



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 216 443**

51 Int. Cl.:
B23K 9/10 (2006.01)
B23K 9/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

- 86 Número de solicitud europea: **99304355 .3**
86 Fecha de presentación : **03.06.1999**
87 Número de publicación de la solicitud: **0963805**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **15.12.1999**

54 Título: **Procedimiento y aparato de producción de corriente para soldar.**

30 Prioridad: **11.06.1998 US 96436**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **16.10.2004**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **16.10.2007**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **16.10.2007**

73 Titular/es: **ILLINOIS TOOL WORKS Inc.**
3600 West Lake Avenue
Glenview, Cook County, Illinois 60025, US

72 Inventor/es: **Reynolds, Jon O. y**
Zhang, Lin

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 216 443 T5

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato de producción de corriente para soldar.

5 La presente invención se refiere, en general, a la técnica de suministros de energía eléctrica para soldar por arco eléctrico y, más particularmente, a suministros de energía eléctrica para soldar por arco eléctrico que están particularmente bien adaptados para soldadura por arco sumergido y soldadura con alambre tubular.

10 La soldadura por arco sumergido (también denominada SAW o arco sumergido) es un tipo de soldadura por arco en la que el arco no es visible. La soldadura por arco sumergido produce la coalescencia de los metales al calentarlos con un arco entre un electrodo de metal desnudo y la pieza de trabajo. El arco y el metal fundido están sumergidos en una manta de fundente fusible granular sobre la pieza de trabajo. El material de relleno es suministrado por el electrodo (o por una fuente suplementaria, como por ejemplo una varilla de soldadura o gránulos metálicos). El arco está cubierto por el fundente.

15 La soldadura con alambre tubular es un procedimiento en el cual el fundente o metal de relleno está provisto dentro de la parte hueca de un alambre tubular. Generalmente, la soldadura con alambre tubular incluye una soldadura con alambre con núcleo de fundente y una soldadura con alambre con núcleo de metal. La soldadura por arco metálico y la soldadura con alambre tubular se realizan a menudo con corrientes de salida relativamente altas como por ejemplo hasta 500 amperios o más. Las soldaduras por arco sumergido/con alambre tubular son generalmente soldaduras que tienen provisto un alambre alimentado dentro de un arco con un fundente adicional o metal de relleno. En la forma utilizada en la presente memoria la soldadura por arco sumergido/con alambre tubular se refiere a soldadura por arco sumergido y soldadura con alambre tubular.

20 Muchas de las aplicaciones de alambre tubular y arco sumergido son aplicaciones de soldadura automática en la que bien la pieza de trabajo se mueve por debajo del cabezal soldador o el cabezal soldador se mueve sobre la pieza de trabajo estática. Dichos sistemas automáticos incluyen alimentadores de alambre y son bien conocidos en la técnica. Los alimentadores de alambre usados en la soldadura por arco sumergido podrán ser de velocidad constante o de velocidad variable. Los alimentadores de alambre de velocidad constante se usan normalmente con suministros de eléctricos CV y los alimentadores de alambre de velocidad variable se podrán usarse con suministros eléctricos CC. Cada tipo de alimentador de alambre tiene ventajas y desventajas. Preferentemente, un suministro eléctrico de soldadura debería ser utilizable con un alimentador de alambre de velocidad constante o usable con cada tipo de alimentador de alambre.

25 Las aplicaciones de soldadura por arco sumergido automáticas primitivas suministraban una salida cc y usaban fuentes eléctricas con características de VA descendientes y tensiones que siguen los alimentadores de electrodo de alambre. Subsecuentemente las fuentes cc de tensión constante (CV) fueron introducidas en el procedimiento y ligadas a los alimentadores de electrodos de alambre de velocidad constante. Sin embargo, los campos magnéticos generados por las corrientes de arco cc y que rodean el arco y el campo asociado con las corrientes de tierra reaccionan entre sí de una forma impredecible, originando que el arco se mueva como si el arco fuese "soplado" hacia un lado. Este efecto se denomina como soplado del arco. Este efecto es más pernicioso en soldaduras de surco profundo donde el movimiento errático del arco perturba la formación y colocación apropiada del arco de argon en atmósfera de argon para soldar. El soplado del arco se vuelve un problema más severo a medida que se incrementa la temperatura, dado que los campos magnéticos se incrementan de forma correspondiente.

30 El soplado del arco es un problema menor cuando se usa un suministro eléctrico cc (dado que no existe corriente del arco cc). Sin embargo, una salida sinoidal no siempre se comporta bien en procedimientos de soldadura por arco sumergido dado que la onda sinoidal exhibe un cruce cero lento que pueda dar como resultado la rectificación del arco.

35 Las fuentes eléctricas de soldadura de onda cuadrada intentan usar las ventajas de la soldadura ca sinoidal pero con un cruce cero rápido para evitar la rectificación del arco. Una alimentación eléctrica de soldadura de onda cuadrada conocida se describe en el documento de patente US-A-4.038.515. Esta fuente de alimentación suministra una salida de soldadura ca de onda cuadrada. Este diseño suministra una salida de corriente constante (CC) y por lo tanto no se puede utilizar con un alimentador de alambre de velocidad constante. La salida de esta fuente de energía eléctrica está a una frecuencia igual a la frecuencia de entrada.

40 Otra fuente de energía eléctrica para soldar por arco sumergido de la técnica anterior se describe en el documento de patente US-A-4.322.602. Dicho documento describe una alimentación eléctrica ca de potencial constante (CV) que se puede utilizar para soldar por arco sumergido. La salida es una salida ac/CV que tiene una frecuencia igual a la frecuencia de entrada y que tiene un cruce cero rápido. Esta fuente de energía eléctrica se usa con un alimentador de alambre de velocidad constante.

45 Una fuente de energía eléctrica para soldar TIG (gas inerte/tungsteno) se describe en el documento de patente US-A- 5.340.963. El documento de patente US-A- 5.340.963 muestra una fuente de energía eléctrica ca para soldar que recibe una entrada trifásica y suministra una salida monofásica ca, y que tiene un cruce cero relativamente rápido, a una frecuencia de 1,5 veces la frecuencia de entrada. Este es un tipo de ciclo convertidor escalonado. Sin embargo, esta técnica anterior no enseña un modo CV de operación, ni tampoco un controlador CC. Esta técnica anterior podrá operarse en un modo cc pero solamente opera en la mitad de la entrada sinoidal (de dicha forma los SCR y los

ES 2 216 443 T5

devanados secundarios podrán manejar el doble de la corriente con relación a la capacidad de corriente necesaria si se utilizara la entrada completa). Esto podrá ser costoso y añadir peso y tamaño a la máquina.

Un “cicloconvertidor elevador” en la forma utilizada en la presente memoria es un cicloconvertidor que tiene una frecuencia de salida mayor que la frecuencia de entrada. Recibe una entrada ca a una frecuencia dada y suministra una salida ca a una frecuencia superior. Esta conversión se obtiene mediante el control de fase o sin el uso de conmutadores que son forzados a desconectarse como por ejemplo SCR, IGBT o FET conmutados por fuerzas. De dicha forma, un rectificador seguido por un inversor o un convertidor de oposición/refuerzo no es un cicloconvertidor. Los solicitantes han aprendido que la soldadura por arco sumergido realizada a una frecuencia superior e inferior que la frecuencia de línea de entrada (50 o 60 Hz) suministrará una soldadura mejor. Las fuentes de potencia que suministran una salida superior a 60 Hz son conocidas y son generalmente inversores u otros convertidores. Sin embargo los convertidores basados en inversores requieren el uso de conmutadores caros que puedan ser desconectados como por ejemplo los IGBT. Esto es particularmente verdad en aplicaciones como en soldaduras por arco sumergido donde la corriente deseada podrá exceder los 1000 amperios. Por lo tanto, fuentes de suministro eléctrico basadas en inversores para uso en soldadura por arco sumergido podrán ser caras y no resultar prácticas.

Adicionalmente, se considera deseable suministrar flexibilidad a una alimentación eléctrica de soldadura de forma que pueda ser usada para una variedad de aplicaciones. Por ejemplo, es deseable suministrar una fuente de suministro eléctrico para soldar que suministre una salida ca o cc. Además, es deseable suministrar una alimentación eléctrica de soldadura que suministre una salida CV o una corriente constante (CC), que pueda ser usada con un alimentador de alambre de velocidad constante o variable. Además, resultará más fácil para el usuario establecer, (seleccionar las condiciones y parámetros operacionales), en una fuente de alimentación del tipo CV. Fuentes de alimentación para soldar basadas en inversores podrán ser ca/cc y CC/CV pero en la forma descrita anteriormente podrán ser caras y no apropiadas para aplicaciones por arco sumergido.

Por lo tanto, se considera deseable poder suministrar una fuente de alimentación para soldar que sea apropiada para soldar por arco sumergido que pueda operarse en un modo CC o en un modo CV. Además, dicha fuente de alimentación podrá ser operable preferentemente para suministrar una salida con una frecuencia diferente que la frecuencia de línea de entrada, cuando está en modo ca, pero que no requiera el uso de conmutadores IGBT u otros conmutadores que deban ser desconectados.

Un tipo de soldadura por alambre tubular/arco sumergido implica el uso de dos arcos y dos alambres, en la que el segundo arco y el segundo alambre siguen próximamente detrás del primer arco y del primer alambre (a menos de 25 mm, o lo suficientemente próximos para que sea insignificante la interacción magnética, por ejemplo). Este tipo de soldadura se realiza típicamente para aplicaciones de alta deposición o alta velocidad.

Se considera generalmente deseable poder ser capaz de controlar la relación de fase (o suministrar un escalonamiento de fase) entre las señales eléctricas suministradas a los dos arcos, dado que la relación de fase afecta la interacción magnética entre arcos próximos. La técnica anterior más cercana de suministros eléctricos trifásicos podrían suministrar relaciones de fase y relaciones fuera de fase de 120 grados usando una conexión Scott-T. Sin embargo, esto suministra la selección entre solamente dos fases diferentes y requiere cambiar el tipo de la conexión de entrada. (En la forma utilizada en la presente memoria, el número de relaciones de fase incluye cambios de fase entre 0 y 180 grados y no incluye invertir el orden. Por ejemplo, si el alambre 1 está 120 grados por delante del alambre 2, esto no se considera una relación de fase diferente del alambre 2 estando 120 grados por delante del alambre 1) el escalonamiento de fase de la técnica anterior no es necesariamente útil dado que en función de la aplicación y las condiciones de soldadura particulares podrá ser deseable disponer que las relaciones de fase estén próximas en fase o próximas fuera de fase o algo intermedio. (En la forma utilizada en la presente memoria, dos fuentes de suministro eléctrico tienen una relación de fase variable o seleccionable cuando la fase entre las dos salidas podrá seleccionarse para que esté fuera de al menos tres relaciones de fase discretas entre 0 y 180 grados, o cualquier fase dentro de un intervalo de fase). De dicha forma, se considera deseable que una alimentación eléctrica pueda ser capaz de controlar la relación de fase de forma que la fase pueda ser adaptada para la aplicación y las condiciones de soldadura particulares. Preferentemente, dicho control de fase debería estar suministrado por una alimentación eléctrica que no tenga que ser necesariamente una alimentación eléctrica tipo inversor, y más preferentemente mediante una alimentación eléctrica de control de fase para limitar costes innecesarios y limitaciones de energía eléctrica.

También es en general deseable poder controlar la frecuencia a la cual se realiza la soldadura por arco sumergido/con alambre tubular dado que la frecuencia afecta la penetración y/o otras características de la soldadura. La frecuencia óptima para una aplicación de soldadura particular y las condiciones de soldadura podrán variar. Específicamente, la frecuencia deseada particular es generalmente bien mayor o menor de 50 a 60 hz, normalmente suministrada por las compañías de energía eléctrica. Genéricamente, los suministros de energía eléctrica basados en inversor podrán ser operadas a una amplia variedad de frecuencia. Sin embargo los suministros de energía eléctrica basados en inversor son caros y difíciles de diseñar y operar a altas magnitudes de corriente necesarias normalmente para soldaduras por arco sumergido/con alambre tubular. Por lo tanto es deseable un suministro eléctrico para soldadura por arco sumergido/con alambre tubular que tenga una frecuencia variable pero que no esté basada en inversor. (En la forma utilizada en la presente memoria, un suministro eléctrico es un suministro eléctrico de frecuencia variable o tiene una frecuencia controlable, cuando es capaz de suministrar una salida que tiene una frecuencia seleccionable entre una pluralidad de frecuencias discretas, o de cualquier frecuencia de un intervalo de frecuencias). Preferiblemente, dicho suministro eléctrico para soldar será un suministro eléctrico controlado por fase y/o basado en SCR.

ES 2 216 443 T5

Otro parámetro que es deseable controlar en soldadura por arco sumergido/con alambre tubular es el balance dado que el balance afecta la velocidad de deposición, la penetración y otras características de soldadura. El balance, en la forma usada en la presente memoria, se refiere al porcentaje de tiempo y/o magnitud de la porción positiva de la forma de onda con relación a la porción negativa de la misma. Algunos procedimientos de soldadura se realizan mejor con un balance distinto al del 50%. Los suministros eléctricos basados en inversores suministran un control de balance, aunque sin embargo debido a su coste y su inaptitud para soldar con magnitud de alta corriente, no son particularmente útiles para soldaduras por arco sumergido/con alambre tubular. Por lo tanto, es deseable una alimentación eléctrica para soldar que suministre un control de balance que utilice un circuito eléctrico basado en SCR y/o control de fase.

Por lo tanto, es deseable disponer de una alimentación eléctrica para soldar por arco sumergido/con alambre tubular que suministre una o más salidas de frecuencia seleccionable, una salida de balance seleccionable, una salida ca CV que sea capaz de ser utilizada con una segunda alimentación eléctrica que tenga salidas que estén en fase escalonada.

Según un primer aspecto de la invención, se suministra un procedimiento para soldar por arco sumergido/con alambre tubular que comprende las etapas de suministrar un primer alambre a un primer arco de soldadura, suministrar un segundo alambre a un segundo arco de soldadura, estando dispuesto el segundo arco de soldadura próximo al primer arco de soldadura, suministrar una primera señal eléctrica ca al primer arco, suministrar una segunda señal eléctrica ca al segundo arco, seleccionar un controlador con medios para seleccionar una relación de fase entre la primera y la segunda señales eléctricas ca, y seleccionar una relación de fase entre la primera y la segunda señales eléctricas ca en la cual la relación de fase se selecciona a partir de al menos tres relaciones de fase posibles.

Diversas formas de realización alternativas incluyen el control del balance y/o la frecuencia de al menos una de las señales ca.

Según un segundo aspecto de la invención se suministra un aparato para soldar por arco sumergido/con alambre tubular que comprende una primera fuente de alambre dispuesta para suministrar alambre al primer arco de soldadura, una segunda fuente de alambre dispuesta para suministrar alambre a un segundo arco de soldadura, estando dispuesto el segundo arco de soldadura próximo al primer arco de soldadura, una primera alimentación eléctrica ca dispuesta para suministrar una primera señal eléctrica ca al primer arco, una segunda fuente de energía eléctrica ca dispuesta para suministrar una segunda señal eléctrica ca al segundo arco, un controlador conectado bien a la primera o la segunda fuente de energía eléctrica ca, para seleccionar una relación de fase entre la primera y la segunda señal eléctrica ca, en la que el controlador tiene un medio para seleccionar entre al menos tres relaciones de fase diferentes.

Formas de realización particulares según la presente invención se describirán a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 es un diagrama de un circuito de una fuente de energía eléctrica de la forma de realización preferente, con unos puentes que muestran las conexiones para cada uno de los modos ca o cc;

la Figura 2 es un diagrama de un circuito de una fuente de energía eléctrica de la forma de realización preferente, configura con un modo ca;

la Figura 2A es un diagrama de un circuito de una fuente de energía eléctrica de la forma de realización preferente, configura con un modo ca, en el que la mayoría de los componentes no eléctricos no están mostrados;

la Figura 3 es un diagrama de un circuito de una fuente de energía eléctrica de la forma de realización preferente, configura con un modo cc;

la Figura 3A es un diagrama de un circuito de una fuente de energía eléctrica de la forma de realización preferente, configura con un modo cc, en el que la mayoría de los componentes no eléctricos no están mostrados;

la Figura 4 es un diagrama de circuito de un regulador de corriente usado en la forma de realización preferente;

la Figura 5 es un diagrama de circuito de un regulador de tensión usado en la forma de realización preferente; y

las Figuras 6-8 son formas de onda que muestran las diversas salidas de frecuencia producidas usando la fuente de energía eléctrica de las Figuras 2 y 2A.

Un diagrama de circuito de una fuente de energía eléctrica ca/cc para soldar CC/CV configurada según la presente invención se muestra en la Figura 1. Esta fuente de energía eléctrica para soldar es una fuente de energía eléctrica para soldar con arco sumergido y debería ser capaz de operar en un modo CV. Una entrada sinoidal trifásica es recibida en una pluralidad de entradas $\varphi 1$, $\varphi 2$, $\varphi 3$. Una pluralidad de condensadores C1, C2 y C3 están provistos entre las entradas y tierra para actuar como filtro de alta frecuencia. Un contactador que tiene una pluralidad de contactos W se usa para conectar la potencia de entrada a un transformador T1.

El transformador primario T1 está conectado en una conexión delta, aunque también podrá utilizarse una conexión en estrella. Se usa una conexión delta en la forma de realización preferente porque está designada para usar hilos por una capacidad de transporte de corriente menor, pero con un mayor número de vueltas.

ES 2 216 443 T5

Los secundarios del transformador T1 están divididos y son secundarios con tomas en el centro. En la forma utilizada en la presente memoria “secundario con toma en el centro y dividido” es un secundario con toma en el centro en el que otro sistema de circuitos (por ejemplo SCR) podrá estar dispuesto entre cada conjunto de devanados y la toma central. La relación de vueltas en la forma de realización preferente es de aproximadamente 6,9:1, de forma que 460 voltios en $\varphi 1$, $\varphi 2$, $\varphi 3$ produce aproximadamente 70 voltios en un circuito abierto.

El suministro eléctrico de la Figura 1 podrá utilizarse para suministrar una salida cc o ca (ca/cc). El usuario selecciona entre una salida ca y cc conectando apropiadamente una pluralidad de puentes. Una caja 102 muestra la posición de los puentes para los modos de operación ca y cc.

Una pluralidad de SCR, SCR1-SCR6 están conectados a los devanados secundarios. Cada SCR está provisto con un condensador (C11-C16) y una resistencia (R11-R16) para actuar como un amortiguador. La configuración de SCR 1-6 depende del modo (cc o ca) de operación. Un controlador 103 suministra las señales de puerta al SCR1-6, de forma que se conduzcan en la forma descrita en el modo ca de la patente US 5.340.963.

Un inductor L1 (400 microhenrios en cada devanado) que es un inductor con toma central, sirve de ayuda para suministrar una salida suave y de asistencia en un rápido cruce cero cuando la fuente eléctrica de alimentación está operada en un modo ca. L1 está configurado de forma que la corriente fluya a través del inductor en la misma dirección de creación de flujo independientemente de la dirección de la corriente en el devanado primario (y en el secundario asociado). Cada rama del inductor L1 está compuesta de dos devanados magnéticamente paralelos, fabricados de aluminio y montados en ramas opuestas de un núcleo U para servir de ayuda en el transporte de la alta carga de corriente, en la forma de realización preferente. El inductor L1 estará conectado en una de dos maneras (en la forma mostrada en las Figuras 2 y 3), en función del modo de operación seleccionado (ca o cc).

Un par de resistencias R1 y R2 (20 ohmios) están provistas para servir de ayuda al retenedor activado SCR1-6 bajo condición de no carga. Un dispositivo Hall HD1 está provisto para detectar la salida de corriente y suministrarla al controlador 103 en una entrada RC2-1. Las entradas RC1-1 y RC1-4 suministran energía eléctrica al dispositivo Hall HD1.

Un par de condensadores C9 y C10 están provistos a un electrodo de salida E y a una pieza de trabajo W. Los condensadores C9 y C10 tienen una capacitancia de 0,1 μ F y están provistos para actuar como filtros de alta frecuencia.

Un par de resistencias R3 y R4 (200 ohmios) se usan para detectar la tensión de salida suministrada al electrodo E y a la pieza de trabajo y están suministradas al controlador 103 en las entradas RC2-4 y RC2-5. El controlador 103 incluye un regulador de corriente para la operación en el modo de corriente constante que usa la corriente de realimentación procedente del dispositivo Hall HD1. En la forma de realización preferente (descrita en más detalle en lo que sigue con referencia a la Figura 4), un regulador de corriente analógico típico PI está provisto. El controlador 103 incluye también un regulador de tensión para su operación en el modo CV que usa la tensión de realimentación procedente de las resistencias R3 y R4, o desde un sensor remoto conectado a los modos 27 y 28. En una forma de realización preferente (descrita en más detalle en lo que sigue con referencia a la Figura 5), se suministra un regulador de tensión PI analógico típico.

La salida del circuito eléctrico podrá estar controlada controlando el ángulo de fase al cual son disparados los SCR. Para incrementar la salida del circuito eléctrico, los SCR están en fase adelantada de forma que serán disparados más temprano en cada ciclo. De forma inversa, para disminuir la salida, los SCR están en fase atrasada, de forma que sean disparados más tarde. El tiempo de conducción nominal para cada SCR es de 120 grados (del ciclo de entrada) de forma que la frecuencia de salida sea 1,5 veces la frecuencia de entrada.

El controlador 103 recibe un comando de entrada ISET indicativo de una corriente de salida seleccionada por el usuario. El ISET se obtiene de un potenciómetro en el panel frontal (o desde un dispositivo de entrada remoto o de otro dispositivo de entrada) de la fuente de potencia para soldar cuando está operada en el modo CC. El controlador 103 compara el ISET con la corriente detectada y controla el ángulo de disparo del SCR 1-6 en consecuencia. Se utiliza un alimentador de alambre de velocidad variable en el modo CC en la forma de realización preferente.

El controlador 103 incluye también un VSET de entrada indicativo de una tensión de salida seleccionada por el usuario para operar en el modo CV. El VSET permite al usuario seleccionar una salida de tensión constante. El regulador de tensión PI del controlador 103 tiene una salida en función de la diferencia entre VSET y la tensión de salida recibida vía las resistencias R3 y R4. La salida del regulador de tensión está provista con una entrada del punto de establecimiento, ISET, (en vez de la corriente de salida seleccionada por el usuario) al regulador de corriente. De dicha forma, los reguladores de corriente y de tensión están de dicha forma en cascada, de forma que se obtenga una salida CV. En la forma de realización preferente se usa un alimentador de alambre de velocidad constante en el modo CV.

La fuente de alimentación de la Figura 1, que tiene los puentes conectados en el modo ca, se muestra en la Figura 2. Una pluralidad de terminales 47, 87 y 88 están conectados a un extremo sin puntos de una rama de cada secundario en el transformador T1. Dichas ramas de cada secundario están conectadas, en el otro extremo con puntos, SCR 1, 3 y 5. Los SCR 1, 3 y 5 están configurados para permitir que el flujo de corriente (cuando está activado) desde el extremo con puntos del secundario al SCR. Los SCR 1, 3 y 5 están también conectados al terminal 50 (a través de

ES 2 216 443 T5

una pluralidad de terminales 90, 91 y 92). El terminal 50 está también conectado a una pieza de trabajo W. El extremo sin puntos de dicho secundarios está conectado a un extremo del inductor L1. La toma central del inductor L1 está conectada al electrodo.

5 Las otras mitades de los secundarios tiene sus extremos con puntos conectados conjuntamente y también conectados al otro extremo del inductor L1. Los extremos sin puntos de dichos secundarios están conectados a SCR 2, 4 y 6, lo que permite que la corriente fluya al interior de los extremos sin puntos de los secundarios (cuando están activados). Los SCR 2, 4 y 6 están también conectados a la pieza de trabajo.

10 A continuación se describirá los recorridos de corriente con respecto a los secundarios S1A y S1B, que están asociados con el primario P1. Cuando SCR6 está activado, la corriente fluye a través de SCR6 hasta el extremo sin puntos del secundario S1A, posteriormente desde el extremo con puntos del secundario S1A a través del inductor L1 al electrodo E, a través del arco hasta la pieza de trabajo W y de nuevo a SCR6. Recorridos de corrientes similares existen en los SCR 2 y 4. Cuando SCR5 está activado, la corriente fluye desde el extremo con puntos del secundario S1B a través de SCR5 hasta la pieza de trabajo W, a través del arco hasta el electrodo E, a través de L1 y de nuevo al lado sin puntos del secundario. Recorridos de corrientes similares existen con SCR 1 y 3.

La Figura 2A es un diagrama de circuito simplificado que muestra la fuente de energía eléctrica de las Figuras 1 y 2 conectada en el modo ca. Sin embargo, la Figura 2A muestra principalmente el lado secundario de los componentes eléctricos en la configuración en modo ca y omite los amortiguadores, etc., y los puentes con relación al modo cc.

La Figura 2A muestra que, en el modo ca, el circuito eléctrico de la presente invención está configurado de un modo muy similar al circuito eléctrico del documento de patente US-A-5.340.963. Específicamente, cuando los SCR están disparados en la secuencia SCR6, SCR3, SCR2, SCR5, SCR4, SCR1, y cada SCR es conductor por al menos 120 grados antes del cruce 0, se crea una señal de salida que tiene una frecuencia de 1,5 veces la frecuencia de la línea de entrada. Sin embargo, según la presente invención, el circuito eléctrico podrá ser operado en un modo CC o CV. De dicha forma podrá apreciarse que un cicloconvertidor escalonado está provisto que opera en un modo CV o CC.

Dado que la salida está provista a través del conductor L1 de toma central, de forma que la corriente fluye siempre en la misma dirección de creación de flujo en L1, independientemente de la dirección del flujo de la corriente de salida, el inductor L1 suaviza la corriente de soldadura y sirve de ayuda para un rápido cruce cero.

La fuente de alimentación eléctrica configurada en un modo cc se muestra en la Figura 3. Los SCR 1, 3 y 5 están conectados a una barra bus 101 mientras que los SCR 2, 4 y 6 están conectados a la pieza de trabajo en el modo cc. Los SCR están disparados en la misma secuencia que para el modo ca. Sin embargo, en esta configuración la salida será una salida cc. Se usa el inductor L1 para suministrar una salida de soldadura más suave.

La corriente fluye desde el lado de puntos del secundario S1A a través del inductor L1, a través del arco, a través de SCR6 y de nuevo al secundario S1A. Recorridos de corriente similares existen a través de SCR 2 y 4. Otro recorrido de corriente es desde el extremo de puntos del secundario S1B, a través de SCR5, a través del inductor L1 (en la misma dirección de creación de flujo que el otro recorrido de corriente), a través del arco y de nuevo al secundario S1B. Unos recorridos de corriente similares existen a través de SCR 1 y 3.

La Figura 3A es una forma esquemática simplificada del circuito eléctrico de las Figuras 1 y 3 donde los devanados primario y cierto circuito asociado como los amortiguadores no se muestran. De dicha forma, se ha descrito un circuito eléctrico que opera en el modo ca o cc con un controlador que puede suministrar una salida CC o CV. La salida se utiliza preferentemente en la soldadura por arco sumergido.

El controlador 103 permite al usuario seleccionar entre un modo de operación CV y CC. La selección se realiza preferentemente un conmutador de válvula en el panel central de la fuente de energía eléctrica (o usando un elemento remoto). Se suministran dos reguladores: un regulador de corriente y un regulador de tensión. Cuando se selecciona la operación CC, se usa el regulador de corriente para controlar la salida y no se utiliza el regulador de tensión. Cuando se selecciona la operación CV, la salida del regulador de tensión se usa como el punto de establecimiento para el regulador de corriente. Posteriormente el control se basa en la salida del regulador de corriente. Esta configuración en cascada permite al usuario seleccionar una salida CV y todavía usar el regulador de corriente para controlar el disparo del SCR.

El regulador de corriente es un regulador de corriente proporcional integral (PI) en la forma de realización preferente, y se muestra en la Figura 4. La señal de realimentación de corriente está provista en el RC2-1 desde el dispositivo HALL HD1 (véase la Figura 1). La señal de realimentación de corriente está provista a través de una resistencia R31 (5 ohmios) y un condensador C21 (0,1 μ F) que filtra la señal de realimentación de corriente.

La señal filtrada es provista a las resistencias R33 (475 ohmios), R34 (511 ohmios), R35 (10 kohmios) R36 (200 kohmios) y en el amplificador operacional. El amplificador operacional escala la señal de realimentación de corriente y la suministra a través de una resistencia R25 (39,2 kohmios) a la parte integradora del circuito.

La señal de referencia de corriente (ISET) es provista a la patilla RC2-2. La señal de referencia de corriente se deriva, en la forma de realización preferente, desde un potenciómetro en el panel frontal cuando se opera la alimentación

ES 2 216 443 T5

eléctrica en el modo CC. La entrada de referencia de la corriente varía entre cero y 10 voltios. La entrada de referencia de corriente en el pasador RC2-2 se obtiene desde la salida del regulador de tensión (descrita en lo que sigue) cuando la alimentación eléctrica se opera en el modo CV.

5 La señal de referencia de corriente (ISET) es provista a través de un inductor L4 (1000 μ henrios) y un condensador C22 (0,1 μ F) que filtra y alisa la señal ISET. La señal ISET filtrada se suministra a la resistencia R22 (100 kohmios), una resistencia R39 (121 kohmios) y un amplificador operacional 3A3. El amplificador operacional A3 escala ISET. Una resistencia R23 (825 kohmios) establece la salida mínima a la máquina. Un relé CR1 desconecta el regulador cuando la máquina es desconectada. En una forma de realización CR1 se reemplaza con un amperímetro operacional
10 que realiza la función de polarizar el regulador de tensión cuando no se aplica una tensión de entrada apropiada al circuito de control del contactador. Esta forma de realizador acepta como entrada al circuito de control del contactador. Esta forma de realización acepta 115 Vca o 24 Vca como entrada al circuito de control del contactador.

15 La salida del amperímetro operacional A3A está provista a través de una resistencia R40 (43,2 kohmios) y una resistencia calibradora R70 a la parte integradora del regulador PI. La parte integradora del regulador incluye un amperímetro operacional A3C, una resistencia R41 (1 Mohmios), un condensador C13 (0,33 pF) una resistencia R24 (82,5 kohmios), un condensador C18 (560 pF) y unos diodos Zener D10 y D11. Los componentes están configurados con el amperímetro operacional A3C, de forma que la salida del amperímetro operacional A3C (una señal de error) es una señal que depende de la diferencia entre la corriente de referencia y las señales de realimentación de la corriente
20 y la integral de dicha diferencia. Posteriormente, se usa la salida para disparar el SCR.

Cuando el error indica que no se está suministrando suficiente corriente, los SCR son disparados con antelación a sus ciclos, suministrando de dicha forma más potencia. Cuando la señal de error indica que se está suministrando demasiada potencia, los SCR son disparados más tarde en sus ciclos respectivos.

25 La parte del controlador 103 que suministra la regulación CV en la forma de realización preferente se muestra en la Figura 5 y es un regulador PI que recibe como entradas en las patillas RC2-4 y RC-5 las tensiones en el electrodo E y la pieza de trabajo W (la tensión de salida). Las señales de realimentación de la tensión de salida son suministradas a través de los inductores L51 y L52 (1000 μ henrios) y un condensador C59 (0,01 μ F) para alisar y filtrar la señal de
30 realimentación. La señal de alimentación alisada y filtrada es rectificada por un puente completo compuesto de diodos D5-D8. La señal de la corriente de alimentación rectificada es suministrada a través de una red de filtros compuesta de las resistencias R52 (100 kohmios), R53 (5,62 kohmios), R51 (100 kohmios), R55 (5,62 kohmios) y los condensadores C51 (0,22 μ F) y C52 (0,22 μ F).

35 La señal es posteriormente suministrada a un amperímetro operacional A1A que tiene unas resistencias de escalada R54 (100 kohmios), R56 (100 kohmios), R58 (221 kohmios) y R57 (221 kohmios). El amperímetro operacional A1A escala la señal y se la suministra a otro amperímetro operacional A1B que tiene unas resistencias de realimentación R59 (47,5 kohmios) y R60 (4,32 kohmios). La salida del amperímetro A1B es una señal de realimentación escalada que es suministrada a través de una resistencia R61 (10 kohmios) a la entrada inversora de un amperímetro operacional
40 A1C. En una forma de realización, el rectificador de puente completo está omitido y un rectificador de precisión (incluyendo un amperímetro operacional) es insertado entre los amperímetros operacionales A1A y A1C.

Un comando de referencia de corriente (VSET) es suministrado a una patilla RC2-9 y se obtiene preferentemente de un potenciómetro en el panel frontal de la fuente de alimentación. Evidentemente, se podrán utilizar otros procedi-
45 mientos como un sistema de circuito remoto o digital para obtener la señal de referencia de la corriente. El comando VSET es de dicha forma una señal indicativa de la corriente de salida deseada del usuario cuando se opera en el modo CV.

El comando VSET es suministrado a través de un inductor L5 (1000 μ H) que alisa VSET a un amperímetro
50 operacional A1D que tiene unas resistencias de escalado R69 (150 kohmios) y R68 (100 kohmios). El VSET escalado suministrado a través de una resistencia R66 (15 kohmios) a un amperímetro operacional A1C.

El amperímetro operacional A1C realiza las funciones proporcional e integral. El sistema de circuito asociado con el amperímetro A1C, incluyendo los condensadores C56 (0,001 μ F), el condensador C55 (0,22 μ F), la resistencia R65
55 (35,7 kohmios), y la resistencia R64 (332 kohmios) están configurados para suministrar la regulación PI deseada. La salida del amplificador A1C es una señal de error que es función de la diferencia respecto al tiempo entre la señal de referencia de la corriente y la señal de referencia de la corriente. La resistencia R62 (61,9 kohmios) establece una corriente de salida mínima.

60 La salida de error del amplificador A1C se suministra a través de un diodo D9, un condensador C57 (0,1 μ F) y un inductor L6 (1000 μ henrios). Esta salida de error es suministrada a la patilla RC26.

Cuando se opera la fuente de alimentación en la patilla en modo CV, RC2-6 es conectada a la patilla RC2-2, de forma que ISET es la salida del regulador de tensión.

65 Numerosas modificaciones se podrán realizar en la presente invención, las cuales estarán comprendidas todavía dentro del ámbito pretendido de la misma. Por ejemplo, se podrá emplear otro sistema de circuito de control, incluyendo un sistema de circuito digital. Un regulador distinto que el regulador PI podrá emplearse. Los reguladores podrán

ES 2 216 443 T5

seleccionarse en la variante, en vez de en una configuración en cascada. También podrán utilizarse otros circuitos de potencia.

Una ventaja de la fuente de alimentación eléctrica descrita en la presente memoria es que se puede usar para suministrar una salida de frecuencia variable. Una salida 90-B-z (para una entrada de 60 Hz) se obtiene disparando el SCR en la secuencia SCR1, SCR4, SCR5, SCR2, SCR3, SCR6, (+--+--) y a continuación repitiendo la secuencia. Una salida obtenida usando esta secuencia de disparo se muestra en la Figura 6. Como podrá apreciarse, la frecuencia es de 90 Hz y la forma de onda incluye genéricamente un pulso positivo seguido por un pulso negativo, etc. Sin embargo, podrán obtenerse otras frecuencias. La frecuencia podrá seleccionarse por el usuario o automáticamente por la fuente de energía eléctrica en base a los parámetros de soldadura, como por ejemplo la corriente, el procedimiento, la longitud de arco, etc, en diversas alternativas.

Genéricamente, la fuente de alimentación suministra un pulso de polaridad positiva cuando se dispara uno de los SCR 1, 3 y 5, y una polaridad negativa cuando se disparan uno de los SCR 2, 4 y 6. La secuencia de disparo deberá seleccionarse de forma que un SCR sea disparado en cada fase, antes de que se repita cualquier fase. De dicha forma, se debe disparar SCR 1 o 2, después 3 o 4, después 5 o 6. Sin embargo no hay necesidad de alternar entre polaridades. De dicha forma, una salida con una frecuencia menor de 90 Hz podrá obtenerse disparando múltiples pulsos positivos seguidos por múltiples pulsos negativos.

Podrá obtenerse una salida de 45 Hz, por ejemplo, con una secuencia de disparo que suministre dos pulsos positivos, seguido por dos pulsos negativos, seguidos por dos pulsos positivos, etc. Dicha secuencia de disparo podrá ser SCR1, SCR3, SCR6, SCR2, SCR5, SCR3, etc (+--+--+-----). Una forma de onda obtenida usando esta secuencia de disparo se muestra en la Figura 7 y genéricamente incluye dos pulsos negativos seguido por dos pulsos positivos, con la pauta repitiéndose a continuación.

La Figura 8 muestra una salida que tiene una frecuencia de 22,5 Hz. Esta salida se obtiene disparando cuatro SCR positivos, seguido por cuatro SCR negativos y repitiendo dicha pauta. Por ejemplo la pauta puede incluir SCR1, SCR3, SCR5, SCR1, SCR4, SCR6, SCR2, SCR4.

Genéricamente, podrá obtenerse cualquier frecuencia $F=90/n$ para una entrada de 60 Hz (o $75/n$ para una entrada de 50 Hz), donde n es un número entero positivo y la secuencia de disparo son n pulsos positivos seguidos por n pulsos negativos.

Adicionalmente, al seleccionar una secuencia de disparo apropiada, el balance podrá ser controlado o seleccionado. Por ejemplo, al seleccionar tres pulsos positivos, seguido por dos pulsos negativos, se suministra un balance 60 por ciento positivo y 40 por ciento negativo. El balance podrá seleccionarse por el usuario automáticamente para la fuente de energía eléctrica en base a los parámetros de la soldadura, como por ejemplo la corriente, la longitud del arco del proceso, etc., en diversas alternativas. El controlador incluye flip-flop conductor y un contador/divisor para seleccionar la frecuencia y simetría de salida en la forma de realización preferente.

Se podrán usar dos o más fuentes de energía eléctrica del tipo mostrado en las Figuras 2 y 2A con uno o más arcos en una pieza de trabajo común. Si se usan dos fuentes de alimentación para suministrar un solo arco, entonces las fuentes de energía eléctrica podrán ser sincronizadas, establecidas para la misma frecuencia de salida y establecidas para el mismo balance de la forma de onda. Las fuentes eléctricas podrán ser sincronizadas mediante unos circuitos de control de interconexión (usando unos relojes comunes y de reestablecimiento, por ejemplo) y coordinando las conexiones de entrada de cada máquina. Se podrán coordinar las conexiones de entrada a cada máquina conectando las líneas de entrada 1, 2 y 3 de la Figura 2 a los mismos contactadores de cada fuente de energía eléctrica.

Si se utilizan dos fuentes de energía eléctrica para suministrar dos arcos en una pieza de trabajo común, en la forma que se utilizan a menudo en una soldadura de alambre tubular/arco sumergido, entonces una salida de potencia podrá estar conmutada o escalonada en fase con respecto a la otra salida de potencia para servir de ayuda en la cancelación de la interacción magnética o para conseguir una interacción deseada para mejorar la calidad de la soldadura. Usando fuentes de energía eléctrica como las mostradas en las Figuras 2 y 2A, se podrá conseguir fácilmente la escalada de fase.

Si se selecciona una salida de 90 Hz (para una entrada de 60 Hz o para una salida de 75 Hz para una entrada de 50 Hz) los arcos podrán estar en fase (separados 0 grados), defasados 90 grados (2,77 milisegundos) o operados fuera de paso (defasados 180 grados). Se obtiene la operación en fase igualando las entradas a cada máquina en la forma descrita anteriormente, y sincronizando los circuitos de control. Se obtiene una operación escalonada en fase de 180 grados conectando las entradas en la forma descrita anteriormente (igualando cada línea con el mismo contactador como en las otras máquinas) pero invirtiendo las conexiones de electrodos y de las piezas de trabajo en una máquina. Un desplazamiento de fase de 90 grados podrá obtenerse al conectar la inversión de cualquiera de las líneas de entrada 1, 2 y 3 en una máquina. Posteriormente, los circuitos de control son sincronizados y se utiliza una secuencia de disparo +--+ en la forma descrita anteriormente.

Si se elige una salida de 45 Hz, la escalada de fase de 45, 90, 135 y 180 grados podrá obtenerse. Para obtener dichos desplazamientos de fase cualquiera de las dos entradas son invertidas (como anteriormente) en una máquina.

ES 2 216 443 T5

Una secuencia de disparo de SCR1, SCR3, SCR6, SCR2, SCR3, SCR5, SCR2, SCR4, SCR5, SCR1, SCR4 y SCR6 para ambas máquinas suministrará la relación (desplazamiento) de fase de 45 grados. Un desplazamiento de fase de 90, dando una operación a 45 Hz y las entradas invertidas podrá obtenerse disparando una máquina con una secuencia de SCR1, SCR3, SCR6, SCR2, SCR3, SCR5, SCR2, SCR4, SCR5, SCR1, SCR4 y SCR6. La otra máquina deberá ser disparada SCR6, SCR1, SCR3, SCR6, SCR2, SCR3, SCR5, SCR2, SCR4, SCR5, SCR1, SCR4. Podrán obtenerse otros desplazamientos de fase usando secuencias de disparo apropiadas. Genéricamente, las secuencias de disparo deberán elegirse de forma que se pueda obtener una salida con la polaridad deseada en cada máquina.

Para una frecuencia F de salida dada (obtenida en la forma descrita anteriormente usando $90/n$ o $75/n$) cualquier desplazamiento de fase igual a cualquier múltiplo de número entero de $90/n$ podrá obtenerse. De dicha forma si se elige $n = 3$ (dando una frecuencia de salida de 30 Hz para una entrada de 60 Hz o una salida de 25 Hz para una entrada de 50 Hz) se podrá obtener un desplazamiento de fase de $90/3 = 30, 60, 90, 120, 150, \text{ y } 180$ (ambos para entradas de 60 y 5,0 Hz).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de soldadura por arco sumergido/con alambre tubular que comprende las etapas de:

5 suministrar un primer alambre (1) a un primer arco de soldadura;

suministrar un segundo alambre (2) a un segundo arco de soldadura, estando dispuesto el segundo arco de soldadura próximo al primer arco de soldadura;

10 suministrar una primera señal eléctrica ca al primer arco;

suministrar una segunda señal eléctrica ca al segundo arco;

15 suministrar un controlador (103) con medios para seleccionar una relación de fase entre la primera y la segunda señal eléctrica ca; y

seleccionar la relación de fase entre la primera y la segunda señal eléctrica ca,

20 **caracterizado** porque la relación de fase se selecciona a partir de al menos tres relaciones de fase posibles:

2. Un procedimiento de soldadura por arco sumergido/con alambre tubular según la reivindicación 1, en el que la primera o segunda señal eléctrica ca tiene una frecuencia controlable, comprendiendo el procedimiento además la etapa de seleccionar la frecuencia.

25 3. Un procedimiento de soldadura por arco sumergido/con alambre tubular según la reivindicación 1 o 2, en el que la primera o segunda señal de potencia ca está provista a una tensión sustancialmente constante.

30 4. Un procedimiento de soldadura por arco sumergido/con alambre tubular según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos una de la primera o segunda señal de potencia ca tiene un balance controlable, y comprende además la etapa de seleccionar el balance.

5. Un aparato de soldadura por arco sumergido/con alambre tubular que comprende:

35 una primera fuente de alambre dispuesta para suministrar alambre (1) a un primer arco de soldadura;

una segunda fuente de alambre dispuesta para suministrar alambre (2) a un segundo arco de soldadura, estando dispuesto el segundo arco de soldadura próximo al primer arco de soldadura;

40 una primera fuente de alimentación eléctrica ca dispuesta para suministrar una primera señal eléctrica ca al primer arco;

una segunda fuente de alimentación eléctrica ca, dispuesta para suministrar una segunda señal eléctrica ca al segundo arco;

45 un controlador (103) conectado a la primera o segunda fuente de suministro eléctrico ca para seleccionar una relación de fase entre las primera y segunda señales eléctricas ca,

50 **caracterizado** porque el controlador tiene un medio para seleccionar entre al menos tres relaciones de fase posibles.

6. Un aparato de soldadura por arco sumergido/con alambre tubular según la reivindicación 5, en el que la primera o segunda fuente de alimentación eléctrica es una fuente de alimentación eléctrica de frecuencia ajustable.

55 7. Un aparato de soldadura por arco sumergido/con alambre tubular según la reivindicación 5 o 6, en el que la primera o segunda señal eléctrica ca es provista a una tensión sustancialmente constante.

60 8. Un aparato de soldadura por arco sumergido/con alambre tubular según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que la primera o segunda fuente de alimentación eléctrica es una fuente de alimentación eléctrica de balance ajustable.

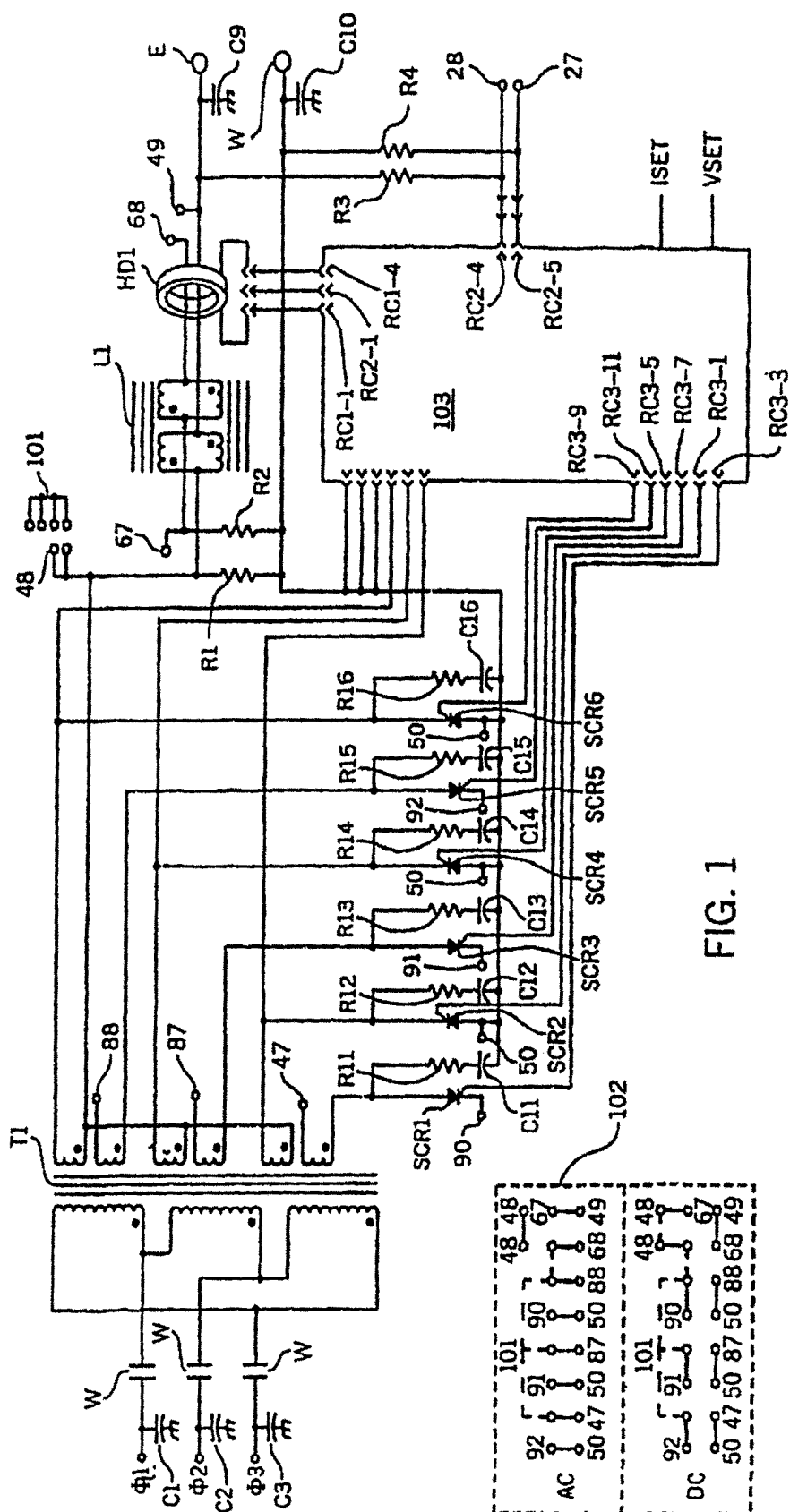
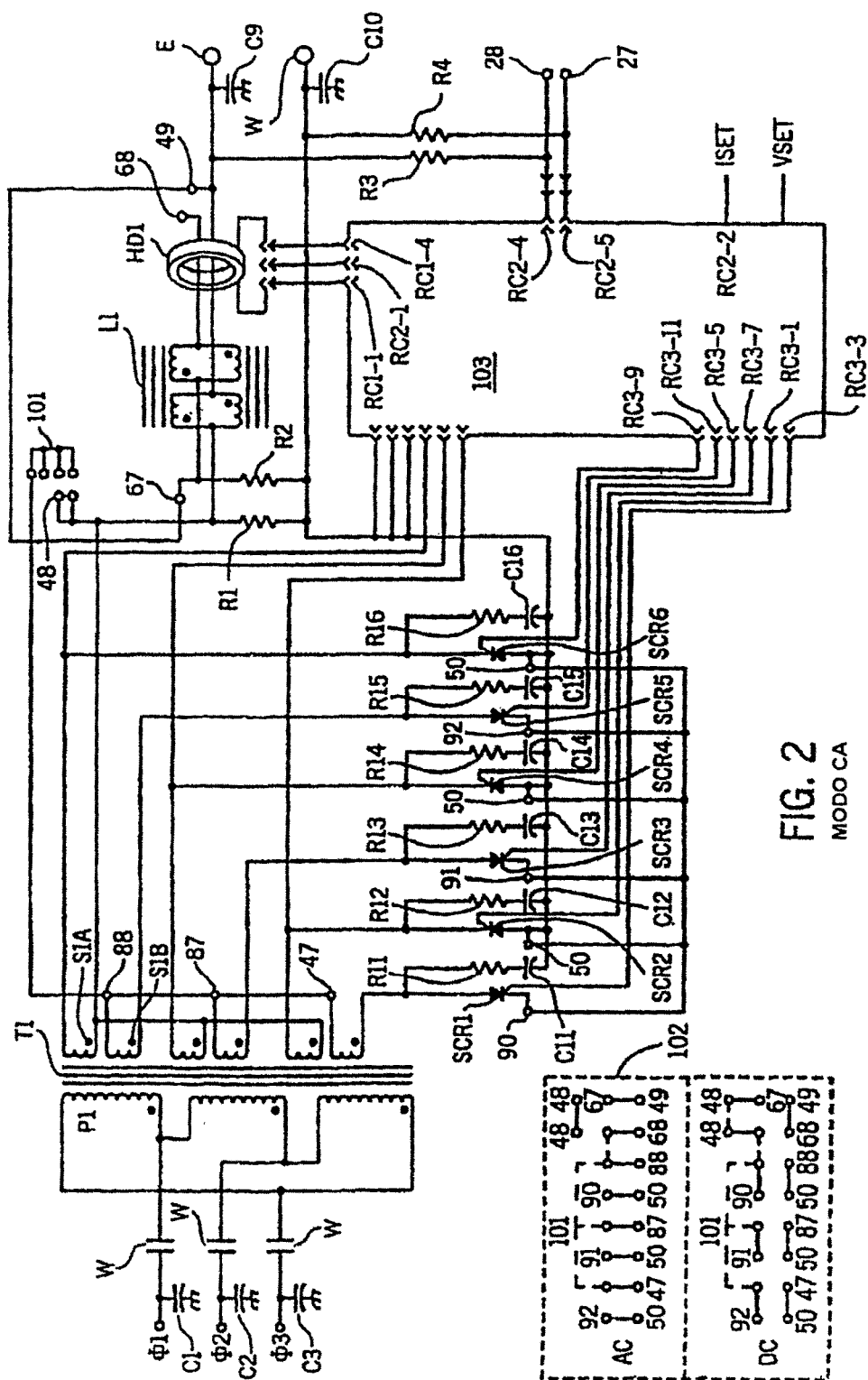


FIG. 1



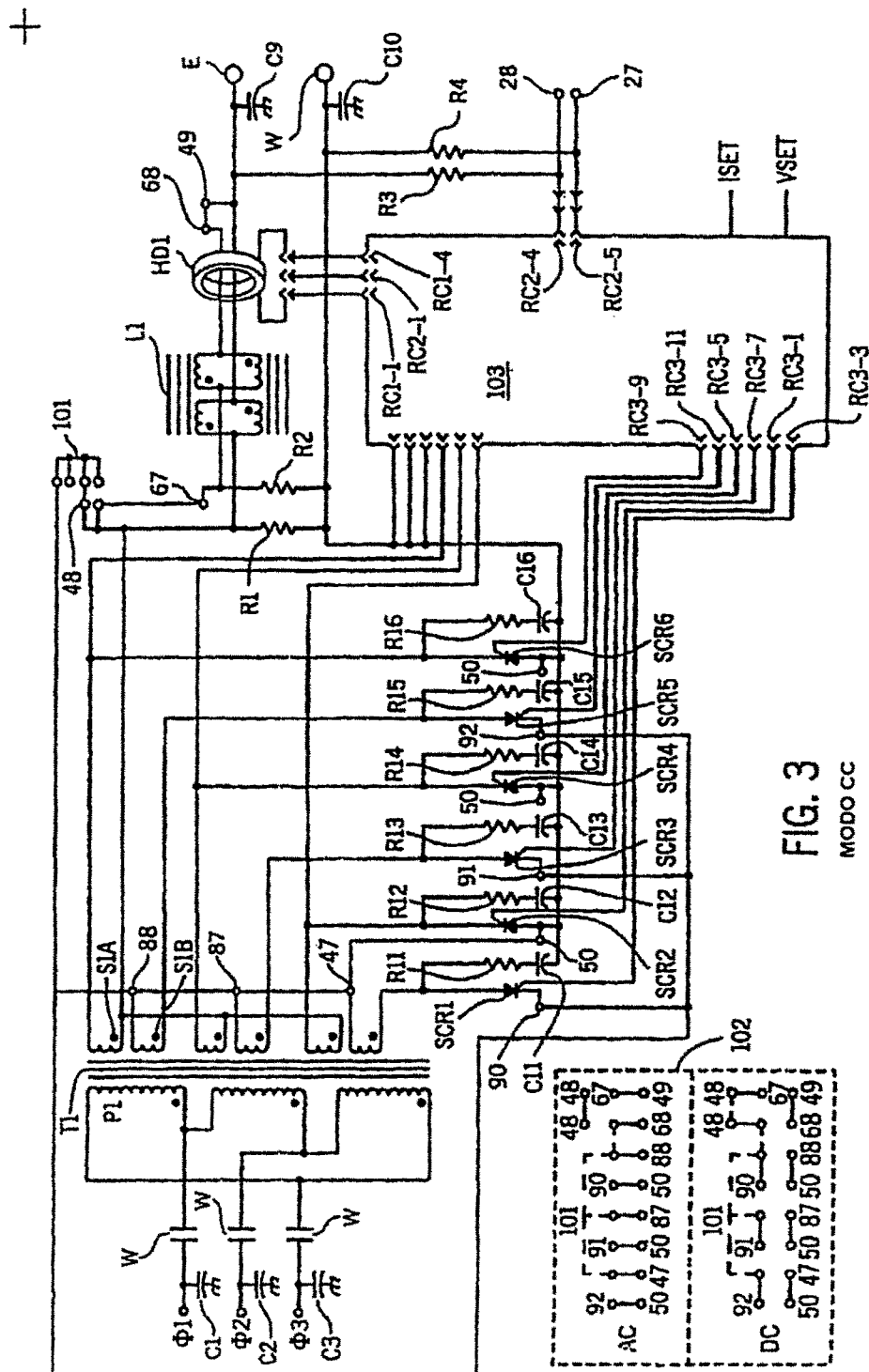


FIG. 3
MODE CC

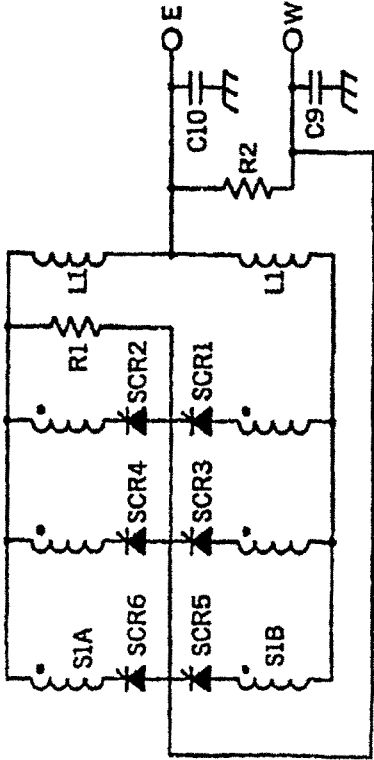


FIG. 2A

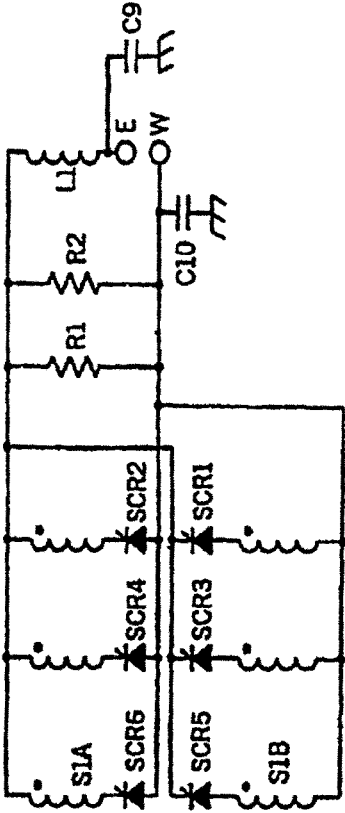


FIG. 3A

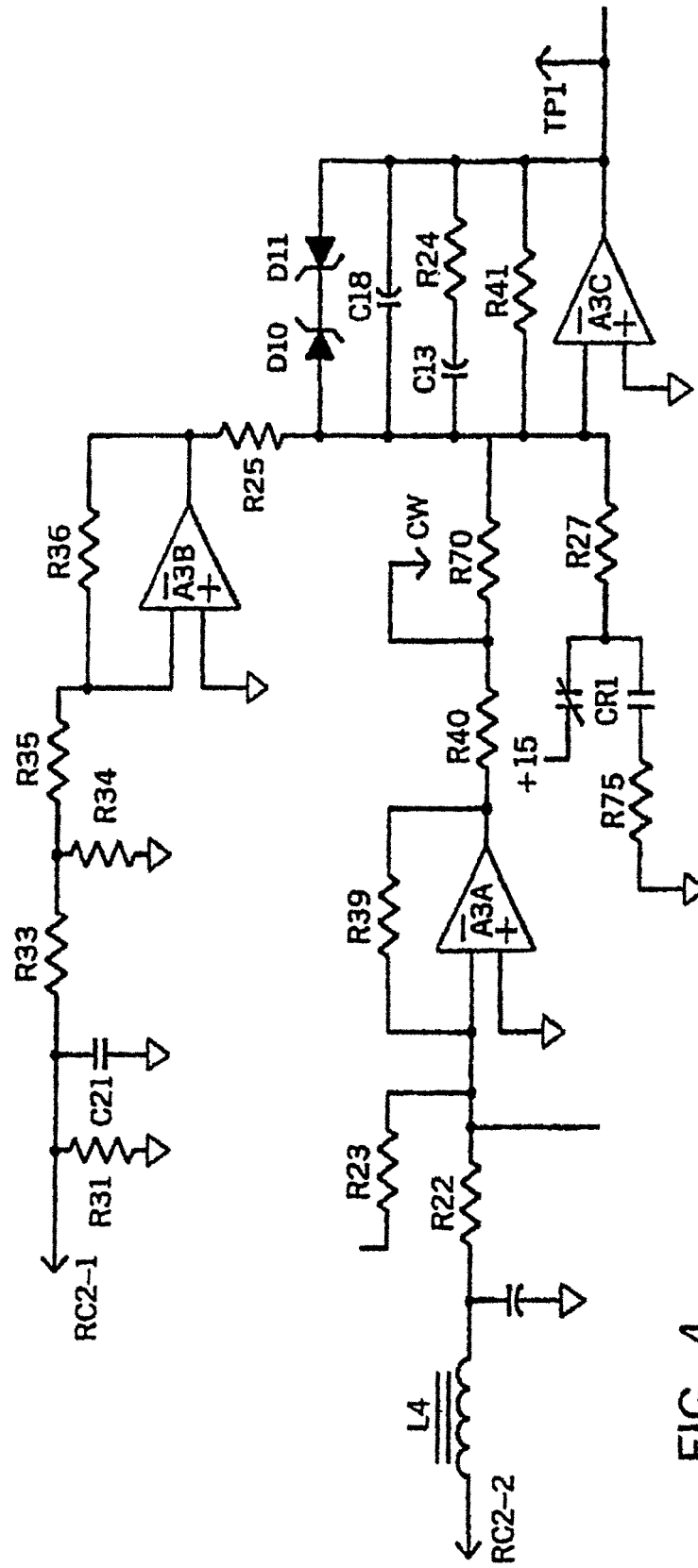


FIG. 4

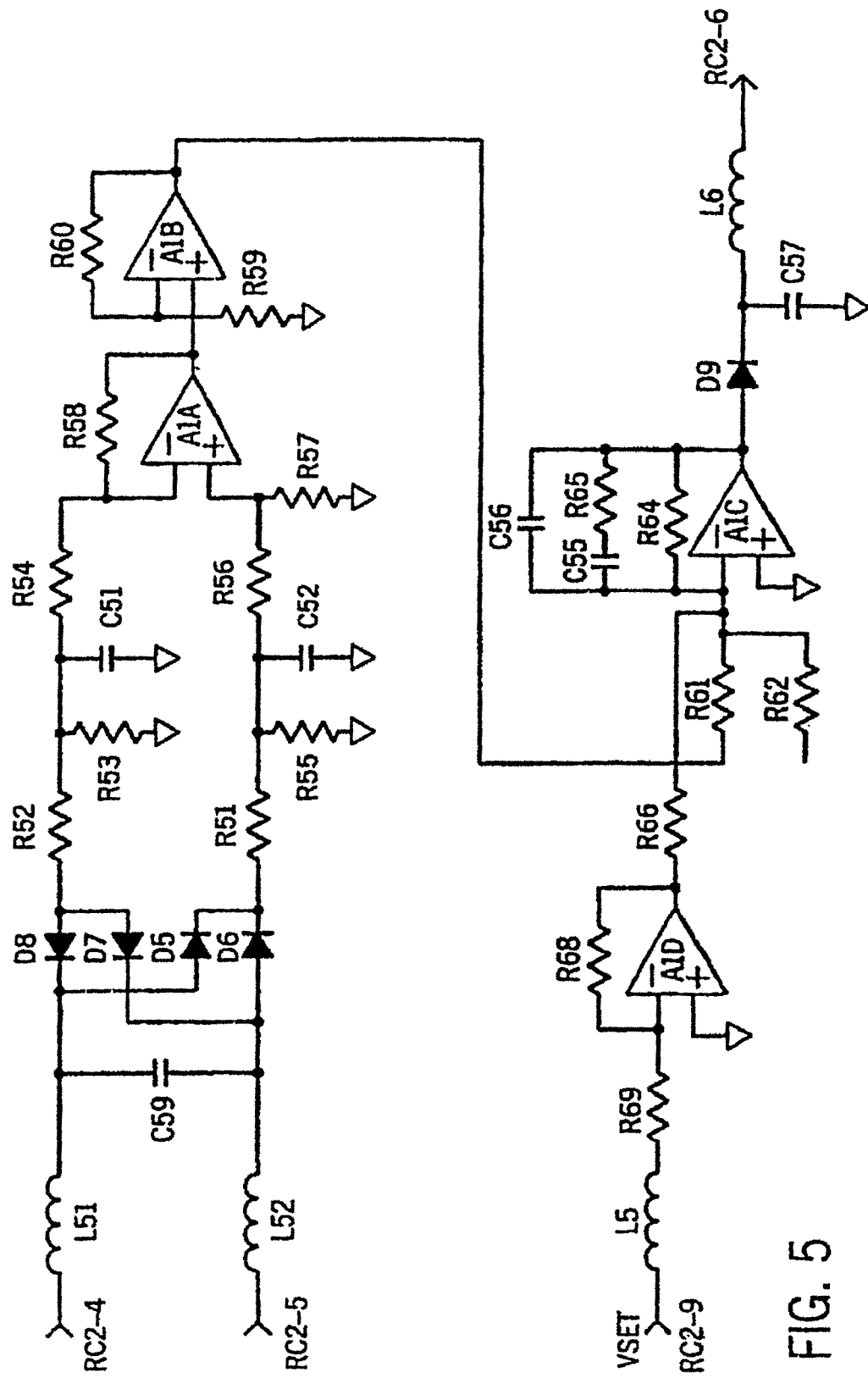


FIG. 5

