

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 245**

51 Int. Cl.:

H01H 47/22 (2006.01)

H01H 33/666 (2006.01)

H01F 7/18 (2006.01)

H01H 47/32 (2006.01)

H01H 33/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2012 E 12004657 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2019 EP 2538429**

54 Título: **Procedimiento y aparato para controlar el funcionamiento del disyuntor**

30 Prioridad:

24.06.2011 US 201113168035

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

22.05.2020

73 Titular/es:

**TAVRIDA ELECTRIC HOLDING AG (100.0%)
Alte Steinhauserstrasse 21
6330 Cham, CH**

72 Inventor/es:

**CHALY, ALEXEY y
LEDYAEV, VLADIMIR**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 762 245 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para controlar el funcionamiento del disyuntor

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere al funcionamiento de interruptores eléctricos, especialmente disyuntores.

Antecedentes de la invención

- 10 Los disyuntores, incluidos los reconectores, típicamente comprenden un accionador electromagnético para mover un contacto eléctrico entre los estados abierto y cerrado. Cerrar el accionador generalmente implica energizar una o más bobinas electromagnéticas para mover el contacto contra una polarización mecánica como un resorte. Para preservar la vida mecánica del disyuntor, se debe restringir la velocidad a la que se mueve el contacto. Esto afecta negativamente la eficiencia del accionador, lo que resulta en un mayor tamaño de peso y consumo de energía para el
- 15 disyuntor.

La solicitud de patente europea EP0 440498 describe un contactor eléctrico controlado por microprocesador en el que se aplican pulsos de voltaje a la bobina de un electroimán para suministrar una cantidad constante de energía eléctrica.

- 20 La solicitud de patente de los Estados Unidos US 2006/0007623 describe un aparato para operar un accionador magnético en el que se aplican diferentes formas de onda de corriente eléctrica al accionador.

Sería deseable proporcionar un procedimiento mejorado para controlar el funcionamiento de los disyuntores que mitigue el problema descrito anteriormente.

Resumen de la invención

Un primer aspecto de la invención proporciona un procedimiento para controlar un interruptor eléctrico según la reivindicación 1.

- 30 En realizaciones típicas, dicho procedimiento incluye además, después de que dicho voltaje se ajusta para reducir dicha fuerza motriz, ajustar aún más dicho voltaje para aumentar dicha fuerza motriz. Dicho ajuste adicional de dicho voltaje se realiza preferentemente antes de que dicho contacto móvil alcance dicha posición cerrada, especialmente inmediatamente antes de que dicho contacto móvil alcance dicha posición cerrada. En particular, se prefiere que dicho ajuste adicional de dicho voltaje se realice suficientemente cerca del momento en que dicho contacto móvil alcanza
- 35 dicha posición cerrada que dicho ajuste de voltaje adicional no afecta apreciablemente la velocidad de dicho contacto móvil. Por ejemplo, dicho ajuste adicional de dicho voltaje puede realizarse hasta 2 ms, preferentemente hasta 1 ms, y más preferentemente hasta 0,5 ms, antes de que dicho contacto móvil alcance dicha posición cerrada. Dicho ajuste adicional de dicho voltaje puede realizarse sustancialmente al mismo tiempo que dicho contacto móvil alcanza dicha posición cerrada.

- 40 Opcionalmente, dicho ajuste de dicho voltaje para reducir dicha fuerza motriz implica reducir dicho voltaje a un nivel distinto de cero. Dicho ajuste de dicho voltaje para reducir dicha fuerza motriz puede implicar reducir dicho voltaje en al menos aproximadamente un 50 % a un nivel distinto de cero.

- 45 Alternativamente, dicho ajuste de dicho voltaje para reducir dicha fuerza motriz implica reducir dicho voltaje a cero.

Más alternativamente, dicho ajuste de dicho voltaje para reducir dicha fuerza motriz implica invertir la polaridad de dicho voltaje.

- 50 Alternativamente, dicho ajuste de dicho voltaje para reducir dicha fuerza motriz implica modular dicho voltaje. Dicho ajuste de dicho voltaje para reducir dicha fuerza motriz puede implicar un ancho de pulso que modula dicho voltaje. Dicha modulación de ancho de pulso puede estar dispuesta para hacer que se apliquen cero voltios a dicho accionador entre pulsos.

- 55 En realizaciones típicas, dicho interruptor incluye un circuito de control, incluyendo dicho circuito de control al menos un condensador para almacenar dicho voltaje, y donde dicha aplicación de un voltaje a dicho accionador para hacer que se aplique una fuerza motriz a dicho contacto móvil implica aplicar dicho voltaje desde dicho al menos un condensador a dicho accionador. Por lo tanto, ajustar dicho voltaje para reducir dicha fuerza motriz puede implicar

ajustar dicho voltaje aplicado desde dicho al menos un condensador a dicho accionador.

En realizaciones preferidas de la invención, dicho accionador comprende al menos una bobina electromagnética, y donde dicha aplicación de un voltaje a dicho accionador para hacer que se aplique una fuerza motriz a dicho contacto
5 móvil implica aplicar dicho voltaje a dicha al menos una bobina. Típicamente, ajustar dicho voltaje para reducir dicha fuerza motriz implica ajustar dicho voltaje aplicado a dicha al menos una bobina.

Desde un segundo aspecto, la invención proporciona un interruptor eléctrico según la reivindicación 11.

10 Preferentemente, dicha fuente de voltaje comprende al menos un condensador.

Típicamente, dicho accionador comprende al menos una bobina electromagnética, estando dispuesto dicho controlador para aplicar voltaje de manera selectiva a dicha al menos una bobina electromagnética.

15 Dicho accionador puede incluir una parte móvil movible dentro y fuera de una posición cerrada en respuesta a cambios en la activación de dicha al menos una bobina electromagnética. Preferentemente, dicho accionador incluye una parte no móvil, y donde dichas partes móviles y no móviles están configuradas para engancharse magnéticamente entre sí en una posición cerrada como resultado del magnetismo residual de dichas partes móviles y no móviles (dicho magnetismo residual resultante del efecto previo de dicha al menos una bobina cuando se energiza (es decir, por el
20 flujo de corriente) en dichas partes móviles y no móviles).

Dicho interruptor eléctrico puede comprender un disyuntor o un interruptor de vacío.

Otros aspectos ventajosos de la invención resultarán evidentes para los expertos en la materia tras la revisión de la
25 siguiente descripción de una realización específica y con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se describe una realización de la invención a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos en los
30 que:

la figura 1 es una vista lateral seccionada de un disyuntor adecuado para su uso con la presente invención;

la figura 2 es una vista lateral seccionada de un accionador adecuado para su uso en el disyuntor de la figura 1,
35 mostrándose el accionador en un estado cerrado;

la figura 3 es una vista seccionada lateral del accionador de la figura 2, mostrándose el accionador en un estado abierto;

40 la figura 4 es una vista esquemática de un circuito de control adecuado para su uso en el control del funcionamiento del disyuntor de la figura 1;

la figura 5A es un gráfico que muestra el voltaje de la bobina del accionador en función del tiempo para un procedimiento de control simple;
45

la figura 5B es un gráfico que muestra la velocidad de contacto en función del tiempo para el procedimiento de control simple;

la figura 6A es un gráfico que muestra el voltaje de la bobina del accionador en función del tiempo para un primer
50 procedimiento de control que incorpora la invención;

la figura 6B es un gráfico que muestra la velocidad de contacto en función del tiempo para dicha primera realización;

la figura 7A es un gráfico que muestra el voltaje de la bobina del accionador en función del tiempo para un segundo
55 procedimiento de control que incorpora la invención;

La figura 7B es un gráfico que muestra la velocidad de contacto en función del tiempo para dicha segunda realización;

La figura 8A es un gráfico que muestra el voltaje de la bobina del accionador en función del tiempo para un tercer
60 procedimiento de control que incorpora la invención;

la figura 8B es un gráfico que muestra la velocidad de contacto en función del tiempo para dicha tercera realización;

la figura 9A es un gráfico que muestra el voltaje de la bobina del accionador en función del tiempo para un cuarto procedimiento de control que incorpora la invención; y

5 la figura 9B es un gráfico que muestra la velocidad de contacto en función del tiempo para dicha cuarta realización;

Descripción detallada de los dibujos

Con referencia ahora en particular a la figura 1 de los dibujos, se muestra, generalmente indicado como 10, un dispositivo de interruptor eléctrico de un tipo comúnmente denominado disyuntor o interruptor. El interruptor 10 está configurado para funcionar automáticamente en una condición de falla, por ejemplo, una sobrecarga de corriente o cortocircuito, para proteger el circuito (no mostrado) en el que se incorpora durante el uso. Lo logra rompiendo el circuito eléctrico en respuesta a la detección de una falla, interrumpiendo así el flujo de corriente. En algunas realizaciones, el interruptor 10 puede reiniciarse manualmente (por ejemplo, mecánica o electromecánicamente mediante la activación manual de un control de usuario (no mostrado)) o automáticamente (típicamente electromecánicamente en respuesta al interruptor 10 que detecta que la falla se ha ido, y/o después de que haya expirado un período de umbral desde la activación). Los disyuntores que se reinician automáticamente se conocen comúnmente como reconectores.

20 El interruptor 10, que en lo sucesivo se denominará disyuntor, comprende un primer y un segundo contactos eléctricos 12, 14. El primer contacto 12 es móvil entre una posición abierta (como se muestra en la figura 1) y una posición cerrada (no ilustrada) en la que hace contacto eléctrico con el segundo contacto 14. La posición abierta del contacto 12 corresponde al estado abierto o de ruptura del disyuntor 10 en el que interrumpe el flujo de corriente. La posición cerrada del contacto 12 corresponde al estado cerrado o de fabricación del disyuntor 10 en el que la corriente puede fluir entre los contactos 12, 14. En la realización ilustrada, los contactos 12, 14 están ubicados en una cámara de vacío 16 y el disyuntor 10 puede denominarse disyuntor de vacío.

El movimiento del contacto 12 entre sus posiciones abierta y cerrada se efectúa mediante un accionador electromagnético 18, que se describe con más detalle a continuación con referencia a las figuras 2 y 3. Para este fin, el accionador 18 está acoplado mecánicamente al contacto móvil 12. En la realización ilustrada, se proporciona un dispositivo de acoplamiento mecánico 20 entre el accionador 18 y el contacto 12 y está configurado para traducir el movimiento del accionador 18 en un movimiento correspondiente del contacto 12. En particular, el dispositivo de acoplamiento 20 traduce un movimiento sustancialmente lineal del accionador 18 en un movimiento sustancialmente lineal del contacto 12. Preferentemente, el dispositivo de acoplamiento 20 comprende un miembro de acoplamiento 22 formado a partir de un material eléctricamente aislante.

Con referencia ahora a las figuras 2 y 3, se describe el accionador 18 preferido. El accionador 18 comprende un cuerpo 24 que tiene una primera parte 24A y una segunda parte 24B. La primera parte 24A es móvil con respecto a la segunda parte 24B entre una posición cerrada (figura 2) y una posición abierta (figura 3), estando fijada la segunda parte 24B típicamente con respecto al disyuntor 10 durante el uso. Se proporcionan medios de polarización elásticos para impulsar a la primera parte 24A hacia y preferentemente en la posición abierta. En realizaciones típicas, los medios de polarización elásticos están dispuestos para impulsar la primera parte 24A a la posición abierta, y pueden comprender cualquier dispositivo de polarización elástico adecuado, por ejemplo, uno o más resortes de compresión 26.

El accionador 18 comprende un vástago 28 que lleva convenientemente el resorte 26. En la realización ilustrada, el extremo libre 30 del vástago 28 está acoplado al miembro de acoplamiento 22. En uso, cuando la parte 24A se mueve hacia la parte 24B, hace que la barra 30 se mueva hacia arriba (como se ve en los dibujos). El movimiento correspondiente se transmite a un segundo vástago 29 a través del miembro de acoplamiento 22, estando acoplado el segundo vástago 29 entre el miembro de acoplamiento 22 y el contacto móvil 12. Este movimiento del segundo vástago 29 hace que el contacto 12 se mueva hacia y finalmente en la posición cerrada. Los medios de polarización elásticos, por ejemplo que comprenden uno o más resortes de compresión 27, pueden estar acoplados entre la parte móvil 24A y el vástago 28. La disposición preferida es tal que, cuando la parte 24A está en su posición cerrada, el resorte 27 se comprime y, por lo tanto, transmite fuerza al vástago 28 para ayudar a mantener el contacto 12 en su posición cerrada.

Por lo tanto, el movimiento de la parte 24A hacia su posición cerrada provoca el movimiento del contacto 12 hacia su posición cerrada. Se observa que la parte 24A y el contacto 12 pueden no alcanzar sus respectivas posiciones cerradas al mismo tiempo. Por ejemplo, en la realización ilustrada, el contacto 12 alcanza su posición cerrada antes de que lo haga la parte 24A. La disposición preferida es tal que el movimiento de la parte 24A que se produce después de que se cierra el contacto 12 sirve para comprimir el resorte 27.

El accionador 18 incluye un dispositivo operativo electromagnético 32 que comprende una o más bobinas electromagnéticas 36 (que puede comprender uno o más devanados), y típicamente un soporte de la bobina. La bobina 36 es típicamente anular y se muestra en las figuras 2 y 3 en sección transversal. La bobina 36 está configurada típicamente para formar un solenoide. La bobina 36 se energiza aplicando un voltaje que hace que la corriente fluya a través de la bobina, creando la corriente un campo electromagnético alrededor de la bobina. A la inversa, la bobina 36 se desenergiza reduciendo la corriente que fluye a través de la bobina 36. La disposición es tal que, cuando se activa, la bobina 36 actúa como un electroimán que impulsa la parte móvil 24A hacia la posición cerrada y también, en realizaciones preferidas de la invención, magnetiza las partes 24A, 24B para crear un magnetismo residual de enganche entre ellas.

5
10

En la realización preferida de la invención, un núcleo sólido no está presente dentro de la bobina 36. Sin embargo, la parte móvil 24A puede considerarse como un núcleo electromagnético para la bobina 36, mientras que la parte no móvil 24B puede considerarse como un yugo. Típicamente, las partes 24A, 24B están formadas, al menos en parte, de material magnetizable o ferromagnético que no está magnetizado permanentemente pero es susceptible de ser magnetizado por el campo electromagnético generado en uso por la bobina 36. Alternativamente, una o ambas partes 24A, 24B pueden formarse al menos en parte a partir de material magnetizado permanentemente.

15

La bobina 36 es transportada, típicamente fijada a, una de las partes 24A, 24B, en este ejemplo la segunda parte 24B. La disposición preferida es que la bobina 36 sobresale de la segunda parte 24B y la primera parte 24B está conformada para recibir la porción saliente de la bobina 36 cuando las partes 24A, 24B están juntas.

20

La primera parte 24A puede mantenerse en la posición cerrada por una o más de una variedad de formas dependiendo de la realización. Por ejemplo, cuando una o ambas de la primera o segunda parte 24A, 24B comprende un imán permanente, o de otro modo está formado al menos en parte por material magnetizable, la primera parte 24A puede mantenerse cerrada por magnetismo residual (indicado por líneas de flujo magnético RM en la figura 2) en la primera y/o segunda partes 24A, 24B. Alternativamente, o además, la bobina 36 puede permanecer activada para mantener la primera parte 24A en la posición cerrada por la fuerza electromagnética creada por el campo electromagnético alrededor de la bobina. En la realización ilustrada, la bobina 36 crea magnetismo residual en la primera y segunda partes 24A, 24B de modo que, cuando la bobina 36 se desenergiza posteriormente, las partes primera y segunda 24A, 24B se mantienen juntas.

25
30

La bobina 36 puede hacerse funcionar para liberar la primera parte 24A controlando el voltaje aplicado a la bobina 36, y en particular controlando la corriente que fluye en la bobina. Por ejemplo, en realizaciones donde la bobina 36 se energiza para mantener el estado de enganche por electromagnetismo, la bobina 36 puede liberarse desenergizando la bobina 36 (es decir, reduciendo la corriente que fluye en la bobina). En realizaciones preferidas de la invención, se puede aplicar un voltaje adecuado a la bobina 36 que da como resultado un campo electromagnético que tiene el efecto de superar o cancelar cualquier magnetismo residual (incluido el magnetismo permanente) que mantiene el estado de retención. Convenientemente, esto se logra aplicando un voltaje a la bobina con polaridad opuesta al voltaje utilizado para cerrar el accionador 18.

35
40

Cuando la bobina 36 se opera como se describe anteriormente (es decir, cuando las partes primera y segunda 24A, 24B están desmagnetizadas), el resorte 26 acciona la primera parte 24A del cuerpo en su posición abierta (figura 3). El retorno de la primera parte 24A a la posición cerrada se puede lograr energizando la bobina 36 con un voltaje adecuado para crear un campo electromagnético alrededor de la bobina 36 que tiene el efecto de atraer la primera parte 24A a su posición cerrada (y de tal manera que la polarización del resorte 26 se supera). El movimiento de la primera parte 24A hacia su posición abierta provoca el movimiento del contacto 12 hacia su posición abierta. En la realización ilustrada, un movimiento inicial de la parte 24A fuera de su posición cerrada provoca la descompresión del resorte 27 y ningún movimiento del contacto 12. Posteriormente, el contacto 12 se mueve hacia su posición abierta a medida que la parte 24 continúa moviéndose hacia su posición abierta.

45
50

Con referencia ahora a la figura 4, se muestra un circuito de control 40 para controlar el funcionamiento del accionador 18, y así controlar el funcionamiento del disyuntor 10. El circuito 40 está conectado eléctricamente a, o cada una de la bobina electromagnética 36, y está configurado para controlar la activación de la bobina 36, es decir, controlando el voltaje a través de la bobina y, por lo tanto, la corriente a través de la bobina. El circuito 40 incluye un controlador 42 dispuesto para detectar una condición de falla y para energizar o desenergizar la bobina 36 en consecuencia. El controlador 42 puede tomar cualquier forma adecuada, por ejemplo, que comprende circuitos lógicos y PLC (controlador lógico programable) y/o un microprocesador o microcontrolador adecuadamente programado. El controlador 42 puede estar acoplado a cualquier dispositivo de detección de fallas adecuado, por ejemplo, un monitor de corriente.

55
60

En una realización simple (no ilustrada), el circuito de control puede estar dispuesto para aplicar un voltaje de activación a la bobina 36 cuando se desea cerrar el accionador 18 o mantenerlo cerrado (es decir, mantener las partes

24A, 24B magnetizadas), y desenergizar la bobina 36, por ejemplo, cortar o reducir el voltaje, cuando se desee abrir el accionador 18 (donde las partes 24A, 24B son tales que el magnetismo residual no continúa manteniéndolas juntas).

Sin embargo, en realizaciones preferidas de la invención, donde la bobina 36 se mantiene en su estado de retención por magnetismo residual, el circuito de control 40 está configurado para aplicar respectivamente un voltaje a la bobina 36 para abrir el accionador 18 y cerrar el accionador 18. Al abrir el accionador 18, el voltaje aplicado se selecciona de manera que tenga el efecto de desmagnetizar las partes primera y segunda 24A, 24B del accionador como se describió anteriormente. Cuando se cierra el accionador, el voltaje aplicado se selecciona de tal manera que la bobina 36 crea un campo electromagnético que hace que la primera parte 24A se retire a la posición cerrada (superando la polarización del resorte 26), es decir, la bobina energizada 36 crea una fuerza motriz que actúa sobre la parte móvil 24A del accionador, haciendo que la parte móvil 24A se mueva hacia la posición cerrada, lo que a su vez crea una fuerza motriz sobre el contacto móvil 12, haciendo que el contacto 12 se mueva hacia la posición cerrada.

Típicamente, el circuito 40 incluye uno o más condensadores de almacenamiento 44, 46 para energizar la bobina 36. En particular, la bobina 36 se energiza descargando el voltaje del condensador a través de la bobina, haciendo que la corriente fluya a través de la bobina para energizar la bobina. Para este fin, el circuito 40 incluye uno o más interruptores para aplicar selectivamente el voltaje de cada condensador a la bobina 36. En realizaciones preferidas de la invención, se proporcionan uno o más condensadores respectivos para abrir el accionador 18 y para cerrar el accionador 18. En la figura 4, el voltaje almacenado por el condensador 44 se usa para cerrar el accionador 18, mientras que el voltaje almacenado por el condensador 46 se usa para abrir el accionador 18 (y por lo tanto para disparar el disyuntor 10). Se proporciona un dispositivo de conmutación 48, 50 respectivo para aplicar selectivamente el voltaje del condensador respectivo a la bobina 36, siendo controlados los dispositivos de conmutación por el controlador 42. Los dispositivos de conmutación 48, 50 pueden tomar cualquier forma adecuada pero convenientemente comprenden uno o más transistores. En la realización preferida de la invención, cada dispositivo de conmutación 48, 50 comprende dos transistores respectivos dispuestos como un puente de transistores. Típicamente, el circuito 40 está dispuesto de tal manera que los voltajes respectivos de los condensadores 44, 46 se aplican a la bobina 36 con polaridad opuesta (para crear corrientes respectivas en la bobina con polaridad opuesta). Los voltajes aplicados a la bobina 36 al descargar los respectivos condensadores 44, 46 son transitorios y tienen un perfil respectivo (a lo largo del tiempo) que está determinado por la capacitancia respectiva, y típicamente también en la resistencia asociada del circuito por el cual se descarga el voltaje.

Cerrar el accionador 18 consume mucha más energía que abrir el accionador 18, especialmente cuando se debe superar la polarización del resorte 26. Una forma de controlar el procedimiento de cierre implica la conexión directa del condensador respectivo 44, 46 a la bobina del accionador 36 durante un tiempo limitado (es decir, la aplicación de un voltaje transitorio). Una desventaja de este procedimiento es la energía sustancial requerida para el cierre del accionador. Esta energía podría reducirse si no hubiera limitación en la velocidad a la que se cierra el accionador, ya que al aumentar la velocidad de cierre aumenta la eficiencia del accionador. Sin embargo, la velocidad de cierre debe limitarse para preservar la vida mecánica del disyuntor 10. Por ejemplo, la velocidad de cierre del contacto móvil 12 típicamente no debe exceder 1-1,5 m/s. Por lo tanto, los parámetros del accionador se seleccionan de tal manera que la velocidad de cierre no exceda el límite aceptable. Sin embargo, en este caso, el accionador funciona con una eficiencia relativamente baja, lo que resulta en un mayor peso, tamaño y consumo de energía.

Por ejemplo, la figura 5A ilustra el procedimiento de control descrito anteriormente donde el voltaje del condensador se aplica a la bobina 36 a través del interruptor 48 de la manera relativamente incontrolada descrita anteriormente. Se verá que el voltaje aplicado a la bobina 36 toma un valor inicial V_1 y está presente durante un período limitado que termina en el tiempo T_2 , durante el cual el nivel de voltaje aplicado decae. La figura 5B es un gráfico que muestra cómo la velocidad del contacto móvil 12 varía durante el mismo período en respuesta al voltaje del condensador aplicado. Se puede ver que la velocidad del contacto crece aproximadamente exponencialmente desde cero durante el procedimiento de cierre hasta que se produce el cierre en el momento $T_1 < T_2$. Para evitar que la velocidad del contacto exceda un nivel aceptable (se supone que es aproximadamente 1 m/s en este ejemplo), el condensador 44 se selecciona de modo que V_1 se reduzca relativamente a aproximadamente 200 V.

El valor del condensador requerido es relativamente alto a 2,5 mF en este ejemplo, el tiempo de cierre del contacto es relativamente largo (aproximadamente 24 ms en este ejemplo) y la duración total del procedimiento de cierre (incluido el tiempo de magnetización) es relativamente largo a aproximadamente 50 ms en este ejemplo.

En realizaciones preferidas de la invención, el controlador 42 está configurado para controlar la aplicación de voltaje a la bobina 36 durante el procedimiento de cierre como se describe ahora con referencia a las figuras 6 a 9. En una etapa inicial donde la parte móvil 24A del accionador 18 está en su posición abierta (y el contacto 12 está en su posición abierta), se aplica un voltaje V_1 a la bobina 36 desde el condensador 44 durante un período de tiempo P_1 que termina en el tiempo T_3 , que es antes de que el contacto 12 alcance su posición cerrada. El voltaje V_1 tiende a disminuir relativamente lentamente a medida que el condensador 44 se descarga. Durante P_1 , la bobina 36 se

energiza para crear una fuerza motriz sobre la parte móvil 24A del accionador 18, lo que hace que se mueva hacia su posición cerrada, lo que a su vez crea una fuerza motriz sobre el contacto móvil 12 que hace que se mueva hacia su posición cerrada. Por lo tanto, durante el período P1, el contacto móvil 12 se acelera a una velocidad inicial (que alternativamente se puede denominar velocidad inicial ya que el contacto 12 típicamente se mueve sustancialmente
5 linealmente hacia el contacto 14). Normalmente, la parte móvil 24A y el contacto móvil 12 son estacionarios al comienzo del período P1, es decir, en el tiempo $T = 0$.

Al final del período de tiempo P1, el controlador 42 está configurado para ajustar el voltaje aplicado a la bobina 36, preferentemente durante un segundo período de tiempo P2 que termina en el tiempo T4, donde T4 es anterior o
10 sustancialmente al mismo tiempo que alcanza el contacto 12 su posición cerrada. El ajuste del voltaje es tal que reduce la fuerza motriz ejercida sobre, y por lo tanto, la aceleración de la parte móvil 24A (por desenergización de la bobina 36) y correspondientemente sobre el contacto móvil 12.

En una realización, como se ejemplifica en la figura 6A, el voltaje aplicado a la bobina 36 se reduce al final de P1 a un
15 nivel distinto de cero que es inferior al voltaje de condensador disponible, preferentemente entre cero voltios y, por ejemplo, aproximadamente 50 % de V1 o del voltaje de condensador disponible en ese momento. Esto puede lograrse por cualquier medio adecuado, por ejemplo, proporcionando un circuito de control 40 con un circuito de división de voltaje (no mostrado) controlable por el controlador 42, de modo que pueda causar selectivamente todo o parte del voltaje del condensador a la bobina 36, o mediante la provisión de un circuito de modulación de ancho de pulso (no
20 mostrado).

En otra realización, como se ejemplifica en la figura 7A, el voltaje aplicado a la bobina 36 se reduce al final de P1 a
25 cero. Convenientemente, el controlador 42 puede efectuar esto accionando el interruptor 48 para aislar la bobina del voltaje a través del condensador 44.

En una realización adicional, como se ejemplifica en la figura 8A, el voltaje aplicado a la bobina 36 al final de P1 tiene una polaridad invertida, es decir, un valor de voltaje negativo, con respecto al voltaje del condensador. Esto puede lograrse por cualquier medio conveniente. Por ejemplo, el controlador 42 puede operar el interruptor 50 para aplicar un voltaje a través de la bobina 36 desde el condensador 46, que en realizaciones preferidas de la invención tiene una
30 polaridad opuesta a la del condensador 44 (ventajosamente, el controlador 42 opera el interruptor 48 para aislar el condensador 44 en este caso).

En otra realización adicional, como se ejemplifica en la figura 9A, el voltaje aplicado a la bobina 36 al final de P1 está modulado, preferentemente modulado por ancho de pulso, y más preferentemente modulado entre cero y el voltaje
35 máximo de condensador disponible. Esto puede lograrse por cualquier medio adecuado, por ejemplo, proporcionando un circuito de control 40 con un circuito de modulación de voltaje (no mostrado) controlable por el controlador 42, de modo que pueda causar de manera selectiva la modulación del voltaje del condensador a la bobina 36.

Ventajosamente, al final del período de tiempo P2, el controlador 42 está configurado para aumentar el voltaje (incluida
40 la opción de aumentar el voltaje efectivo, por ejemplo ajustando la modulación) aplicado a la bobina 36, preferentemente al nivel máximo alcanzable por el circuito de control 40 (que en la presente realización está determinado por el voltaje a través del condensador 44 y es típicamente menor que el voltaje V1), durante un período de tiempo P3 que termina en el tiempo T5, donde T5 típicamente termina después de que el contacto 12 ha alcanzado la posición cerrada. Esto tiene el efecto de volver a energizar la bobina 36 para crear suficiente magnetismo residual
45 en las partes 24A, 24B para mantener el accionador 18 en su estado cerrado después de que el voltaje del condensador se haya ido. En la realización ilustrada, el voltaje aumenta durante P3 para aumentar la corriente en la bobina 36 para aumentar el flujo magnético en las partes 24A, 24B a un nivel tal que las partes 24A, 24B se mantengan cerradas por magnetismo residual (enganche magnético). En realizaciones donde no se requiere magnetismo residual para mantener el enganche en su estado de cierre, no es necesario aumentar el voltaje durante P3.

El período P3 puede comenzar antes (preferentemente justo antes, por ejemplo, hasta 2 ms, preferentemente hasta
50 1 ms, y más preferentemente hasta 0,5 ms antes), sustancialmente en el mismo momento o después de que el contacto móvil 12 alcance su posición cerrada. Como resultado, aumentar el voltaje en este momento no aumenta apreciablemente la velocidad del contacto 12.

En realizaciones preferidas de la invención, la velocidad inicial deseada del contacto 12 en el tiempo T3 está determinada por la velocidad máxima deseada del contacto 12 cuando se acopla con el contacto fijo 14. La velocidad máxima deseada depende de las características físicas del disyuntor 10, pero en general se selecciona para no causar daños indebidos a los contactos 12, 14. Una vez que se conoce la velocidad inicial, se puede determinar la duración
60 del período P1. Esto dependerá no solo de las características físicas del disyuntor 10 (por ejemplo, las masas respectivas de las partes móviles 24A, 12, la resistencia del resorte 26, etc.) sino también del voltaje disponible del condensador 44. Se prefiere acelerar el contacto 12 a la velocidad inicial lo más rápido posible ya que esto reduce la

energía requerida para hacerlo. Por lo tanto, se prefiere usar un condensador 44 que permita proporcionar el voltaje más alto posible a la bobina 36. En la práctica, el circuito de control 40 tiene limitaciones de corriente y, por lo tanto, el condensador 44 se elige para proporcionar el voltaje más alto posible sin exceder las limitaciones de corriente. Por ejemplo, en el circuito 40 de la figura 4, los transistores de conmutación tienen un límite de corriente que determina el voltaje máximo que el condensador 44 puede proporcionar a la bobina 36. Una vez que se conoce el voltaje del condensador, se puede calcular T3. Alternativamente, se puede determinar empíricamente.

Por lo tanto, se verá que en la realización preferida de la invención, se aplica todo el voltaje de condensador disponible a la bobina 36 durante la etapa inicial P1 para comenzar a cerrar el accionador 18 y acelerar el contacto móvil 12 a la velocidad inicial deseada. A continuación, el voltaje (o voltaje efectivo) disminuye deliberadamente (en lugar de disminuir como resultado de la caída del voltaje del condensador) por el controlador 42 para suprimir la aceleración del contacto 12. Cuando el contacto móvil 12 se acerca a la posición cerrada (y no queda tiempo para acelerar las partes móviles respectivas más allá de la velocidad máxima deseada), o después, el voltaje aumenta nuevamente, proporcionando un crecimiento de la corriente de la bobina a un nivel suficiente para una magnetización efectiva de los componentes del accionador para permitir el enganche magnético en la posición cerrada.

En el ejemplo de la figura 6, se aplica un voltaje inicial de 385 V a la bobina 36, a continuación a T3 = 7 ms el voltaje se reduce en aproximadamente un 50 %.

Posteriormente, en el momento T4 = 16,5 ms, el voltaje aumenta nuevamente. Como resultado, para el mismo disyuntor 10, en comparación con el procedimiento de la figura 5, el tiempo de cierre del accionador se reduce de 24 ms a 17 ms, el tiempo de cierre total (incluido el tiempo de magnetización del enganche) se reduce de 50 ms a 27 ms y la energía almacenada requerida para el cierre se reduce de 50 J a 22 J. Aun así, se observa que las velocidades de cierre respectivas de los contactos en los ejemplos mostrados en la figura 5 y la figura 6 son sustancialmente las mismas (aproximadamente 1 m/s).

En la práctica, la velocidad del contacto móvil 12 es importante ya que afecta la vida mecánica del interruptor de vacío u otro dispositivo. Típicamente, las velocidades respectivas del contacto móvil 12 y la parte 24A del accionador 18 son sustancialmente iguales hasta que el contacto móvil 12 golpea el contacto fijo 14 (debido al hecho de que la parte 24AB durante el movimiento hacia arriba empuja el vástago 28 del aislador 22 con la ayuda de un resorte de presión de contacto adicional 27). En el momento en que los contactos 12, 14 están juntos, hay un espacio, por ejemplo de aproximadamente 2 mm, entre las partes 24A, 24B del accionador 18. Después de este momento, el contacto móvil 12 no se mueve, pero la parte 24A continúa moviéndose hasta que se cierra el espacio.

La invención no se limita a la realización descrita en esta invención, que puede modificarse o variarse sin apartarse del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para controlar un interruptor eléctrico (10), comprendiendo el interruptor eléctrico un contacto móvil (12) y un accionador electromagnético (18) para hacer que dicho contacto móvil se mueva entre una posición abierta y una posición cerrada, comprendiendo dicho procedimiento:
- con dicho contacto móvil en dicha posición abierta, aplicar un voltaje (V1) a dicho accionador (18) para hacer que se aplique una fuerza motriz a dicho contacto móvil (12) para hacer que dicho contacto móvil se mueva hacia dicha posición cerrada, aplicándose dicho voltaje durante un primer período de tiempo (P1) que termina antes de que dicho contacto móvil alcance dicha posición cerrada, y
- al final de dicho primer período de tiempo, ajustar dicho voltaje para reducir dicha fuerza motriz, **caracterizado por**
- determinar una duración de dicho primer período de tiempo (P1) basado en una velocidad inicial deseada del contacto móvil (12), y
- aplicar dicho voltaje durante dicho primer período de tiempo para acelerar dicho contacto móvil a dicha velocidad inicial deseada.
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, donde dicho procedimiento incluye además, después de que dicho voltaje (V1) se ajusta para reducir dicha fuerza motriz, ajustar aún más dicho voltaje para aumentar dicha fuerza motriz y donde, opcionalmente, dicho ajuste adicional de dicho voltaje se realiza antes, después o sustancialmente al mismo tiempo que dicho contacto (12) alcanza dicha posición cerrada, seleccionándose ventajosamente el tiempo de tal manera que dicho ajuste adicional de dicho voltaje no afecte sustancialmente la velocidad de dicho contacto.
3. Un procedimiento según la reivindicación 2, donde dicho ajuste adicional de dicho voltaje (V1) se realiza antes de que dicho contacto móvil (12) alcance dicha posición cerrada, preferentemente inmediatamente antes de que dicho contacto móvil alcance dicha posición cerrada.
4. Un procedimiento según la reivindicación 3, donde dicho ajuste adicional de dicho voltaje (V1) se realiza suficientemente cerca del momento en que dicho contacto móvil (12) alcanza dicha posición cerrada en la que dicho ajuste de voltaje adicional no afecta apreciablemente la velocidad de dicho contacto móvil, preferentemente hasta 2 ms, más preferentemente hasta 1 ms, y más preferentemente hasta 0,5 ms, antes de que dicho contacto móvil alcance dicha posición cerrada.
5. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicho ajuste de dicho voltaje (V1) para reducir dicha fuerza motriz implica reducir dicho voltaje a un nivel distinto de cero, preferentemente al menos aproximadamente un 50 %.
6. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde dicho ajuste de dicho voltaje (V1) para reducir dicha fuerza motriz implica reducir dicho voltaje a cero o invertir la polaridad de dicho voltaje.
7. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde dicho ajuste de dicho voltaje (V1) para reducir dicha fuerza motriz implica modular dicho voltaje, preferentemente el ancho de pulso que modula dicho voltaje, preferentemente estando dispuesta dicha modulación de ancho de pulso para hacer que se apliquen cero voltios a dicho accionador (18) entre pulsos.
8. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicho interruptor (10) incluye un circuito de control (40), incluyendo dicho circuito de control al menos un condensador (44, 46) para almacenar dicho voltaje, y donde dicha aplicación de un voltaje (V1) a dicho accionador (18) para hacer que se aplique una fuerza motriz a dicho contacto móvil (12) implica aplicar dicho voltaje desde dicho al menos un condensador a dicho accionador.
9. Un procedimiento según la reivindicación 8, donde ajustar dicho voltaje (V1) para reducir dicha fuerza motriz implica ajustar dicho voltaje aplicado desde dicho al menos un condensador (44, 46) a dicho accionador (18).
10. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde dicho accionador (18) comprende al menos una bobina electromagnética (36), y donde dicha aplicación de un voltaje a dicho accionador para hacer que se aplique una fuerza motriz a dicho contacto móvil (12) implica aplicar dicho voltaje (V1) a dicha al menos una bobina, y donde, preferentemente, ajustar dicho voltaje para reducir dicha fuerza motriz implica ajustar dicho voltaje aplicado a dicha al menos una bobina.

11. Un interruptor eléctrico (10) que comprende un contacto móvil (12) y un accionador electromagnético (18) para hacer que dicho contacto móvil se mueva entre una posición abierta y una posición cerrada, comprendiendo dicho interruptor además
- 5 una fuente de voltaje (44, 46),
- un controlador (42) para aplicar selectivamente voltaje de dicha fuente de voltaje a dicho accionador,
- 10 donde dicho controlador (42) está dispuesto para, con dicho contacto móvil en dicha posición abierta, hacer que se aplique un voltaje (V1) a dicho accionador desde dicha fuente de voltaje para hacer que se aplique una fuerza motriz a dicho contacto móvil para hacer que dicho contacto móvil se mueva hacia dicha posición cerrada,
- estando dispuesto dicho controlador para aplicar dicho voltaje durante un primer período de tiempo (P1) que termina
- 15 antes de que dicho contacto móvil alcance dicha posición cerrada, y donde dicho controlador está dispuesto además para, al final de dicho primer período de tiempo, ajustar dicho voltaje para reducir dicha fuerza motriz,
- caracterizado porque** dicho controlador está dispuesto para determinar una duración de dicho primer período de tiempo (P1) basado en una velocidad inicial deseada del contacto móvil (12), y para aplicar dicho voltaje durante dicho
- 20 primer período de tiempo para acelerar dicho contacto móvil a dicha velocidad inicial deseada.
12. Un interruptor según la reivindicación 11, donde dicha fuente de voltaje (44, 46) comprende al menos un condensador.
- 25 13. Un interruptor según la reivindicación 11 o 12, donde dicho accionador (18) comprende al menos una bobina electromagnética (36), estando dispuesto dicho controlador para aplicar voltaje de manera selectiva a dicha al menos una bobina electromagnética, y donde, preferentemente, dicho accionador incluye una parte móvil movible dentro y fuera de una posición cerrada en respuesta a cambios en la activación de dicha al menos una bobina electromagnética.
- 30 14. Un interruptor según la reivindicación 13, donde dicho accionador (18) incluye una parte no móvil (14), y donde dichas partes móviles y no móviles (12, 14) están configuradas para engancharse magnéticamente entre sí en una posición cerrada como resultado del magnetismo residual en dichas partes móviles y no móviles.
- 35 15. Un interruptor según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, donde dicho interruptor eléctrico (10) comprende un disyuntor o un interruptor de vacío.

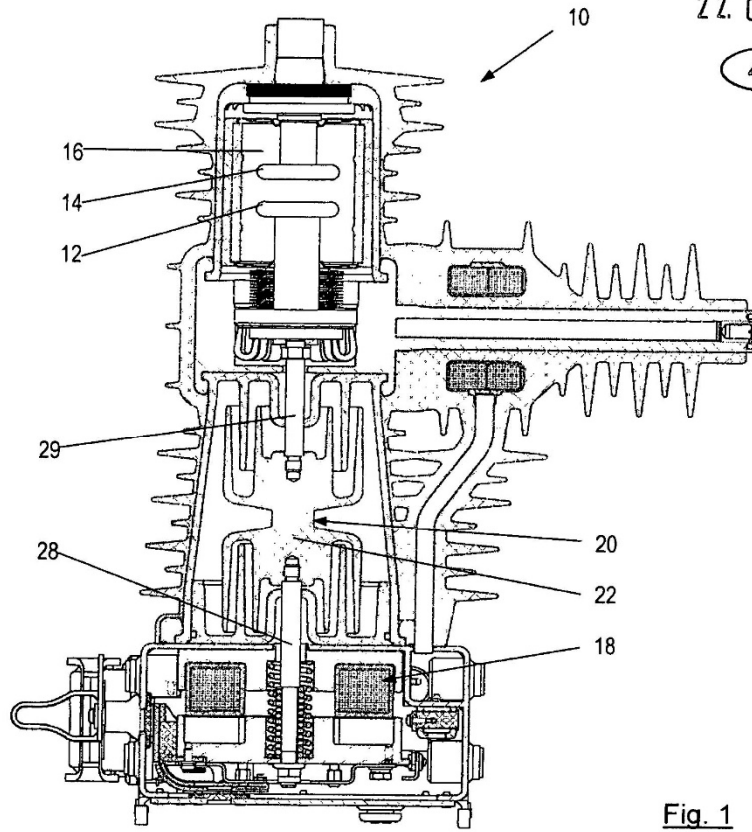


Fig. 1

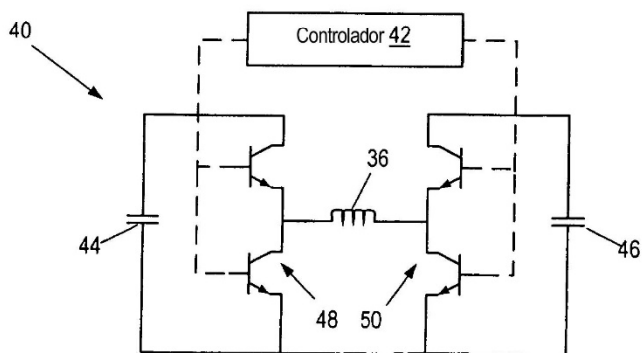


Fig. 4

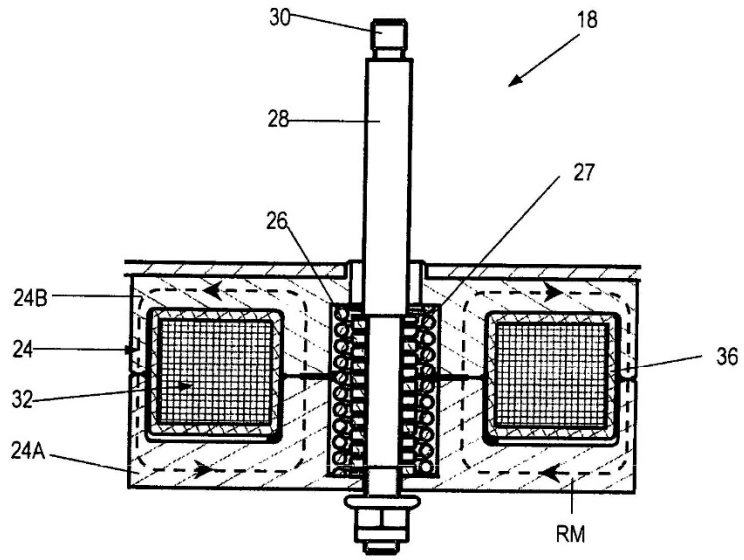


Fig. 2

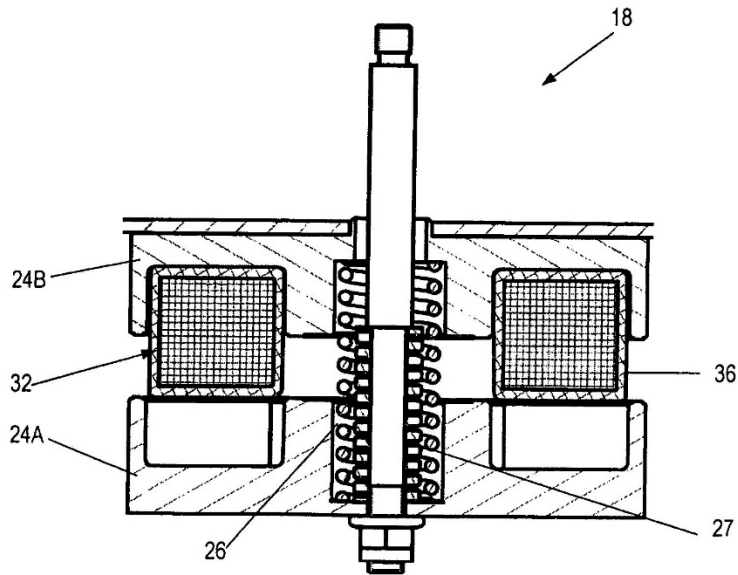
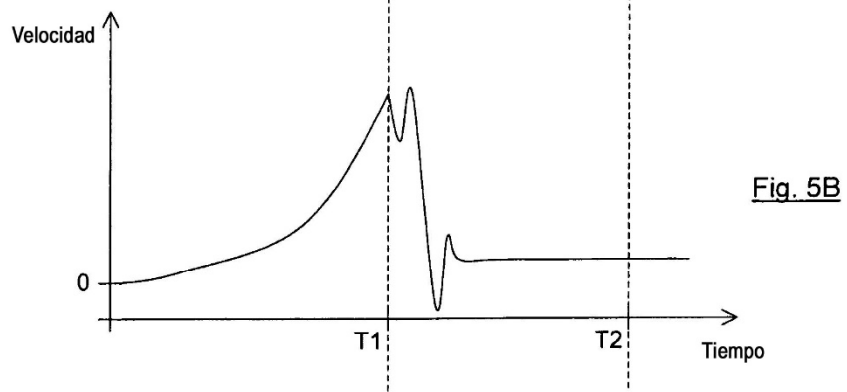
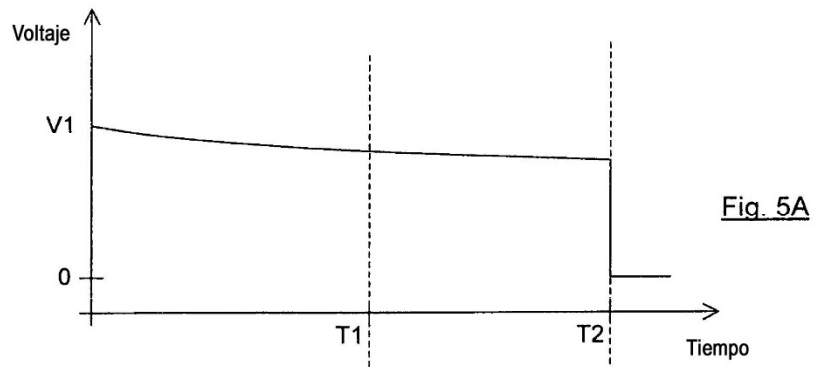


Fig. 3



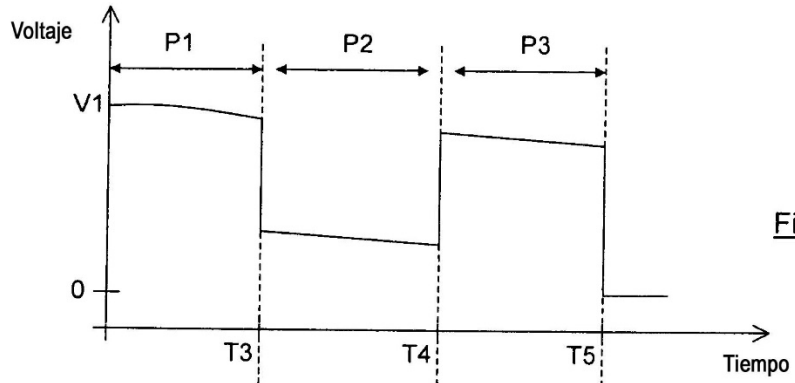


Fig. 6A

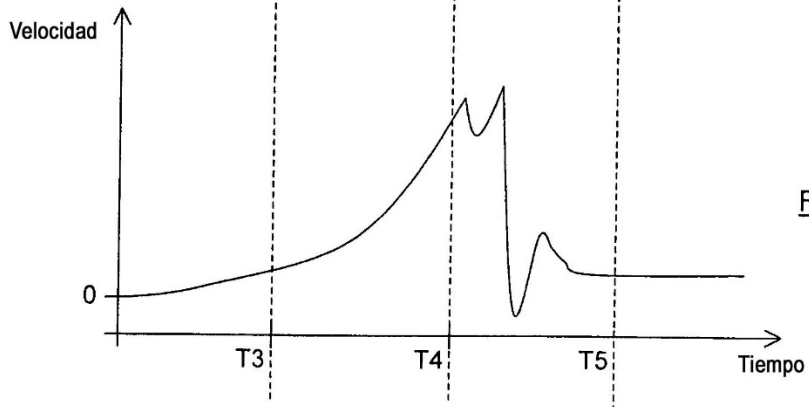


Fig. 6B

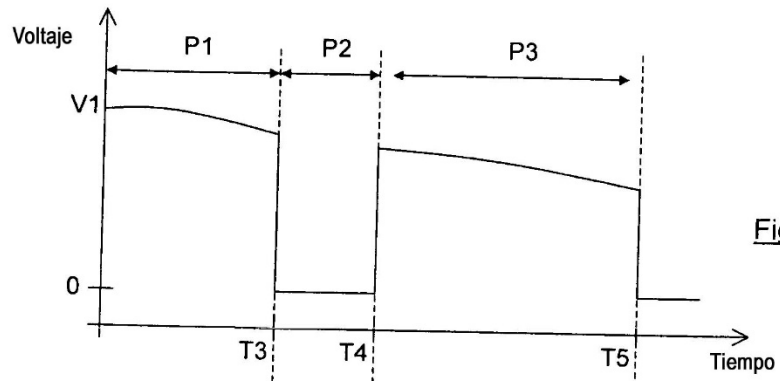


Fig. 7A

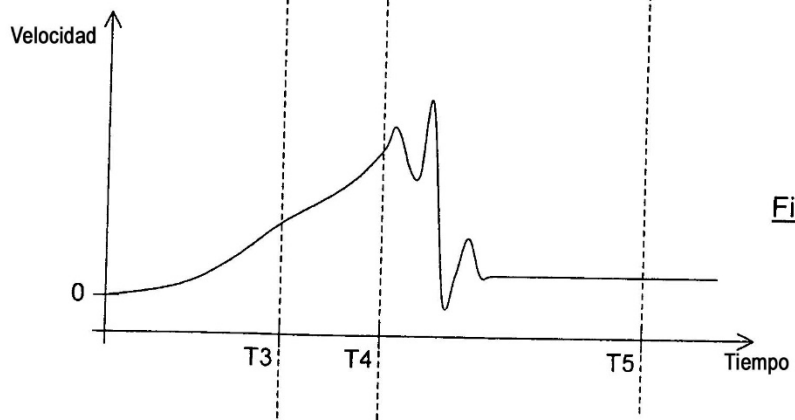


Fig. 7B

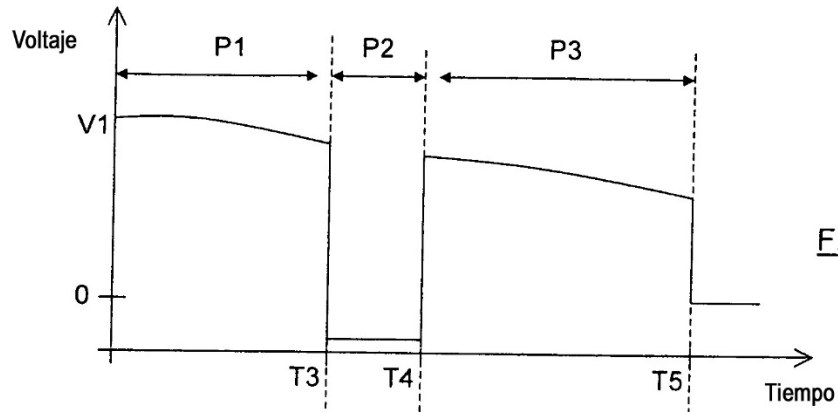


Fig. 8A

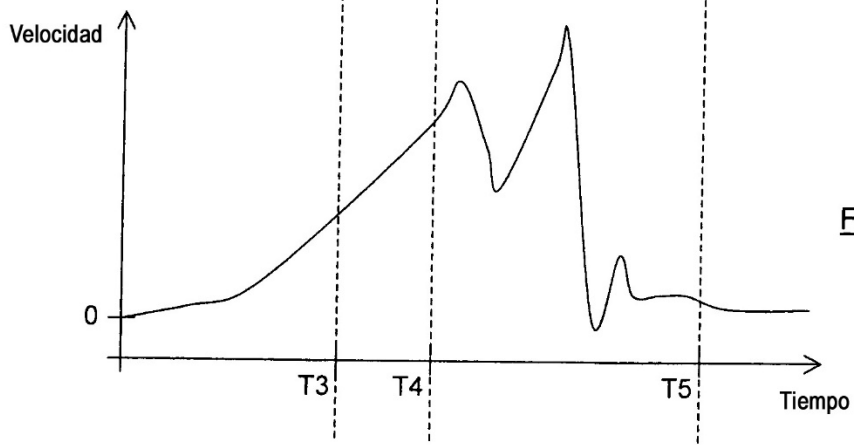


Fig. 8B

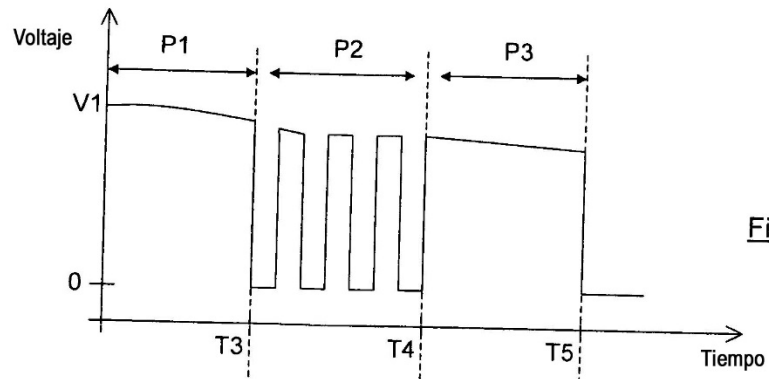


Fig. 9A

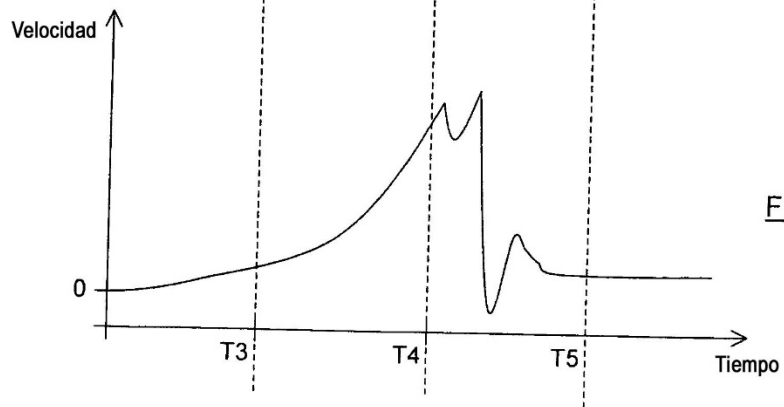


Fig. 9B