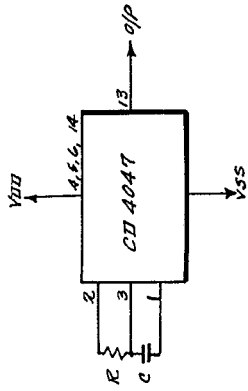


Fig. 14



(f ~ 5KHz)

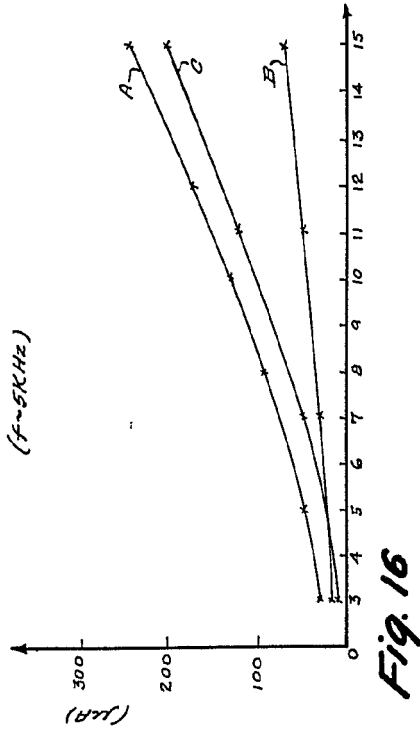


Fig. 16

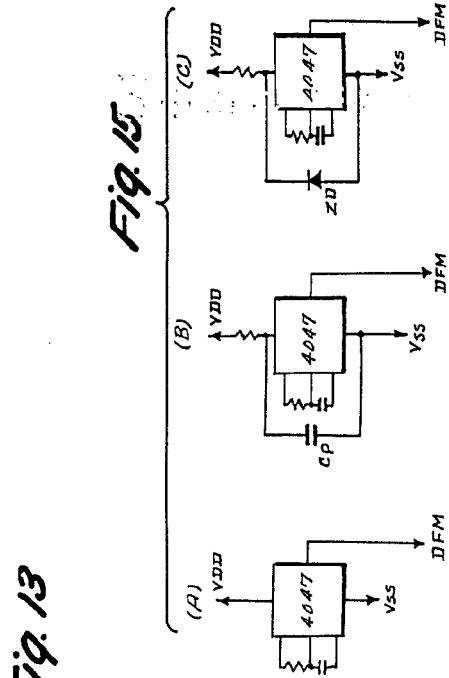


Fig. 13

Fig. 15

f ~ 5KHz

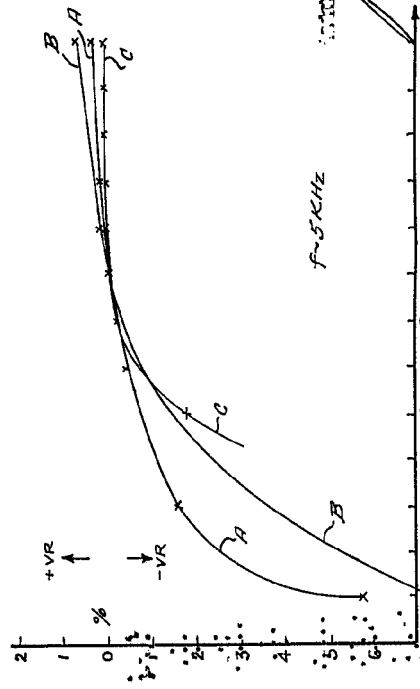
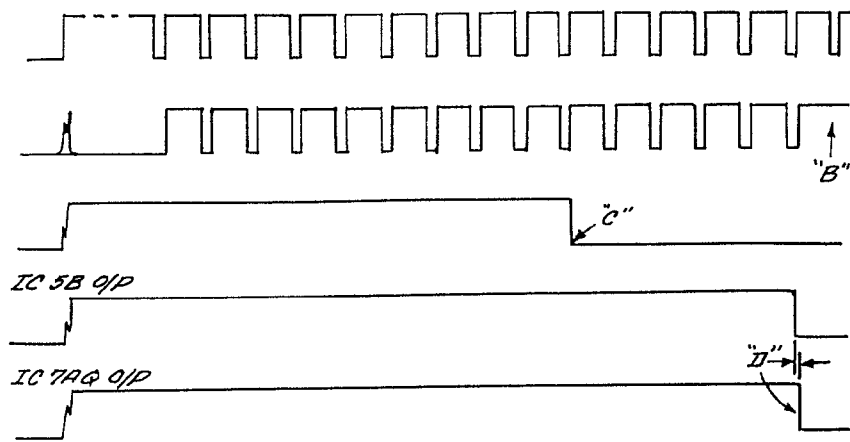


Fig. 17

3 APR 1979



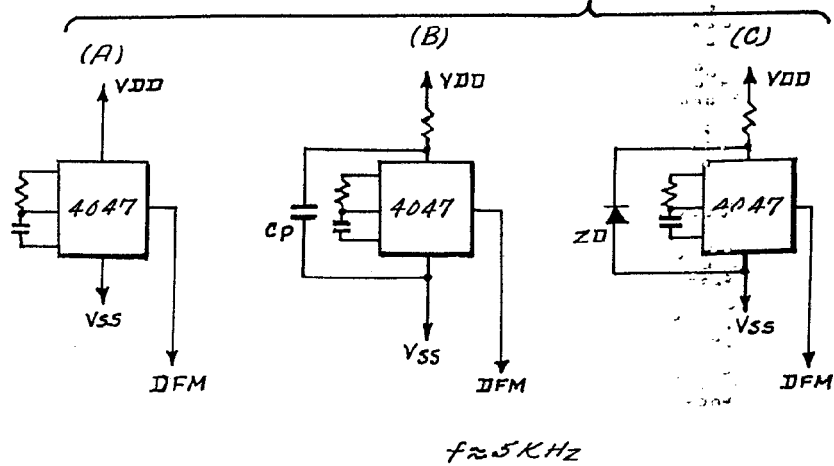
(1)

(2)

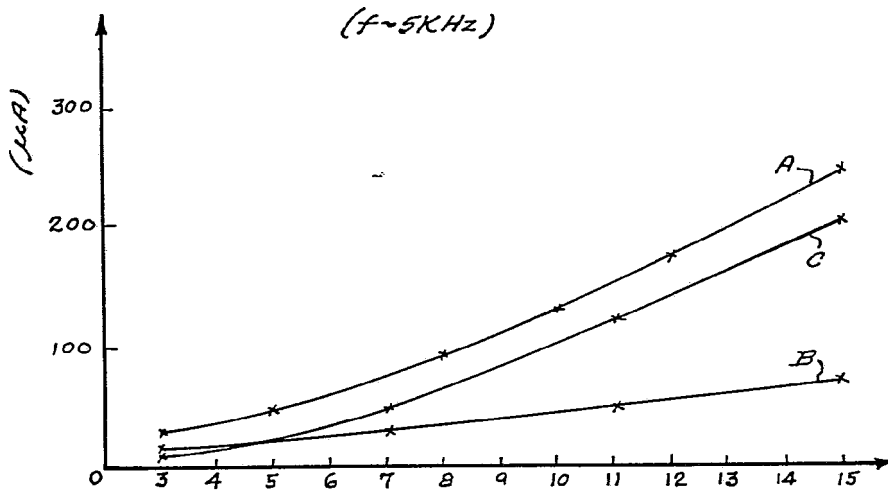
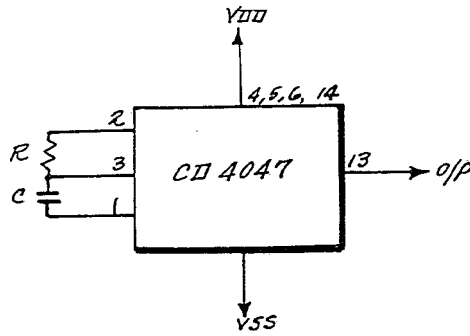
(3)

**Fig. 13**

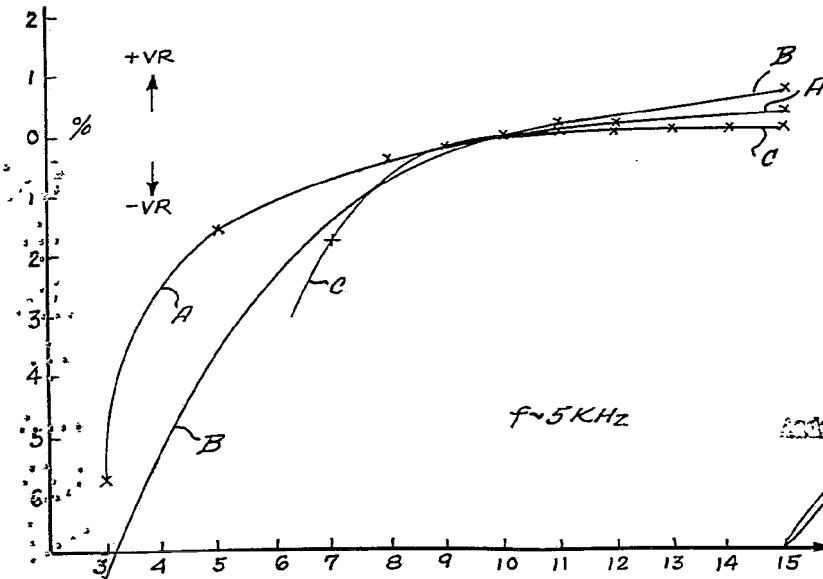
**Fig. 15**



**Fig. 14**



**Fig. 16**



**Fig. 17**

3 ABR. 1979