



ESPAÑA

10 ES 11 12 A1
21 22
NUMERO
459267
FECHA DE PRESENTACION
18 MAYO 1977

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO 7605608-4	18-5-76	Suecia

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL F42D	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

64 TITULO DE LA INVENCION
"UN METODO PARA LA INICIACION DE DETONADORES"

71 SOLICITANTE (S)
NITRO NOBEL AB

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
S-710 30 GYTTORP (SUECIA)

72 INVENTOR (ES)
D. Åke Gustafsson y D. Jan Westberg

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
D. Alfonso Durán Olivella

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente Patente de Invención se refiere a la iniciación de detonadores eléctricos y de modo más particular a un método y su correspondiente dispositivo para la iniciación de dichos detonadores en los que el

5. contenido de energía de un condensador en una disposición de explosionado a base de condensadores, están adaptados para su adecuación a la demanda de carga interesada.

La descripción de la presente Patente comprende los conceptos de iniciación y disparo respectivamente,

10. considerándose aquí en el concepto iniciación como el suministro de energía necesario para iniciar otro proceso y el disparo considerándose en el sentido de este segundo proceso mencionado, o proceso de disparo, que tiene lugar independientemente del suministro de energía

15. externa una vez que se ha iniciado. Así pues, para un detonador eléctrico, la iniciación significa el suministro de energía eléctrica a su espoleta de manera tal que se inicia el verdadero proceso de disparo o explosión.

Una exigencia fundamental en relación con la

20. iniciación de detonadores es que la iniciación de los mismos y por lo tanto también el disparo se lleve a cabo con un margen satisfactorio de seguridad, de manera que se mantenga al mínimo el riesgo de fallo del disparo. Es también importante que el disparo o explosionado del explosivo del detonador pueda tener lugar con un retraso

25. controlado para alcanzar el resultado deseado cuando se llevan a cabo explosiones a intervalos. Para conseguir

estas exigencias, es necesario que la corriente que pasa por el detonador y también la energía suministrada al detonador, se encuentren entre límites predeterminados.

- Existen diferentes tipos de detonadores. Usualmente están divididos en grupos y para cada grupo, existe un valor mínimo para la corriente y también un impulso mínimo de corriente (impulso de disparo) que da lugar a una iniciación segura del detonador del grupo interesado. El impulso de corriente se considera en este caso como la integral según el tiempo del cuadrado de la corriente. Además, existe también de manera general indicación de la corriente máxima que puede pasar a través de un detonador sin riesgo de que éste sea iniciado.

- Los detonadores para la iniciación de explosivos en una tanda de explosiones se conectan generalmente en serie cuando el número de detonadores es reducido. En caso de mayor número de detonadores, se utiliza la conexión en serie/paralelo, implicando ello que los detonadores se dividen en un número aproximadamente de grupos iguales o series que se conectan entre sí en paralelo. Los detonadores de cada grupo están conectados en serie. Esto asegura que el necesario voltaje que se debe alimentar al sistema de detonadores se puede mantener reducido, con lo que el riesgo de fallo en el sistema de disparo o encendido, es reducido. El fallo, tal como se indica en esta memoria, implica el riesgo, de falta de encendido, por ejemplo el ser derivada a tierra la corriente eléctrica de disparo. En ciertos países, se lleva a cabo una

conexión puramente paralela de todos los detonadores individuales cuando las condiciones lo permiten.

En aparatos explosionadores convencionales de tipo de condensador, una batería de condensadores es

5. cargada hasta un elevado voltaje y la corriente de disparo a los detonadores conectados es producida, en principio, por el cierre de un interruptor y la descarga de los condensadores a través del circuito detonador. El estado de carga de los condensadores queda generalmente
10. indicado por un instrumento que posee una aguja indicadora o algunas veces por medio de una lámpara indicadora que se enciende cuando se ha alcanzado el voltaje máximo. En ciertos aparatos explosionadores, principalmente en unidades pequeñas, existe el accionamiento automático
15. cuando el voltaje alcanza el valor predeterminado. Los instrumentos con aguja indicadora no están graduados en voltios sino que adoptan solamente la forma "cero" y "carga completa" existiendo posiblemente algunas marcas de escala entre ambos. Para el voltaje máximo del condensador, el dispositivo explosionador tiene una cierta capacidad de encendido, (la capacidad de iniciar un cierto número de detonadores) calculado a partir de la demanda de valores mínimos de corriente y de impulso de corriente. A continuación se muestra un ejemplo de diseño de la
20. placa de indicaciones de un dispositivo explosionador a base de condensadores. Los símbolos R_t , N y n se han añadido para facilitar la descripción de la presente
25. Patente de Invención.

(n)	(R _t)	(N)	(N/n)
Numero series en paralelo	Resistencia del cable de encendido	Numero de detonadores	Numero de detonadores/serie
5. 1	10 ohmios	95	95
4	10 ohmios	220	55
5	5 ohmios	250	50
6	2 ohmios	300	50

10. La placa de indicaciones muestra para diferente número de series en paralelo (n) el número máximo (N) de detonadores que se pueden iniciar en cualquier caso y también el número máximo de detonadores en cada serie (N/n) para una resistencia total (R_t) dada del cable de encendido utilizado.

15. El tipo de placa indicadora descrita anteriormente indica, tal como se ha mencionado, el número máximo de detonadores que se pueden iniciar con una máquina explosionadora completamente cargada, es decir, el número de detonadores para los cuales está prevista la máquina. Sin embargo, en caso de que la misma máquina explosionadora se debe utilizar para iniciar, por ejemplo, diez de-
 20. tonadores, existe un considerable exceso de capacidad tanto en lo que respecta a energía como al voltaje y
 25. corriente eléctrica. La corriente inicial en este caso es por lo tanto 8-9 veces más elevada que con 95 detonadores conectados. Un incremento en la corriente de ese tipo

puede tener un efecto negativo en el encendido del detonador y por lo tanto en la fiabilidad del encendido, incluso si la fiabilidad de la iniciación no queda en si misma influenciada. De esta manera se pueden alcanzar los

5. valores máximos para la corriente y para los impulsos de corriente que se pueden permitir con el mismo grado de fiabilidad de encendido mencionado anteriormente.

Para evitar este problema de fiabilidad, en el caso de máquinas explosionadoras convencionales a base de condensadores, tanto los límites superior como inferior

10. se pueden indicar para la máquina explosionadora en forma del número permisible de detonadores que pueden ser disparados. Dichos valores limitadores, en combinación con los valores asociados del número de series en paralelo,

15. puede resultar en el hecho de que para una máquina detonadora determinada, con un máximo y un mínimo absolutos para el número de detonadores, tienen lugar ciertos intervalos entre estos dos límites concerniendo el número total de detonadores, intervalos que no se pueden iniciar

20. por la máquina explosionadora interesada. Para poder efectuar la iniciación de tandas de explosiones de magnitudes comprendidas dentro de dichos intervalos, es necesario utilizar máquinas explosionadoras con otras gamas o escalas operativas. La desventaja de este caso es que se

25. requiere un mayor número de máquinas explosionadoras con gamas operativas que frecuentemente se solapan entre sí en proporción considerable y ésto significa naturalmente unos elevados costes innecesarios.

En el caso de ciertas máquinas explosionadoras, el problema de la notable variación de la carga se soluciona suministrando un impulso de encendido con una corriente controlada. Independientemente del número de

5. detonadores conectado en el circuito, los detonadores individuales están dotados de la misma corriente constante cuando se utilizan estas máquinas explosionadoras. Las máquinas explosionadoras de corriente constante, por lo menos las utilizadas para la iniciación de un gran número

10. de detonadores, resultan complicadas en su diseño y esto implica generalmente el riesgo de una intensidad de defecto incrementada y les hace innecesariamente caros para la mayor parte de aplicaciones. Otra desventaja de las máquinas explosionadoras de corriente constante es que el

15. control se lleva a cabo en el "lado de alta potencia", es decir, después de los condensadores que almacenan la energía. Esto repercute en severas exigencias en cuanto a las piezas componentes y en el dimensionado de los circuitos, para conseguir un elevado nivel de rendimiento y

20. para evitar corrientes transitorias peligrosas para dichos componentes.

La presente Patente da a conocer un nuevo método y el correspondiente dispositivo para la iniciación de detonadores, de forma que la cantidad de energía emitida

25. por la máquina explosionadora queda adaptada al número de detonadores conectados en el sistema. Esto se realiza de acuerdo con la presente Patente haciendo que el conjunto de condensadores de la máquina explosionadora quede

- adaptado al nivel correcto de energía de acuerdo con la carga real, por medio del control de la máquina explosionadora en el "lado de baja potencia". El impulso de encendido, por otra parte, al revés de lo que ocurre en las
5. máquinas explosionadoras de corriente constante, puede tener una característica exponencial típica de la descarga de un condensador. Este método limita también el impulso de corriente suministrada a cada detonador tanto hacia arriba como hacia abajo. De acuerdo con la inven-
 10. ción, el conjunto de condensadores es cargado a un cierto voltaje y por lo tanto ha alcanzando un determinado nivel de energía que corresponde a la carga de la máquina explosionadora. Además, esto proporciona también la significativa ventaja de que en el caso en que no se utiliza
 15. la máxima capacidad de encendido o disparo de la máquina explosionadora, circunstancia real en la mayor parte de casos, los condensadores son cargados hasta un voltaje menor que en el caso de máquinas explosionadoras de condensador del tamaño correspondiente. Esto disminuye el
 20. riesgo de fallos por toma de tierra, lo cual proporciona naturalmente un nivel incluso más elevado de seguridad. El control en el "lado de baja potencia" proporciona también la ventaja de que la máquina explosionadora es más simple, más fiable y su coste es menor en cuanto a fabri-
 25. cación que una máquina explosionadora de corriente constante.

En una variante de la invención, la adaptación de energía se lleva a cabo variando la capacitancia del

conjunto de condensadores. Esto se puede llevar a cabo cargando en todo momento los condensadores a un determinado voltaje o alternativamente, combinando la variación de capacidad con variación en el voltaje al cual se carga el conjunto de condensadores. La variación en la capacidad puede por ejemplo ser alcanzada utilizando un número de condensadores fijo que se conectan o desconectan.

En todas las actividades de voladuras o explosiones controladas, los temas de seguridad son de vital importancia. Esto significa que se presenta una fuerte exigencia en cuanto a que el funcionamiento de la máquina explosionadora sea fiable. El nivel de seguridad se puede aumentar si la máquina explosionadora incluye en sí misma dispositivos que impiden intentos de iniciación de los detonadores cuando tienen lugar ciertos fallos en el sistema conectado ó cuando el rendimiento de la máquina explosionadora no corresponde a la carga conectada a la misma. Además, el manejo de una máquina explosionadora debe ser lo más simple posible, para evitar errores por parte del operador en la mayor proporción posible. Estas condiciones han guiado el desarrollo de la presente invención.

Ya se ha indicado que los detonadores son conectados a una máquina explosionadora mediante conexiones en serie, mediante conexiones serie/paralelo o mediante una conexión puramente en paralelo. La carga de resistencia detectada por la máquina explosionadora depende por lo tanto del número de detonadores conectados (N) así co-

- mo del número de detonadores en serie (n) conectados en paralelo. De acuerdo con la idea básica de esta invención, el operador puede, por ejemplo con ayuda de un interruptor situado en la máquina explosionadora, especificar el número de series conectadas en paralelo, excepto que la máquina explosionadora quede destinada solamente para el explosionado de series únicas. La máquina explosionadora comprende un dispositivo de conversión que durante la carga del conjunto de condensadores de la máquina explosionadora, convierte el voltaje del conjunto de condensadores al número de detonadores de un cierto tipo que, como máximo, se pueden iniciar en el voltaje interesado. Naturalmente, como alternativa, se puede llevar a cabo la conversión al número máximo de detonadores en cada serie conectada en paralelo. La relación entre el voltaje del condensador, el número de detonadores conectados (N) y el número de series conectadas en paralelo (n) no es lineal y por lo tanto el dispositivo de conversión mencionado tiene una característica no lineal. El valor calculado por la unidad de conversión es presentado por el aparato mediante una unidad indicadora, por ejemplo un instrumento con una aguja indicadora o un instrumento indicador digital. Desde el punto de seguridad puede ser también aconsejable que la unidad de presentación indique el valor dispuesto por el operador para el número de series conectadas en paralelo. Cuando la unidad de presentación indica los valores correctos, es decir el mismo número de series y de detonadores de la
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.

tanda de explosiones interesada, la carga del conjunto de condensadores queda interrumpida.

- La idea básica de la presente Invención incluye también, tal como se ha indicado antes, la posibilidad de
5. introducir funciones de seguridad en la máquina explosionadora. Esto significa que el aparato puede, por ejemplo, medir la resistencia de carga y en base a dicha medición puede utilizar circuitos de conversión simultáneamente con los circuitos mencionados anteriormente, para analizar
 10. si el voltaje es suficientemente alto para proporcionar una iniciación fiable de los detonadores. La máquina explosionadora puede por ejemplo, ser dotada de una lámpara señalizadora que se enciende cuando se puede llevar a cabo la iniciación y/o, con un dispositivo que por ejemplo
 15. de manera mecánica o eléctrica, bloquea cualquier intento de llevar a cabo la iniciación demasiado pronto. De un modo similar, en caso de voltaje excesivamente alto del condensador, la lámpara señalizadora puede dejar de funcionar y/o puede entrar en funciones una lámpara avisadora
 20. o un dispositivo de bloqueo, respectivamente. La medida de la resistencia puede también influenciar sistemas dispuestos para bloquear la carga de los condensadores en los casos en que se excede de la capacidad máxima de la máquina explosionadora. En este caso, asimismo, se
 25. puede disparar una señal para informar al operador con respecto a las condiciones de trabajo de referencia.

De acuerdo con la idea básica de esta invención, la máquina explosionadora puede, como alternativa, ser

- dispuesta de manera tal que ciertas unidades en la máquina explosionadora miden la verdadera carga resistente, con lo que la unidad de conversión en la máquina explosionadora, en base a la resistencia medida, al valor
5. dispuesto en el interruptor para el número de series en paralelo y posiblemente también una para el tipo de detonadores, controla o posiblemente regula la carga de los condensadores en el conjunto de condensadores de manera que se consiguen los contenidos correctos de energía para
10. asegurar el encendido fiable de los detonadores conectados a la máquina explosionadora. El accionamiento del impulso de encendido puede tener lugar de modo automático o de modo controlado por el operador que ha sido informado previamente por medio de una unidad apropiada,
15. por ejemplo una lámpara de señales, de que la tanda de explosiones se puede iniciar.

- Otra variante que hace posible que la carga de los condensadores sea interrumpida en el nivel correcto es que el número de detonadores que constituye la tanda y
20. el número de series en paralelo en las cuales están conectados los detonadores quedan dispuestos mediante interruptores, con lo que la máquina explosionadora traduce dichos valores en el voltaje correcto.

- La invención se describe de modo más detallado
25. en relación con las quince figuras siguientes:

La figura 1 muestra el dibujo de principio, de un detonador.

La figura 2 muestra un ejemplo de sistemas de

iniciación conectados.

La figura 3 muestra una relación en principio, entre la resistencia de carga de una explosionadora y el voltaje mínimo necesario en el conjunto de condensadores de la máquina explosionadora, siendo el número de series de detonadores conectadas en paralelo un parámetro.

La figura 4 muestra la relación, en principio, entre la relación entre el número de detonadores conectados y el número de series conectadas en paralelo y, por otro lado, el voltaje necesario en el conjunto de condensadores de la máquina explosionadora, actuando el número de series conectadas en paralelo como parámetro.

La figura 5 muestra la relación, en principio, entre el número total de detonadores conectados y el necesario voltaje en el conjunto de condensadores de la máquina explosionadora, con un número de series conectadas en paralelo como parámetro.

La figura 6 muestra un diagrama de bloques de la máquina explosionadora realizada de acuerdo con una de las variantes de la invención.

Las figuras 7-8 muestran ejemplos de funciones de transferencia discreta-lineal apropiadas para su aplicación en los dispositivos de conversión de la máquina explosionadora.

Las figuras 9-10 muestran diagramas de conexiones propuestos para conseguir las funciones de transferencia discreta-lineal de las figuras 7 y 8.

Las figuras 11-12 muestran una característica

normal de diodo y una manera de representar un diodo con la ayuda de componentes ideales.

La figura 13 muestra un ejemplo de un dispositivo destinado a medir resistencias.

5. Las figuras 14-15 muestran circuitos de una máquina explosionadora realizada de acuerdo con la presente Patente.

10. La figura 1 muestra un detonador -101-. Dos conductores -102- llevan a un filamento -103- integral con una espoleta -104-. La espoleta está asociada con un elemento de retraso -105- y después de ésto, con el explosivo del detonador -106-. Todas las piezas mencionadas están rodeadas por un cuerpo envolvente -107-. Cuando pasa una corriente de la magnitud y duración adecuadas a través de los conductores -102-, el filamento -103- es afectado por la corriente de manera tal que dicho filamento se calienta en una proporción suficiente para iniciar el detonador de la espoleta -104-. El proceso de encendido iniciado continúa a través del elemento de retraso -105- con su tiempo característico de combustión y luego alcanza al explosivo -106-. Este es detonado, como resultado de lo cual el explosivo en el cual está acoplado el detonador, es iniciado asimismo.

25. En la figura 2 se indica con el numeral -108- una máquina detonadora que está conectada a un cierto número de detonadores eléctricos -101- por medio de dos conductores únicos o cables de encendido -109-. En la figura 2a todos los detonadores están conectados en se-

- rie, mientras que en la figura 2b algunos grupos de detonadores están conectados en serie y cada grupo de detonadores conectados en serie está a su vez conectado en paralelo con otros grupos. La figura 2c muestra un sistema de conexión en paralelo pura. La figura muestra también la designación n que especifica el número de grupos o series conectadas en paralelo. Así pues, en la figura 2a, $n=1$, para la figura 2b $n=4$ y para la figura 2c $n=N$. La designación R_t indica la resistencia total del cable de encendido -109- utilizado.

- Las figuras 3-5 muestran la relación de principio entre la carga en una máquina explosionadora y el voltaje mínimo necesario U_0 en el conjunto de condensadores de la máquina explosionadora, con el número de series conectadas en paralelo n como parámetro. Las figuras 4 y 5 indican también la forma en que el cable de encendido R_t influye en la capacidad de encendido. La carga para todas las figuras está indicada a lo largo del eje horizontal y el voltaje está indicado según el eje vertical.
- La graduación de los ejes depende naturalmente de la magnitud de la capacitancia en el conjunto de condensadores. Para la siguiente discusión general, por lo tanto, solamente las magnitudes $U_{01} - U_{06}$ han sido utilizadas en las figuras para graduar el voltaje. Para esta presentación continuada se ha decidido también en la figura 3 el especificar el total de resistencia de carga de la máquina explosionadora con el término R_e en la figura 4 para especificar la carga como la relación entre el número de

- detonadores de carga N y el número de series en paralelo n , es decir, N/n y en la figura 5 para especificar la carga como el número total de detonadores N . Esta graduación se ha aplicado también en magnitudes que no se encuentran presentes en mayor detalle. La figura 3 incluye también un cierto número de líneas de puntos para diferentes valores de n , en los que la escala horizontal se ha variado entre las diferentes líneas de puntos, de manera que los respectivos puntos de máxima resistencia de carga coinciden en el diagrama. Esto implica que la escala en el eje horizontal ha sido variada de manera que, por ejemplo, el valor de la resistencia correspondiente al punto extremo de la línea de puntos n_2 es el mismo que la resistencia correspondiente al punto extremo de la línea continua para n_2 . La utilización de esta variación en la escala horizontal se discute más adelante en la memoria. Las relaciones mostradas en las figuras 3-5 son fundamentales para la realización de la idea básica de la invención, lo cual se clarifica en más detalle en la descripción siguiente.
20. Aparte de la representación gráfica mostrada en las figuras 3-5, las relaciones se pueden presentar también con ayuda de expresiones analíticas. Puesto que esto será de ayuda en la descripción siguiente, también se introducen las diferentes funciones analíticas en el presente punto. En la figura 3, el voltaje U_0 necesario para los condensadores se muestra como función de la resistencia de carga R_e . También se puede expresar R_e con la función de U_0 de acuerdo con la relación $R_e = h_0(U_0, n)$
- 25.

lo cual resulta implícitamente en las curvas de línea continua de la figura 3. De modo correspondiente, las curvas de la figura 4 se pueden representar con ayuda de la función $N/n=f(U_0, n, R_t)$ y con la figura 5 por

5. $N=g(U_0, n, R_t)$. Todas estas funciones y curvas representan por lo tanto la máxima carga que es permisible para un determinado tamaño de condensador y voltaje o el menor voltaje requerido para iniciar una carga determinada. Ha constituido por lo tanto la base de este sistema
10. el satisfacer la exigencia de una determinada corriente mínima e impulso de corriente, para asegurar la iniciación fiable, tal como se ha indicado anteriormente. Además, se debe tener en cuenta la limitación que representa la carga mínima que se puede iniciar de manera fiable con
15. una determinada capacidad y voltaje de carga o el voltaje más elevado permisible con una cierta carga. Esta limitación se puede expresar analíticamente del modo siguiente: $R_e = h_u(U_0, n)$ y si se desea se puede también expresar de modo similar para N/n y N .

20. La figura 6 muestra 25 bloques que describen el método operativo de la máquina explosionadora. Para facilitar el estudio del sistema de bloque, la numeración del mismo está suplementada con símbolos. Así por ejemplo los bloques $\boxed{1}$ - $\boxed{8}$, $\boxed{11}$, $\boxed{12}$ y $\boxed{25}$ son esenciales para rea-
25. lizar los principios básicos de la invención. Los bloques $\textcircled{15}$ - $\textcircled{24}$ se refieren a circuitos de seguridad. Finalmente, los bloques 9-10 y 13-14 indican dispositivos suplementarios de acuerdo con la invención. Dicha figura incluye

también los puntos de conexión A, B y C. La intención es que los puntos indicados de esta manera en los bloques se encuentren en contacto entre sí en el caso en que las letras lo indiquen.

5. En la figura 6 se indica con [1] una unidad de carga para el conjunto de condensadores (2) que almacena energía. La fuente de energía puede consistir por ejemplo en acumuladores, un generador accionado manualmente o la red eléctrica. Desde el conjunto de condensadores existe
10. una conexión indicada de modo preciso que lleva a un dispositivo operativo [3] para descarga de los condensadores. La conexión remarcada que se ha indicado que representa la trayectoria seguida por la corriente de encendido, continúa luego mediante un par de tornillos terminales [4] a una carga de detonadores [5]. Un sensor de voltaje [6] conectado al conjunto de condensadores [2]
15. queda designado de modo tal que su señal de salida consiste en una señal analógica suministrada a un generador de funciones [7], al cual se hace referencia como primer generador de función en la descripción siguiente. En
20. éste, el voltaje del condensador de referencia se convierte en una señal correspondiente al número de detonadores que la máquina explosionadora puede iniciar. La característica de transferencia del generador de función
25. está de acuerdo en principio con las funciones de transferencia discutidas anteriormente en relación con las figuras 4 y 5, es decir, las funciones $f(U_0, n, R_L)$ y $g(U_0, n, R_L)$. La función de transferencia a utilizar

- depende de si el número de detonadores por serie o el número total de detonadores debe ser indicado al operador. Un interruptor [8] para el número de series en paralelo n queda conectado al primer generador de función [7], con lo que el valor dispuesto para el número de series en paralelo es alimentado en él. De esta manera se selecciona la función de transferencia correcta para la función generador, puesto que n es el parámetro diferenciador para las curvas de las figuras 4 y 5. Los interruptores para diferentes tipos de detonador y para la resistencia R_t del cable de encendido se indican -9- y -10- respectivamente. Los interruptores para estas funciones pueden también influir en la elección de función de transferencia para la primera función generador.
15. De modo general, sin embargo, estas funciones son superfluas en la mayor parte de los casos y dan como resultado también un manejo más complicado de la máquina explosionadora.

- A partir del primer generador de función [7]
20. la señal de salida analógica es alimentada a un conversor analógico/digital [11] al cual se hace referencia como conversor A/D en lo siguiente. La señal de salida de esta unidad representa el número de detonadores que se pueden iniciar pero la señal se encuentra ahora en forma digital.
25. Esta señal digital es suministrada a un instrumento de exhibición digital [12] que presenta al operador la capacidad de encendido de referencia y hace posible que pueda interrumpir la carga del condensador al nivel que

corresponde a la tanda conectada. En casos en que un indicador digital muestra la posición del interruptor [8] para el número de series en paralelo, se desconecta un descodificador -13- en caso necesario a [8]. Desde el 5. descodificador, la señal pasa al indicador óptico -14- que puede ser integral con el instrumento digital [12] mencionado anteriormente. De la misma manera, cuando es aplicable, es naturalmente posible el representar los valores dispuestos en los interruptores -9- y -10- al 10. operador.

Uno de los sistemas necesarios para la función básica del aparato debe ser todavía descrito, es decir los circuitos de suministro de corriente [25]. En el caso de un acumulador o aparato accionado por la corriente de la red, éstos pueden quedar combinados en cierto modo con la unidad de carga [1]. Principalmente en el caso de máquinas explosionadoras cargadas mediante generadores, sin embargo, tendrán una función independiente puesto que entonces tienen solamente la misión de suministrar corriente de alimentación a la sección o zona 20. electrónica del aparato. Para esta finalidad, los circuitos consisten, aparte de la verdadera fuente de suministro de energía, por ejemplo en estabilizadores de voltaje y unidades para la producción de voltajes de referencia. 25. En el caso de máquinas explosionadoras portátiles, en las que la fuente de energía consiste en unas baterías, puede ser también necesario producir un control automático diferente al estado de la batería. Si el voltaje no es

suficiente para proporcionar el voltaje correcto de referencia para las mediciones, etcétera, que se deben llevar a cabo, el operador debe ser informado de ello. Un método consiste, por ejemplo, que todas las indicaciones visua-

5. les queden anuladas.

Una máquina explosionadora construída meramente en base a los bloques descritos es tan fiable en su función interna como una máquina explosionadora convencional de condensadores. Además, este aparato ofrece la ventaja, de acuerdo con el principio principal de la invención, de la adaptación de la energía cargada a la carga que se debe satisfacer. Sin embargo, el nivel de seguridad se puede elevar adicionalmente por la introducción de circuitos de seguridad que entran en funcionamiento si ocurren diferentes tipos de fallos. A continuación se describen algunos circuitos de seguridad de este tipo.

Desde la carga de los detonadores [5] hay una conexión de retorno al par de terminales de tornillo [4]. Desde ellos existe una conexión continua a un circuito [15] que mide la resistencia y simboliza la posibilidad de medir la verdadera resistencia de R_L . Un generador limitador (16) queda controlado por la disposición del interruptor [8] para el número de series en paralelo y en el caso en que sea aplicable, también por las señales procedentes del interruptor -9-. Estas conexiones son representadas en la figura por los puntos de conexión A y B. En base a los valores suministrados, el generador limitador proporciona una señal de salida que corresponde a la

- resistencia de carga más elevada que puede aceptar la máquina explosionadora, con el mismo nivel de fiabilidad. Se debe observar que la resistencia R_t del cable de encendido no influye en esta resistencia máxima permisible R_{max} y que por lo tanto no es necesario suministrar señal alguna desde el interruptor -10-. Por otra parte R_t forma par e de la resistencia de carga y por lo tanto influye en el número de detonadores N que se pueden conectar a la máquina explosionadora (ver figuras 3-5).
- 5.
10. Un primer dispositivo comparador [17] es alimentado con señales precedentes de la resistencia (15) y desde el generador limitador (16) comparando ambas señales. Si la resistencia de carga R_L es mayor que la mayor resistencia de carga R_{max} especificada por la señal
15. precedente del generador limitador, el dispositivo comparador emite señales a un dispositivo de carga de bloqueo (18) y a un dispositivo de descarga (19). De este modo se bloquea la carga del conjunto [2] de condensadores de la máquina explosionadora y también el dispositivo de
20. control [3] para la descarga del conjunto de condensadores. De esta manera, la carga que puede existir en el conjunto de condensadores no puede ser suministrada a los detonadores.
25. En una alternativa, más ventajosa desde un punto de vista de seguridad, las unidades de bloqueo (18) y (19) en sus posiciones iniciales bloquean tanto la carga como la descarga del conjunto de condensadores. El comparador no emite señales que eliminan los efectos

de bloqueo hasta que el primer dispositivo comparador (17) ha determinado que la resistencia de carga conectada tiene un valor permisible. Esta última versión proporciona un nivel más elevado de seguridad en el caso de defectos en el medidor de resistencia, el generador limitador o el dispositivo comparador.

5. Un indicador de fallo (20) puede ser activado también por señales procedentes del primer dispositivo comparador (17), indicando que la resistencia de carga se encuentra fuera de la gama permisible.

10. La máquina explosionadora puede también ser suplementada con un segundo generador de función (21), un segundo dispositivo comparador (22) y un indicador de aprobación (23). Estas unidades incrementan de modo adicional el nivel general de seguridad cuando se utiliza la máquina explosionadora. La verdadera resistencia R_L de la carga es comparada con el valor teórico calculado en base al voltaje del conjunto [2] de condensadores al disponer el interruptor (8) para el número de series en paralelo y posiblemente también para la disposición del interruptor-9- para el tipo de detonadores. Solamente cuando las señales recibidas por el dispositivo comparador (22) forman una combinación permisible, es suministrada la señal de autorización suministrada al indicador de aprobación (23). Este, en común con el instrumento de indicación digital [12], informa al operador que la máquina explosionadora se encuentra dispuesta para la actuación. Se puede utilizar una señal correspondiente pro-

15.

20.

25.

cedente de (22), tal como se ha descrito antes, al mismo tiempo para cancelar una posición de bloqueo del dispositivo (19) de bloqueo de la descarga.

- En una máquina explosionadora dotada de las
5. unidades descritas en el párrafo anterior, el segundo generador de función (21) es suministrado con una señal procedente del sensor de voltaje [6], cuya señal corresponde al voltaje existente en el conjunto de condensadores [2]. El generador de función (21) es controlado por
10. el interruptor [8] y posiblemente también por el interruptor -9-, convirtiendo las señales de entrada en una magnitud que corresponde a la resistencia de carga permisible de acuerdo con función $R_L = h_0(U_0, n)$. Esto forma la señal de entrada para el segundo dispositivo com-
15. parador (22) en el que se compara con una señal representando la carga R_L detectada por el medidor de resistencia (15). Mientras los condensadores [2] son cargados de modo inicial, el voltaje U_0 es demasiado bajo para una iniciación fiable y por lo tanto R_L es mayor que
20. $h_0(U_0, n)$. Cuando el voltaje ha aumentado en proporción suficiente de manera que la relación se invierte, el dispositivo comparador proporciona las necesarias señales al dispositivo (19) de descarga y al indicador de aprobación (23), de manera que el bloqueo es cancelado y el indicador se ilumina. Solamente en este caso es posible para
25. el operador iniciar la tanda de explosiones.

Otra sección del segundo generador de función (21) emite una señal que representa $R_e = h_u(U_0, n)$ que es suministrada también al dispositivo de comparación (22).

Si la carga de los condensadores debe continuar por mucho tiempo por alguna razón, ésto resulta en que $h_u(U_0, n)$ excede R_L y se entra en la gama en que la fiabilidad del encendido de los detonadores disminuye. El dispositivo

5. comparador (22) emite entonces una señal que corta al indicador de aprobación y que influye en el dispositivo de bloqueo de descarga para devolverlo a su posición de bloqueo. Esto hace nuevamente imposible el accionar la máquina explosionadora. Si se desea, la señal procedente

10. del dispositivo comparador puede ser naturalmente utilizada para interrumpir la carga del condensador, de manera que el límite antes mencionado no es excedido.

Una alternativa a la disposición de máquina explosionadora descrita es para un tercer generador de

15. función (24), mostrado en líneas discontinuas en el diagrama de bloques, el cual está destinado a convertir la señal de salida del medidor de resistencia (15) antes de que sea suministrada al dispositivo comparador (22). Esto hace posible evitar la conversión que de otra manera

20. sería necesaria en el segundo generador de función (21) que de este modo puede ser eliminada. La señal de salida del sensor de voltaje [6] es tomada entonces directamente en el segundo dispositivo comparador (22) en el que se lleva a cabo la comparación tal como se ha descrito an-

25. tes. El generador de función (24) es controlado asimismo por los interruptores [8] y -9- representados por los puntos de conexión A y B marcados en el dibujo de bloques.

Todavía se puede mencionar otra posible ruta de

- señal. Sin importar si se hace aún o no la decisión de utilizar el segundo generador de función (21) o el tercer generador de función (24) (o ambos), en vez de la señal de salida procedente de [6], que corresponde al voltaje del condensador, la señal de salida de [7] se puede utilizar, la cual representa el límite correspondiente para la capacidad de encendido. Esta ruta de señal es marcada en el diagrama de bloques en forma de una línea discontinua. Esto puede naturalmente parecer más natural y simple puesto que la relación entre la resistencia de carga y el numero de detonadores es lineal. Se puede mostrar de modo sencillo que la relación sigue la expresión
- $$R_e = R_t + N \times R_s/n^2$$
- en la que R_s es la resistencia de un detonador (ver figura 2). La relación lineal es simple de representar de modo exacto y puede por lo tanto simplificar ambos circuitos para los generadores de función (21) y (24) en comparación con las funciones de transferencia no lineales que se necesitan teóricamente en otras alternativas. La relación anterior indica sin embargo, que los generadores de función cuando se utilizan con esta variante de ruta de señal, deben ser informados con respecto a la disposición del interruptor para la resistencia del cable de encendido simbolizada por el punto de conexión C, indicado por una línea de puntos al generador de función (21). La variante descrita tiene sin embargo una seria desventaja desde el punto de vista de seguridad. Si ocurre algún fallo en el primer generador de función [7], éste influirá también en los circuitos de seguridad

- que pueden hacer imposible que el operador detecte el fallo de referencia y pueda hacer permisible que la máquina explosionadora sea accionada con un nivel de energía defectuoso. Si la señal en discusión es tomada del sensor de voltaje [6] por otra parte, los circuitos de seguridad funcionarán independientemente de la mayor parte de defectos que puedan tener lugar en el generador de función [7], en el convertidor [11] A/D y en el indicador digital [12].
10. Tal como se ha mencionado anteriormente, los circuitos de bloqueo de aparato pueden ser activados o desactivados por las señales recibidas. Naturalmente, dentro del alcance de la invención, esto puede ser llevado a cabo de muchos modos distintos. Las señales, por ejemplo, pueden consistir en niveles lógicos "alto" y "bajo" o algún tipo de información codificada en forma de trenes de impulsos o sistemas similares. Las unidades de bloqueo pueden ser controladas por la ausencia o la presencia de estas señales o tanto la posición de bloqueo como la posición de no bloqueo pueden corresponder a señales recibidas de modo continuo con diferentes formas. El diseño de los indicadores puede también ser variado de manera que sus funciones descritas anteriormente son invertidas y/o de manera que son controladas por cualquiera de los tipos de señal mencionadas anteriormente
20. en relación con las señales de bloqueo. La alternativa escogida determina naturalmente los circuitos componentes que se deben utilizar para las unidades individuales.
- 25.

Si la máquina explosionadora no se ha realizado de modo completamente a prueba de cortocircuitos de una manera u otra, puede ser aconsejable desarrollar el generador limitador (16) de manera tal que también emita una

5. señal correspondiente a la carga R_{\min} , que constituye el mínimo absoluto, que se puede conectar a los terminales de tornillo. Esto proporciona protección para la máquina explosionadora (principalmente para interruptores y otros dispositivos de accionamiento) y no para los detonadores,

10. puesto que su seguridad es proporcionada por otras funciones. El límite inferior de la carga puede por lo tanto ser previsto para un valor que corresponda a la resistencia R_s de un detonador con respecto al voltaje bajo de carga conseguido con estos valores bajos de resistencia,

15. mientras que un circuito puro en cortocircuito no puede ser aceptado de manera usual. Una elección de límite realizada de este modo no influirá en la gama operativa de la máquina explosionadora expresada en número de detonadores y por lo tanto no influirá tampoco en su flexibilidad. Con

20. esta versión de generador limitador (16), es también necesario que el primer dispositivo comparado (17) se vea suplementado de manera que puede determinar también la relación de R_L comparada con R_{\min} .

La descripción del método operativo indicado en

25. esta descripción en relación con la figura 6 para una máquina explosionadora y realizada de acuerdo con esta invención no es de ningún modo completa, significando ello que cubre todas las variantes posibles de la idea básica

de la invención. Se debe considerar más como una ilustración y como ejemplo concreto de un sistema de disposición adecuado en la práctica.

- Los circuitos para una máquina explosionadora
5. construida de acuerdo con el diagrama de bloques descrito se pueden realizar en la mayor parte de bloques, mediante unidades electrónicas de carácter más o menos standard. De la misma manera, la unidad de carga [1], el conjunto de condensadores [2], la unidad de control [3] y el par
10. de terminales de tornillo [4] pueden quedar realizados de modo completo de acuerdo con las técnicas utilizadas hasta el momento. Por lo tanto en la descripción que sigue se discutirá la realización práctica del diagrama de bloques de la figura 6 de modo detallado solamente los
15. casos en los que el bloque de referencia requiere una especial adaptación o debe ser un modelo especial para cumplir las funciones especificadas anteriormente para los bloques en cuestión.

- Las figuras 7 y 8 muestran el aspecto de principio de una función de transferencia entre el voltaje del condensador U_0 y el número de detonadores por serie conectados en paralelo, es decir $f(U_0, n, R_t)$. Esta función se muestra por medio de una línea de puntos. Dicha función de transferencia corresponde a una de las funciones
20. mostradas en la figura 4 pero en las figuras 7 y 8 los ejes han sido cambiados de lugar en comparación con la figura 4. Las figuras muestran asimismo la forma en que la función de transferencia por encima del eje U_0 se pue-

de aproximar por medio de una línea recta (figura 7) o por una función discreta-lineal (figura 8).

Tal como se ha descrito antes, el primer generador de función [7] combina la señal procedente del sensor de voltaje [6] con señales procedentes de los interruptores [8] y posiblemente también 9 y 10 concernientes al número de series de detonadores conectados en paralelo, correspondiendo el tipo de detonadores y la resistencia del cable de encendido en una señal de salida al convertidor A/D, al número mayor permisible de detonadores conectados. Este número puede ser, tal como se ha dicho antes, o bien especificado en forma de información con respecto al número total de detonadores N o en forma de información con respecto al número permisible de detonadores en cada serie conectados en paralelo, N/n .

En lo siguiente se hará solamente discusión de la realización práctica de una función de transferencia para la emisión de una señal que corresponde a N/n pero la realización de una función de transferencia para una señal correspondiente a N es, en principio la misma. La función de transferencia del primer generador de función corresponde en este caso, en otras palabras, a las funciones de transferencia mostradas en las figuras 7 y 8.

Actualmente se encuentran en el mercado generadores de función realizados de acuerdo con la técnica integrada que se pueden graduar para una buena aproximación de diferentes funciones. Tienen sin embargo la desventaja de que son relativamente caros. En una máquina explosio-

- nadora de acuerdo con esta invención, no hay necesidad de una aproximación exacta de la función de transferencia tal y como proporcionan dichos generadores de función. La exigencia que se presenta en esta máquina explosionadora en cuanto al generador de función [7] es que cada caso imaginable de carga cuando los detonadores son iniciados, el voltaje del condensador debe ser más elevado que el voltaje mínimo permisible, pero debajo del límite en el cual hay una disminución del nivel fiabilidad de encendido. Esta menor existencia del generador de función implica que el circuito es menos oneroso que en el caso de generador de función más sofisticado que se pueden comprar de modo completo.

- Una exigencia absoluta en cuanto a la aproximación presentada por la función de transferencia generada es que nunca se aproxime al eje vertical con una proximidad mayor que la correspondiente función mostrada según las líneas de puntos de las figuras 7-8. Además, no debe ser capaz de producir valores negativos de N/n . Para que la capacidad de encendido de la máquina explosionadora no sea influenciada en una dirección negativa por la aproximación, las curvas deben coincidir lo más próximas que sean posibles para valores grandes de U_0 , es decir, en las zonas de la derecha de los diagramas. Estas exigencias son cumplidas de forma simple si la función de transferencia corresponde a la línea continua de la figura 7 que pasa por el punto $(U_0)_{\max}, (N/n)_{\max}$, cuya inclinación está de acuerdo con la derivada de la función f en este punto y que tiene un punto de rotura en $N/n = 0$.

La forma de curva de la línea de puntos indica que la derivada mencionada es creciente de modo monótono y por lo tanto la línea seguida situada a la derecha de la línea de puntos. Esto satisface la exigencia de seguridad en

5. el límite inferior de voltaje del condensador. Una función de transferencia "lineal" de este tipo del generador de función es en sí misma completamente suficiente para proporcionar la seguridad aportada por la idea básica de esta invención contra voltajes excesivamente altos (riesgo de fallo a tierra) e impulsos de corriente innecesariamente elevados (disturbio del proceso de encendido del detonador). En el caso de un número bajo de detonadores, el voltaje del condensador de acuerdo con esta invención es bajo y por lo tanto hay poco riesgo de que ocurran estos fenómenos, incluso si la función de transferencia del generador de función a bajos voltajes tiene una desviación relativamente grande con respecto a la curva teóricamente correcta (ver figura 7).
- 10.
- 15.

- Una mejor aproximación para voltajes bajos, sin embargo, es también simple de conseguir. De hecho, es fácil generar funciones poligonales que proporcionen una aproximación discreta-lineal de una función deseada. El segmento superior del polígono se escoge de manera conveniente del mismo modo que se ha descrito para la aproximación "lineal" en lo que respecta a la inclinación en punto de tangencia con la línea de puntos. Se escogen otros segmentos en base del hecho de que deben quedar situados por encima de la curva correcta, pero, por otra
- 20.
- 25.

- parte, se deben escoger tan próximos como sea posible. Esto implica también que estos segmentos se encuentran asimismo tangentes a la función f . La elección exacta del segmento se calcula en cada caso individual del modo conocido al hacer mínima la aproximación de fallo máxima que se encuentra en los puntos de rotura. En la figura 8, a efectos de comparación, la misma función de la figura 7 se ha mostrado aproximadamente por medio de dos segmentos lineales o de hecho tres, si se incluye la sección que coincide con el eje U_0 . Incluso en este caso el acuerdo es muy bueno, como se puede apreciar.
- 5.
- 10.

Se pueden escoger los circuitos para los métodos mencionados para generación de funciones de varias maneras distintas. Si la señal de entrada al generador de función consiste en un voltaje analógico, proporcional al voltaje U_0 del condensador, entonces, por ejemplo, se puede escoger una de las soluciones siguientes.

15.

En la figura 9 se muestra un circuito para la figura 7, en el que se puede apreciar la forma en que en tres resistencias R_1 , R_2 y R_3 están conectadas a un amplificador de operación A_1 al cual se hace referencia en esta memoria como amplificador OP. La entrada positiva del amplificador OP está conectada a la salida del sensor de voltaje [6]. La señal alimentada a la entrada positiva del amplificador se designa V_1 . Las tres resistencias están conectadas a la entrada negativa del amplificador OP. El otro lado de la resistencia R_1 está conectado a la salida del amplificador A_1 , el otro lado de la resistencia R_2 está conectado a un voltaje de referencia V_R y el otro

20.

25.

- lado de la resistencia R_3 está conectado a tierra. El suministro de voltaje para el amplificador no está mostrado en la figura, pero el amplificador OP es del tipo que puede ser alimentado mediante un voltaje de suministro único.
5. Esto significa no solamente un suministro simplificado de corriente, sino que también tiene la ventaja de que la señal de salida V_0 procedente del amplificador A_1 no puede ser nunca negativa si el voltaje de suministro está conectado negativamente a tierra. Esto significa que
10. el deseado punto de rotura en $N/n = 0$ se consigue automáticamente sin medidas adicionales.

- La amplificación se supone que es alta en el amplificador OP cuya impedancia de entrada también es elevada. Por lo tanto se consigue la siguiente expresión para
15. los voltajes positivos de salida V_0 :

$$V_0 = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_2 R_3} \times V_1 - \frac{R_1}{R_2} \times V_R$$

- Esta relación corresponde a la expresión de una
20. línea recta con una pendiente de:

$$\frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_2 R_3}$$

y la intersección con el eje de ordenadas

25. $-\frac{R_1}{R_2} \times V_R$

Esto debe hacer una línea en una tangente al punto

de rotura de la figura 7 en el punto $((U_o)_{max}, (N/n)_{max})$. La expresión para la línea de este tipo se puede escribir directamente.

5.
$$N/n - (N/n)_{max} = f' ((U_o)_{max}) \times (U_o - (U_o)_{max})$$

 en la que

$$f' ((U_o)_{max}) = \left. \frac{\partial f}{\partial U_o} (U_o, n, R_t) \right|_{U_o = (U_o)_{max}}$$

Cuya simplificación proporciona:

10.
$$N/n = f' ((U_o)_{max}) \times U_o - [f' ((U_o)_{max}) \times (U_o)_{max} - (N/n)_{max}]$$

Esto muestra que V_o corresponde a N/n y V_1 corresponde U_o , lo cual proporciona:

15.
$$\frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_2 R_3} = f' ((U_o)_{max})$$

Y

$$\frac{R_1}{R_2} \times \frac{V_R}{k} = f' ((U_o)_{max}) \times (U_o)_{max} - (N/n)_{max}$$

en la que k es una constante proporcionalidad.

20. Con una relación dada entre el voltaje de referencia V_R y la constante de proporcionalidad k , se consiguen dos ecuaciones en orden para determinar tres variables

R_1, R_2 y R_3). Esto significa que cualquiera de las resistencias (por ejemplo R_1) puede ser escogida de modo relati-

25. vamente arbitrario y las otras dos se pueden determinar por las ecuaciones anteriores o bien dos de las resistencias conjuntamente pueden consistir en un potenciómetro. Esto significa que la suma de estas dos resistencias es cons-

tante y nuevamente nos encontramos con dos incognitas. Para aproximar las diferentes curvas, que representan diferentes valores de n (y R_T y el tipo de detonadores) de referencia, se utilizan diferentes juegos o valores R_1 , R_2 y R_3 utilizando el interruptor 8 (y los numerales 9-10).

- Asimismo para generar una función poligonal que se aproxime a la función que se busca es suficiente disponer de un amplificador OP. Una función de acuerdo con la figura 8 con un punto extra de rotura se puede conseguir
10. teniendo solamente un diodo externo con un circuito de acuerdo con la figura 10, con lo que se utiliza el punto de rotura automáticamente conseguido $N/n = 0$. La conexión mostrada en la figura 10 se separa de la conexión de la figura 9 de manera que R_1 se ha subdividido en dos resistencias R'_1 y R''_1 , conectadas en serie. De estas dos, R''_1 es más próxima a la salida del amplificador OP. En el punto de conexión entre R'_1 y R''_1 se encuentra una resistencia R_4 y en serie con esta un diodo D_4 , que a su vez está conectado al voltaje de referencia V'_R . El diodo queda dispuesto
15. de manera que bloquea la corriente en dirección procedente de V'_R . Por lo demás, ambas conexiones son idénticas.
- 20.

La fórmula para el voltaje de salida V_0 es la siguiente:

25.

$$V_0 = \left[1 + \frac{R_1''}{R_4} + \frac{(R_1' + R_1'' + \frac{R_1' \times R_1''}{R_4}) \times (R_2 + R_3)}{R_2 \times R_3} \right] \times V_1 -$$

$$- \left[\left(\frac{R_1' + R_1''}{R_2} + \frac{R_1' \times R_1''}{R_2 \times R_4} \right) \times V_R + \frac{R_1''}{R_4} \times (V_R' + U_d) \right]$$

Quando la relación entre los diferentes voltajes es tal

5. que el diodo se hace conductor, esto proporciona una cierta configuración de circuito distinta a la que se consigue cuando el diodo es no conductor. En el último caso re-
10. señado, no pasa corriente alguna a través de la resistencia R_4 , que en la relación anterior se puede representar poniendo $R_4 = \infty$. Cuando el diodo se hace conductor, el voltaje U_d queda incluido en la fórmula y ésta es la caída de voltaje del diodo. Desgraciadamente, sin embargo, en la práctica un diodo no constituye un elemento lineal. El voltaje a través del mismo variará de acuerdo con la
15. corriente del modo mostrado en la figura 11. Una manera usual de representar el diodo es la mostrada en la figura 12. El diodo "lleno" D_0 es por lo tanto un diodo ideal (resistencia = 0 en la dirección mencionada hacia adelante e = ∞ en la dirección inversa). Está conectado en
20. serie con una resistencia r_d y una fuente de voltaje E dirigida en sentido contrario. De esta manera es posible obtener una aproximación discreta-lineal de la característica diodo mostrada en la figura 11. El fallo de esta aproximación es mayor en el "pico" de la curva, pero
25. se puede hacer arbitrariamente pequeño para la parte de la característica que es más interesante en relación con los cálculos. En la fórmula antes mencionada para V_0 , el diodo queda representado añadiendo su resistencia

dinámica r_d a R_4 y por la utilización del voltaje constante E en vez de U_d .

5. En caso en que el diodo bloquea, R_4 (en la práctica $R_4 + r_d$) se supone que es $= \infty$, tal como se ha especificado antes y además $R'_1 + R''_1 = R_1$, consiguiéndose la siguiente relación entre el voltaje de salida de la función generada y el voltaje de entrada a la misma unidad:

10.
$$V_O = \left[1 + \frac{R_1 \times (R_2 + R_3)}{R_2 R_3} \right] \times V_1 - \frac{R_1}{R_2} \times V_R$$

15. Se puede apreciar que esta es la misma fórmula que la del circuito de la figura 9. Esto parece obvio si se comparan las figuras 9 y 10. El segmento inferior de la función poligonal queda determinado por la relación especificada anteriormente que se aplica desde $V_O = 0$ hasta el punto de rotura de la característica del diodo. En este punto de rotura, el voltaje U_d a través del diodo es igual E y la corriente que pasa por R_4 es $= 0$. Esto da la siguiente fórmula:
- 20.

$$V_R' + E = \frac{(R_1' R_2 + R_1' R_3 + R_2 R_3) \times V_O + R_1'' R_3 \times V_R}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$$

25. Por encima del punto de rotura, se aplica la fórmula más complicada para V_O determinando esto el segmento superior de la función poligonal (después de las modificaciones antes descritas: U_d sustituida por E y R_4 sustituida por $R_4 + r_d$). Cuando las resistencias que se buscan se

calculan en base de las relaciones anteriores, se hace utilización de los principios de elección de los diferentes segmentos antes indicados.

- Se debe observar que la aproximación realizada
5. para la característica del diodo implica que el fallo en una función poligonal realizado por una conexión de este tipo (la desviación con respecto a la curva correcta, función f) será menor que la calculada. Desde el punto en que $U_d = 0$ hasta el punto en que la característica correc-
10. ta del diodo es una tangente a la aproximación (para $U_d > E$) el "poligono" no consiste en líneas rectas. Tanto la inclinación como la posición pueden cambiar continuamente entre estos puntos, de manera que el punto de rotura agudo es reemplazado por una transición redondeada entre
15. los segmentos y por lo tanto, se puede conseguir una buena asociación a la función f en esta área.

- La siguiente formula V_0 se consigue en el caso especial en el que la resistencia $R_1' = 0$ (y $R''_1 = R_1$) es decir, con la resistencia R_4 directamente conectada a la
20. entrada negativa del amplificador OP:

$$V_0 = \left[1 + \frac{R_1 (R_2 + R_3)}{R_2 R_3} + \frac{R_1}{R_4 + r_d} \right] \times V_1 -$$

25. - $\frac{R_1}{R_2} \times V_R + \frac{R_1}{R_4 + r_d} \times (V_R' + E)$

lo cual proporciona:

$$V_R' + E = \frac{R_2 R_3 \times (V_0) \text{ punto de rotura} + R_1 R_3 \times V_R}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} = (V_1)_{\text{punto de rotura}}$$

Los componentes se pueden escoger entonces del

5. modo siguiente: Se supone que el voltaje de referencia V_R es proporcionado, por ejemplo, utilizando un diodo de referencia para su finalidad. Se lleva a cabo el calculo teórico en cuanto a los segmentos convenientemente escogidos para aproximar la función deseada de la mejor manera posible.
10. Cuando se fija el punto de rotura y por lo tanto los segmentos, se obtienen cuatro ecuaciones para determinar la resistencias $R_1 - R_4$. V_R' pudiéndose determinar de la relación anterior y pudiéndose conseguir en la práctica por la división de voltaje de V_R .
15. Finalmente se puede observar nuevamente que una aproximación mejorada de la función f se puede obtener introduciendo un número mayor de puntos de rotura en la función poligonal. En la práctica esto se lleva a cabo conectando diodos adicionales con resistencias asociadas en el
20. circuito. A continuación se conectan a otros voltajes de referencia V_R'' , etc).

- En una solución alternativa de la generación de la función transferencia del generador de función mostrado en la figura 8, se pueden utilizar interruptores análogos, por ejemplo construidos con tecnología CMOS, conjuntamente con el amplificador OP. Estos interruptores constituyen un cortacircuitos con técnica de semiconductores y están controlados por señales lógicas. La resis-
- 25.

- tencia que se encuentra en la posición "on" ("en marcha") es muy baja y en la posición "off" ("cerrado"), es muy alta. El circuito consiste por lo tanto en una unidad de detección de nivel que en el punto deseado de rotura acciona el interruptor analógico. Esto corta, por ejemplo, en estas circunstancias, una resistencia en paralelo con una de las resistencias R_1 , R_2 o R_3 (o corta una resistencia conectada anteriormente en paralelo). De esta manera tanto la inclinación como la posición del segmento se pueden adaptar de manera que se da la deseada curvatura al grafo. Mediante el control de los conductores analógicos directamente desde los interruptores 8, 9 y 10 se pueden conseguir también el cambio desde diferentes curvas con esta técnica.
15. Esto concluye la descripción del principio y también de los ejemplos referentes a posibles circuitos para la primera función generador 7 de acuerdo con el diagrama de bloques de la figura 6. La señal de salida del generador de función es alimentada al convertidor
20. analógico/digital 11. Muchos principios distintos quedan disponibles para la conversión A/D. La invención es completamente independiente de las soluciones escogidas. En una máquina explosionadora de acuerdo con esta invención, puede ser sin embargo apropiado el utilizar cir-
25. cuitos integrados especialmente adaptados para utilizar en combinación con instrumentos indicadores digitales. Estos circuitos funcionan en la mayor parte de casos con técnica múltiple, que disminuye la demanda para cir-

cuitos de impulsión, etc.

Cuando el convertidor A/D está calibrado, se debe tener cuidado naturalmente a las fases precedentes en la cadena de señales, es decir, el detector de voltaje

5. [6] y el primer generador de función [7]. El ajuste se debe llevar a cabo de manera que con una señal de salida analógica procedente del generador de función [7] correspondiente a $N/n = 0$, la señal de salida digital procedente del conversor A/D [11] es también = 0 (disposición de 0). En el caso de aumentar el voltaje del condensador, debe tener lugar la conmutación $(N/n)_{\max}$ exactamente al voltaje proporcionado por la relación antes mostrada, $N/n = f(U_0, n, R_L)$ (disposición a valor máximo). Esto significa que las graduaciones variarán dependiendo de la "escala" escogida para U_0 y N/n en la zona de circuito analógico.
- 10.
- 15.

- Con referencia a la dimensión de las fases en indicación de capacidad de encendido del instrumento de indicación digital [12], se puede observar el hecho de que el operador puede recibir una impresión más bien confusa si se indican los detonadores individuales. Serían apropiadas en muchos casos fases o pasos de 5 a 10 en N/n . Para conseguir esto, sería posible para la cifra menos significativa suponer los valores de 0 y 5 ó solamente el valor 0 respectivamente. El caso mencionado en último lugar es muy fácil de conseguir (conexión a tierra de un punto de circuito) mientras que en el caso mencionado en primer lugar requiere un circuito descodificador.
- 20.
- 25.

Las señales de entrada al primer conversor A/D correspondientes a los valores de 0-4 en la última posición quedan representados exteriormente por la cifra 0, mientras que las señales correspondientes a los valores 5-9 externos se deben representar por el numeral 5. El hecho de que la codificación sea llevada a cabo de esta manera y no de acuerdo con las reglas usuales de redondeo está completamente de acuerdo con los principios para las relaciones entre el número máximo permisible de detonadores y el voltaje del condensador discutido en relación con la función $f(U_0, n, R_t)$.

En este contexto se debe observar sin embargo que la dimensión de fases indicadas no se puede determinar de modo totalmente arbitrario. Las fases excesivamente largas no implican que los condensadores [2] se pueden cargar hasta un voltaje considerablemente más alto que el realmente necesario para una carga dada. Bajo ciertas circunstancias desfavorables, el límite superior permisible para el impulso de corriente suministrado a cada detonador individual puede ser pasado, siendo el resultado que pueden empezar a aparecer alteraciones en la función del detonador. Por esta razón, si se desea, la máquina explosionadora se puede disponer de manera que las unidades reducen la dimensión de las fases en la escala de voltaje en la que existe esta condición.

Con referencia al indicador digital [12], existen muchos diferentes sistemas a escoger y se pueden comprar de modo completo conjuntamente con las necesarias

etapas de conducción. De las alternativas disponibles en la actualidad, los indicadores a base de diodos emisores de luz (LED) y los dispositivos indicadores por descarga de gases parecen los más adecuados. Otros factores decisivos al hacer la elección son los de legibilidad y fiabilidad.

5. Con respecto al medidor de resistencia (15), este debe medir automáticamente la resistencia en la carga de los detonadores antes o al mismo tiempo que se inicia la carga de los condensadores. Por lo tanto es conveniente su actuación por medio de un contacto que se cierra en la unidad de carga en la máquina explosionadora.
10. La medición será hecha a través de los terminales tornillo [4]. Cuando es accionado el impulso de encendido, existe sin embargo un voltaje muy elevado entre el par de terminales de tornillo y por lo tanto el circuito de medición debe quedar aislado con respecto a ello. Esto se puede hacer por ejemplo, llevando a cabo la medición por medio de la rotura de los contactos en la unidad de control [3], simbolizada por la conexión entre el medidor de resistencia (15) y la unidad de control.
15. 20.

Además, la medición debe producir un valor correcto de la resistencia R_L de carga sin llevar a cabo en primer lugar ajuste manual ninguno (por ejemplo ajuste del 0). La manera más simple de conseguir la medición de ese tipo es utilizando una corriente constante regulada automáticamente. Si se alimenta una corriente de magnitud conocida a los detonadores [5], el voltaje a través de ellos será directamente proporcional a la resisten-

25.

cia total de la tanda de carga. La medición de resistencia ha sido por lo tanto transferida a una medición de voltaje. De acuerdo con una solución alternativa, se suministra un voltaje constante por los terminales de tornillo, con lo que se mide en sustitución la corriente. Esta es, en este caso, inversamente proporcional a la resistencia total de la tanda de carga. Una señal de este tipo es también posible pasarla a las etapas subsiguientes en la máquina explosionadora. Sin importar el método de medición utilizado, la corriente de medición debe, sin embargo, ser limitada de manera que no existan riesgos de iniciación accidental de los detonadores.

Si se escoge la alternativa en la que la resistencia es medida por corriente constante, entonces, por ejemplo, se puede escoger un circuito reconocido de la literatura tal como se ha mostrado en la figura 13. Esto incluye un regulador de voltaje E_R y una resistencia R_7 . Un voltaje V_B alimenta al regulador. El circuito mostrado en la figura suministra una corriente constante, I , dentro de la gama de regulación del regulador y esto es insensible en un grado suficiente de exactitud a las variaciones de carga que pueden tener lugar en una máquina detonadora. La corriente de medición I suministrada al circuito es alimentada por intermedio del par de terminales de tornillo [4] a la carga [5] del detonador, que corresponde en la figura 13 a la cadena de resistencias R_L . El voltaje medido a través de estas resistencias constituye por lo tanto una

medición indirecta de la resistencia de la carga.

- No es difícil encontrar reguladores adecuados de voltaje para el circuito descrito. Puede parecer una ligera desventaja que en esta solución la corriente de medición I no es directamente dependiente del voltaje principal de referencia V_R del aparato. Este hecho se compensa, sin embargo, de una manera simple mediante un amplificador tipo OP, A_2 , con un circuito de realimentación ("feed back") consistiendo en las resistencias R_5 y R_6 insertadas antes de la conexión a las etapas consiguientes. La conexión del amplificador mostrada es de tipo generalmente conocido. Su amplificación F queda determinada por la relación

15.
$$F = \frac{R_5 + R_6}{R_6}$$

- Por lo tanto es posible con esta conexión compensar tanto en las tolerancias normales del voltaje de referencia como las posibles desviaciones del valor nominal de la corriente de medición debida a las tolerancias de los componentes.

- Esta invención no depende de una conexión de acuerdo con la figura 13 para proporcionar una corriente constante. También se pueden utilizar otras conexiones conocidas las cuales, por ejemplo, incluyen amplificadores de operación así como los llamados "amplificadores Norton", que están diseñados principalmente para su utilización en equipos con suministro de voltaje único.

El generador limitador (16) es controlado por la disposición del interruptor [8] para el número de series en paralelo n y posiblemente también por la disposición del interruptor 9 para el tipo de detonadores. Para cada

5. disposición individual de estos interruptores, la señal de salida del generador limitador especifica la resistencia más alta que se permite alcanzar a la carga de los detonadores. Tal como se muestra en la figura 3, con el voltaje máximo en el conjunto de condensadores, el valor

10. máximo para la resistencia permisible de carga varía de modo acentuado con el número de series en paralelo (comparar los valores para n_1 - n_3). El generador de limitación de valores puede tomar convenientemente la forma de un conjunto de divisores de voltaje conectados al voltaje de

15. referencia. Esta forma proporciona un modo simple de adaptar las señales de salida al voltaje suministrado a través de la carga por la corriente de medición I en la figura 13. El voltaje referente del medidor de resistencia (15) y el voltaje procedente del generador limitador de

20. valores (16) son por lo tanto directamente comparables entre sí.

En una versión alternativa, tal como se ha descrito antes, la medición de resistencia se lleva a cabo por la magnitud de la corriente a través de la carga determinada a un voltaje constante de medición. La señal

25. procedente del medidor de resistencia (15) es por lo tanto inversamente proporcional a la resistencia de carga. En este caso el generador limitador de valores queda consti-

tuido de manera tal que su señal de salida es inversamente proporcional a la carga máxima permisible. Esto se puede alcanzar también por medio de divisores de voltaje conectados al voltaje de referencia.

5. Se debe mencionar todavía otra variante para la combinación de las señales procedentes del medidor de resistencia (15) y del generador limitador (16). En éste, el generador limitador de valores proporciona una señal fija de salida que puede corresponder a la resistencia máxima de la carga a un cierto número de series, como por ejemplo $n = 1$. La adaptación de manera que las señales de salida procedentes de (15) y (16), a pesar de este hecho, sean comparables para cualesquiera valores del número de series, se lleva a cabo en el medidor de resistencia de modo conveniente, variando la amplificación en una fase amplificadora que sigue al verdadero circuito de medición. Se puede utilizar para ello un cableado de amplificador tal como se muestra en la figura 13. Si la amplificación es $= 1$ para $n = 1$ (conexión de seguidor de voltaje) esta es incrementada en el valor adecuado para los otros números de series en paralelo al hacer el que el interruptor 8 influya a lo que corresponde a las resistencias de realimentación ("feed-back") R_5 y R_6 . Esto queda simbolizado en la figura 6 por la conexión de líneas discontinuas con el punto de conexión A.

Con referencia a la constitución del dispositivo comparador (17), éste puede consistir en un comparador normal o puede quedar realizado en forma de un dis-

parador Schmitt. Si se escoge una de estas soluciones, existen componentes completos y disponibles en el mercado, por ejemplo en forma de circuitos integrados.

- El dispositivo (18), bloqueador de carga,
5. impide que los condensadores [2] se puedan en absoluto cargar si la resistencia de carga es mayor que la permitida. Una manera de llevar esto a cabo es utilizar un relevador controlado por la señal procedente del dispositivo comparador para desconectar el generador en un
10. aparato cargado por el generador o el acumulador en una versión accionada por acumuladores. El dispositivo de bloqueo de carga consiste por lo tanto además del relevador, meramente en los circuitos de alimentación de éste.

- El dispositivo (19) de descarga y bloqueo puede
15. también quedar realizado de modo muy simple. En una máquina explosionadora en la que el circuito de encendido queda cerrado por medio de tiristores, es fácil impedir que la señal de control de disparo alcance al electrodo de control (puerta) del respectivo tiristor. Esto necesita en principio solamente un transistor, que está conectado paralelo con el electrodo de control y que está saturado por las señales procedentes del dispositivo comparador, con lo que la señal de control es derivada a
20. tierra o que queda conectada en serie con el electrodo de control y que es cortado o cerrado por las señales procedentes del dispositivo comparador, por lo que la
25. señal de control queda bloqueada.

El indicador de fallos (20) que muestra al

- operador que la carga es demasiado elevada y que la máquina explosionadora no puede por lo tanto funcionar, puede consistir, por ejemplo, en una lámpara de señalización o en un diodo emisor de luz. La alimentación de tales unidades no requiere medidas especiales excepto las técnicas usualmente conocidas para esta finalidad.
- 5.

- En relación con la figura 6, se ha indicado que el medidor de resistencias (15), el segundo generador de funciones (21), y el segundo dispositivo comparador (22) y el indicador de aprobación (23) pueden también coordinarse con los dispositivos (18) y (19) de bloqueo de carga y descarga, para constituir otra función de seguridad. Como alternativa, el tercer generador de función (24) puede sustituir al segundo generador de función. La intención de esta función de seguridad es impedir la iniciación de los detonadores conectados cuando las condiciones de funcionamiento de la máquina explosionadora no queden satisfechas en lo que respecta a la correcta adaptación de la energía del condensador a la carga. Con referencia a las unidades interesadas, el medidor de resistencia (15) y los dispositivos de bloqueo (18) y (19) han sido ya descritos.
- 10.
- 15.
- 20.

- La misión del segundo generador de función (21) es producir dos señales de salida que representan valores de resistencia, uno de ellos de acuerdo con la función
- $$R_e = h_g(U_o, n)$$
- y la otra de acuerdo con la función
- $$R_e = h_u(U_o, n).$$
- La señal de entrada al segundo generador de función procede del detector de voltaje [6] y controla
- 25.

las señales procedentes de los interruptores [8] y 9.

Los circuitos se pueden escoger de las figuras 9-10, pero se necesitan dos circuitos de ese tipo en este segundo generador de función, uno de ellos para generar cada una

5. de las funciones. Puesto que las funciones f y h_o representan en ambos casos el mismo límite de carga, el circuito para la generación de h_o se escoge preferentemente de la misma manera que el generador de funciones [7] en el que se genera la función f . Esto significa que ambas unidades quedan realizadas de acuerdo con la figura 9 ó también ambas de acuerdo con la figura 10. En el primer caso mencionado, la función de transferencia se puede realizar del modo siguiente:

15.
$$R_e = h_o' ((U_o)_{max}) \times U_o - (h_o' ((U_o)_{max}) \times (U_o)_{max} - (R_e)_{max})$$

análogamente con lo que es aplicable a N/n y la función $f(U_o, n, R_t)$.

20. No se requieren consideraciones de este tipo en la generación de la función h_u . Una aproximación algo más grosera de la función correcta, por ejemplo utilizando un margen de seguridad adicional, no tiene consecuencia negativa alguna y se puede escoger en todos los casos el circuito más simple de la figura 9.

25. En el caso de la versión antes mencionada, en la que el generador (16) limitador de valores emite una señal de salida fija y en el que el medidor de resistencia (15) amplifica el voltaje medido de la carga detonadora [5] a diferentes grados para diferentes números de series en paralelo antes de alimentarlas al primer disposi-

tivo comparador (17), el generador de función (21) puede requerir también adaptar sus funciones de transferencia de acuerdo con ello. La función $h_o(U_o, n)$ representada por las líneas seguidas en la figura 3, se cambian del modo

5. mostrado en la figura mencionada en la transición desde las líneas continuas a las líneas discontinuas. Un cambio análogo de la función $h_u(U_o, n)$ debe también ser llevado a cabo. La alternativa a modificar el segundo generador de función del modo descrito es utilizar diferentes

10. señales de entrada a los dispositivos comparadores (17) y (22). Si la señal de entrada a (17) es recogida después de una fase de amplificación con amplificación variable, tal como se ha descrito antes, la señal de entrada al otro dispositivo comparador (22) es recogida antes

15. de esta etapa amplificadora.

El segundo dispositivo comparador (22) se puede realizar del modo correspondiente al descrito al primer dispositivo comparador (17). El segundo dispositivo comparador, sin embargo, recibe dos señales de entrada

20. del segundo generador de funciones (21), tal como se ha descrito antes y ambas señales mencionadas se deben comparar con la señal de salida procedente del medidor de resistencia (15). El segundo dispositivo comparador consiste por lo tanto en dos comparadores en los que la señal

25. de entrada a cada entrada de comparador representa la resistencia verdadera de carga R_L . Las otras entradas, una para cada comparador, son suministradas por las señales $R_e = h_o(U_o, n)$ y $R_e = h_u(U_o, n)$. Esto permite

que el dispositivo de comparación (22) decida la relación entre el contenido de energía del conjunto de condensadores y el límite superior permisible, así como el límite inferior de la carga de referencia, y puede por lo tanto
5. permitir las señales correctas a los circuitos siguientes.

El indicador de aprobación (23) puede quedar realizado del mismo modo que el indicador de fallos (20). Desde el punto de vista de seguridad es aconsejable escoger el color del indicador de aprobación y señales del
10. indicador de fallos, respectivamente, de manera que en el caso de indicación de que es permisible la iniciación, el color de las señales mencionadas que se muestran sea verde y en relación con la indicación del hecho de que la iniciación no es permisible, en el caso de defectos
15. observados de otro tipo, el color es rojo.

En la descripción anterior, la constitución de los bloques individuales en el diagrama de bloques de la figura 6 ha sido también estudiada. Para algunos de estos, el análisis es más detallado que para los otros, pero la
20. intención de la descripción de los bloques individuales está destinada a mostrar que es posible llevar a cabo las soluciones necesarias para realizar la idea básica de la invención. Para cualquier experto de esta técnica es evidente que los diferentes bloques se pueden conectar entre sí y que los circuitos componentes en sus res-
25. pectivas salidas y entradas pueden quedar realizados y adaptados de manera tal que las necesarias señales puedan transferirse entre los bloques. La realización de

esto consiste enteramente en un trabajo de adaptación técnica, cuyos detalles no tienen significación alguna para comprender la idea básica de esta invención.

- Para proporcionar, en cierta medida, un ejemplo de la realización de una máquina explosionadora de acuerdo con la invención, las figuras 14 y 15 muestran sugerencias con respecto a la realización de la mayor parte de los bloques estudiados anteriormente, y también indican el modo de conexión entre sí. El ejemplo es aplicable a una máquina explosionadora diseñada para un número de detonadores hasta 4 series en paralelo. En las figuras, los componentes asociados por el mismo bloque han sido incluidos dentro de recuadros y en relación con los componentes encuadrados las cifras corresponden a la numeración en el diagrama de bloques. Así, en la figura 14 se encuentran los bloques $\boxed{1}$ - $\boxed{4}$, $\boxed{6}$, $\textcircled{18}$ - $\textcircled{20}$ y $\textcircled{23}$ y en la figura 15 los bloques $\boxed{7}$ - $\boxed{8}$, 13, $\textcircled{15}$ - $\textcircled{17}$ y $\textcircled{21}$ - $\textcircled{22}$. Los bloques que faltan, o bien son menos significativos para la invención y/o pueden quedar utilizados en correspondencia con alguno de los bloques mostrados o circuitos de la literatura técnica que se pueden aplicar directamente (siendo éste aplicable a los bloques $\boxed{11}$ - $\boxed{12}$ y $\textcircled{25}$). En las figuras existen símbolos concernientes tanto a los amplificadores de operación como los comparadores. De acuerdo con la práctica normal, estos símbolos se encuentran en acuerdo entre sí. Para facilitar la comprensión de las figuras 14 - 15, en ésta se utiliza por lo

tanto el numeral de referencia 120 para especificar amplificadores de operación y el numeral de referencia 130 para especificar comparadores.

5. Con respecto a lo que anteriormente se ha indicado, los circuitos de las figuras 14-15 no se van a comentar de modo adicional, pero se puede decir que están muy relacionados con la descripción anterior.

10. Un estudio más detallado de las dos versiones alternativas de la invención mencionadas en relación a la presentación de sus principios básicos muestra que también las máquinas explosionadoras realizadas de acuerdo con estas alternativas pueden tener diagramas bloque así como diagramas de circuito que en conjunto están de acuerdo con las figuras 6, 14 y 15.

15. La primera variante mencionada, en la cual la resistencia de carga medida es utilizada en el dispositivo de conversión de la máquina explosionadora, se puede realizar por lo tanto en su versión básica por las unidades descritas anteriormente es decir, la unidad de carga [1], el conjunto de condensadores [2], el dispositivo operativo [3], el par de tornillos terminales [4] (a los cuales se conecta la carga detonadora [5], el sensor de voltaje [6], el interruptor [8] para n (y posiblemente el interruptor -9- para el tipo de detonadores), el medidor de resistencia (15), el segundo generador de función (21), (o posiblemente el tercer generador de función (24)), el segundo dispositivo comparador (22), el indicador de aprobación (23) y los circuitos de suministro de corriente (25). Si se desean circuitos de seguridad, se pueden añadir las siguientes unidades al diagrama: el generador de

- valores limitadores (16), el primer dispositivo comparador (17), el dispositivo de bloqueo de carga de bloqueo (18), el dispositivo de bloqueo de descarga (19) y el indicador de fallos (20). Los circuitos se pueden escoger de modo análogo a los anteriores. La interrupción de la carga y el encendido de la máquina explosionadora se pueden llevar a cabo manualmente por el operador después de una señal del indicador de aprobación (23), pudiéndose interrumpir la carga automáticamente al nivel correcto (alimentando la señal de salida del dispositivo comparador (22) a circuitos apropiados en la unidad de carga [1] mientras que el encendido se lleva a cabo manualmente, o el accionamiento del impulso de encendido se puede llevar a cabo también automáticamente. En este último caso no se requiere indicador (23) alguno y en vez de ello la correspondiente señal de control es suministrada a la unidad de control [3]. Por lo menos en el caso de máquinas explosionadoras grandes, con sus tiempos de carga relativamente largos, el operador prefiere de manera general ser capaz de determinar por sí mismo el momento exacto del encendido y por lo tanto la variante con encendido automático en esta conexión constituye una alternativa menos satisfactoria.

- La versión básica de una máquina de explosionado en la que la adaptación de energía de condensadores es llevada a cabo en base a la disposición de un número de detonadores conectados en la tanda de cargas, difiere primariamente de la variante anterior de la in-

- vención al sustituirse el medidor de resistencia (15) por interruptores u otras unidades similares con circuitos asociados. Por ejemplo, se puede utilizar un juego de interruptores con volantes de accionamiento. Si se desea que no cambien los otros circuitos, se conecta un convertidor digital/analógico (convertidor D/A) para convertir el valor previsto para el número de detonadores a la forma analógica por comparación en el dispositivo comparador (22). Además la función de transferencia queda modificada para el segundo generador de función (21) (o para el tercer generador de función (24)) y además el interruptor -10- para R_t se puede introducir si es necesario para controlar los generadores de función. La función de seguridad correspondiente a la existente en el tipo anterior de aparato, se puede obtener mediante las unidades numeradas (16) - (20) si el generador limitador (16) emite señales que son de la misma forma que la señal de salida del convertidor D/A mencionado, de manera que la comparación entre estas dos señales en el dispositivo comparador (17) tiene un cierto significado.
5. sea que no cambien los otros circuitos, se conecta un convertidor digital/analógico (convertidor D/A) para convertir el valor previsto para el número de detonadores a la forma analógica por comparación en el dispositivo comparador (22). Además la función de transferencia queda modificada para el segundo generador de función (21) (o para el tercer generador de función (24)) y además el interruptor -10- para R_t se puede introducir si es necesario para controlar los generadores de función. La función de seguridad correspondiente a la existente en el tipo anterior de aparato, se puede obtener mediante las unidades numeradas (16) - (20) si el generador limitador (16) emite señales que son de la misma forma que la señal de salida del convertidor D/A mencionado, de manera que la comparación entre estas dos señales en el dispositivo comparador (17) tiene un cierto significado.
10. modificada para el segundo generador de función (21) (o para el tercer generador de función (24)) y además el interruptor -10- para R_t se puede introducir si es necesario para controlar los generadores de función. La función de seguridad correspondiente a la existente en el tipo anterior de aparato, se puede obtener mediante las unidades numeradas (16) - (20) si el generador limitador (16) emite señales que son de la misma forma que la señal de salida del convertidor D/A mencionado, de manera que la comparación entre estas dos señales en el dispositivo comparador (17) tiene un cierto significado.
15. terior de aparato, se puede obtener mediante las unidades numeradas (16) - (20) si el generador limitador (16) emite señales que son de la misma forma que la señal de salida del convertidor D/A mencionado, de manera que la comparación entre estas dos señales en el dispositivo comparador (17) tiene un cierto significado.
20. (17) tiene un cierto significado.

- Otra función de seguridad se obtiene todavía si se añade el medidor de resistencia (15). Después de su conversión en un generador de función, las señales de salida de éste y del convertidor D/A se pueden comparar en el dispositivo comparador, cuya señal de salida controla un dispositivo de bloqueo de carga y descarga así como un indicador. En el diagrama de bloques, esto se representa, además del generador de función adicional, dupli-
25. dispositivo comparador, cuya señal de salida controla un dispositivo de bloqueo de carga y descarga así como un indicador. En el diagrama de bloques, esto se representa, además del generador de función adicional, dupli-

cando las unidades numeradas (17) - (20) . Otro juego de unidades (16) - (24) permite finalmente la utilización de la resistencia de carga medida a efectos de seguridad, correspondiendo de modo exacto a los descritos en asociación directa, figura 6.

La variante de la invención que implica que la adaptación de energía se lleva a cabo parcialmente (o de modo total) por la variación de la capacidad del conjunto [2] de condensadores, se debe representar finalmente en

10. más detalle que el anterior. La variante correspondiente se puede combinar con cualquiera de las tres alternativas principales de la invención de acuerdo con la descripción anterior. Una máquina de explosionado basada en estas ideas básicas incluirá por lo tanto de modo principal

15. circuitos que corresponden a los anteriormente descritos, añadiendo sin embargo los dispositivos suplementarios para variar la capacidad. La necesaria conmutación entre los diferentes condensadores fijos se puede llevar a cabo, por ejemplo, utilizando contactores potentes que pueden resistir los niveles de voltaje y corriente que puedan

20. presentarse y que se controlan de modo adecuado, por ejemplo tal como se describe más abajo. Los condensadores que no son utilizados se pueden por tanto desconectar de modo completo durante todo el proceso operativo de la máquina explosionado-

25. ra. Como alternativa, cada sección del conjunto de condensadores que se puede conectar y desconectar queda dotada con su propia unidad de descarga [3] así como su correspondiente circuito de carga [1]. Además, utilizando dispositivos

- de descarga separados, no existe obstáculo alguno para la carga conjunta de todos los condensadores si los condensadores individuales, en conexión con la actuación del impulso de encendido, se aíslan entre sí en el lado de carga.
5. El control de la capacidad operativa se lleva a cabo solamente en el lado de descarga.

- Se debe señalar en este contexto que la magnitud de la capacidad influye en las funciones de transferencia necesarias de los generadores de función que se han mencionado antes [7], (21) y (24), de manera que se hace necesaria la adopción del sistema de interruptores conveniente en estos circuitos, al mismo tiempo que se varia la capacidad.
- 10.

- En su forma más simple, es fácil de llevar a cabo una cierta adaptación de la capacidad a la tanda de cargas. Por ejemplo, meramente los interruptores [8] y posiblemente -9- para el número de series en paralelo y tipos de detonadores, respectivamente, se puede hacer que influyan directamente a los contactores antes mencionados o dispositivos de carga y descarga. En otras versiones más sofisticadas, es también por ejemplo, la resistencia medida R_L de la carga o la disposición del interruptor para el número de detonadores conectados en la tanda lo que controla la variación de capacidad.
- 15.
- 20.

- En la descripción anterior de las diferentes variantes de la invención se ha indicado por un lado que las funciones deben quedar incondicionalmente incluidas en una máquina explosionadora de acuerdo con la idea básica de la invención para asegurar que funciona del modo
- 25.

- descrito por el método de la invención. Además, se han añadido circuitos de seguridad u otros circuitos para facilitar el manejo de la máquina, etc. La idea básica de la invención incluye por lo tanto la posibilidad de combinar los circuitos esenciales para la realización de la invención con uno o más de los circuitos suplementarios descritos anteriormente. De este modo las diferentes variantes se pueden adaptar para su adecuación a las exigencias específicas de los diferentes campos de aplicación. Además de la descripción de la idea básica de la invención que se ha facilitado en esta memoria, la invención se caracteriza por las reivindicaciones que se añaden a la misma.
- 5.
- 10.

- Todo cuanto no afecte, altere, cambie o modifique la esencia del método descrito, será variable a los efectos de la actual Patente.
- 15.

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

N O T A.

Se reivindica como objeto de esta Patente de Invención:

- 1.- Un método para la iniciación de detonadores, aplicable a un cierto número de detonadores eléctricos por medio de una máquina explosionadora del tipo de carga de condensadores, en el cual unidades detectoras de nivel miden el nivel de carga y en el que los detonadores son iniciados por el suministro a dichos detonadores de la energía eléctrica almacenada en el condensador, por medios de encendido automático al nivel predeterminado de carga o por encendido manual después de la indicación de que se ha alcanzado el nivel predeterminado de carga, caracterizado por el hecho de que el nivel de carga de dicho condensador en conexión con el encendido se debe encontrar en una limitada escala que sigue las variaciones de la carga entre diferentes oportunidades de iniciación, de manera tal que el impulso de corriente suministrado a cada detonador alcanza un valor comprendido entre un límite mínimo y un límite máximo y en el que dichos límites para cada caso individual de carga dentro de la gama operativa del aparato quedan adaptados a las características eléctricas y otras características físicas de los detonadores, de modo que se consigue una iniciación segura y un proceso de encendido libre de alteraciones.

- 2.- Un método para la iniciación de detonadores, según la reivindicación 1, caracterizado porque las unidades de la máquina explosionadora convierten el nivel de

- carga correspondiente a su condensador de almacenamiento de energía en una o más magnitudes que especifican la carga para iniciación asociada permisible para el aparato y que el nivel de carga convertido de dicha manera queda indicado por el aparato mediante una unidad 5. indicadora, por ejemplo una unidad visual y preferentemente en forma de un cierto número de detonadores o en forma de una resistencia de carga, para comparación directa con la verdadera carga conectada a la máquina explosio- 10. nadora.

- 3.- Un método para la iniciación de detonadores, según la reivindicación 1, caracterizado porque las unidades de la máquina explosionadora están dispuestas para especificar, de modo directo o indirecto, valores 15. de la carga verdadera del aparato, por ejemplo por la medición mediante dichas unidades de la carga constituida por los detonadores conectados al aparato y el cable de encendido utilizado o por la recepción de esta información desde el exterior, convirtiendo ciertas unidades 20. de la máquina explosionadora dichos valores de la magnitud de la carga en una o más magnitudes de conversión que pueden, por ejemplo, representar el nivel de carga de la energía almacenada en el condensador del aparato necesaria para una iniciación segura y/o de manera que 25. ciertas unidades en la máquina explosionadora convierten el nivel de carga interesado de su condensador en una o más magnitudes de conversión que pueden, por ejemplo, representar la carga permisible por el aparato asocia-

da para la iniciación y de manera que ciertas unidades de la máquina explosionadora comparan las correspondientes magnitudes para la interrupción manual o automática de la carga de energía de dicho condensador a dicho nivel necesario para una iniciación segura.


- 5.
- 4.- Un método para la iniciación de detonadores, según las reivindicaciones 2 ó 3, caracterizado por el hecho de que unas unidades de seguridad en la máquina explosionadora quedan dispuestas de manera tal que en el caso de combinaciones no permisibles para la iniciación con seguridad, por una parte, por los valores de la carga real en el aparato especificados por unidades del mismo, y por otra parte, el nivel de carga correspondiente del condensador de almacenamiento de energía de la máquina explosionadora y/o por los valores permisibles de gama operativa especificados por unidades del aparato y/o en el caso de combinaciones no permisibles de, por una parte, valores medidos mediante unidades de la máquina explosionadora y, por otra parte, valores recibidos del exterior medidos por unidades del propio aparato bloquean el encendido del aparato y/o la carga de energía de dicho condensador y/o de manera que unidades del aparato indiquen la existencia de una de dichas combinaciones no permisibles.
- 10.
- 15.
- 20.

- 5.- Un método para la iniciación de detonadores, según una o varias reivindicaciones 1-4, que comprende la disposición de una unidad de carga, un conjunto de condensadores, un dispositivo detector de voltaje para medición del nivel de carga del conjunto de condensadores,
- 25.

- una unidad de control y una unidad de salida dispuesta para la conexión de una carga detonadora y en el que la unidad de carga proporciona al conjunto de condensadores la energía eléctrica necesaria para la actuación en un
5. impulso de encendido a los detonadores, por medio de la unidad de control y a través de la unidad de salida, caracterizado porque se alimenta una señal procedente de dicho detector de voltaje que representa el nivel de carga correspondiente a un primer generador de función, que
 10. dicho generador de función, en caso de que sea aplicable, mediante ajustes realizados exteriormente, desde un interruptor, recibe una señal que representa el número de series de detonadores conectadas en paralelo y/o recibe una señal procedente de un interruptor que especifica el
 15. tipo de detonadores a los cuales corresponden los detonadores conectados y/o recibe una señal de un interruptor que especifica la resistencia del cable de encendido utilizado y que el generador de función convierte las señales recibidas en una señal que especifica la carga de detonador permisible para la iniciación en el nivel de carga correspondiente y siendo alimentada esta señal a una unidad de exhibición o presentación, consistiendo por ejemplo en un convertidor analógico/digital y un instrumento exhibidor digital para presentar el valor calculado de dicha
 20. carga permisible, expresado por ejemplo en número de detonadores en cada serie conectados en paralelo, como número total de detonadores o como resistencia total de la carga, para su comparación directa con la verdadera carga del detonador conectada a la unidad de salida.
- AG*

- 6.- Un método para la iniciación de detonadores, según la reivindicación 5, caracterizado porque un medidor de resistencia mide la resistencia de carga implicada por los detonadores conectados a la unidad de salida
5. y el cable de encendido utilizado y emite una señal que representa el valor de la resistencia medida a un primer dispositivo comparador y que un generador limitador de valores con respecto a dicho dispositivo comparador emite señales que representan uno o más valores de resistencia,
10. especificando los límites de la gama permisible de operación correspondiendo a la magnitud de la carga y que la señal del medidor de resistencia es comparada por el dispositivo comparador con dichas señales últimamente mencionadas que, cuando es aplicable, se lleva a cabo la
15. adaptación de dichas señales, por ejemplo el generador limitador de valores, a valores dispuestos o previstos para el número de series en paralelo y/o para el tipo de detonadores y que el dispositivo comparador emite una señal a un indicador de fallo para proporcionar
20. indicación externa y/o emite una señal a un dispositivo de carga de bloqueo implicando el bloqueo de la unidad de carga para la carga de energía del conjunto de condensadores y/o emite una señal a un dispositivo de descarga de bloqueo que implica el bloqueo de la unidad de
25. control para impedir el accionamiento del impulso de encendido cuando la resistencia de la carga medida se encuentra fuera de dicha gama operativa.

7.- Un método para la iniciación de detonadores,



- según las reivindicaciones 5 ó 6, caracterizado porque se emite una señal procedente del detector de voltaje que representa el nivel de carga correspondiente del conjunto de condensadores o una señal procedente del primer generador de función, que representa la carga permisible para la iniciación, pasando dicha señal a un segundo dispositivo comparador de manera directa o en el caso que sea aplicable mediante un segundo generador de función en el que las señales recibidas son convertidas en una o más
5. señales de conversión que pueden, por ejemplo, representar la resistencia de carga permisible y que un medidor de resistencia mide la verdadera carga de resistencia y emite una señal que representa el valor de la resistencia medida a dicho segundo dispositivo comparador de modo directo o, en el caso que sea aplicable, a través de un tercer generador de función de manera que la conversión es llevada a cabo en una o más señales de conversión que pueden, por ejemplo, presentar el nivel de carga para iniciación segura o el número de detonadores conectados y
 10. que, en el caso que es aplicable se efectúa la adaptación de dichas señales por ejemplo en los generadores de función segundo o tercero a valores dispuestos por el número de series en paralelo y/o por el tipo de detonadores y/o por la resistencia del cable de encendido y que las señales
 15. suministradas al segundo dispositivo comparador se comparan entre sí por este dispositivo y que dicho dispositivo comparador emite una señal a un dispositivo de descarga y bloqueo para bloquear la unidad de control cuando el nivel de carga del conjunto de condensadores
 - 20.
 - 25.

se desvía del que es necesario para una iniciación segura y/o de manera que se emite una señal a un indicador de aprobación para proporcionar indicación externa que implica que la actuación del impulso de encendido puede ser llevada a cabo cuando el nivel de carga del conjunto de condensadores está de acuerdo con el necesario y/o de manera que se emite una señal al dispositivo de bloqueo de la carga implicando que no hay cambio continuado significativo en el nivel de carga del conjunto de condensadores cuando dicho nivel se encuentra dentro de la gama de iniciación segura.

8.- Un método para la iniciación de detonadores, según una o varias de las reivindicaciones 5-7, caracterizado porque el conjunto de condensadores comprende uno o más condensadores y de manera que la capacidad del conjunto de condensadores se puede variar por conexión y desconexión de condensadores individuales y/o de manera que la capacidad de uno o más de dichos condensadores puede ser variada y de manera que las unidades dispuestas para esta finalidad controlan la capacidad del conjunto de condensadores en base a la verdadera carga de detonador para conseguir una iniciación segura.

Sean cuales fueren las circunstancias que concurren en la esencialidad de la Patente de Invención definida en las anteriores reivindicaciones, cuyo objeto es:

9.- "UN MÉTODO PARA LA INICIACIÓN DE DETONADORES".

Consta la presente memoria de sesenta y ocho ho-

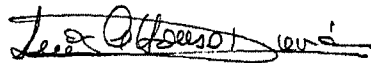
jas foliadas, mecanografiadas por una sola cara y de los
dibujos unidos a la misma.

Barcelona, 18 MAYO 1977

P.A. de NITRO NOBEL AB,

ALFONSO DURÁN

P. P.



Fdo. Luis A. Durán Moyá.

JR/mj.



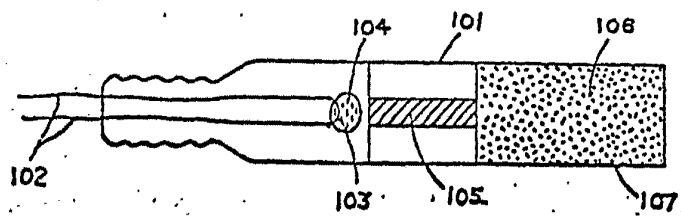


FIG. 1

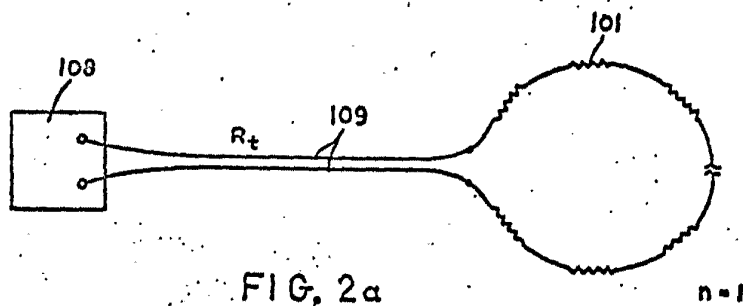


FIG. 2a

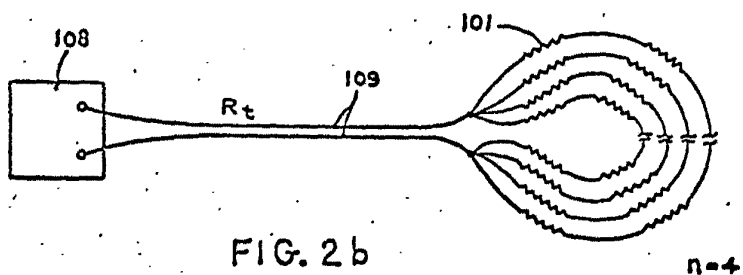


FIG. 2b

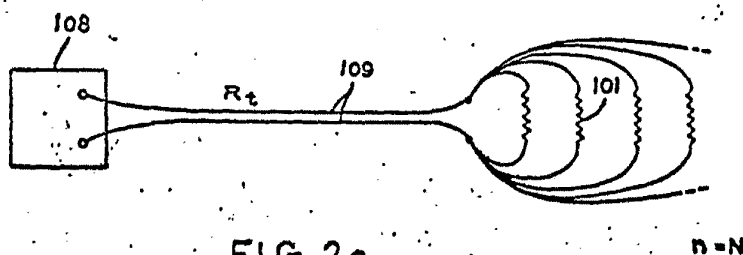


FIG. 2c

BARCELONA, 18 MAYO 1977
P.A. ALFONSO DURÁN
p. p.

Luis Alfonso Durán Moya

Fdo. Luis A. Durán Moya

ESCALA VARIABLE

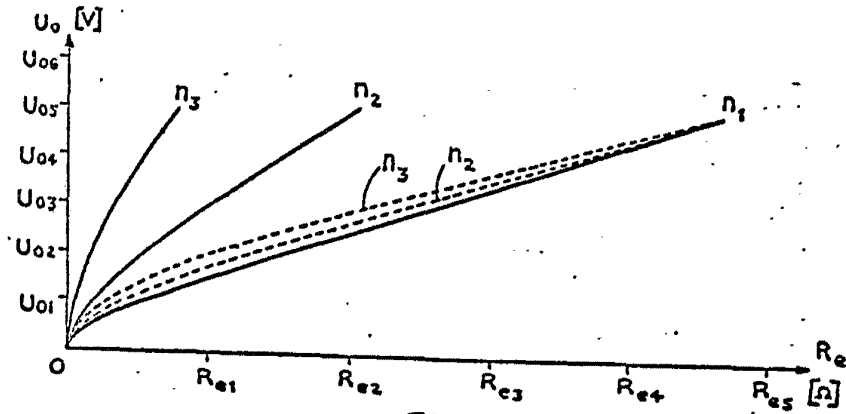


FIG. 3

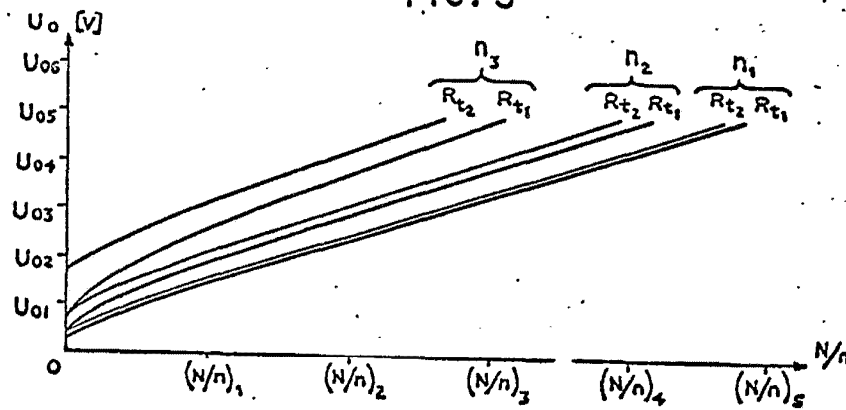


FIG. 4

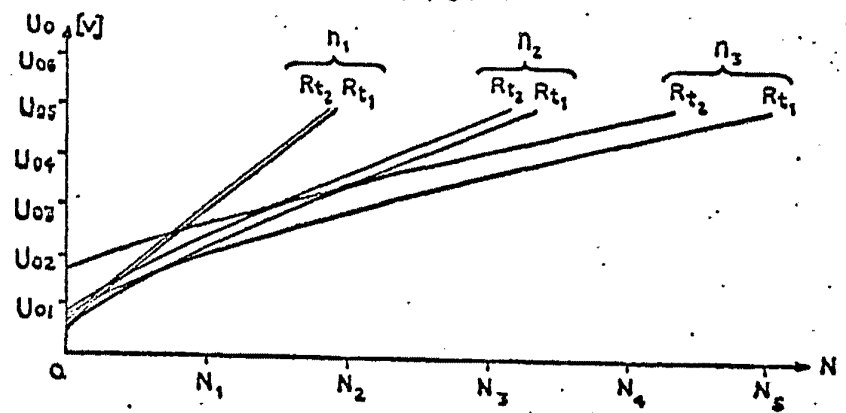


FIG. 5

BARCELONA, 18 MAYO 1977

PA. ALFONSO DURÁN

P. P.

Alfonso Durán

Fdo.: Luis A. Durán Moyá

ESCALA VARIABLE

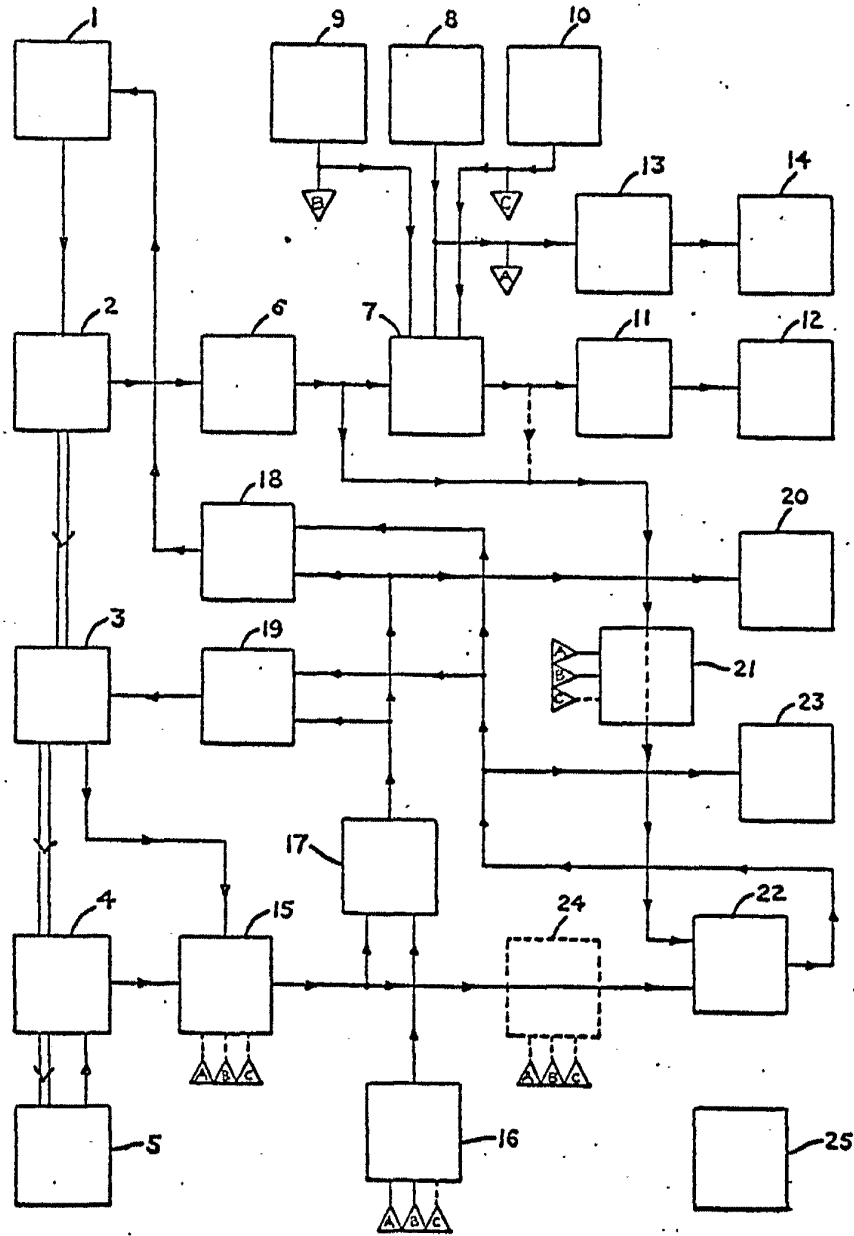


FIG. 6

BARCELONA, 18 MAYO 1977

PA. ALFONSO DURÁN

P. P.

Luis Alfonso Durán

Fdo.: Luis A. Durán Moyá

ESCALA VARIABLE

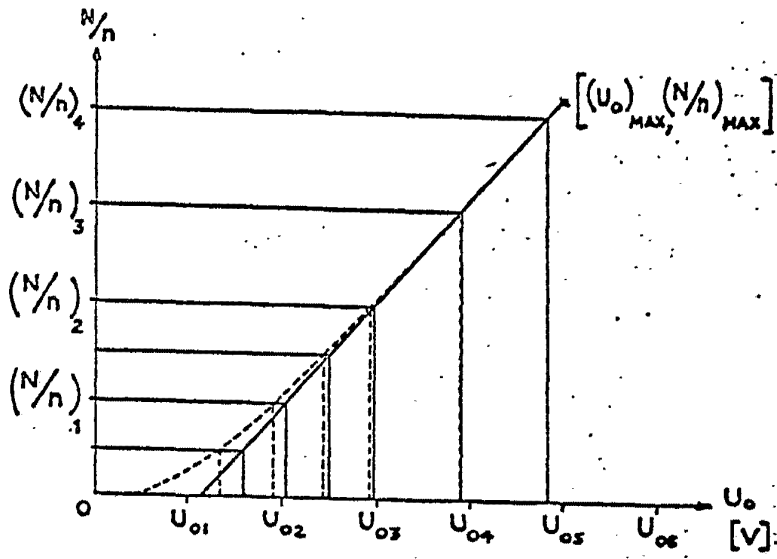


FIG. 7

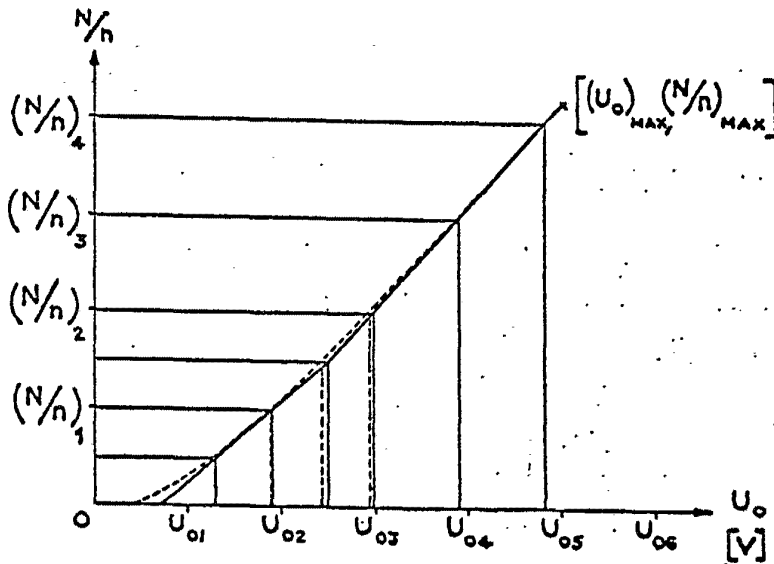


FIG. 8

BARCELONA, 18 MAYO 1977

P.A. ALFONSO DURÁN

P. P.

Fdo: Luis A. Durán Moyó

ESCALA VARIABLE

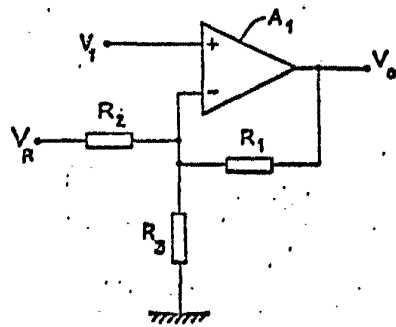


FIG. 9

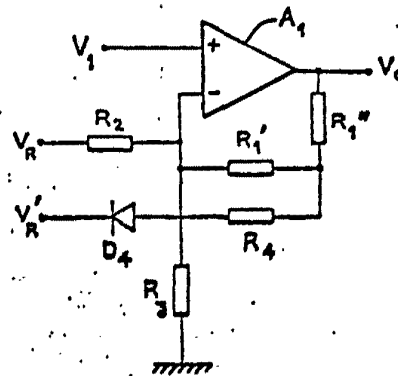


FIG. 10

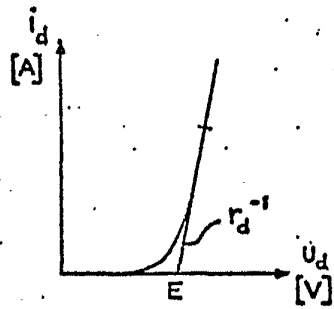


FIG. 11

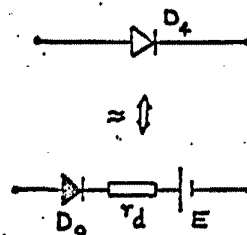


FIG. 12

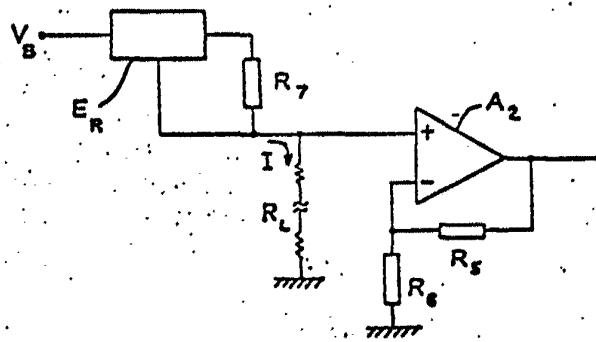


FIG. 13

BARCELONA, 18 MAYO 1977
PA. ALFONSO DURÁN
p. p.

Alfonso Durán

Fdo.: Luis A. Durán Moyá

ESCALA VARIABLE

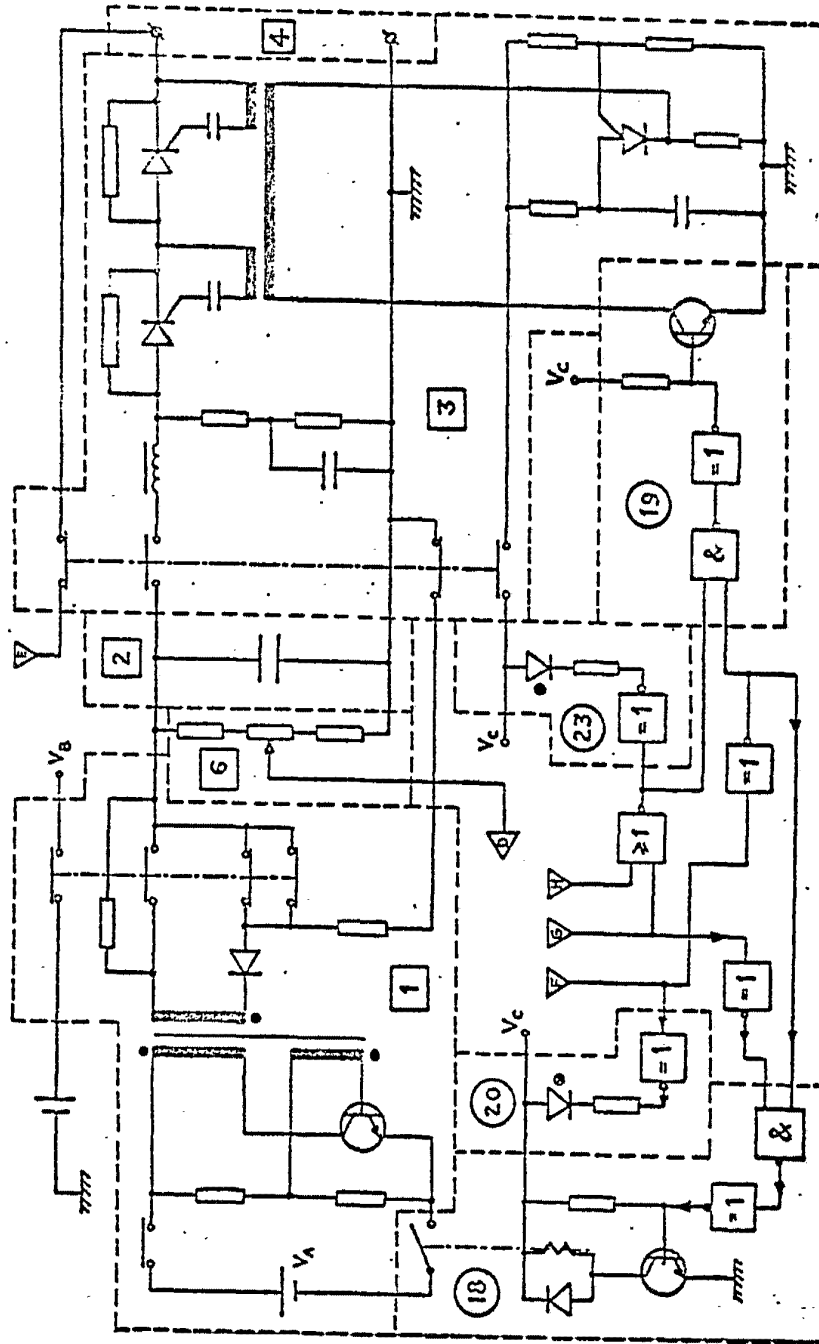


FIG. 14

BARCELONA, 18 MAYO 1977

PA. ALFONSO DURÁN

p. p.

Luis A. Durán Moyá

Fdo.: Luis A. Durán Moyá

ESCALA VARIABLE

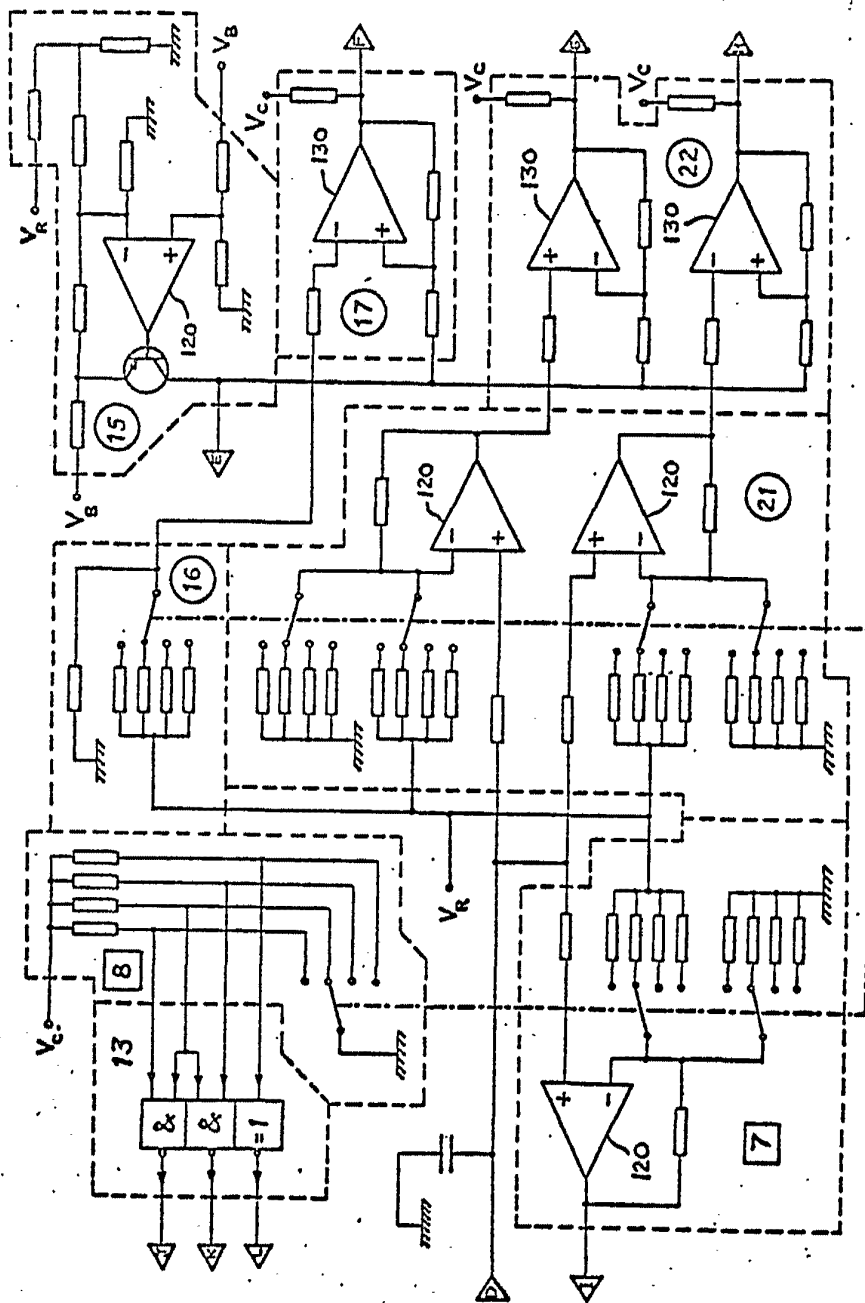


FIG. 15

BARCELONA, 18 MAYO 1977
PA. ALFONSO DURÁN
p. p.

Luis A. Durán Moyet

Felipe Luis A. Durán Moyet

ESCALA VARIABLE