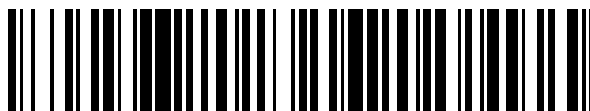


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 561 312**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/00** (2006.01)

**H02H 3/00** (2006.01)

**H03H 11/12** (2006.01)

**H03H 11/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2013 E 13167233 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2015 EP 2802052**

54 Título: **Aparato y método para el seccionamiento de los conductores de fase en una red de distribución de potencia eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.02.2016**

73 Titular/es:

**ABB TECHNOLOGY AG (100.0%)  
Affolternstrasse 44  
8050 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

**VACIRCA, LEANDRO**

74 Agente/Representante:

**TOMAS GIL, Tesifonte Enrique**

ES 2 561 312 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**

Aparato y método para el seccionamiento de los conductores de fase en una red de distribución de potencia eléctrica

5 [0001] La presente invención se refiere a un aparato y método para seccionar los conductores de fase de una red de distribución de potencia eléctrica.

10 [0002] Se conoce por adoptar aparatos seccionados o sistemas que comprenden seccionadores, que se asocian operativamente a conductores de fase para seccionar el último en porciones físicamente separadas y eléctricamente aisladas.

[0003] Como es sabido, los seccionadores no pueden operar cuando las corrientes (por ejemplo corrientes nominales o corrientes de cortocircuito o corrientes de sobrecarga) que fluyen a lo largo de los conductores de fase.

15 [0004] Las corrientes que fluyen a lo largo de los conductores de fase son generalmente interrumpidas por disyuntores debidamente dispuestos.  
Tal aparato es descrito en US 2011/155698.

20 [0005] Para este objetivo, dichos disyuntores pueden ejecutar una o varias maniobras de cierre para controlar si un fallo detectado es un fallo permanente (por ejemplo debido a un cortocircuito) o un fallo transitorio (por ejemplo debido al flujo de corrientes de entrada).

25 [0006] Los seccionadores operativamente asociados a distintos conductores de fase de una red de distribución de potencia son generalmente requeridos para cambiar (maniobra de apertura de los contactos eléctricos) simultáneamente a un instante de intervención dado, evitando así desequilibrios de los conductores de fase y asegurando una coordinación apropiada con la operación del disyuntor principal.  
La mayoría de aparatos tradicionales de seccionamiento comprenden seccionadores provistos de contactos eléctricos que se mueven por una barra de transmisión común, que es sucesivamente accionada por medios de accionamiento debidamente dispuestos por una unidad de control (por ejemplo un relé).

30 [0007] Estas soluciones son con frecuencia bastante costosas para producirse a nivel industrial y voluminosas para instalarse en el campo.

35 [0008] Otros aparatos de seccionamiento conocidos incluyen seccionadores con unidades de control capaces de comunicarse mutuamente, particularmente de una manera inalámbrica.

[0009] Cuando se requiere la intervención de los seccionadores, la unidad de control de un seccionador predefinido manda un comando de apertura a las unidades de control de los otros seccionadores.  
De esta manera, es posible obtener una conmutación sincronizada de todos los seccionadores, aunque estos últimos están mecánicamente separados unos de los otros.

45 [0010] Los aparatos de este tipo actualmente disponibles no son capaces de administrar debidamente la operación de los seccionadores como función de las condiciones operativas reales de la red de distribución de potencia, por ejemplo dependiendo de si las corrientes de entrada (fallo transitorio) o las corrientes de cortocircuito (fallo permanente) fluyen a lo largo de los conductores de fase.

[0011] Estos problemas son más evidentes cuando las condiciones de tiempo crítico deben ser satisfechas, normalmente debido al hecho de que la operación de los seccionadores debe ser coordinada en el recierre de tiempo del disyuntor principal (típicamente 500 ms).

50 [0012] Además, estos equipos muestran problemas destacables en cuanto a la fiabilidad ya que el proceso de sincronización de los seccionadores pueden ponerse en peligro fácilmente debido a errores en la comunicación entre las unidades de control o por mal funcionamiento de hardware/software.

55 [0013] En el mercado, todavía existe la necesidad de soluciones técnicas que sean capaces de superar los inconvenientes del estado de la técnica anteriormente descrito.

[0014] Para responder a esta necesidad, la presente invención proporciona un aparato para el seccionado de los conductores de fase de una red de distribución de potencia eléctrica multifase, según la siguiente reivindicación 1 y las reivindicaciones dependientes relacionadas.

60 [0015] En otro aspecto, la presente invención se refiere a un método para seccionar los conductores de fase de una red de distribución de potencia eléctrica multifase, según la siguiente reivindicación 8 y las reivindicaciones dependientes relacionadas.

65 [0016] Otras características y ventajas de la presente invención emergerán de forma más clara a partir de la

descripción de las formas de realización preferidas pero no exclusivas, ilustradas puramente por medio de ejemplos y sin limitación en los dibujos adjuntos, donde:

Las figuras 1-2 son diagramas que ilustran el aparato esquemáticamente, según la presente invención;

5 Las figuras 3-10 son diagramas que ilustran esquemáticamente algunos pasos de la operación del aparato, según la presente invención y del método.

[0017] Con referencia a las figuras mencionadas, en un primer aspecto la presente invención se refiere a un aparato 10 50 para el seccionado de los conductores de fase L1, L2, L3 de una red de red de distribución de potencia eléctrica multifase (preferiblemente del tipo trifásico).

[0018] La red de distribución de potencia puede operar a bajo o medio voltaje.

[0019] En el marco de la presente invención del término "bajo voltaje" se refiere a voltaje inferior a 1 kV AC y 1.5 kV DC mientras el término "medio voltaje" se refiere a voltaje inferior a 72 kV AC y 100 kV DC.

15 [0020] El aparato de seccionamiento 50 comprende una pluralidad de seccionadores 1, 2, 3, es decir un seccionador operativamente asociado a cada conductor de fase L1, L2; L3.

[0021] Cada seccionador 1, 2, 3 se adapta ventajosamente a sección del conductor de fase L1, L2, L3 con el fin de 20 separar físicamente y aislar eléctricamente porciones a favor y en contra de la corriente (referido a la posición del seccionador).

[0022] Cada seccionador 1, 2, 3 se adapta ventajosamente para seccionar el conductor de fase relacionado L1, L2, L3 solo cuando determinadas condiciones operativas están presentes en la red de distribución de potencia NET.

25 [0023] En el marco de la presente invención el término "condiciones normales" se refiere a las condiciones operativas habituales de la red de distribución de potencia NET, por ejemplo cuando no están presentes fallos transitorios o permanentes.

[0024] Además, el término "condiciones no seccionadas" se refiere a condiciones operativas defectuosas en la red 30 de distribución de potencia NET, donde los seccionadores 1, 2, 3 no pueden intervenir para seccionar los conductores de la fase relacionada.

[0025] Como ejemplo, las condiciones no seccionadas están presentes cuando ocurre un fallo pero el disyuntor principal CB no ha realizado aún un número suficiente de maniobras de apertura para permitir que intervengan los 35 seccionadores 1, 2, 3.

[0026] Además, el término "condiciones de seccionado" se refiere a condiciones operativas defectuosas de la red de 40 distribución de potencia NET, donde los seccionadores 1, 2, 3 pueden intervenir para seccionar los conductores de fase relacionada.

[0027] Como ejemplo, las condiciones de seccionado pueden estar presentes cuando ocurre un fallo y el disyuntor principal CB ha realizado un número suficiente de maniobras de apertura para permitir que intervengan a los 45 seccionadores 1, 2, 3.

[0028] La figura 2 ilustra esquemáticamente la estructura de un seccionador 1, 2, 3.

[0029] Cada seccionador 1, 2, 3 comprende medios de conmutación S para el seccionado del los conductores de 50 fase relacionada L1, L2; L3.

[0030] Preferiblemente, los medios de conmutación S comprenden contactos eléctricos EC (típicamente un contacto fijo y un contacto móvil) que se conectan eléctricamente al conductor de fase relacionada L1, L2, L3 y que pueden 55 acoplarse y separarse mutuamente.

[0031] Los contactos eléctricos EC se disponen ventajosamente de modo que, cuando están mutuamente separados, las porciones a favor y en contra de la corriente (en referencia a la posición de dichos contactos eléctricos) de los conductores de fase relacionada L1, L2, L3 están físicamente separados y eléctricamente aislados.

[0032] Preferiblemente, los medios de conmutación S comprenden medios de accionamiento M para accionar los 60 contactos eléctricos EC, en particular los contactos móviles de los mismos.

[0033] Los medios de accionamiento M pueden comprender un accionador electromecánico (no mostrado) que salta por señales de comando C y una cadena cinemática (no mostrado) que conecta operativamente dicho accionador con los contactos eléctricos EC.

65 [0034] Preferiblemente, cada seccionador 1, 2, 3 comprende medios de detección TA de las corrientes que fluyen a

lo

largo del conector de fase L1, L2, L3 que se asocia operativamente al seccionador.

5 [0035] Los medios de detección TA preferiblemente comprenden para cada conductor de fase L1, L2, L3 un sensor de corriente (no mostrado), por ejemplo un transformador corriente, y un circuito de interfaz (no mostrado), que se asocia operativamente a dicho sensor de corriente para recibir señales de medición de este último y proporciona señales de datos de salida relacionadas con las corrientes que fluyen a lo largo del conductor de fase relacionada.

10 [0036] Cada seccionador 1, 2, 3 comprende una unidad de control CU, que preferiblemente comprende medios de procesamiento digital P (por ejemplo un microcontrolador).

15 [0037] Los medios de procesamiento digital P ejecutan la instrucción de software SI para administrar la vida operativa de la unidad de control CU, por ejemplo para adquirir/transmitir datos, procesar datos y/o para generar/recibir señales de comando.

[0038] Preferiblemente, las instrucciones de software SI se almacenan en una memoria permanente de los medios de procesamiento digital P o pueden ser subidos a una memoria adecuada del medio de procesamiento digital P desde una ubicación de memoria remota.

20 [0039] La unidad de control CU es capaz de comunicarse de forma inalámbrica con otros dispositivos remotos (no mostrados en la figura 2), por ejemplo con las unidades de control de otros seccionadores, dispositivos de control inteligentes (IEDs), relés, sistemas SCADA o similares.

25 [0040] La unidad de control CU preferiblemente comprende un módulo de comunicación COM para administrar la comunicación inalámbrica con dichos dispositivos remotos, por ejemplo mediante protocolos de comunicación adecuada tales como Zigbee™, Bluetooth™ o similares.

[0041] El módulo de comunicación COM se controla por medios de procesamiento digital P y puede interactuar con estos últimos para gestionar la comunicación inalámbrica con los dispositivos remotos.

30 En la estructura de la presente invención, se prevé que la unidad de control CU está en “modo transmisión”, cuando el módulo de comunicación COM se habilita a inalámbrico transmite paquetes de datos hacia los dispositivos remotos;

la unidad de control CU está en “modo recepción”, cuando el módulo de comunicación COM se habilita a inalámbrico recibe paquetes de datos de los dispositivos remotos;

35 la unidad de control CU está en “modo apagado”, cuando el módulo de comunicación COM no se habilita a inalámbrico recibe/transmite paquetes de datos de/a los dispositivos remotos.

[0042] Como se describe en adelante, una unidad de control CU puede cambiar entre estos diferentes modos operativos en lo que se refiere a la comunicación inalámbrica con los dispositivos remotos.

40 [0043] El módulo de comunicación COM preferiblemente comprende una unidad de antena AU y un circuito de transmisión DA que interactúa con la unidad de antena AU, en particular con señales de envío/recepción de transmisión/recepción a/de este último.

45 [0044] Los medios de procesamiento digital P se adaptan para generar las primeras señales de salida T en el circuito de transmisión DA.

[0045] Las señales de salida T pueden comprender señales de comando para el circuito de transmisión DA y/o señales de datos (por ejemplo paquetes de datos) para ser transmitidos por el circuito de transmisión DA mediante la

50 [0046] Los medios de procesamiento digital P se adaptan para recibir señales de primera entrada R del circuito de transmisión DA.

55 [0047] Las señales de entrada R pueden comprender señales de comando y/o señales de datos (por ejemplo paquetes de datos) para los medios de procesamiento digital P, que han sido generados por el circuito de transmisión DA y/o que han sido recibidos de dispositivos remotos por el circuito de transmisión DA, mediante la unidad de antena AU.

60 [0048] La unidad de control CU se conecta operativamente (preferiblemente por cable) a los medios de detección TA y/o otros dispositivos externos EXT, por ejemplo dispositivos electrónicos inteligentes (IEDs), relés, otros dispositivos de control, sistemas SCADA o similares (por cable o de forma inalámbrica).

Preferiblemente, los medios de procesamiento digital P se adaptan para recibir segundas señales de entrada D de los medios de detección TA y/o de los dispositivos externos EXT (por cable o de forma inalámbrica).

65 Las señales de entrada D pueden comprender señales de comando y/o señales de datos, por ejemplo señales de datos relacionadas con las corrientes que fluyen a lo largo de los conductores de fase L1, L2, L3 o, más

## ES 2 561 312 T3

generalmente, relacionados con el estado operativo de la red de distribución de potencia NET.

5 [0049] La unidad de control CU se conecta operativamente a los medios de conmutación S y es capaz de controlar el accionamiento de medios M para ordenar las maniobras de los contactos eléctricos EC, en particular la seccionación de los conductores de fase L1, L2, L3 (maniobra de apertura de los contactos eléctricos EC).

[0050] Para este objetivo, los medios de procesamiento digital P generan señales de comando C para los medios de conmutación S, en particular para los medios de accionamiento M.

10 [0051] Preferiblemente, la red de distribución de potencia NET comprende al menos el disyuntor principal CB para interrumpir las corrientes que fluyen a lo largo de los conductores de fase L1, L2; L3.

15 [0052] Cuando se detecta un fallo, el disyuntor principal CB puede ventajosamente ejecutar maniobras de apertura/cierre para controlar si el fallo detectado es un fallo permanente (por ejemplo debido a un cortocircuito) o un fallo transitorio (por ejemplo debido al flujo de corrientes de entrada).

[0053] Ya que los seccionadores 1, 2, 3 pueden operar solo cuando están presentes las condiciones de seccionado, deben coordinar debidamente su operación con la operación del disyuntor CB.

20 [0054] En particular, cuando un evento fallido está presente, es importante que los seccionadores 1, 2, 3 intervengan debidamente dentro de un marco de tiempo de ejecución T que es más corto que un ciclo de apertura/cierre del disyuntor principal CB (por ejemplo al menos 500 ms).

25 [0055] De acuerdo con la invención, las unidades de control CU de los seccionadores 1, 2, 3 son capaces ejecutar procedimientos 101, 102, 103 para gestionar la operación de tales seccionadores en relación a las condiciones de funcionamiento de la red de distribución de potencia NET.

30 [0056] Para ejecutar los procedimientos de gestión 101, 102, 103, los medios de procesamiento digital P de la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 ejecutan conjuntos adecuados de instrucciones de software SI. Como se describirá mejor en adelante, durante la ejecución de dichos procedimientos de gestión las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3 necesitan comunicarse de forma inalámbrica unos con otros para intercambiar paquetes de datos de varios tipos.

35 [0057] Preferiblemente, dichos paquetes de datos están encriptados.

40 [0058] Los medios de procesamiento P de la unidad de control CU de cada seccionador 1, 2, 3 encriptan los paquetes de datos a ser transmitidos mediante una clave pública que se almacena en los medios de procesamiento P. Por otro lado, los medios de procesamiento P de la unidad de control CU de cada seccionador 1, 2, 3 desencriptan los paquetes de datos recibidos de las unidades de control de los otros seccionadores mediante una clave privada que se almacena en los medios de procesamiento P.

45 [0059] De esta manera, es posible evitar o reducir interferencias de comunicación entre las unidades de control de los seccionadores comprendidas en diferentes aparatos de seccionamiento 50, asociados operativamente a diferentes secciones de la red de distribución de potencia NET.

[0060] Para ejecutar los procedimientos de gestión 101, 102, 103, las unidades de control CU de los seccionadores 1, 2, 3 necesitan adquirir y procesar datos relacionados con el estado operativo de la red de distribución de potencia NET.

50 [0061] Preferiblemente, las unidades de control CU seccionadores 1, 2, 3 ejecutan un procedimiento de determinación 105, mientras que la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 adquiere datos DS relacionados con el estado operativo de la red de distribución de potencia NET y determina el estado operativo de esta última basándose en los datos DS.

55 [0062] Los datos DS se adquieren por la unidad de control CU de cada seccionador 1, 2, 3 a través de las señales de datos D recibidas de los medios de detección TA y/o el dispositivo externo EXT conectados operativamente con dicha unidad de control.

60 [0063] Preferiblemente, el procedimiento de determinación 105 se repite por la unidad de control CU de cada seccionador 1, 2, 3, por ejemplo cada paso a cero del voltaje de fase de los conductores de fase L1, L2, L3 (por ejemplo 20 ms) o cada número dado de ciclos del reloj interno.

65 [0064] Ventajosamente, el periodo de repetición del procedimiento de determinación 105 es mucho más corto (preferiblemente menor que 10%) con respecto a los marcos de tiempo de ejecución T de los procedimientos de gestión 101, 102 o 103.

## ES 2 561 312 T3

[0065] Para ejecutar el procedimiento de determinación 105, los medios de procesamiento digital P de la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 ejecutan instrucciones de software SI adecuadas.

5 [0066] De acuerdo con la invención, las unidades de control CU de unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3 ejecutan diferentes procedimientos de gestión 101, 102, 103 de la operación de dichos seccionadores cuando las distintas condiciones de funcionamiento de la red de distribución de potencia NET están presentes.

10 [0067] Si la unidad de control CU de cada seccionador 1, 2, 3 determina la incidencia de condiciones normales para la red de distribución de potencia NET, las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3 ejecutan un procedimiento de condición normal 101.

15 [0068] Si la unidad de control CU de al menos un seccionador (por ejemplo el seccionador 2) determina la incidencia de un evento fallido y la incidencia de condiciones sin seccionado para la red de distribución de potencia NET, las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3 ejecutan un procedimiento sin seccionado 102.

[0069] Si la unidad de control CU de al menos un seccionador (por ejemplo el seccionador 2) determina la incidencia de un evento fallido y la incidencia de condiciones de seccionado para la red de distribución de potencia NET, las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3 ejecutan un procedimiento de seccionado 103.

20 [0070] Los procedimientos de gestión 101, 102 o 103 se ejecutan durante los subsiguientes marcos de tiempo T, que pueden tener una duración diferente.

25 [0071] Cada marco de tiempo de ejecución T es preferiblemente más corto que el ciclo de apertura/cierre del disyuntor principal CB, para las cuestiones mencionadas anteriormente.

[0072] preferiblemente, los marcos de tiempo de ejecución T de los procedimientos de gestión 101, 102, o 103 son más cortos de 200 ms.

30 [0073] Durante el procedimiento de condición normal 101 (figuras 3, 5-6), la unidad de control CU de cada seccionador 1, 2, 3 cambia sucesivamente entre un modo de transmisión, donde dicha unidad de control difunde primero paquetes de datos  $DP_1$ , y un modo apagado, donde dicha unidad de control no transmite o reciben paquetes de datos de las unidades de control de los otros seccionadores. Preferiblemente, los paquetes de datos  $DP_1$  difundidos por la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 son indicativos de las condiciones de funcionamiento de dicha unidad de control y/o de las condiciones de funcionamiento de la red de distribución de potencia NET.

35 [0074] Preferiblemente, un sistema SCADA (no mostrado) se asocia operativamente al equipo de seccionación 50, para ser capaz de recibir los paquetes de datos difundidos por las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3.

40 [0075] Los paquetes de datos difundidos  $DP_1$  son preferiblemente recibidos también por dicho sistema SCADA, que es así capaz de controlar el estado operativo de los seccionadores 1, 2, 3 y, más en general, el estado operativo de la red de distribución de potencia NET por comunicación inalámbrica con las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3.

45 [0076] Preferiblemente, en el procedimiento de condición normal 101, la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 cambia sucesivamente en el modo de transmisión para difundir los paquetes de datos  $DP_1$  en un primer marco de tiempo predefinido T1 y en el modo apagado para un segundo marco de tiempo predefinido T2. Como se muestra en figura 6, en el procedimiento de condición normal 101, la unidad de control CU de cada seccionador 1, 2, 3 ejecuta un ciclo de conmutación entre el modo de transmisión y el modo apagado, que está debidamente sincronizado con los ciclos de conmutación realizados por las unidades de control de los otros seccionadores para evitar colisiones durante la transmisión de los paquetes de datos  $DP_1$ .

50 [0077] Las unidades de control CU de cada seccionador 1, 2, 3 cambian así en el modo de transmisión (y por lo tanto en el modo de recepción), según una secuencia de tiempo predefinido que es preferiblemente de tipo TDM (Multiplexación por División de Tiempo o Time-Division Multiplexing) (topología bus lógica).

55 [0078] Tal secuencia temporal comienza con la unidad de control de un seccionador predefinido (por ejemplo el seccionador 1), que en este caso funciona como dispositivo maestro.

60 [0079] Referido a la figura 6, puede observarse que para el seccionador 1, el marco de tiempo de transmisión es  $T1 = TON_{11}$  mientras el marco de tiempo de apagado es  $T2 = TOFF_{11}$ ; para el seccionador 2, el marco de tiempo de transmisión es  $T1 = TON_{21}$  mientras el marco de tiempo de apagado es  $T2 = TOFF_{21}' + TOFF_{22}''$ ; para el seccionador 3, el marco de tiempo de transmisión es  $T1 = TON_{31}$  mientras marco de tiempo de apagado es  $T2 = TOFF_{31}' + TOFF_{31}''$ .

65

## ES 2 561 312 T3

- [0080] Se puede observar que marco de tiempo de transmisión del seccionador 2 se retarda con respecto del marco de tiempo de transmisión del seccionador 1 del intervalo de tiempo  $TOFF_{21}'$ .
- 5 [0081] Se puede observar que marco de tiempo de transmisión del seccionador 3 se retarda con respecto del marco de tiempo de transmisión del seccionador 1 del intervalo de tiempo  $TOFF_{31}' > TOFF_{21}'$ .  
Para reducir consumo de energía, la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 ejecuta un ciclo de conmutación con un valor de ciclo de trabajo  $DC = T1/(T1+T2)$  que es menor al 2%, donde T1, T2 son los marcos de tiempo de transmisión y apagado, respectivamente.
- 10 [0082] Ya que valor de ciclo de trabajo DC es bajo, se ha notado que durante el procedimiento de condición normal 101, hay intervalos relativamente largos del marco de tiempo de ejecución T, donde todas las unidades de control CU de los seccionadores 1, 2, 3 están en un modo apagado.
- 15 [0083] Esto es bastante ventajoso a asegurar una sincronización apropiada del marco de tiempo de transmisión para evitar colisiones durante la transmisión de los paquetes de datos  $DP_1$ .
- [0084] Preferiblemente, el procedimiento de condición normal 101 se repite por las unidades de control CU de los seccionadores 1, 2, 3 durante cada marco de tiempo de ejecución T, hasta que la incidencia de un evento fallido se determina por la unidad de control de al menos un seccionador 1, 2, 3.
- 20 [0085] En este caso, las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3 paran el procedimiento 101 e inician la ejecución del procedimiento sin seccionado 102 o el procedimiento de seccionado 103 si se determina la incidencia de las condiciones sin seccionado o de seccionado para la red de distribución de potencia NET, respectivamente.
- 25 [0086] Durante el procedimiento sin seccionado 102 (figuras 3, 7-8), la unidad de control CU de cada seccionador 1, 2, 3 cambia sucesivamente entre un modo de transmisión, donde dicha unidad de control difunde los segundos paquetes de datos  $DP_2$ , y un modo de recepción, donde dicha unidad de control espera para recibir los segundos paquetes de datos  $DP_2$  difundidos por las unidades de control de los otros seccionadores.
- 30 [0087] Preferiblemente, los paquetes de datos  $DP_2$  difundidos por la unidad de control CU de cada seccionador 1, 2, 3 son indicativos de las condiciones de funcionamiento de dicha unidad de control y/o la red de distribución de potencia NET.
- [0088] En particular, los paquetes de datos  $DP_2$  son informativos de que la incidencia de un evento fallido y la incidencia de condiciones sin seccionado han sido determinadas por dicha unidad de control.
- 35 [0089] En este caso, los paquetes de datos difundidos  $DP_2$  se pueden recibir por un sistema SCADA asociado operativamente al equipo de seccionación 50 para controlar el estado operativo de los seccionadores 1, 2, 3 y, más en general, el estado operativo de la red de distribución de potencia NET.
- 40 [0090] Preferiblemente, en el procedimiento sin seccionado 102, todas las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3 en principio cambian simultáneamente en un modo de recepción para un tercer marco de tiempo predefinido T3 (figura 8).
- 45 [0091] Durante el marco temporal T3, la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 ventajosamente espera para recibir posibles datos relacionados con el estado operativo de las unidades de control de los otros seccionadores y/o el estado operativo de red de distribución de potencia NET.
- [0092] Como ejemplo, la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 espera para recibir posibles paquetes de datos con petición de desconexión TRQ difundidos por las unidades de control de los otros seccionadores.
- 50 [0093] Preferiblemente, en el procedimiento sin seccionado 102, después de que el marco temporal T3 haya transcurrido, la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 cambia sucesivamente al modo de transmisión para un cuarto marco de tiempo predefinido T4 y cambia sucesivamente en el modo de recepción para un quinto marco de tiempo predefinido T5.
- 55 [0094] Como se muestra en la figura 8, también en el procedimiento sin seccionado 102, la unidad de control CU de cada seccionador 1, 2, 3 ejecuta un ciclo de conmutación entre el modo de transmisión y el modo apagado, que está debidamente sincronizado con los ciclos de conmutación realizados por las unidades de control de los otros seccionadores para evitar colisiones durante la transmisión de los paquetes de datos  $DP_1$ .
- 60 [0095] La unidad de control CU de cada seccionador 1, 2, 3 cambia en el modo de transmisión (y por lo tanto en el modo de recepción) preferiblemente después de una secuencia temporal del tipo TDM.
- 65 Tal secuencia temporal comienza por la unidad de control que tiene determina primero la incidencia de una fallo (por ejemplo la unidad de control del seccionador 2), que en este caso funciona como dispositivo maestro

[0096] Referido a la figura 8, ventajosamente para el seccionador 1, el marco de tiempo de transmisión es  $T4 = TON_{12}$  mientras el marco de tiempo de apagado es  $T5=TOFF_{12}$ ;  
 para el seccionador 2, el marco de tiempo de transmisión es  $T4 = TON_{22}$  mientras el marco de tiempo de apagado es  $T5=TOFF_{22}'+TOFF_{22}$ ;  
 para el seccionador 3, el marco de tiempo de transmisión es  $T4 = TON_{32}$  mientras el marco de tiempo de apagado es  $T5=TOFF_{32}'+TOFF_{32}$ ".

[0097] Ventajosamente, el marco de tiempo de transmisión del seccionador 2 se retarda con respecto del marco de tiempo de transmisión del seccionador 1 del intervalo de tiempo  $TOFF_{22}'$ .  
 Ventajosamente, el marco de tiempo de transmisión del seccionador 3 se retarda con respecto del marco de tiempo de transmisión del seccionador 1 del intervalo de tiempo  $TOFF_{32}' > TOFF_{22}'$ .  
 Preferiblemente, el procedimiento sin seccionado 102 se repite mediante las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3, hasta que la incidencia de condiciones de seccionado se determina por la unidad de control de al menos un seccionador 1, 2, 3 o hasta que la incidencia de condiciones normales se determina por las unidades de control de todos los seccionadores 1, 2, 3.

[0098] Las unidades de control CU de los seccionadores 1, 2, 3 paran el procedimiento 102 e inician la ejecución del procedimiento de seccionado 103 si la incidencia de condiciones de seccionado para la red de distribución de potencia NET se determina por la unidad de control de al menos un seccionador 1, 2, 3. Las unidades de control CU de los seccionadores 1, 2, 3 paran el procedimiento 102 e inician la ejecución del procedimiento de condición normal 101 si la incidencia de condiciones normales para la red de distribución de potencia NET se determina por las unidades de control de todos los seccionadores 1, 2, 3. Durante el procedimiento de seccionado 103 (figuras 3, 9-10), la unidad de control (por ejemplo la unidad de control del seccionador 2) que ha determinado la incidencia del evento fallido (en lo siguiente referido como "unidad de control maestro") funciona como un dispositivo maestro y coordina la operación de las unidades de control de los otros seccionadores 1,3 (en lo siguiente referidos como "las otras unidades de control"), de manera que las unidades de control de todos los seccionadores 1, 2, 3 sincrónicamente ordenan la seccionación de los conductores de fase relacionada L1, L2, L3 en un tiempo de intervención predeterminado TI, si esto es posible.

[0099] En particular, la unidad de control maestro coordina una negociación con las otras unidades de control para controlar si todas las unidades de control dichas son capaces de ordenar simultáneamente la seccionación de los conductores de fase relacionada L1, L2, L3 en el tiempo de intervención predeterminado TI.

[0100] La negociación entre la unidad de control maestro y las otras unidades de control pueden llegar a una conclusión positiva o negativa.

[0101] Dependiendo de los resultados de dicha negociación, será posible o imposible para dichas unidades de control ordenar simultáneamente la seccionación de los conductores de fase relacionada L1, L2, L3 en el tiempo de intervención TI.

[0102] En el procedimiento de seccionado 103, la unidad de control inicialmente cambia a un modo de transmisión para difundir paquetes de datos con petición de desconexión TRQ para un sexto marco de tiempo predefinido T6 (por ejemplo 80 ms).

[0103] De esta manera, la unidad de control maestro pide a las otras unidades de control que ordenen simultáneamente la seccionación de los conductores de fase relacionada L1, L2, L3 en el instante de intervención TI.

[0104] La unidad de control maestro continuamente difunde los paquetes de datos con petición de desconexión TRQ durante el marco temporal T6.

[0105] Cuando el marco temporal T6 ha transcurrido, los interruptores de la unidad de control maestro cambian a un modo de recepción para un séptimo marco de tiempo predefinido T7 (por ejemplo 100 ms).

[0106] Durante el marco temporal T7, la unidad de control maestro espera recibir una respuesta de los paquetes de datos con petición de desconexión TRQ difundidos. En particular, la unidad de control maestro espera recibir paquetes de datos de respuesta ACK1 o ACK2 de las otras unidades de control.

[0107] Las otras unidades de control pueden cambiar a un modo de transmisión para enviar paquetes de datos de respuesta positiva ACK1 o paquetes de datos de respuesta negativa ACK2.

[0108] De esta manera, pueden comunicar a la unidad de control maestro que están preparados o no para ordenar la seccionación del conductor de fase relacionada L1, L3 en el instante de intervención TI.

[0109] Como ejemplo, una unidad de control puede enviar paquetes de datos de respuesta negativa ACK2, si se determina que allí sigue fluyendo la corriente a lo largo del conductor de fase relacionada (y por consiguiente no es



## ES 2 561 312 T3

posible operar la seccionación) o en caso de mal funcionamiento de software/hardware mientras se pueden enviar paquetes de datos de respuesta positiva ACK1, si se determina que las condiciones de seccionado están en realidad presentes en la red de distribución de potencia NET.

5 [0110] Puede pasar que las otras unidades de control envíen paquetes de datos sin respuesta a la unidad de control maestro.

Como ejemplo, esto puede ocurrir en caso de errores de comunicación o en caso de mal funcionamiento de software/hardware.

10 [0111] Si se reciben paquetes de datos de respuesta negativa ACK2 o ningún paquete de datos de las otras unidades de control en el marco temporal T7, la unidad de control maestro cambia a un modo de transmisión para difundir paquetes de datos con interrupción de desconexión TRA a las otras unidades de control durante un marco temporal T8 (por ejemplo 20 ms), que está comprendido entre el extremo del marco temporal T7 y el instante de intervención TI.

15 [0112] De esta manera, la unidad de control maestro pide a las otras unidades de control desatender los paquetes de datos con petición de desconexión TRQ previamente difundidos y no ordenar la seccionación del conductor de fase relacionada L1, L3 en el instante de intervención TI.

20 [0113] Durante el marco temporal T8, la unidad de control maestro difunde continuamente los paquetes de datos con interrupción de desconexión TRA, que no necesitan ser reconocidos por las otras unidades de control.

[0114] Si los paquetes de datos con interrupción de desconexión TRA se difunden mediante la unidad de control maestro, las unidades de control de todos los seccionadores 1, 2, 3 no ordenan la seccionación de los conductores de fase relacionada L1, L2, L3 en el instante de intervención TI.

25 [0115] Después de que el instante de intervención TI haya transcurrido, el procedimiento de seccionado 103 se repite para otro marco de tiempo de ejecución T, si las condiciones seleccionadas son otra vez determinadas por la unidad de control de al menos un seccionador 1, 2, 3.

30 [0116] Ventajosamente, el siguiente marco de tiempo de ejecución T de una unidad de control CU diferente puede operar como dispositivo maestro.

35 [0117] Si las condiciones normales se determinan por todas las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3, las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3 paran el procedimiento 103 e inician la ejecución del procedimiento de condición normal 101.

[0118] Si las condiciones sin seccionado se determinan por todas las unidades de control de todos los seccionadores 1, 2, 3, las unidades de control de los seccionadores 1, 2,3 paran el procedimiento 103 e inician el procedimiento sin seccionado 102.

40 [0119] Si los paquetes de datos de respuesta positiva ACK1 son recibidos de las otras unidades de control en el marco temporal T7, la unidad de control maestro y la otra unidad de control ordenan la seccionación del conductor de fase relacionada L1, L2, L3 en el instante de intervención TI.

45 [0120] La seccionación es ordenada si no más paquetes de datos con interrupción de desconexión TRA se difunden por la unidad de control maestro durante el marco temporal T8.

50 [0121] En la práctica, incluso si las unidades de control de los seccionadores de 1, 2, 3 han negociado y acordado comandar el seccionamiento de los conductores de fase L1, L2, L3 en el instante de intervención TI, todavía existe la posibilidad de detener el seccionamiento de los conductores de fase, si la unidad de control maestro determina que las condiciones de funcionamiento de la red de distribución de potencia NET así lo requieren.

55 [0122] En este caso, la unidad de control maestro cambia en el modo de transmisión para difundir continuamente los paquetes de datos con interrupción de desconexión TRA, de modo que las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3 no ordenan la seccionación de los conductores de fase relacionada L1, L2, L3 en el instante de intervención TI.

60 [0123] Después de que el instante de intervención TI haya transcurrido, las unidades de control de los seccionadores 1, 2,3 repiten el procedimiento de seccionado 103 o ejecutan el procedimiento de condición normal 101 o el procedimiento sin seccionado 102, dependiendo de las condiciones de la red de distribución de potencia NET.

[0124] Preferiblemente, las unidades de control CU de los seccionadores 1, 2, 3 ejecutan un procedimiento de sincronización 104 para sincronizar sus relojes internos.

65 [0125] Para ejecutar el procedimiento de sincronización 104, los medios de procesamiento digital P de la unidad de

control de cada seccionador 1, 2, 3 ejecutan instrucciones de software SI adecuadas.

5 [0126] El procedimiento de sincronización 104 se ejecuta ventajosamente a principios de la operación del equipo de seccionación 50 o se repite o ejecuta cíclicamente según las necesidades para prevenir el aumento de cambios de tiempo entre los relojes internos de las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3.

10 [0127] Durante el procedimiento de sincronización 104, la unidad de control CU de un seccionador predefinido (por ejemplo el seccionador 1) que funciona como dispositivo maestro y cambia en el modo de transmisión para difundir paquetes de datos de sincronización TF para un periodo de tiempo dado (por ejemplo durante 100 ciclos de reloj de su reloj interno).

[0128] Las unidades de control CU de los otros seccionadores 2,3 cambian en un modo de recepción para recibir los paquetes de datos de sincronización TF.

15 [0129] Las unidades de control de los seccionadores 2,3 sincronizan sus relojes internos en la base a los paquetes de datos de sincronización TF recibidos.

20 [0130] Si la incidencia de evento de fallo se determina por la unidad de control CU de al menos un seccionador 1, 2, 3 durante la ejecución del procedimiento de sincronización 104, las unidades de control CU de los seccionadores 1, 2, 3 paran el procedimiento de sincronización y ejecutan uno de los procedimientos de gestión 102 o 103 dependiendo de las condiciones operativas de la red de distribución de potencia NET.

25 [0131] En otro aspecto, la presente invención se refiere a un método para seccionar los conductores de fase de una red de distribución de potencia eléctrica multifase NET.

[0132] El método de la invención comprende un paso de proporcionar la pluralidad de seccionadores 1, 2, 3, cada seccionador estando asociado operativamente a un conductor de fase relacionada.

30 [0133] Como se ha descrito anteriormente, cada seccionador 1, 2, 3 comprende los medios de conmutación S para seccionar un conductor de fase relacionada y una unidad de control CU que es capaz de controlar los medios de conmutación S y de comunicación inalámbrica con dispositivos remotos.

35 [0134] Preferiblemente, la unidad de control CU comprende los medios de procesamiento digital P y un módulo de comunicación que se conecta operativamente con dichos medios de procesamiento.

[0135] El método de la invención comprende los pasos de ejecutar el procedimiento de condición normal 101, si la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 determina la incidencia de condiciones normales para la red de distribución de potencia NET;

- 40
- ejecutar el procedimiento sin seccionado 102, si la unidad de control de un seccionador determina la incidencia de un evento fallido y la incidencia de condiciones sin seccionado para la red de distribución de potencia NET;
  - ejecutar el procedimiento de seccionado 103, si la unidad de control de un seccionador determina la incidencia de un evento fallido y la incidencia de condiciones de seccionado para la red de distribución de potencia NET.
- 45

[0136] Preferiblemente, el método de la invención comprende el paso de ejecución del procedimiento de sincronización 104.

50 [0137] Preferiblemente, durante el procedimiento de sincronización 104 la unidad de control de un seccionador predefinido 1 cambia al modo de transmisión para difundir paquetes de datos de sincronización TF para un periodo de tiempo predeterminado;

las unidades de control de los otros seccionadores 2, 3 reciben los paquetes de datos de sincronización TF de la unidad de control del seccionador predefinido 1 y sincronizan sus relojes internos en base a los paquetes de datos de sincronización TF.

55 [0138] Preferiblemente, el método de la invención comprende el paso de ejecución del procedimiento de determinación 105.

60 [0139] Preferiblemente, durante el procedimiento de condición normal 101, la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 cambia por turnos en el modo de transmisión para un primer marco de tiempo predefinido T1 y cambia por turnos en el modo apagado para un segundo marco de tiempo predefinido T2.

65 [0140] Preferiblemente, la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 ejecuta un ciclo de conmutación entre el modo de transmisión y modo apagado, que tiene un valor de ciclo de trabajo  $DC = T1/(T1+T2)$  que es menor de 2%, donde T1, T2 son los primeros y segundos marcos temporales.

[0141] Preferiblemente, durante el procedimiento sin seccionado 102 todas las unidades de control de los seccionadores 1, 2, 3 simultáneamente cambian al modo de recepción para un tercer marco de tiempo predefinido T3. Preferiblemente, después de que el tercer marco de tiempo T3 haya transcurrido, la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 cambia por turnos en el modo de transmisión para un cuarto marco de tiempo predefinido T4;  
5 La unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 cambia por turnos al modo de recepción para un quinto marco de tiempo predefinido T5.

[0142] Preferiblemente, durante el procedimiento de seccionado 103 la unidad de control del seccionador 2 que ha determinado la incidencia del evento fallido cambia al modo de transmisión para difundir paquetes de datos con  
10 petición de desconexión TRQ para un sexto marco de tiempo predefinido T6;  
la unidad de control del seccionador 2 que ha determinado la incidencia de los interruptores de evento fallido en el modo de recepción para esperar paquetes de datos de respuesta ACK1 o ACK2 de las unidades de control de los otros seccionadores 1, 3 para un séptimo marco de tiempo predefinido T7;  
15 la unidad de control del seccionador 2 que ha determinado la incidencia del evento fallido en el modo de transmisión para difundir paquetes de datos con interrupciones de desconexión TRA, si se reciben paquetes de datos de respuesta negativa ACK2 o paquetes de datos sin respuesta de las unidades de control de los otros seccionadores 1, 3 en el séptimo marco de tiempo T7; o la unidad de control de cada seccionador 1, 2, 3 ordena la seccionación del conductor de fase relacionada L1, L2, L3 en el instante de intervención TI, si no se difunden paquetes de datos con interrupción de conexión TRA mediante la unidad de control del seccionador 2 que ha determinado la incidencia del  
20 evento fallido antes del instante de intervención TI.

[0143] El aparato y método, según la invención, tienen ventajas destacables con respecto al estado de la técnica.

[0144] En condiciones operativas normales de la red de distribución de potencia, las unidades de control de los seccionadores son capaces de proporcionar cíclicamente datos relacionados con sus condiciones de funcionamiento y/o relacionados con el estado de la red de distribución de potencia.  
25

[0145] Las unidades de control de los seccionadores operan con unos valores de ciclo de trabajo muy bajos, que permiten obtener un ahorro de energía destacable e impedir colisiones de paquete de datos.  
30

[0146] En condiciones operativas fallidas para la red de distribución de potencia, un mecanismo eficaz y robusto (procedimientos 102 y 103) se proporciona para gestionar de la operación de los seccionadores, que operan en correlación estricta con el estado real de la red de distribución de potencia.

[0147] Tal mecanismo de gestión tiene además el beneficio de que un muy pequeño número de paquetes de datos necesita ser intercambiado entre las unidades de control de los seccionadores.  
35

[0148] De hecho, este mecanismo gestión permite reducir notablemente el número total de mensajes intercambiados entre los seccionadores (dicho número se reduce a tres mensajes en un mejor de los casos)  
40

[0149] Los seccionadores pueden así operar de una manera de fiable, incluso si se producen condiciones operativas severas para la red de distribución de energía o incluso si criticidades de tiempo severas están presentes.

[0150] El equipo y método, según la invención, está adaptado particularmente para emplearse en las redes de distribución de potencia digitalmente habilitadas (redes eléctricas inteligentes).  
45

[0151] Además, proporcionan conectividad mejorada con sistemas de supervisión o dispositivos operativamente asociados a la red de distribución de potencia.

Esto permite reducir costes de gestión defectuosa y permite recoger datos relacionados con las operaciones de los seccionadores y de la red de distribución de potencia con un nivel más alto de granularidad.  
50

[0152] El equipo y método, según la invención, son de realización relativamente fácil y rentable a nivel industrial e implementación práctica en el campo.  
55

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato (50) para el seccionado de los conductores de fase (L1, L2; L3) de una red de distribución de potencia eléctrica multifase (NET) que comprende una pluralidad de seccionadores (1, 2, 3), siendo cada seccionador asociado operativamente a un conductor de fase relacionada y que comprende medios de conmutación (S) para el seccionado del conductor de fase relacionada y una unidad de control (CU) que es capaz de comunicarse de forma inalámbrica con otros dispositivos remotos;
- 5 **caracterizado por el hecho de que** las unidades de control de dichos seccionadores (1, 2, 3):
- ejecutan un procedimiento de condición normal (101), si la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) determina la incidencia de condiciones normales para dicha red de distribución de potencia, durante dicho procedimiento de condición normal la unidad de control de cada seccionador (1, 2,3) cambiando por turnos entre un modo de transmisión, donde dicha unidad de control difunde los primeros paquetes de datos (DP<sub>1</sub>) relacionados con sus condiciones de funcionamiento y/o las condiciones de funcionamiento de la red de distribución de potencia, y modo apagado, donde dicha unidad de control no transmite ni recibe paquetes de datos de las unidades de control de los otros seccionadores;
  - ejecutan un procedimiento sin seccionado (102), si la unidad de control de un seccionador (2) determina la incidencia de un evento fallido y la incidencia de condiciones sin seccionado para dicha red de distribución de potencia, durante dicho procedimiento sin seccionado la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) cambia por turnos entre un modo de transmisión, donde dicha unidad de control difunde los segundos paquetes de datos (DP<sub>2</sub>) relacionados con sus condiciones de funcionamiento y/o las condiciones de funcionamiento de la red de distribución de potencia, y un modo de recepción, donde dicha unidad de control espera recibir los segundos paquetes de datos (DP<sub>2</sub>) difundidos por las unidades de control de los otros seccionadores;
  - ejecutan un procedimiento de seccionado (103), si la unidad de control de un seccionador (2) determina la incidencia de un evento defectuoso y la incidencia de condiciones de seccionado para dicha red de distribución de potencia, durante dicho procedimiento de seccionado la unidad de control que ha determinado la incidencia de dicho evento fallido coordinando las unidades de control de los otros seccionadores (1, 3), de modo que las unidades de control de dichos seccionadores (1, 2,3) sincrónicamente ordenan la seccionación de los conductores de fase (L1, L2; L3) de dicha red de distribución de potencia en un tiempo de intervención predeterminado (TI).
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
2. Aparato, según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** las unidades de control de dichos seccionadores (1, 2,3) ejecutan un procedimiento de sincronización (104) para sincronizar sus relojes internos.
- 35
3. Aparato, según la reivindicación 2, **caracterizado por el hecho de que**, durante dicho procedimiento de sincronización:
- la unidad de control de un seccionador predefinido (1) interruptores en un modo de transmisión para difundir paquetes de datos de sincronización (TF) para un periodo de tiempo predeterminado;
  - las unidades de control de los otros seccionadores (2, 3) cambian en un modo de recepción para recibir dichos paquetes de datos de sincronización (TF) y sincronizar sus relojes internos en base a dichos paquetes de datos de sincronización (TF).
- 40
4. Aparato, según unas o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por el hecho de que** las unidades de control de dichos seccionadores (1, 2, 3) ejecutan un procedimiento de determinación (105), durante dicho procedimiento de determinación la unidad de control de cada seccionador (1, 2,3) adquiere datos (DS) relacionados con el estado operativo de dicha red de distribución de potencia y determina las condiciones de funcionamiento de dicha red de distribución de potencia.
- 45
5. Aparato, según una o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por el hecho de que**, durante dicho procedimiento de condición normal (101), la unidad de control de cada seccionador (1, 2,3) cambia por turnos al modo de transmisión para difundir dichos primeros paquetes de datos (DP<sub>1</sub>) para un primer marco de tiempo predefinido (T1) y cambia por turnos al modo apagado para un segundo marco de tiempo predefinido (T2), la unidad de control de cada seccionador (1, 2,3) realizando un ciclo de conmutación entre dicho modo de transmisión y dicho modo apagado, que tiene un valor de ciclo de trabajo DC = T1/(T1+T2) que es menor de 2%, donde T1, T2 son dichos primer y segundo marco de tiempo.
- 50
- 55
6. Aparato, según una o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por el hecho de que**, durante dicho procedimiento sin seccionado (102):
- todas las unidades de control de dichos seccionadores (1, 2, 3) simultáneamente cambian en un modo de recepción para un tercer marco de tiempo predefinido (T3);
  - y después de que dicho tercer marco temporal (T3) haya transcurrido:
  - la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) cambia por turnos al modo de transmisión para difundir dicho segundo paquete de datos (DP<sub>2</sub>) para un cuarto marco de tiempo predefinido (T4);
  - la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) cambia por turnos a un modo de recepción para recibir dicho segundo paquete de datos (DP<sub>2</sub>) para un quinto marco de tiempo predefinido (T5).
- 60
- 65

7. Aparato, según una o más de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por el hecho de que** durante dicho procedimiento de seccionado (103):

- la unidad de control que ha determinado la incidencia de dicho evento fallido cambia a un modo de transmisión para difundir paquetes de datos con petición de desconexión (TRQ) para un sexto marco de tiempo predefinido (T6);

- la unidad de control que ha determinado la incidencia de dicho evento fallido cambia en un modo de recepción esperando paquetes de datos de respuesta (ACK1; ACK2) de las unidades de control de los otros seccionadores (1,3) para un séptimo marco de tiempo predefinido (T7);

- la unidad de control que ha determinado la incidencia de dicho evento fallido cambia a un modo de transmisión para difundir paquetes de datos con interrupción de desconexión (TRA), si los paquetes de datos de respuesta negativa (ACK2) o paquetes de datos sin respuesta son recibidos de las unidades de control de los otros seccionadores (1,3) dentro de dicho séptimo marco de tiempo (T7); o

- la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) ordena la seccionación del conductor de fase relacionada (L1, L2; L3) en dicho instante de intervención (TI), si no se difunden paquetes de datos con interrupción de desconexión (TRA) mediante la unidad de control que ha determinado la incidencia de dicho evento fallido antes de dicho instante de intervención (TI).

8. Método para seccionar los conductores de fase (L1, L2; L3) de una red de distribución de potencia eléctrica multifase (red) que comprende el paso de:

- proporcionar una pluralidad de seccionadores (1, 2, 3), cada seccionador estando asociado operativamente a un conductor de fase relacionada y que comprende medios de conmutación (S) para el seccionado del conductor de fase relacionada y una unidad de control (CU) que es capaz de controlar dichos medios de conmutación y es capaz de comunicarse de forma inalámbrica con otros dispositivos remotos;

**caracterizado por el hecho de que** este comprende los pasos de:

- ejecutar un procedimiento de condición normal (101), si la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) determina la incidencia de condiciones normales para dicha red de distribución de potencia, durante dicho procedimiento de condición normal la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) cambia por turnos entre un modo de transmisión, donde dicha unidad de control difunde el primer paquete de datos (DP<sub>1</sub>) relacionados con sus condiciones de funcionamiento y/o las condiciones de funcionamiento de la red de distribución de potencia, y un modo apagado, donde dicha unidad de control no transmite ni recibe paquetes de datos de las unidades de control de los otros seccionadores;

- ejecutar un procedimiento sin seccionado (102), si la unidad de control de un seccionador (2) determina la incidencia de un evento fallido y la incidencia de condiciones sin seccionado para dicha red de distribución de potencia, durante dicho procedimiento sin seccionado la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) cambia por turnos entre un modo de transmisión, donde dicha unidad de control difunde el segundo paquete de datos (DP<sub>2</sub>) relacionados con sus condiciones de funcionamiento y/o las condiciones de funcionamiento de la red de distribución de potencia, y un modo de recepción, donde dicha unidad de control espera recibir el segundo paquete de datos (DP<sub>2</sub>) difundidos por las unidades de control de los otros seccionadores;

- ejecutar un procedimiento de seccionado (103), si la unidad de control de un seccionador (2) determina la incidencia de un evento fallido y la incidencia de condiciones de seccionado para dicha red de distribución de potencia, durante dicho procedimiento de seccionado la unidad de control ha determinado la incidencia de dicho evento fallido coordinando las unidades de control de los otros seccionadores (1, 3), de modo que las unidades de control de dichos seccionadores (1, 2, 3) sincrónicamente ordenan la seccionación de los conductores de fase (L1, L2; L3) de dicha red de distribución de potencia en un tiempo de intervención predeterminado (TI), si esto es posible.

9. Método, según la reivindicación 8, **caracterizado por el hecho de que** este comprende el paso de ejecución de un procedimiento de sincronización (104), donde las unidades de control de dichos seccionadores (1, 2, 3) sincronizan sus relojes internos.

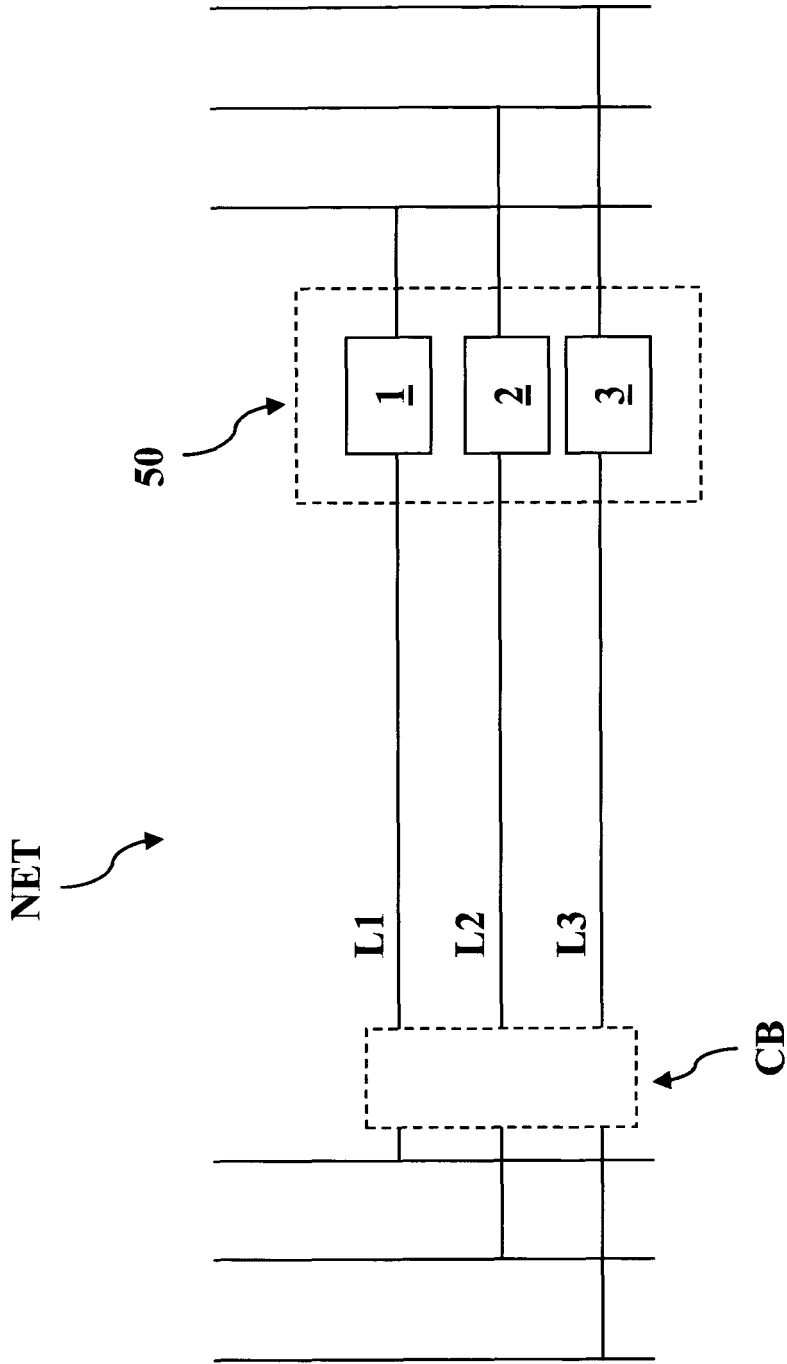
10. Método, según la reivindicación 9, **caracterizado por el hecho de que** durante dicho procedimiento de sincronización:

- la unidad de control de un seccionador predefinido (1) cambia a un modo de transmisión para difundir paquetes de datos de sincronización (TF) para un periodo de tiempo predeterminado;

- las unidades de control de los otros seccionadores (2, 3) cambian a un modo de recepción para recibir dichos paquetes de datos de sincronización (TF) y sincronizan sus relojes internos en base a dichos paquetes de datos sincronizados (TF).

11. Método, según una o más de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado por el hecho de que** este comprende el paso de ejecución de un procedimiento de determinación (105), durante dicho procedimiento de determinación la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) adquiere datos (DS) relacionados con el estado operativo de dicha red de distribución de potencia y determina las condiciones de funcionamiento de dicha red de distribución de potencia.

- 5 12. Método, según una o más de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizado por el hecho de que**, durante dicho procedimiento de condición normal (101), la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) cambia por turnos en el modo de transmisión para difundir dicho primer paquete de datos (DP<sub>1</sub>) para un primer marco de tiempo predefinido (T1) y cambia por turnos en modo apagado para un segundo marco de tiempo predefinido (T2), la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) realizando un ciclo de conmutación entre dicho modo de transmisión y dicho modo apagado, que tiene un valor de ciclo de trabajo DC = T1/(T1+T2) que es menor de 2%, donde T1, T2 son dichos primer y segundo marco temporal.
- 10 13. Método, según una o más de las reivindicaciones 8 a 12, **caracterizado por el hecho de que**, durante dicho procedimiento sin seccionado (102):
- todas las unidades de control de dichos seccionadores (1, 2, 3) cambian por turnos en el modo de recepción para un tercer marco de tiempo predefinido (T3);
  - después de que dicho tercer marco temporal (T3) haya transcurrido:
  - 15 - la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) cambia por turnos al modo de transmisión para difundir dicho segundo paquete de datos (DP<sub>2</sub>) para un cuarto marco de tiempo predefinido (T4);
  - la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) cambia por turnos al modo de recepción para recibir dicho segundo paquete de datos (DP<sub>2</sub>) para un quinto marco de tiempo predefinido (T5).
- 20 14. Método, según una o más de las reivindicaciones 8 a 13, **caracterizado por el hecho de que**, durante dicho procedimiento de seccionado (103):
- la unidad de control del seccionador (2) que ha determinado la incidencia de dicho evento fallido cambia a un modo de transmisión para difundir paquetes de datos con petición de desconexión (TRQ) para un sexto marco de tiempo predefinido (T6);
  - 25 - la unidad de control que ha determinado la incidencia de dicho evento fallido cambia a un modo de recepción para esperar paquetes de datos de respuesta (ACK1; ACK2) de las unidades de control de los otros seccionadores (1,3) para un séptimo marco de tiempo predefinido (T7);
  - la unidad de control que ha determinado la incidencia de dicho evento fallido cambia a un modo de transmisión para difundir paquetes de datos con interrupción de desconexión (TRA), si se reciben paquetes de datos de respuesta negativa (ACK2) o paquetes de datos sin respuesta de las unidades de control de los
  - 30 otros seccionadores (1, 3) dentro de dicho séptimo marco de tiempo (T7); o
  - la unidad de control de cada seccionador (1, 2, 3) ordena la seccionación del conductor de fase relacionada (L1, L2; L3) a dicho instante de intervención (TI), si no se difunden paquetes de datos con interrupción de desconexión (TRA) mediante la unidad de control que ha determinado la incidencia de dicho evento fallido antes dicho instante de intervención (TI).
  - 35



**FIG. 1**

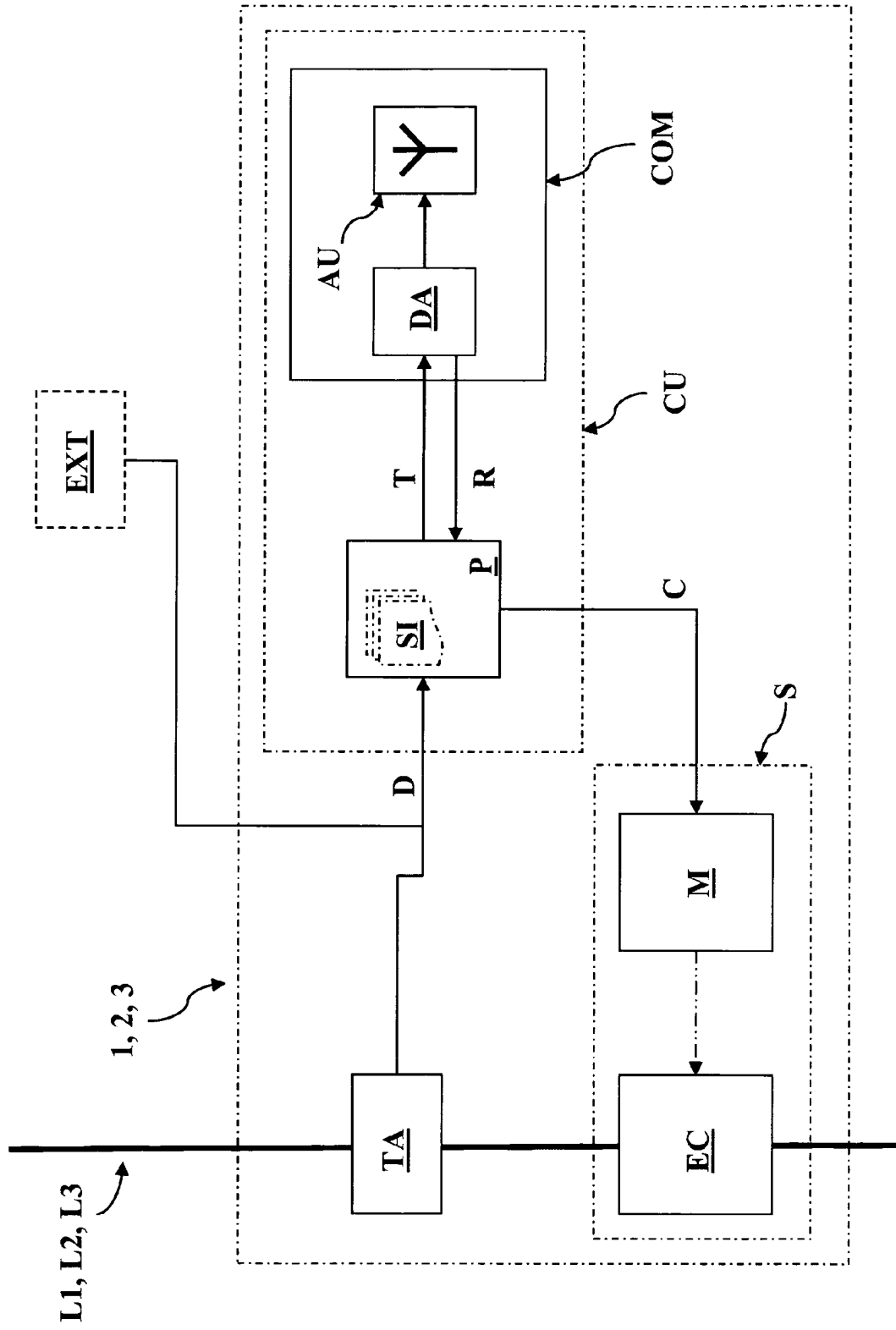


FIG. 2



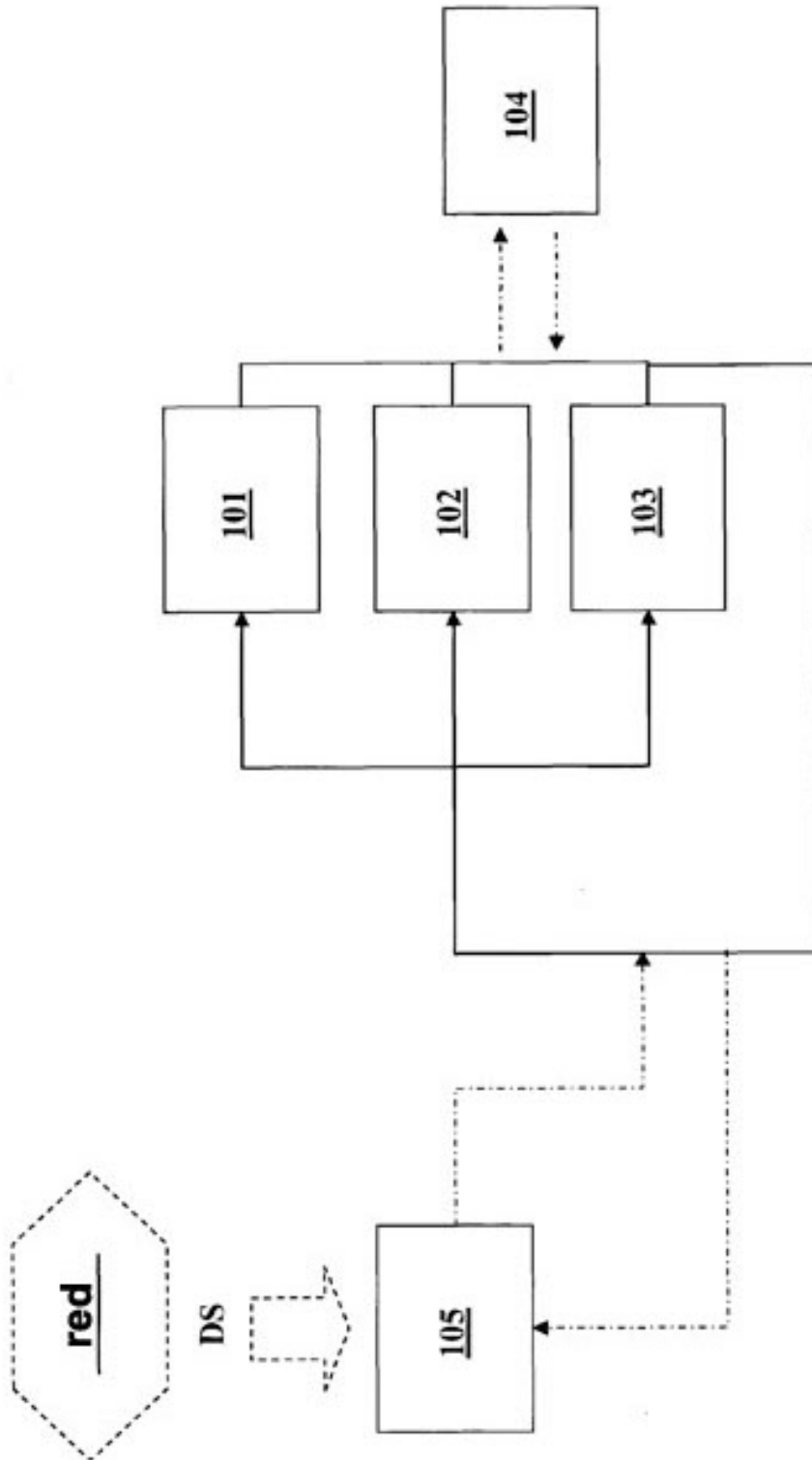


FIG. 3

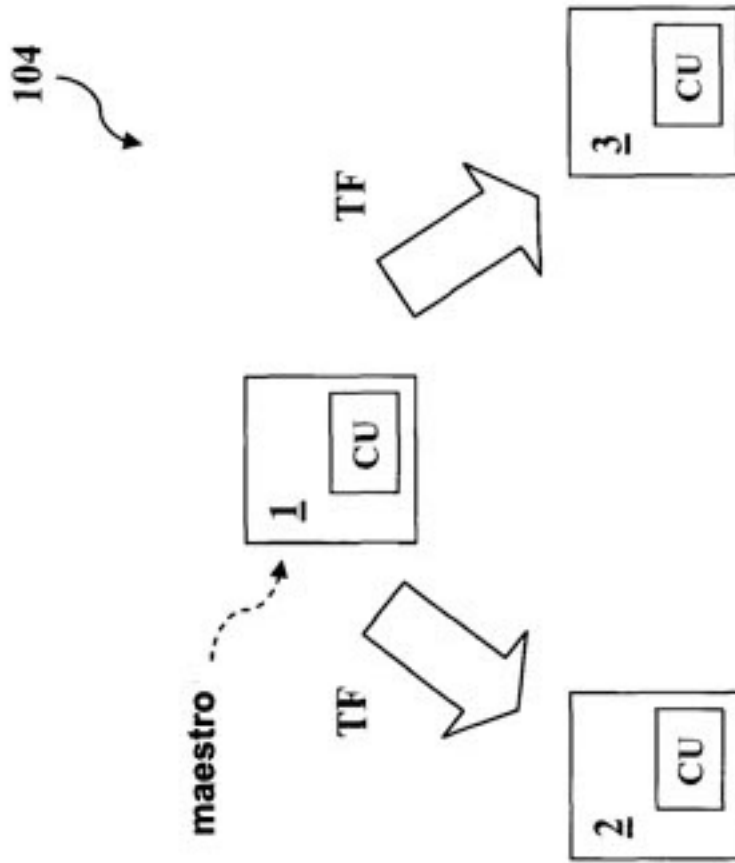


FIG. 4

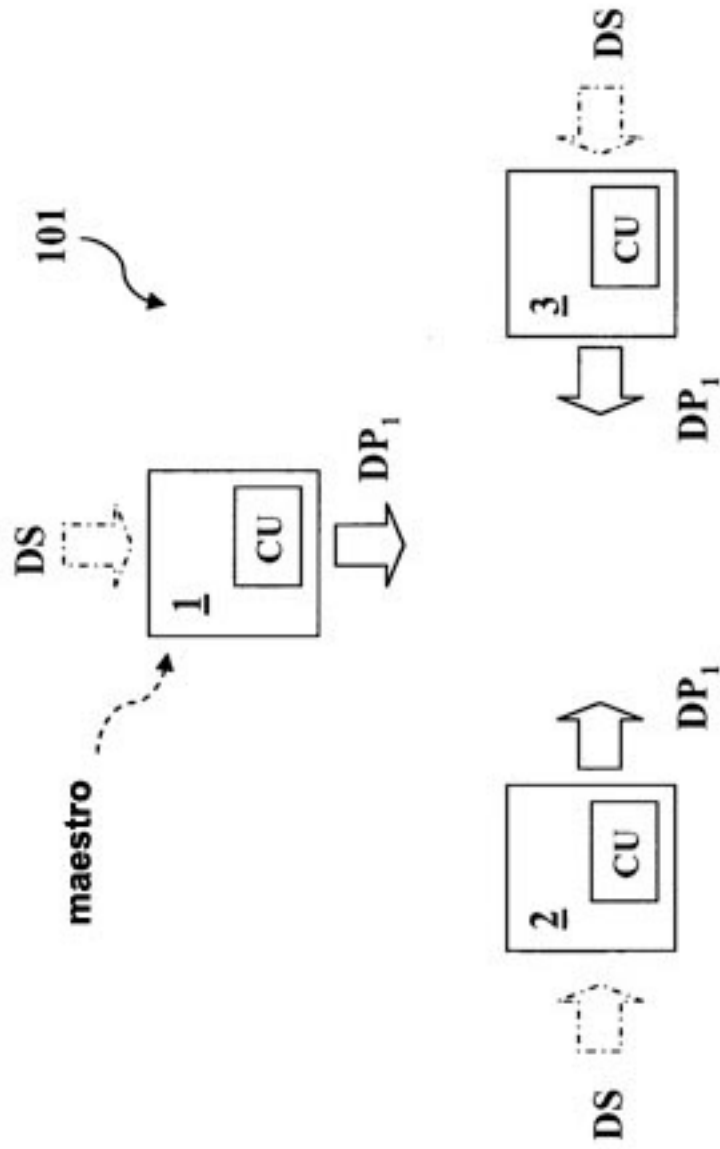


FIG. 5

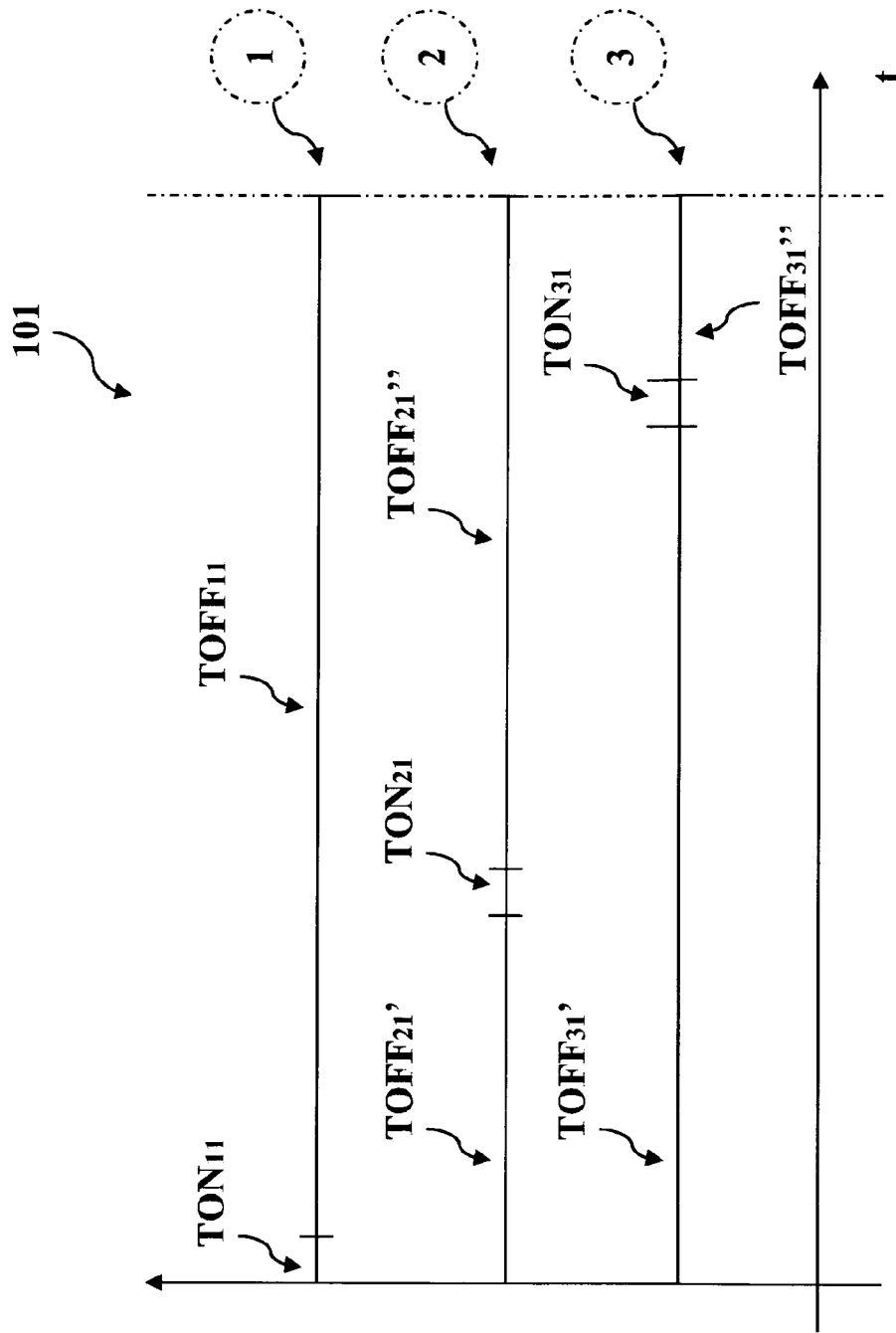
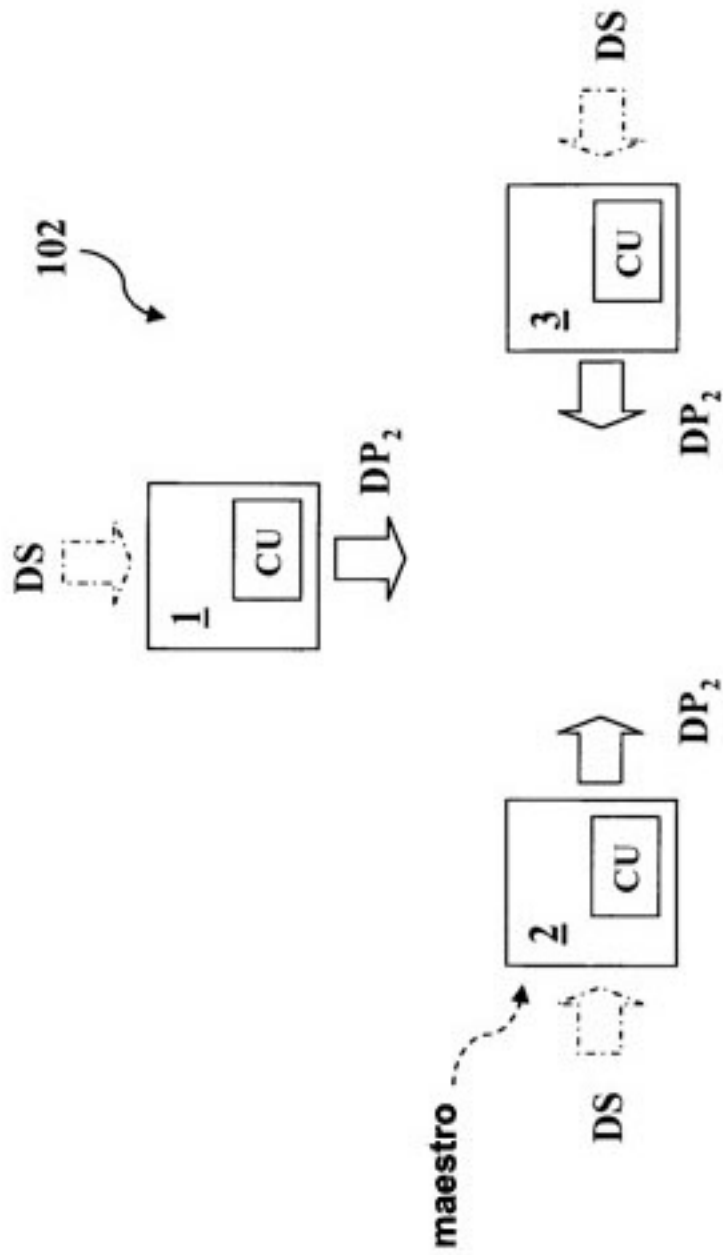


FIG. 6



**FIG. 7**

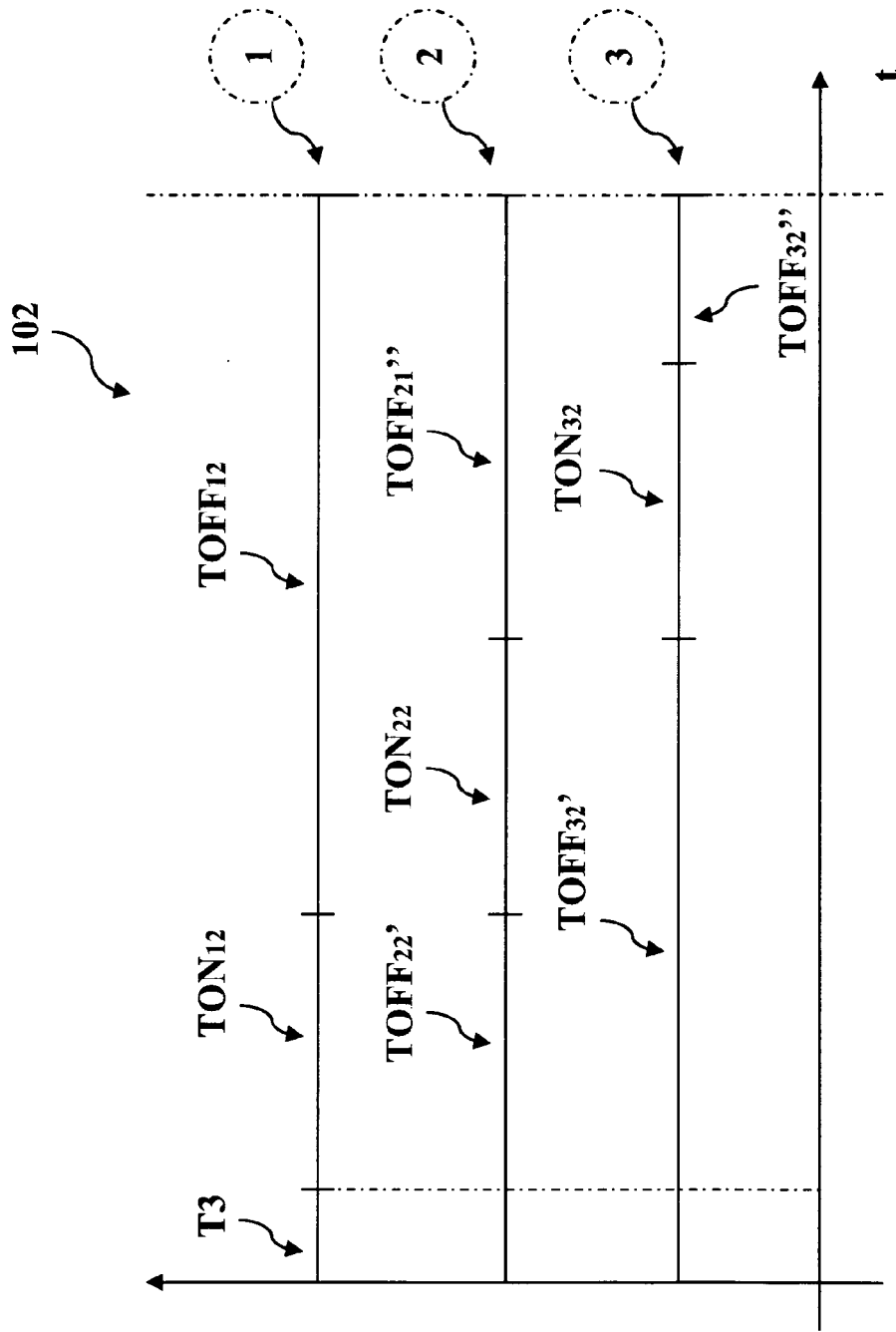


FIG. 8

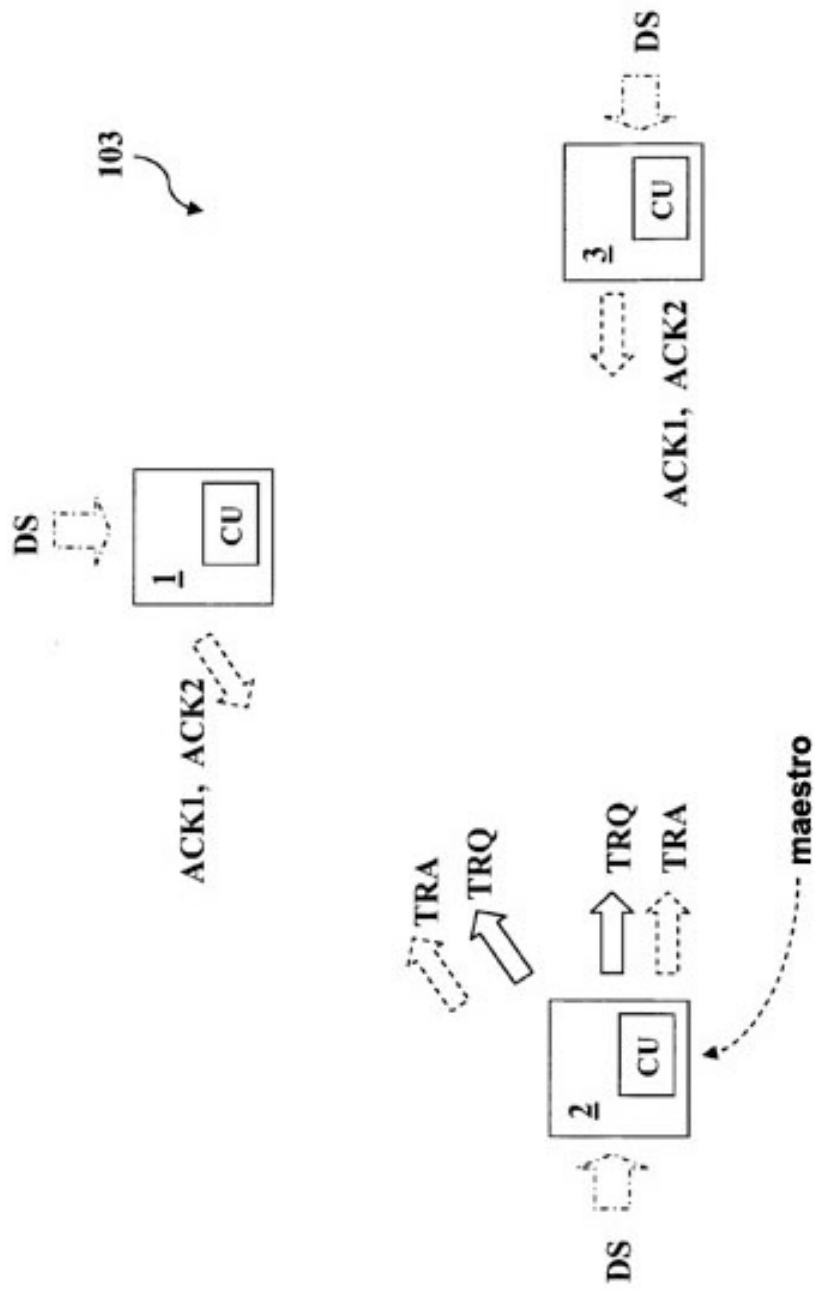


FIG. 9

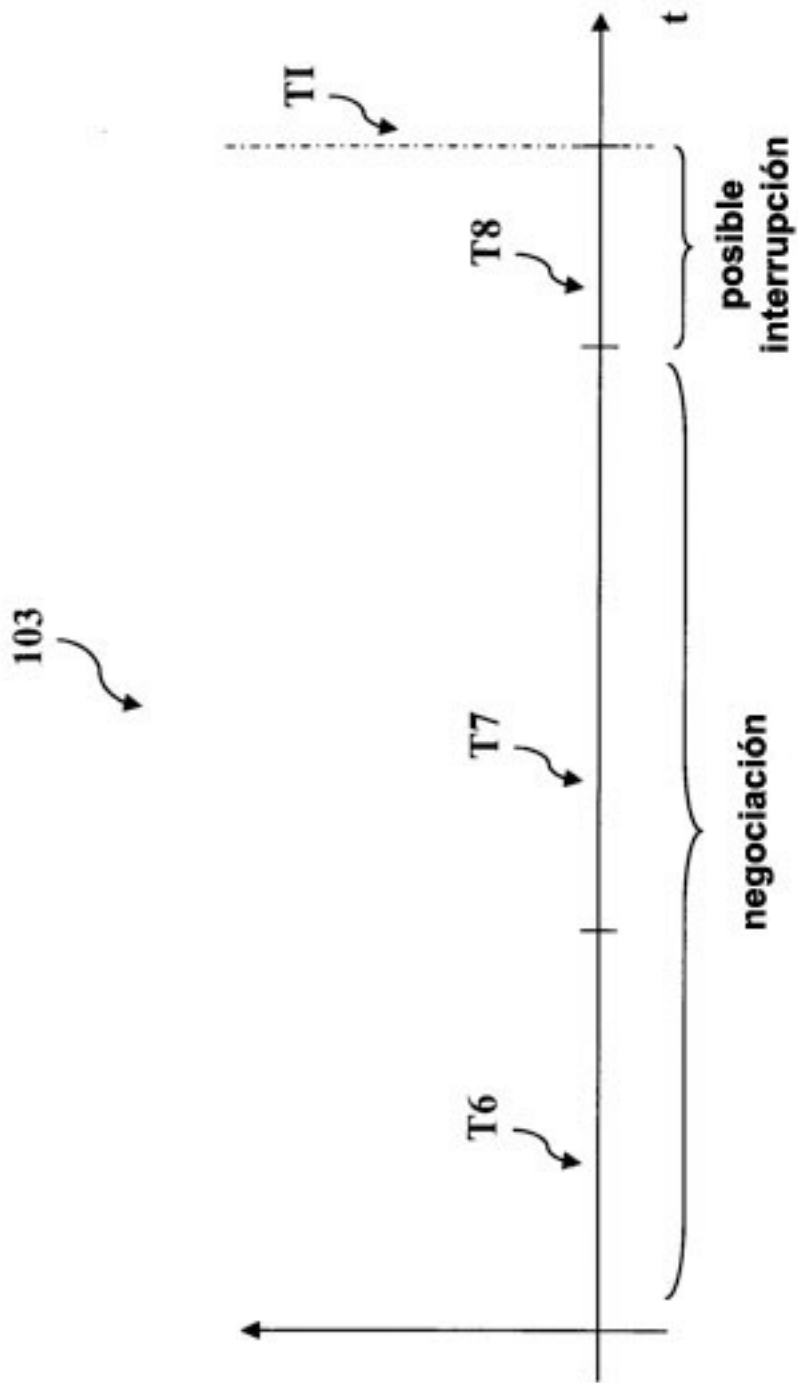


FIG. 10