



PATENTE DE INVENCION

411948

Int. Cl.: G 01 N

MEMORIA DESCRIPTIVA

sobre:

"TREN AUTOPROPULSADO PARA RADIOGRAFIAR SOLDADURAS DESDE
EL INTERIOR DE TUBERIAS MEDIANTE RAYOS X"

Solicitante: SNAM PROGETTI S.p.A.,
entidad italiana, establecida en
MILAN (Italia), Corso Venezia, 16.

Prioridad: Solicitud de Patente No 20661 A/72,
depositada en Italia en
17 de Febrero de 1972.

411948



La presente invención se refiere a un tren autopropulsado para radiografiar soldaduras desde el interior de tuberías mediante rayos X, de peso y dimensiones reducidos y de elevada autonomía.

5 En el estado actual de la técnica son conocidos diversos tipos de trenes autopropulsados para radiografiar mediante rayos X soldaduras desde el interior de tuberías, y todos estos trenes son alimentados por baterías. Dado que dichas baterías deben suministrar no solamente la energía necesaria para todos los circuitos eléctricos y electrónicos de gobierno así como para el pequeño motor eléctrico de arrastre
10 del tren, sino también la potencia eléctrica necesaria para el funcionamiento del tubo de rayos X que es muy elevada, del orden de 1-2 kVA, se comprende fácilmente que dichas
15 baterías deben ser de dimensiones y peso considerables. A ello debe agregarse que el tubo de rayos X debe ser alimentado con corriente alterna, por lo que se hace necesaria la utilización de un gran convertidor cc-ca apto para convertir la energía continua de las baterías en energía
20 alterna en la correcta tensión y frecuencia de plancha del tubo de rayos X con rendimientos de conversión que no superan en el mejor de los casos el 60-70 %; resulta entonces como consecuencia lógica que los trenes autopropulsados conocidos presentan los inconvenientes de un peso excesivo
25 que limita su facilidad de manejo haciendo necesario el uso de un elevador para introducir el tren en la tubería, siendo dicho peso, aún en el mejor de los casos, superior a los 400-500 kg, de los cuales el 50 % es debido a las baterías,

411948



de una longitud que oscila entre los 4 y los 5 metros, lo cual limita su facilidad de maniobra en las curvas, y de una autonomía limitada que hace necesaria la sustitución o la recarga de las baterías cada 600-700 metros de trabajo, 5 cifra muy alejada de la normal producción diaria de una obra, lo cual impide una económica y racional utilización en continuo de dichos trenes.

La finalidad de la presente invención consiste en eliminar los inconvenientes arriba indicados y en proporcionar un tren autopropulsado para radiografiar mediante 10 rayos X soldaduras desde el interior de tuberías, de peso y dimensiones reducidas y de elevada autonomía. Esta finalidad se logra, según la presente invención, mediante el empleo de un grupo electrógeno constituido por un generador 15 de energía formado por un conjunto dinamo-alternador-motor, de tipo conocido en la técnica, de una potencia de algunos kVA, acoplado rígidamente a un motor de explosión. Dicho generador de energía tiene la triple función de poner en marcha el motor de explosión actuando como motor de corriente 20 continua alimentado por una sola batería de tipo convencional, de suministrar la potencia necesaria para el funcionamiento del tubo de rayos X actuando como alternador accionado por el motor de explosión y de mantener cargada, actuando como dinamo, dicha batería conectada al mismo, la cual a 25 su vez sirve para alimentar todos los circuitos electrónicos de gobierno y el motorreductor de corriente continua para el arrastre del tren. Con esta realización no sólo se elimina el voluminoso convertidor cc-ca indispensable en los

411948



trenes autopropulsados conocidos en la técnica, así como la necesidad de numerosas baterías, haciendo por tanto posible la realización de trenes de peso relativamente modesto (aproximadamente 180 kg) y de longitud reducida (aproximadamente 2-2,5 m), sino que también se aumenta notablemente la autonomía del tren debido a que la energía necesaria no es ya extraída de baterías sino del grupo electrógeno a expensas del motor de explosión, por lo que dicha autonomía resulta sólo función de la capacidad del depósito de carburante del motor de explosión.

Por otra parte debe tenerse presente que, dado que la única batería utilizada queda siempre cargada, al estar conectada en tapón, ésta asegura al tren una ulterior autonomía de emergencia de 4-5 km para la recuperación del propio tren en caso de avería del grupo electrógeno.

Según una forma de realización preferente de la invención, dicho grupo electrógeno no va dispuesto sobre el tren autopropulsado que soporta el tubo de rayos X, el conjunto electrónico de gobierno, la batería y el motorreductor para el arrastre del propio tren, sino sobre un pequeño remolque articulado a la parte posterior de dicho tren mediante juntas elásticas provistas de dos grados de libertad, de forma que permite al complejo superar fuertes lomas o valles y curvas. De este modo el grupo electrógeno puede ser rápidamente desconectado de la unidad motriz, para facilidad de maniobra, o sustituido en caso de avería, y sus vibraciones no se transmiten al tubo de rayos X.

Para asegurar el comburente al motor de explosión y

411948



evitar por tanto que sus gases de escape contaminados puedan apagar el motor o elevar la temperatura del tubo de rayos X por encima de sus límites térmicos de trabajo (temperatura máxima 70°C aproximadamente), según otra característica de

5 la presente invención se monta elásticamente sobre la parte posterior del remolque un diafragma circular del mismo diámetro de la tubería y dotado de juntas de goma, a través del cual son descargados dichos gases de escape y también, cuando las condiciones operativas lo permiten, el aire de

10 enfriamiento del propio motor. Dicho diafragma constituye por tanto un tabique que separa el equipo de los gases de escape contaminados y del aire caliente de enfriamiento del motor, creando así una corriente de aire en la tubería.

Según una forma de realización preferente de la inven-

15 ción el tubo de rayos X no está fijado inamoviblemente sobre el tren sino que va dispuesto sobre tres soportes elásticos que permiten su posicionamiento sobre el eje de la tubería que deba radiografiarse y es mantenido en su lugar por una banda de ajuste que permite una fácil separación del

20 mismo para mayor facilidad de maniobra o de seguridad durante el transporte.

Mientras que la estabilidad de la frecuencia de la alimentación del tubo de rayos X, suministrada por dicho generador de energía que funciona como alternador accionado

25 por el motor de explosión, es asegurada mediante un regulador automático de la velocidad del motor de explosión de tipo conocido en la técnica, la tensión de alimentación del tubo de rayos X es en cambio estabilizada, según otra carac-

411948



terística de la presente invención, mediante un particular estabilizador electrónico, cuyo esquema de circuito se describirá a continuación, el cual, además de situar y mantener la tensión de alimentación dentro de un $\pm 0,3$ % de la
5 tensión de trabajo del tubo de rayos X durante todo el tiempo de exposición radiográfica, inicia dicha exposición solamente cuando se han alcanzado las condiciones nominales de trabajo del tubo de rayos X, garantizando así una perfecta exposición.

10 Todos los trenes autopropulsados conocidos para las radiografías de rayos X están concebidos para operar de modo automático mediante gobierno externo consistente en una fuente radioactiva de algunos mCurie que coopera con un detector Geiger Müller conectado al conjunto electrónico.

15 Ahora bien, otra característica de la presente invención consiste en que el gobierno exterior está ahora constituido por un imán permanente en forma de herradura o por un electroimán cuyo campo magnético, que puede ser invertido girando simplemente el imán en 180° , actúa sobre un detector
20 de brújula magnética de tres posiciones montado sobre el tren y conectado al conjunto electrónico. La adopción de un sistema magnético de este tipo, que será explicado mejor a continuación, además de no consumir energía y de presentar notables ventajas de simplicidad constructiva, robustez,
25 costo y facilidad de trabajo, afecta principalmente a la seguridad del operario que ya no tiene contacto con una fuente radioactiva, siempre peligrosa, aunque esté protegida convenientemente.

411948



La invención será ahora mejor explicada a continuación con relación a los dibujos adjuntos que ilustran una forma preferente de realización práctica, dada a sólo título de ejemplo no limitativo, ya que pueden aportarse siempre variaciones técnicas, constructivas o de montaje sin apartarse del ámbito de la invención.

En dichos dibujos:

La Fig. 1 ilustra en una vista de alzado el tren autopulsado para radiografiar mediante rayos X soldaduras desde el interior de tuberías, según la presente invención;

la Fig. 2 ilustra el tren de la Fig. 1, en su aplicación a un oleoducto;

la Fig. 3 ilustra esquemáticamente el tren de la Fig. 1, en su aplicación a un conducto submarino;

las Figs. 4 y 5 ilustran dos sistemas de circulación forzada del aire de enfriamiento del tubo de rayos X para su aplicación en climas muy cálidos, a fin de poder operar sin interrupción alguna;

la Fig. 6 ilustra el esquema de circuito del estabilizador electrónico de la tensión de alimentación del tubo de rayos X, según la invención; y

la Fig. 7 ilustra en perspectiva y sección el detector de brújula magnética de tres posiciones según la invención.

Con referencia a las figuras, con 1 se indica el armazón portante del tren, en la parte posterior del cual van montadas dos ruedas motrices 2, accionadas por un motorreductor 3 de corriente continua, que permite la marcha hacia adelante

411948



y la marcha hacia atrás del tren. En la parte delantera van montadas otras dos ruedas 4, rígidamente acopladas entre sí, que pueden ser convertidas en motrices mediante órganos de transmisión conocidos en la técnica.

5 La estabilidad del tren sobre el fondo de la tubería es asegurada por las cuatro ruedas 2 y 4, de tipo autoorientable según queda descrito en la solicitud de Patente italiana Nº 24463 A/71, de la misma entidad solicitante, y que permiten superar cualquier radio de curvatura en los
10 dos sentidos de marcha. En la parte media del tren van instalados el conjunto electrónico 5 de programación y de gobierno de los ciclos operativos del tren y una batería 6 del tipo convencional para automóviles, conectada respectivamente a dicho conjunto electrónico y al motorreductor 3.
15 Un pequeño pulsador de maniobra 7 permite alimentar con la batería 6 el motorreductor 3 y hacer avanzar así el tren con todo el equipo parado. El tubo de rayos X 8 para la radiografía longitudinal o panorámica va dispuesto sobre la parte delantera del tren y está soportado por tres amortiguadores en triángulo. Más particularmente, un tornillo 9
20 previsto en la parte posterior del tubo de rayos X es insertado en el amortiguador posterior 10 y enclavado en el mismo por una clavija de bloqueo 11 que se inserta en un orificio de dicho tornillo, mientras que el cuerpo del tubo se apoya
25 sobre un soporte semicircular metálico 12 sostenido por los otros dos amortiguadores delanteros 13 (uno de éstos no es visible en la figura por estar contrapuesto al visible). El tubo es mantenido en posición y fijado por una banda de

411948



fijación 14 de cuero con enganche rápido de mosquetón 15. De este modo, desenganchando el mosquetón 15 y desvinculando el tornillo 9 del amortiguador 10, el tubo de rayos X puede ser fácilmente extraído por razones de facilidad de manibra
5 o de seguridad durante el transporte, estando el tubo a tal fin provisto de dos cómodos asideros laterales de volante 16 y 17 revestidos de goma, que sirven también de protección para el propio tubo. Los tres amortiguadores 10, 13 van soportados por sistemas telescópicos 18 capaces de variar
10 su posición en altura, permitiendo así el posicionamiento del propio tubo de rayos X sobre el eje de la tubería a radiografiar.

En la parte posterior del armazón 1 del tren está dispuesta una articulación tipo cardán 19, cuyos soportes
15 están constituidos por amortiguadores, a la cual se articula mediante una clavija pasante 20 la horquilla 21 de un remolque 22 dotado de dos ruedas 23 de tipo autoorientable análogamente a las ruedas 2 y 4 y portante de un grupo electrógeno. Merced a esta forma de realización no sólo se logra que el
20 grupo electrógeno sea rápidamente separable del tren para la facilidad de maniobra o para la sustitución en caso de avería, sino que se impide también que sus vibraciones puedan transmitirse perjudicialmente al tubo de rayos X, mientras que los dos grados de libertad de la articulación tipo
25 cardán de unión del remolque con el tren permiten a todo el complejo la superación incluso de fuertes lomas o valles y curvas.

Dicho grupo electrógeno está constituido, según la

411948



invención, por un motor de explosión 24 acoplado rígidamente a un generador de energía eléctrica 25 de una potencia de algunos kVA, constituido por un conjunto dinamo-alternador-motor de tipo conocido en la técnica, es decir por un

5 dinamo-motor de corriente continua convencional que además del bobinado del rotor en continua presenta también otro bobinado del rotor en alterna para su funcionamiento como alternador. Mientras que este último bobinado está conectado a un estabilizador de tensión contenido en el conjunto

10 electrónico 5 y sirve para alimentar en alterna el tubo de rayos X, el bobinado en continua está conectado a la batería 6 conectada en tapón. El funcionamiento es evidente. Inicialmente la batería 6 suministra la energía necesaria para alimentar el generador de energía 25 que, actuando

15 como motor cc, pone en marcha el motor de explosión 24. Este último, una vez puesto en marcha, hace funcionar el generador de energía 25, a su vez, como alternador, suministrando la potencia alterna de funcionamiento al tubo de rayos X, y como dinamo, cargando la batería 6 y suministrando la

20 energía continua necesaria a los circuitos electrónicos de gobierno y al motorreductor 3 de arrastre del tren. En definitiva, toda la energía necesaria para el tren es suministrada por el generador de energía 25 a expensas del motor de explosión 24, mientras que la batería 6 queda siempre

25 cargada, por lo que no sólo la autonomía del tren resulta muy elevada al depender exclusivamente de la capacidad del depósito 26 para el carburante del motor de explosión, sino que la misma batería cargada constituye una reserva de ener-

411948



gía que se traduce en un ulterior aumento de la autonomía de 4 ó 5 km que asegura la recuperación del tren en caso de avería del grupo electrógeno.

Con el fin de crear una circulación de corriente de
5 aire en la tubería 27 que deba radiografiarse (véase también la Fig. 3), para asegurar el comburente al motor de explosión 24 y evitar que sus gases de escape contaminados 28 puedan apagar el propio motor o elevar la temperatura del tubo de rayos X por encima de sus límites térmicos de trabajo,
10 se dispone elásticamente en la extremidad posterior del remolque 22, sobre el tubo de escape 29 del motor de explosión 24 ó sobre otro soporte adecuado, un diafragma circular 30 del mismo diámetro que la tubería 27 y provisto de juntas 31 de goma. Dicho diafragma constituye así un
15 tabique que separa el equipo del tren-remolque de los gases de escape 28 procedentes del motor de explosión 24, que son descargados más allá del mismo. En el caso de colocación de oleoductos, más allá del diafragma 30 no sólo son descargados dichos gases de escape 28, sino también el aire de
20 enfriamiento del motor de explosión 24 que, aspirado por el ventilador 32 montado sobre el árbol motor del mismo motor de explosión, es descargado a través del tubo flexible 33 (véase Fig. 2), creando así una corriente de aire en la tubería. Es además evidente que cuando se opera en climas
25 muy cálidos, lo que hace necesario enfriar enérgicamente el tubo de rayos X para poder trabajar sin interrupción, la circulación forzada del aire podrá ser efectuada ya sea con un ventilador auxiliar 34 montado por detrás (véase Fig. 4)

411948 11



o en la proximidad del tubo de rayos X, ya sea con un ventilador 35 montado externamente sobre el cabezal de la tubería 27 (véase Fig. 5), siendo preferible esta última solución puesto que permite una enérgica ventilación sin
5 requerir potencia adicional del grupo electrógeno interno del tren. Para estabilizar al valor de plancha del tubo de rayos X la frecuencia de la tensión de alimentación del tubo de rayos X, suministrada por el generador de energía 25 que funciona como alternador accionado por el motor de explo-
10 sión 24, se utiliza un común regulador automático 36 de la velocidad del motor de explosión, el cual mantiene a dicho motor a la velocidad de sincronismo. La tensión de alimentación del tubo de rayos X es en cambio estabilizada al
15 valor de plancha del tubo mediante un estabilizador electrónico contenido en el conjunto electrónico 5, el cual suministra además el mando al temporizador para el inicio de la exposición radiográfica sólo cuando se han alcanzado las condiciones nominales de trabajo del tubo de rayos X, garantizando así una perfecta exposición, e interrumpe completa-
20 mente la tensión al tubo de rayos X al finalizar dicha exposición radiográfica. En dicho estabilizador, la tensión alterna de salida del generador-alternador 25 es aplicada a los extremos de un autotransformador ajustable (variac) cuyo cursor es desplazado por un pequeño motor de corriente con-
25 tinua gobernado oportunamente por un relé polarizado sensible a la diferencia de tensión entre el valor nominal de tensión del tubo de rayos X y la tensión sobre el cursor del variac que es la aplicada al tubo de rayos X. Para mayor

411948



claridad de cuanto queda dicho se hace referencia a la Fig. 6 que ilustra justamente el esquema de circuito del estabilizador electrónico de la tensión de alimentación del tubo de rayos X. La tensión alterna suministrada por el generador-alternador 25 accionado por el motor de explosión 24 es respectivamente aplicada a los extremos A y B de un variac 37 y, después de haber sido rectificada por medio del rectificador 38, a los extremos de una serie de n diodos Zener 39 por los cuales es subdividida de modo que en los puntos C, D, E, F y G se establecen las diversas tensiones fijadas operativas del tubo de rayos X que serán designadas como valores de "set-point". El cursor 40 del variac 37 es movido por un pequeño motor 41 de corriente continua cuya excitación puede ser invertida y que es por tanto susceptible de girar en ambos sentidos para desplazar el cursor 40 hacia abajo o hacia arriba cerrando respectivamente los contactos 42 ó los contactos 43. Dichos contactos son gobernados respectivamente por el relé 44 y el relé 45 que pueden ser excitados por el relé polarizado 46. Sobre la rama de excitación del relé 44 está además previsto un interruptor 47 que se abre cada vez que el cursor 40 llega al fin de carrera inferior (variac en posición cero, según se ilustra en la Fig. 6), mientras que el relé 45 gobierna también el contacto 48 de excitación de un temporizador 49 del tiempo de la exposición radiográfica que deba efectuarse. La tensión alterna de salida del variac 37, es decir la tensión entre el cursor 40 y el punto B, que es aplicada al tubo de rayos X 8, es también rectificada por el rectificador 50 y aplicada

411948

14



a los extremos de una rama de resistencia que comprende una resistencia 51 y una serie de (n-1) diodos Zener 52 totalmente análogos a los diodos Zener 39. La bobina 53 del relé polarizado 46 está conectada con la salida del rectificador 50 en el punto H, y con el índice 54 de un interruptor que puede conmutar en c, d, e, f, g para colocar en su lugar las diversas tensiones de "set-point" operativas del tubo de rayos X, presentes respectivamente en los puntos C, D, E, F y G. En correspondencia con las arriba mencionadas conmutaciones del índice 54, un segundo índice 55, solidario del primero pero giratorio en sentido opuesto, conmuta respectivamente en c', d', e', f', y g' insertando así otros tantos diodos Zener 52 menos uno con relación a los diodos Zener 39 que inserta el primer índice 54. Ello es efectuado para limitar la corriente de polarización que circula en la bobina 53, generada por la diferencia de tensión entre el punto H y uno de los puntos C, D, ... G seleccionado, y hacerla prácticamente dependiente sólo de la diferencia entre la caída de tensión en los extremos de la resistencia 51 y la caída de tensión provocada por el primer diodo Zener 39 que está en el extremo del punto C, ya que un aumento de tensión de "set-point" determinado por la inserción de otro diodo Zener 39 es compensado por un aumento de tensión análogo en el punto H determinado por la inserción de un análogo diodo Zener 52. El relé polarizado 46 queda finalmente predispuesto para el funcionamiento del programador electrónico 56 por el conjunto electrónico 5 que conmuta el interruptor 57 de la posición I a la posición II, conectando así el índice 58

411948



del relé 46 con el polo negativo del alimentador del pequeño motor 41.

El funcionamiento es el siguiente. Supóngase que la tensión operativa del tubo de rayos X que deba estabilizarse sea la correspondiente al punto C, por lo que los índices 54 y 55 deben estar en la posición indicada en la Fig. 6. Inicialmente el cursor 40 del variac 37 está en el fin de carrera inferior, y por tanto el interruptor 47 está abierto y la tensión en los extremos del tubo de rayos X es nula. Cuando al programador electrónico 56 llega la orden de exposición radiográfica, ello conmuta el interruptor 57 de su posición I a la posición II, conectando así el índice 58 del relé polarizado 46 al polo negativo 59. La tensión alterna generada por el generador-alternador 25, rectificada en 38, produce mientras tanto en los puntos C, D, ... G las tensiones fijas del "set-point". En el punto C se tiene por tanto el valor de referencia de la tensión que debe ser estabilizada y aplicada al tubo de rayos X. En correspondencia se tiene, sin embargo, en el punto H una tensión nula, al hallarse como ya se ha dicho el cursor 40 en el fin de carrera inferior.

En la bobina 53 del relé 46 circula por tanto una corriente de C a H, es decir en el sentido de la flecha 60, que hace disparar el índice 58 del relé 46 a la posición III, con lo cual es excitado el relé 45 que cierra los contactos 43 y abre el contacto 48. Consecuentemente es excitado el pequeño motor 41 que girará en el sentido de elevar el cursor 40 del variac 37.

411948



Cuando el cursor 40 se levanta, se cierra el interruptor 47, y la tensión alterna en los extremos del tubo de rayos X y, por consiguiente, la tensión continua en el punto H, empieza a crecer. Cuando la tensión continua en el punto
5 H se hace igual a la tensión de "set-point" del punto C y por tanto la tensión alterna en los extremos del tubo de rayos X ha alcanzado su valor nominal prefijado, cesa la circulación de corriente en la bobina 53 del relé 46 y el índice 58 vuelve a su posición intermedia de reposo, desexci-
10 tanto así al relé 45 que abre los contactos 43 y cierra el contacto 48. El cierre del contacto 48 permite así al temporizador 49 iniciar la fase de exposición radiográfica que, según se ha indicado, tiene inicio sólo después de que la tensión en los extremos del tubo de rayos X haya alcanzado
15 el valor nominal de plancha del tubo. Por otra parte, dicha tensión queda además estabilizada en dicho valor durante todo el tiempo de exposición radiográfica, ya que si por ejemplo tendiera a aumentar y a llevar por tanto el potencial del punto H a un nivel superior al del punto C, se obten-
20 dría en la bobina 53 una circulación de corriente de H a C y por tanto en sentido inverso a la flecha 60, que conmutaría el índice 58 del relé 46 en la posición IV. Consecuentemente sería excitado el relé 44 el cual, cerrando los contactos 42, haría girar al pequeño motor 41 en el sentido de hacer bajar
25 el cursor 40 del variac 37, con lo que se lograría una disminución de la tensión alterna en los extremos del tubo de rayos X. Finalmente, al término del tiempo de exposición radiográfica, el temporizador 49 envía una señal al progra-

411948



mador 56 que conmuta nuevamente el interruptor 57 a la posición I. Consecuentemente es excitado el relé 44, que cierra los contactos 42 y excita el pequeño motor 41 en el sentido de que hace bajar el cursor 40 del variac 37 hasta
5 el fondo de la escala. Una vez que dicho cursor está en el fondo de la escala, se abre el interruptor 47, se desexcita el pequeño motor 41 y el equipo está nuevamente en las condiciones iniciales, listo para un nuevo ciclo de estabilización y de exposición radiográfica. En definitiva, dicho estabili-
10 zador electrónico no sólo lleva la tensión del tubo de rayos X a su valor nominal, la estabiliza y suministra la orden de inicio de la exposición radiográfica, sino que corta también la tensión al tubo al finalizar dicha exposición radiográfica.

15 El gobierno del tren para pararse en correspondencia con la soldadura que deba radiografiarse, para efectuar la radiografía y para su marcha hacia adelante, procede del exterior de la tubería de modo ya conocido en el estado actual de la técnica, pero, en lugar de realizarse mediante
20 una fuente radioactiva que coopera con un detector Geiger Müller conectado al programador electrónico, se efectúa con un sistema completamente magnético que además de no requerir energía del grupo electrógeno del tren para su funcionamiento y de eliminar el empleo de fuentes radioactivas
25 de por sí siempre peligrosas, permite también efectuar la marcha atrás del tren y desconectar completamente la electrónica y el grupo electrógeno del tren para paradas muy largas (por ejemplo, durante la noche).

411948



Dicho dispositivo de gobierno es sustancialmente un imán permanente en forma de herradura o un electroimán que se dispone transversalmente sobre la tubería de modo que su campo magnético, cuya polaridad puede ser invertida girando simplemente el imán en 180°, puede actuar internamente en la tubería sobre un detector de brújula magnética de tres posiciones 61, montado sobre el tren, en el sentido de hacer girar dicha brújula magnética, que en ausencia de campos magnéticos está siempre orientada longitudinalmente a la tubería, hacia la derecha o hacia la izquierda para cerrar uno u otro de dos relés magnéticos conectados a los circuitos lógicos del programador electrónico.

Dicho detector de brújula magnética de tres posiciones 61 se ilustra en la Fig. 7 y está constituido por un pequeño imán permanente 62 insertado en un flotador cilíndrico 63 sumergido en queroseno como una normal brújula magnética. El conjunto está contenido en un recipiente antimagnético 64 herméticamente cerrado por dos tapas también antimagnéticas 65 y 66, ajustadas entre sí mediante tres bulones pasantes, de los cuales dos (67 y 68) son antimagnéticos y el tercero (69) es de hierro dulce. Este último bulón de hierro dulce 69 tiene la función de crear un par antagónico de naturaleza magnética que obliga al imán 62, en ausencia de campos magnéticos externos, a orientarse siempre a lo largo del eje m-m que pasa por dicho bulón. Con el fin de impedir desplazamientos del flotador en el interior del recipiente y permitir únicamente su rotación, un eje pasante 70 del flotador se inserta en respectivos soportes 71 dispuestos en las tapas 65

4110A8



y 66. Una placa 72, solidaria del eje 70, coopera con dos pernos de tope 73 y 74 para limitar los desplazamientos angulares hacia la derecha y la izquierda, respectivamente del flotador 63 y por tanto del imán-brújula 62. De este modo quedan determinadas tres posiciones precisas del imán-brújula 62, de las cuales una es la posición central o de cero, con el imán orientado a lo largo del eje m-m, y las otras dos posiciones respectivamente de extrema derecha y de extrema izquierda con relación al propio imán. En correspondencia con estas dos últimas posiciones extremas del imán, están dispuestos entre las dos tapas 65 y 66 dos relés magnéticos 75 y 76 que son así excitados magnéticamente por el imán 62 solamente cuando éste queda enfrentado a ellos en una de las dos posiciones extremas arriba mencionadas. Los relés magnéticos están finalmente conectados a los circuitos lógicos del programador electrónico, los cuales, mediante sistemas conocidos en la técnica, están en condiciones de suministrar al tren diversas señales de gobierno y de dar lugar, por tanto, a que se efectúen en secuencia las diversas operaciones arriba mencionadas. El detector 61 está dispuesto sobre el tren 1 (véase también la Fig. 1) de modo que el arriba mencionado eje m-m coincida con el eje de la tubería que deba radiografiarse, resultando el imán 62 siempre orientado en el sentido de marcha del tren en ausencia de campos magnéticos externos.

El modo de operar de un detector de este tipo se comprende inmediatamente. El posicionamiento transversal sobre la tubería, en una posición deseada, de un imán permanente en

411948



forma de herradura crea en el interior de la tubería, en dicha posición, un campo magnético disperso 77 dirigido transversalmente a la tubería y por tanto perpendicularmente al ya mencionado eje m-m.

5 Por efecto de dicho campo, el imán 62 será por tanto obligado a girar desde su posición de cero hacia la extrema derecha, donde excitará el relé magnético 75. Si se gira en 180° dicho imán permanente en forma de herradura, no se hace otra cosa que invertir la polaridad de su campo magnético disperso 77 y el imán 62 girará entonces hacia la
10 extrema izquierda donde excitará el relé magnético 76. En definitiva, gobernándolo desde el exterior de la tubería con el imán permanente en forma de herradura, el imán 62 es obligado a excitar ya sea el relé magnético 75 o el relé magnético
15 76 y por tanto a dar una secuencia de ordenes al tren. En la práctica, la arriba mencionada secuencia operativa es la siguiente: Posicionando en un punto prefijado sobre la tubería el imán permanente en forma de herradura de modo que su campo magnético disperso sea tal que haga girar el imán
20 62 hacia la extrema derecha, y cuando por efecto del movimiento del tren que se desliza dentro de la tubería llega a ese punto el detector, este último hace disparar el relé magnético 75 que para el tren y lo predispone para la fase de exposición radiográfica. Cuando se separa el imán permanente en forma de herradura de la tubería, el imán 62 vuelve
25 a su posición de cero, el relé 75 dispara nuevamente y se efectúa la fase arriba mencionada. Colocando de nuevo el imán en la misma forma que antes, se repite el ciclo y se

411948



repite por tanto la fase de exposición radiográfica. Si se coloca en cambio el imán permanente en forma de herradura sobre la tubería en posición invertida, opuesta a la precedente (es decir girado en 180°), el detector hace disparar el relé magnético 76 que para el tren y lo predispone para la 5 marcha atrás. Separando el imán, el imán 62 vuelve a la posición de cero, el relé 76 dispara nuevamente y se efectúa la marcha atrás del tren. Colocando nuevamente el imán permanente, siempre en posición invertida, dispara nuevamente el relé magnético 76 que para el tren y lo predispone para 10 desconectar completamente el conjunto electrónico y el grupo electrógeno. Separando el imán se apaga todo el conjunto (para paradas largas, por ejemplo durante la noche). Colocando nuevamente el imán permanente en posición invertida, dis- 15 para nuevamente el relé magnético 76 que predispone al tren para la marcha hacia adelante del mismo. Separando el imán, el tren parte hacia adelante. Es evidente que la secuencia operativa arriba mencionada no es limitativa y que cualquier otra secuencia puede ser adoptada, consistiendo la origina- 20 lidad de la invención en el modo sencillo y racional con el cual se realiza magnéticamente un doble gobierno (extrema derecha-extrema izquierda) que permite enviar al tren múltiples órdenes operativas.

Debe además tenerse presente que el tren según la inven- 25 ción puede ser no sólo utilizado para radiografiar panorámica o longitudinalmente las soldaduras del interior de tuberías mediante una fuente de rayos X, para cuyo fin ha sido específicamente realizado, sino que puede servir también,

411948



débidamente equipado, para la limpieza, pulido, barnizado, etc. de gasoductos, oleoductos, acueductos, tanto metálicos como de otros materiales, en fase de construcción.

N O T A

5 Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de ponerlo en práctica, se hace constar que todo cuanto no altere, cambie o modifique su principio fundamental, puede quedar sometido a variaciones de detalle. También se hace constar que esta invención corresponde a la
10 descrita en la Solicitud de Patente Nº 20661 A/72, depositada en Italia en 17 de Febrero de 1972, cuya prioridad se reivindica de acuerdo con los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo esencial y por lo que se solicita Patente de Invención, por veinte años, lo que queda resumido en las
15 siguientes reivindicaciones:

1ª.- Tren autopropulsado para radiografiar soldaduras desde el interior de tuberías mediante rayos X, dotado de ruedas autoorientables, que soporta un motorreductor de corriente continua para el arrastre del mismo, una batería,
20 un tubo de rayos X para la radiografía longitudinal o panorámica, y un conjunto electrónico de gobierno para la programación y el mando de los ciclos operativos de dicho tren, que comprende entre otros componentes un programador electrónico y un estabilizador de la tensión de alimentación del
25 mencionado tubo de rayos X, caracterizado por el hecho de que la energía eléctrica necesaria para el tren es suministrada por un grupo electrógeno constituido por un motor de explosión acoplado rígidamente a un generador de energía formado

mf

411948



por un conjunto dinamo-alternador-motor, actuando este conjunto primeramente como motor de corriente continua alimentado por dicha batería y luego ya sea como alternador, ya sea como dinamo, accionado por el motor de explosión, 5 estando conectada la citada batería en tapón con la dinamo mencionada, y siendo transmitidas las órdenes al tren desde el exterior mediante un imán permanente en forma de herradura, que actúa sobre un detector de brújula magnética de tres posiciones, dispuesto sobre el tren y conectado a dicho 10 conjunto electrónico de gobierno.

2^a.- Tren autopropulsado según la reivindicación 1^a, caracterizado por el hecho de que el mencionado grupo electrógeno está dispuesto sobre un remolque de dos 15 ruedas autoorientables articulado a la parte posterior del tren mediante una articulación tipo cardán, cuyos soportes están constituidos por amortiguadores.

3^a.- Tren autopropulsado según la reivindicación 1^a ó la reivindicación 2^a, caracterizado por el hecho de que comprende un diafragma circular del mismo diámetro de la 20 tubería que debe radiografiarse, elásticamente montado sobre la parte posterior de dicho remolque, sobre el tubo de escape del motor de explosión o sobre otro soporte adecuado, estando provisto dicho diafragma de juntas de goma que ajustan con la superficie interna de la tubería y descargándose 25 los gases de escape del motor de explosión por detrás de dicho diafragma.

4^a.- Tren autopropulsado según la reivindicación 1^a,

ME

411948



caracterizado por el hecho de que dicho tubo de rayos X está amoviblemente dispuesto, en la parte anterior del tren, sobre tres amortiguadores en triángulo, soportados por sistemas telescópicos que pueden variar su posición en altura, siendo mantenido el tubo en la posición adecuada por un tornillo del tubo que se inserta en uno de dichos amortiguadores y que es ajustado al mismo por una clavija de bloqueo y por una banda de ajuste de cuero con enganche rápido de mosquetón, que ajusta el tubo contra un soporte metálico semicircular sostenido por los otros dos amortiguadores.

5^a.- Tren autopulsado según la reivindicación 1^a, caracterizado por el hecho de que la frecuencia de la tensión alterna de alimentación del tubo de rayos X suministrada por dicho generador de energía que funciona como alternador accionado por el motor de explosión, es estabilizada mediante un regulador automático de la velocidad del motor de explosión.

6^a.- Tren autopulsado según la reivindicación 1^a, caracterizado por el hecho de que dicho estabilizador de la tensión de alimentación del tubo de rayos X, consiste en un autotransformador ajustable en cuyos extremos se aplica la tensión alterna de salida de dicho generador de energía que funciona como alternador accionado por el motor de explosión, y cuyo cursor es desplazado en uno u otro sentido por un pequeño motor de corriente continua susceptible de girar en ambos sentidos invirtiendo su excita-

ME

411948



ción mediante sendos relés gobernados por un relé polarizado controlado por la diferencia de tensión entre los valores nominales fijos de tensión operativa del tubo de rayos X y una tensión continua proporcional a la tensión alterna
5 de salida sobre el cursor del autotransformador que es la aplicada al tubo de rayos X.

7^a.- Tren autopropulsado según las reivindicaciones 1^a a 6^a, caracterizado por el hecho de que los citados valores nominales fijos de tensión operativa del tubo de
10 rayos X, o valores de "set-point", son obtenidos como caída de tensión en los extremos de n diodos Zener en serie, alimentados por la tensión alterna de salida del generador de energía, que funciona como alternador accionado por el motor de explosión, rectificada por un rectificador, mien-
15 tras dicha tensión continua proporcional a la tensión alterna de salida en el cursor del autotransformador es obtenida como caída de tensión en una rama de resistencia constituida por una resistencia en serie de (n-1) diodos Zener, alimentada por la misma tensión alterna de salida
20 de dicho generador rectificada por otro rectificador, y por un interruptor de dos índices solidarios y giratorios en sentido opuesto, permitiendo seleccionar uno cualquiera de los valores de "set-point" e insertar simultáneamente en dicha rama de resistencia una cantidad de diodos Zener
25 correspondiente a la cantidad de diodos Zener menos uno, que dan origen al valor de "set-point" seleccionado.

8^a.- Tren autopropulsado según la reivindicación 1^a,

ME

411948



caracterizado por el hecho de que dicho detector de brújula magnética de tres posiciones consiste en un imán permanente insertado en un flotador sumergido en queroseno contenido en un recipiente antimagnético herméticamente cerrado por dos tapas también antimagnéticas, ajustadas entre sí mediante tres bulones de los cuales dos son antimagnéticos y el tercero es de hierro dulce, creándose así un par antagónico de naturaleza magnética que obliga a dicho imán a orientarse siempre, en ausencia de campos magnéticos externos, a lo largo de un eje que pasa por dicho bulón de hierro dulce, quedando impedido dicho flotador de desplazarse en el interior del recipiente por un eje pasante que se inserta en soportes ubicados sobre dichas tapas, estando limitados los desplazamientos angulares de dicho imán hacia la derecha y hacia la izquierda, respectivamente, por una placa solidaria a dicho eje, que coopera con dos pernos de apoyo a los cuales están asociados dos relés magnéticos conectados a los circuitos lógicos de dicho programador electrónico, y estando dispuesto dicho detector sobre el tren de modo que dicho eje que pasa por el bulón de hierro dulce coincida con el eje de la tubería que debe ser radiografiada.

9^a.- TREN AUTOPROPULSADO PARA RADIOGRAFIAR SOLDADURAS DESDE EL INTERIOR DE TUBERIAS MEDIANTE RAYOS X, tal y como queda descrito y reivindicado en la presente memoria que consta de veintisiete hojas mecanografiadas

ME

411948



por una sola cara y de cuatro láminas de dibujos.

BARCELONA, 14 de Febrero de 1973.

SNAM PROGETTI S.p.A.
P.P.

J. GOMEZ-ACHEBO Y MODET
p. p. Edo. ...

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. Gomez-Achebo y Modet', written over the typed name.

Handwritten initials 'mG' in black ink, located in the lower-left quadrant of the page.

411948

411948

ESCALA VARIABLE

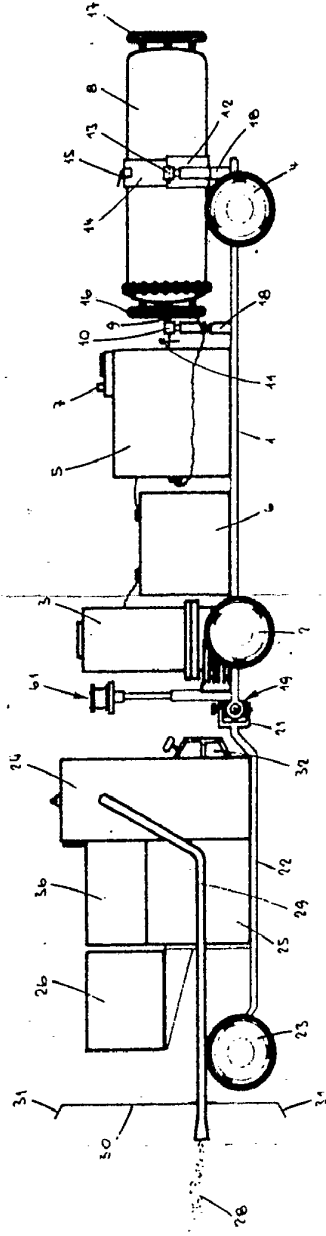


FIG.1

411948

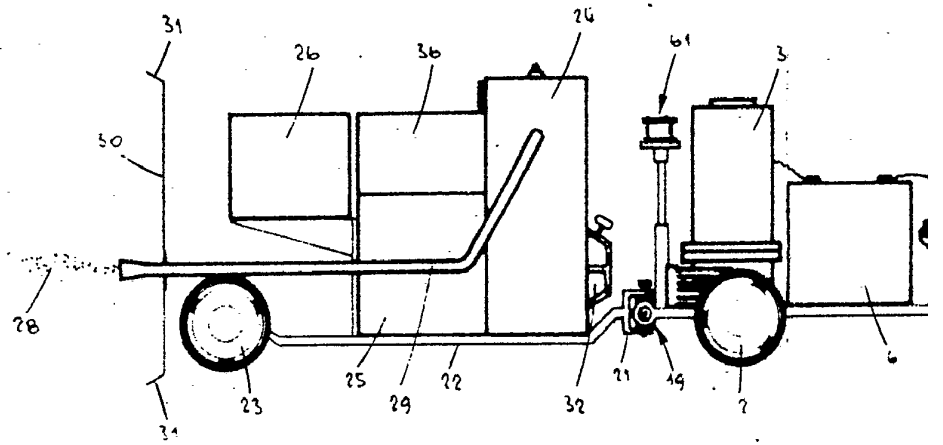


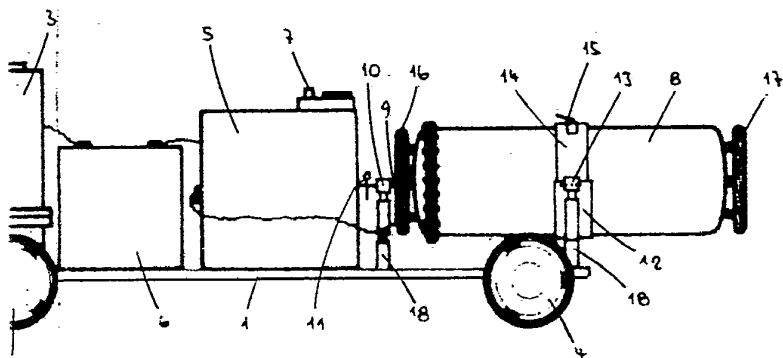
FIG. 1

411948

ESCALA VARIABLE

14 FEB 1973
10 10 1973
DIEZ CTS

14 FEB 1973
10 10 1973
DIEZ CTS



1G.1

BARCELONA, 14 de Febrero de 1973

SNAM PROGETTI S.p.A.

P. P. J. GOMEZ ACEBO Y MODET

E. p. Fdo.: E. Ferragüela Colón

411948

ESCALA VARIABLE

14 FEB 1973

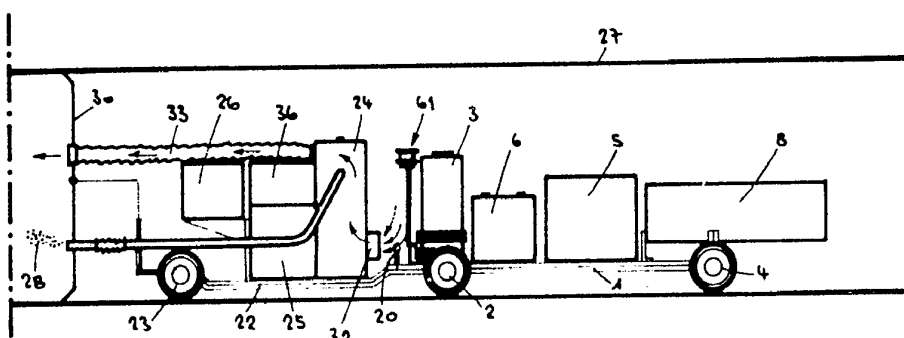


FIG. 2

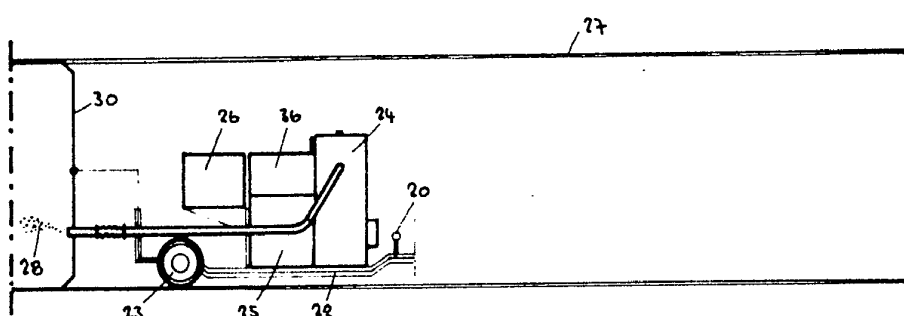


FIG. 3

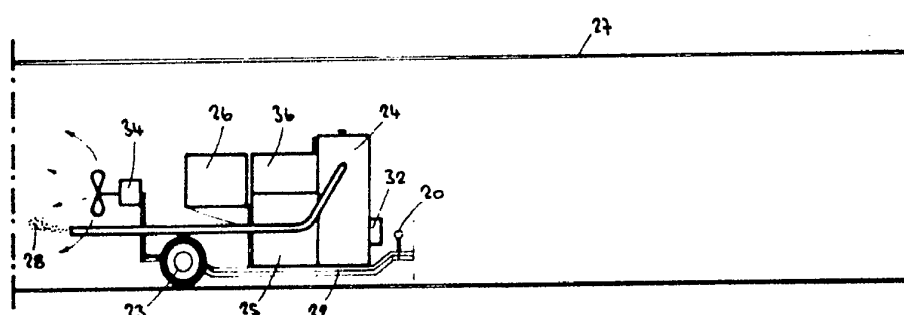


FIG. 4

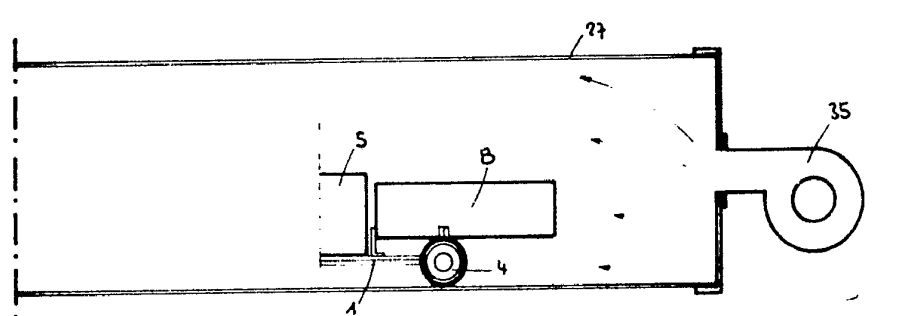


FIG. 5

BARCELONA, 14 de Febrero de 1973
SNAM PROGETTI S.p.A.
P.P. J. GÓMEZ-ACEBO Y MODEI
p. p. Fdo. J. Ferragüela Colón



ESQUEMA

14

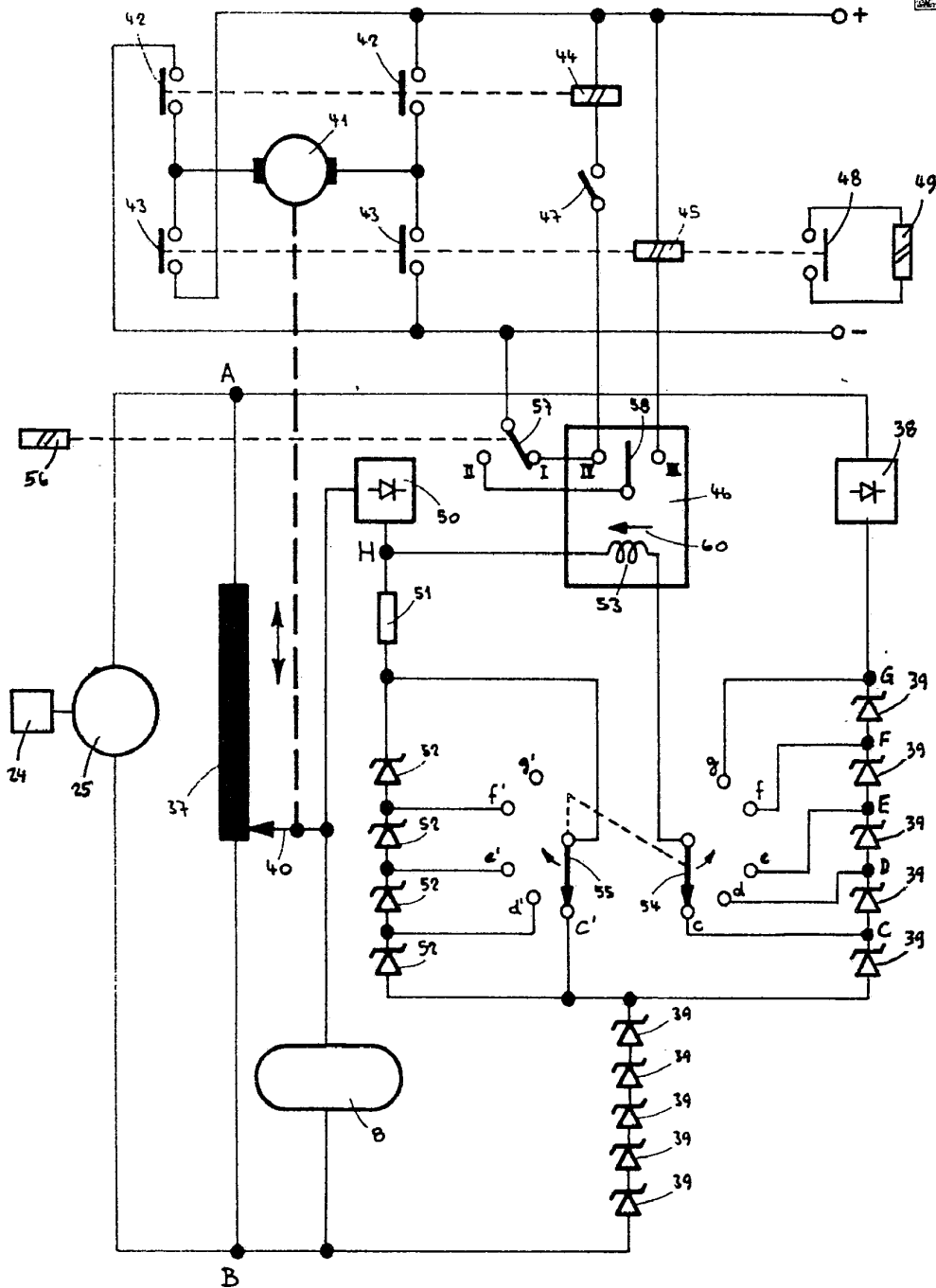


FIG. 6

BARCELONA, 14 de Febrero de 1973

SNAM PROGETTI S.p.A.

P.P. J. GÓMEZ-CEBO Y MODEI

D. P. Fdd. E. Ferregüela Colón

ESCALA VARIABLE

14

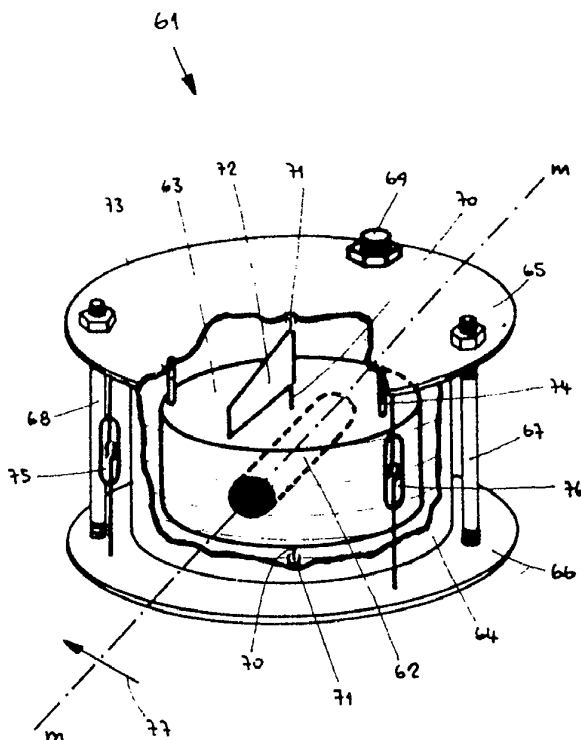


FIG. 7

BARCELONA, 14 de Febrero de 1973
SNAM PROGETTI S.p.A.
P.P.

J. GOMEZ-ACEBO Y MODEI
p. p. fdo.: E. Ferrandete Colón