

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

División de Nuevas Creaciones.

E. S. D.

Expediente: **NC2016/0005605**
Actuación: **Respuesta a requerimiento Art. 38.**
Oficio No. 16122 del 27 de diciembre de 2016.
Título: **RELÉ DE PROTECCIÓN DE FERRORESONANCIA**
SECUNDARIA EN CCVT (COUPLING CAPACITOR
VOLTAGE TRANSFORMER)
Solicitantes: **INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.**

Respetados Señores,

LOLA KANDELAFT, identificada civil y profesionalmente como aparece al pie de mi firma, con domicilio y residencia en la ciudad de Bogotá D.C., obrando en calidad de apoderada de los señores **INGENIERÍA ESPECIALIZADA S.A.**, y en cumplimiento de lo dispuesto por los artículos 38 y 39 de la Decisión 486, procedo a dar respuesta a las observaciones hechas por la Entidad relacionadas a la solicitud de patente de invención de la referencia de la siguiente manera:

I. Reivindicaciones (Artículo 30 D. 486)

Respecto de las objeciones elevadas por el Despacho, es preciso recordar que el artículo 38 de la Decisión 486 de 2000 establece que en el examen de forma se examinará si la solicitud *"cumple con los requisitos de forma previstos en los artículos 26 y 27"*, los cuales corresponden a:

"Artículo 26.- *La solicitud para obtener una patente de invención se presentará ante la oficina nacional competente y deberá contener lo siguiente:*

a) el petitorio;



- b) la descripción;*
- c) una o más reivindicaciones;*
- d) uno o más dibujos, cuando fuesen necesarios para comprender la invención, los que se considerarán parte integrante de la descripción;*
- e) el resumen;*
- f) los poderes que fuesen necesarios;*
- g) el comprobante de pago de las tasas establecidas;*
- h) de ser el caso, la copia del contrato de acceso, (...)*
- i) de ser el caso, la copia del documento que acredite la licencia o autorización de uso de los conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas, afroamericanas o locales de los Países Miembros (...)*
- j) de ser el caso, el certificado de depósito del material biológico; y,*
- k) de ser el caso, la copia del documento en el que conste la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante.*

Artículo 27.- *El petitorio de la solicitud de patente estará contenido en un formulario y comprenderá lo siguiente:*

- a) el requerimiento de concesión de la patente;*
- b) el nombre y la dirección del solicitante;*
- c) la nacionalidad o domicilio del solicitante. Cuando éste fuese una persona jurídica, deberá indicarse el lugar de constitución;*
- d) el nombre de la invención;*
- e) el nombre y el domicilio del inventor, cuando no fuese el mismo solicitante;*
- f) de ser el caso, el nombre y la dirección del representante legal del solicitante;*
- g) la firma del solicitante o de su representante legal; y,*
- h) de ser el caso, la fecha, el número y la oficina de presentación de toda solicitud de patente u otro título de protección que se hubiese presentado u obtenido en el extranjero por el mismo solicitante o su causante y que se refiera total o parcialmente a la misma invención reivindicada en la solicitud presentada en el País Miembro.”*



Si bien es cierto, ninguno de los anteriores requisitos está referido en el Oficio 16122 de 2016 emitido por la Entidad, es voluntad de los solicitantes hacer precisión frente a las objeciones trasladadas por el Despacho.

En primer lugar, frente a la objeción de la Entidad según la cual *"las reivindicaciones 2 y 3 que son de producto se encuentran definidas en términos de un procedimiento"*, se modifica el capítulo reivindicatorio de manera que las reivindicaciones de método 2 y 3 se plantean como independientes en las reivindicaciones modificadas 7 y 8, acogiendo la sugerencia del Despacho, esto sin ampliar materia, toda vez que encuentra sustento en el capítulo descriptivo, específicamente en las páginas 7 y 10.

Por otra parte, respecto de la afirmación de la Entidad según la cual *"las reivindicaciones 1 a 3 hacen mención de un algoritmo, el cual se considera materia no patentable"*, se modifica el capítulo descriptivo y reivindicatorio, toda vez que el objeto de la invención no corresponde a un algoritmo, sino a un método de procesamiento de datos. El método de la invención no es un algoritmo, pues si bien comprende una secuencia de pasos, no es el objeto de la solicitud un lenguaje de programación, ni una programación en sí misma. Específicamente, se mantiene el método presentado inicialmente en la solicitud, representado en la Figura 2, sin alterar ninguno de los pasos, aclarando que el método corresponde específicamente a *"un método de procesamiento de datos para la detección y amortiguamiento del fenómeno de ferresonancia"*, de manera que se acoge la sugerencia del Despacho, esto sin ampliar materia, cumpliendo así con los requisitos establecidos en el artículo 34 de la Decisión 486 de 2000.

En cuanto a la objeción según la cual la frase *"bloque de muestreo de señal"* de la reivindicación 1 es de *"carácter general"*, vale la pena señalar que no lo es, ni propone de forma imprecisa el objeto de la invención, por el contrario, corresponde a una razonable generalización de las características de la invención, ya que corresponde a un término ampliamente conocido por la persona del oficio normalmente versada en la materia, quien con dicha información puede reproducir el objeto de la invención. Ahora bien, frente al término "bloque", se modifica haciendo énfasis en que el mismo corresponde al bloque de muestreo de señal. Asimismo, se cambia el término "bloque de procesamiento" por el término



“procesadores”, siendo el término más adecuado, evitando la imprecisión que pudiera generar el término “bloque”, de manera que se acoge la sugerencia del Despacho, esto sin ampliar materia, cumpliendo así con los requisitos establecidos en el artículo 34 de la Decisión 486 de 2000.

Así las cosas, se considera haber dado plena respuesta a las objeciones por la presunta falta de claridad planteadas por la Entidad.

II. PETICIONES

Por lo anteriormente expuesto, y tras haber dado cumplimiento a los requisitos señalados en los artículos 26 y 27 de la Decisión 486 de 2000, comedidamente solicito:

- 2.1.** Que se acepten los argumentos frente a la presunta falta de claridad el capítulo reivindicatorio ya que se cumplieron las indicaciones de forma.
- 2.2.** Que se acepte el capítulo descriptivo modificado.
- 2.3.** Que se acepte el capítulo reivindicatorio modificado.
- 2.4.** Que se le dé continuidad al trámite relacionado a la solicitud.
- 2.5.** En consecuencia, que se publique inmediatamente la solicitud en la Gaceta de la Propiedad Intelectual, o la que haga sus veces.

III. NOTIFICACIONES.

Los solicitantes y la suscrita, recibiremos notificaciones en la Secretaría de su Despacho y en la Carrera 5 # 66-17 de Bogotá D. C.

Cordialmente,
muñoz^oabogados

LOLA KANDELAFT.
C.E. 423.178
T.P. 233.326 del C.S. de la J.



PATENTE DE INVENCION

RELÉ DE PROTECCIÓN DE FERRORESONANCIA SECUNDARIA EN CCVT (COUPLING CAPACITOR VOLTAGE TRANSFORMER)

RESUMEN

La presente invención está relacionada con un sistema para la detección y amortiguamiento de los efectos del fenómeno de ferresonancia secundaria en transformadores de tensión capacitivos (CCVTs) a través del análisis en frecuencia de la señal de salida del lado de baja del transformador. Se suprimen los efectos del fenómeno mediante una carga de amortiguamiento manejada a través de un relé de estado sólido, cuya conmutación es controlada por el resultado del análisis en frecuencia. El sistema está dirigido a detectar el fenómeno de ferresonancia de manera confiable, mediante un sistema digital, para conectar la carga de amortiguamiento de manera segura solo cuando sea estrictamente necesario.

SECTOR TECNOLÓGICO:

La presente invención se encuentra dentro del sector de la ingeniería eléctrica, relacionado con sistemas de protección para elementos de redes de alta tensión a través de la conmutación automática ante condiciones especiales de operación, más específicamente a un sistema de protección para CCVTs frente al fenómeno de ferresonancia secundaria a través de la conmutación de una carga de amortiguamiento determinada por el procesamiento y análisis de la señal de salida de dicho transformador.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION:

La ferresonancia corresponde a un fenómeno que se da en circuitos donde existen inductancias con comportamiento no lineal (asociado al fenómeno de saturación del núcleo), fuentes de alimentación con salida capacitiva y condiciones de operación con



perturbaciones, principalmente procesos de conexión/desconexión. El fenómeno se caracteriza por tener tensiones y corrientes de salida de gran magnitud, respecto a las magnitudes de operación normales, de manera sostenida, que pueden causar daños físicos en el transformador si este no se encuentra protegido o si la protección es insuficiente.

El fenómeno fue descrito por vez primera en 1907 por Joseph Benethod, inicialmente como la resonancia asociada a un transformador. Posteriormente en 1920, Paul Bocherot, mencionó por primera vez que el fenómeno aparecía en circuitos que incluían resistencias, inductancias no lineales y condensadores¹. A partir de ese momento, se han buscado diferentes estrategias para diagnosticar de manera oportuna el fenómeno y mitigar o eliminar sus efectos sobre los transformadores en los que se presenta.

Una primera solución para mitigar los efectos de la ferresonancia y hacer que la carga de amortiguamiento sea utilizada de manera oportuna por un tiempo limitado se plantea en el documento de patente DE1068371A, en donde advierte la afectación de las señales de medición por efecto de dejar la carga de amortiguamiento conectada permanentemente. Para tal fin, divulga un circuito que busca mitigar el efecto de la ferresonancia a través de una carga de amortiguamiento que es conectada y desconectada a través de un generador de Hall, que determina una señal de conmutación. Esta conmutación se propone a través de interruptores.

Otra forma de mitigar los efectos del fenómeno de ferresonancia es la utilización del mismo fenómeno de saturación del transformador o inductancias adicionales, como la divulgada en el documento UST967008, en el que se dispone una configuración de divisor capacitivo entre la línea y el punto de referencia, en donde la caída más significativa de tensión se obtiene en el condensador que alimenta el devanado primario del transformador, formando un tap. Este documento muestra la

¹ Martínez, E.; Antonova, G.; Olguín, M.; *Ferresonance phenomenon in CFE, its origin and effects*; 66th Annual Conference for Protective Relay Engineers, 2013.



incorporación de un componente limitador de tensión correspondiente a una resistencia no lineal de óxido cerámico, encargada de fijar la tensión del tap que alimenta el devanado primario, en una magnitud inferior a la tensión en la que el núcleo del transformador entraría en ferresonancia.

Las propuestas de solución posteriores hacen uso de lo divulgado en los anteriores documentos de patente, desarrollando dispositivos semiconductores como alternativa para la conmutación de cargas de amortiguamiento y de esta manera ofrecer otras alternativas de mitigación de los efectos del fenómeno de ferresonancia.

Ejemplo de lo anterior es el documento ES482738A1, el cual divulga la disposición de un circuito magnéticamente acoplado con el devanado primario del transformador, en donde se disponen un elemento conmutador y una carga, de forma tal que cuando el núcleo del transformador entra en saturación, el elemento conmutador se cierra para alimentar la carga que tiene como fin desmagnetizar el núcleo y regresar el transformador a sus condiciones normales de operación. Esta misma adaptación puede hacerse en el lado de baja del transformador, siempre buscando disipar en forma de calor la energía excesiva entregada por el sistema en condición de ferresonancia.

Conforme aparecieron los procesadores y su uso se popularizó en diferentes aplicaciones, empezaron a ser utilizados dentro del diagnóstico y mitigación del fenómeno de ferresonancia, inicialmente como el elemento que determina el instante de conmutación (conexión/desconexión) de la carga de amortiguamiento. Por otra parte, en la medida en que procesadores y microcontroladores se hicieron más robustos y de mayor capacidad computacional, aparecieron en este campo de la técnica procesamientos más complejos que permitían tratar el fenómeno de ferresonancia desde puntos de vista diferentes.

Por ejemplo, el documento CN204271630 divulga un dispositivo para la eliminación de armónicos cuya activación del módulo se realiza comparando la magnitud de varias muestras de tensión por ciclo contra una referencia establecida. Si dicha magnitud es mayor durante más de dos ciclos consecutivos, se considera que existe la condición de ferresonancia y se genera una señal de activación que conecta/desconecta una carga



de amortiguamiento a través de un tiristor y activa unas señales de alarma. En caso de que el análisis sea negativo, realiza el análisis para los ciclos siguientes.

Hasta ese momento del estado de la técnica, la detección del fenómeno dependía de circuitos analógicos en su mayoría, aunque con algunos sistemas digitales como el anterior, que tomaban muestras de la señal y determinaban que las muestras tomadas sobrepasaran un umbral definido, para dar la orden de conexión/desconexión de la carga de amortiguamiento. Sin embargo, esas condiciones no siempre correspondían exactamente con la aparición del fenómeno de ferresonancia y el éxito de las soluciones propuestas dependía siempre de conocer el fenómeno en cada caso en el que se pudiera presentar, generando soluciones a la medida y que solo funcionan en el contexto para las cuales fueron diseñadas.

Por su parte, la inclusión de un procesador de datos permite implementar los conocimientos adquiridos en casi un siglo de estudio del fenómeno. Es así como se llegan a soluciones que buscan identificar el fenómeno y determinar de manera precisa el momento en que se debe conectar o desconectar la carga de amortiguamiento. En el documento CN204065239 se divulga un dispositivo que de manera simultánea identifica la aparición del fenómeno de ferresonancia en transformadores de acople inductivo y adicionalmente elimina la posibilidad de falla asociada. Este sistema comprende un controlador central, un módulo de procesamiento que ejecuta análisis de datos y un rectificador bipolar de tensión conectado entre dos devanados, en configuración delta abierto, siendo esta solución específica para transformadores de tensión inductivos. El rectificador está compuesto por cuatro diodos, un condensador, una resistencia lineal y un interruptor controlable. El análisis de la señal se realiza a través de la Transformada Hilbert-Huang (HHT), herramienta de análisis en frecuencia.

No obstante, las anteriores invenciones no permiten el diagnóstico y solución del problema de ferresonancia en el lado de baja tensión de los CCVTs.

La invención propuesta plantea una solución para diagnosticar la aparición del fenómeno de ferresonancia, más específicamente el fenómeno de ferresonancia secundaria, que se presenta en el lado de baja tensión de los CCVTs, utilizados en



medición de monitorización de líneas de alta tensión. La invención busca detectar dicho fenómeno de manera oportuna, para conectar la carga de amortiguamiento solo cuando sea necesario, evitando daños en el transformador, sin alterar la señal de medida del lado de baja tensión.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención corresponde a un sistema de detección y amortiguamiento de los efectos del fenómeno de ferresonancia secundaria, que se presenta en el lado de baja tensión de los CCVTs, que comprende un componente de procesamiento que caracteriza en frecuencia las muestras de la señal de salida del lado de baja tensión del transformador y verifica si está ocurriendo dicho fenómeno, sea en modo fundamental o en modo subarmónico. En caso afirmativo, se genera una señal de alerta y una señal de conmutación para la conexión/desconexión de una carga de amortiguamiento. La invención puede ser utilizada en sistemas trifásicos, a través de un único sistema para el extremo de la línea de transmisión.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS:

La Figura 1 muestra un diagrama esquemático que relaciona la conexión entre los diferentes componentes de la invención.

En la Figura 2 muestra el diagrama de bloques del método de procesamiento de datos para la detección y amortiguamiento de la ferresonancia.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención está relacionada con un sistema de detección y amortiguamiento de los efectos del fenómeno de ferresonancia secundaria en transformadores, específicamente en CCVTs, para operación trifásica en líneas de alta tensión, tal como se ilustra en la Figura 1, que comprende:



- Un bloque de muestreo de señal (4) al cual se conectan las señales provenientes del lado de baja tensión de cada uno de los CCVT, uno por cada fase (1, 2, 3);
- Procesadores (6) encargados del análisis de las señales de tensión de salida de cada CCVT (1, 2, 3) que han sido muestreadas por el bloque de muestreo de señal (4); de la ejecución método de procesamiento de datos para la detección y amortiguamiento del fenómeno de la ferresonancia, en donde dicho método de procesamiento de datos corresponde a un procesamiento en frecuencia haciendo uso de la Transformada Discreta de Fourier (DFT, por sus siglas en inglés *Discrete Fourier Transform*); así como del manejo de líneas de entrada y salida y los puertos *Ethernet* (11);
- Una memoria (8) Flash tipo EEPROM (por sus siglas en inglés *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*);
- Una carga de amortiguamiento (13);
- Un elemento actuador por cada fase para el manejo de la conexión/desconexión de la carga de amortiguamiento (16, 17, 18);
- Puertos *Ethernet* (11), uno para configuración de las funciones del equipo y otro para comunicaciones;
- Una interfaz humano-máquina (HMI) que comprende un medio de ingreso de información (12), un medio de visualización de caracteres alfanuméricos (10) y un arreglo de indicadores luminosos (7).

En donde los anteriores elementos están confinados en una sola estructura, correspondiente al dispositivo (9) de protección contra efectos de la ferresonancia.

Dichos componentes se encuentran ensamblados de tal forma que en el lado de baja tensión del CCVT ubicado por cada fase (1, 2, 3) se conecta un bloque de muestreo de



señal (4), que trata las señales en magnitud y frecuencia, previo a su muestreo. Esta disposición permite que la invención opere en sistemas eléctricos trifásicos, mediante un único sistema de procesamiento para las tres fases.

Luego de la adecuación de señal, se toman las salidas de tensión de cada fase y se conectan a los terminales del convertidor analógico digital (ADC) (5) incluido dentro del procesador (6). Una vez digitalizadas las señales, el procesador (6) efectúa el análisis de frecuencia correspondiente mediante la ejecución del método de procesamiento de datos para la detección y amortiguamiento del fenómeno de la ferresonancia, en donde el método de procesamiento de datos es seleccionado del siguiente, representado en la Figura 2:

- a. Limpieza de las señales antes de la conversión analógica-digital, por medio de un filtro pasa bajo analógico o filtro anti-aliasing.
- b. Captura y muestreo de las señales analógicas.
- c. Aplicación de Análisis de Fourier (Transformada Discreta de Fourier) para una frecuencia subarmónica.
- d. Comparación con la característica de régimen fundamental y subarmónico.
- e. Si el resultado de la comparación en alguna de las operaciones coincide con la característica de régimen fundamental o subarmónico, se envía una señal de accionamiento al relé de estado sólido para la activación de la carga de amortiguamiento.
- f. Si el resultado de la comparación es negativo, se procede a aplicar el mismo análisis al siguiente conjunto de muestras.

En el anterior método de procesamiento de las señales de salida de los CCVT de cada fase, que se ejecuta en el procesador principal (6), se reduce al cálculo de los coeficientes de la Transformada Discreta de Fourier tomando como frecuencia base un subarmónico, evaluando una ventana aproximada entre los 20 a 40 armónicos que luego se compara con la tabla de caracterización de régimen fundamental y subarmónico.



Si el resultado del análisis en frecuencia es positivo para el fenómeno de ferresonancia, el procesador (6) se encarga también de generar acciones de control que se envían mediante tres salidas, una por cada fase (Sa,Sb,Sc) correspondientes a las señales de control, que se conectan directamente a una etapa de aislamiento eléctrico a cuya salida se conecta un elemento conmutador por cada fase (16, 17, 18) que es el encargado de conectar/desconectar una carga de amortiguamiento al lado de baja tensión los tres CCVT (13), cuya función es consumir el exceso en las magnitudes de salida del CCVT cuando se produce el fenómeno de ferresonancia.

El procesador (6) dispone de varios núcleos, en donde uno de ellos realiza la función principal, en donde otro se encarga de la administración de los periféricos. Los periféricos comprenden un conjunto de interfaz humano-máquina conformado por un elemento de visualización para caracteres alfanuméricos (10) y un medio de introducción de información (12). El procesador (6) se encuentra conectado con un bloque de comunicaciones que comprende dos puertos *Ethernet* (11), dispuestos para la configuración de las funciones del equipo y las comunicaciones.

Como insumo para la ejecución del método de procesamiento de datos se tienen colecciones de datos correspondientes a tablas de caracterización para el fenómeno de ferresonancia secundaria en CCVTs en regímenes fundamental y subarmónico, que para este caso tienen en cuenta entre los primeros dos y veinte armónicos, preferiblemente entre los primeros cinco y quince armónicos, o los armónicos necesarios para la detección adecuada del fenómeno.

La memoria (8) Flash tipo EEPROM almacena las tablas de caracterización, los tiempos de respuesta, los tiempos entre reportes, los destinatarios de los reportes, las claves de acceso, entre otros. La inclusión de la memoria (8) le proporciona a la invención la ventaja no necesitar una nueva configuración si se le interrumpe el suministro energético. Asimismo, los parámetros pueden ser modificables en cualquier momento.

En una realización preferida de la invención, el relé de protección de ferresonancia propuesto comprende un bloque de muestreo de señal (4) compuesto por un divisor resistivo, el cual no altera los componentes armónicos de la señal de salida del lado de



baja tensión del transformador; y un filtro anti-aliasing, para la adecuación de señal antes de entrar al ADC (5). Luego se ejecuta un método de procesamiento de las señales de salida de los CCVT de cada fase, realizado en el procesador (6), que se reduce al cálculo de los coeficientes de la Transformada Discreta de Fourier tomando como frecuencia base un subarmónico de la frecuencia fundamental, evaluando una ventana aproximada entre los veinte y cincuenta armónicos que luego se comparan con la tabla de caracterización de régimen subarmónico. Por otro lado, al procesador (6) corresponde a un microcontrolador, en donde el procesador (6) está conectado a una pluralidad de indicadores luminosos (7) seleccionados entre diodos emisores de luz (LED) de dos colores, LED convencionales u otro tipo de fuentes lumínicas con este fin.

Del procesador (6) parten tres señales de salida encargadas de dar la señal de conmutación a los elementos manejadores de cada fase (16, 17, 18) de la carga de amortiguamiento (13). Dichas señales pasan previamente por un bloque de aislamiento galvánico, que separa las referencias de la etapa de control y la etapa de potencia, que preferiblemente puede hacerse con optoacopladores. La salida del bloque de aislamiento galvánico, se conecta a un triac, encargado de operar como elemento transmisor de la señal de conmutación hacia el elemento manejador de cada fase (16, 17, 18) de la carga de amortiguamiento (13), el cual es un interruptor controlable, preferiblemente un relé de estado sólido (SSR), con el fin de eliminar las fallas asociadas por la conmutación de elementos mecánicos y de generar una conmutación segura sin arcos eléctricos, en procesos de conmutación rápida. Dicho relé debe comprender un mecanismo de detección de cruce por cero.

Del procesador (6) se conectan los componentes de la interfaz humano-máquina (HMI), que comprende una pantalla, preferiblemente de cristal líquido (LCD) con retroiluminación, para caracteres alfanuméricos (10), un teclado de membrana de dos a diez teclas, preferiblemente de cinco teclas (12); adicionalmente, a dicho procesador (6) se conecta a un bloque de comunicaciones que comprende dos puertos *Ethernet* configurados para la configuración y monitoreo del equipo y para la comunicación con el controlador de la subestación .



En otra modalidad de la invención, el método de procesamiento de datos para la detección y amortiguamiento del fenómeno de la ferresonancia es seleccionado del siguiente:

- a. Limpieza de las señales antes de la conversión analógica-digital, por medio de un filtro pasa bajo analógico o filtro anti-aliasing.
- b. Captura y muestreo de las señales analógicas.
- c. Aplicación de Análisis de Fourier (Transformada Discreta de Fourier) para una frecuencia subarmónica.
- d. Aplicación de Análisis de Fourier (Transformada Discreta de Fourier) para una frecuencia fundamental.
- e. Comparación en paralelo con la característica de régimen fundamental y subarmónico.
- f. Si el resultado de la comparación en alguna de las operaciones coincide con la característica de régimen fundamental o subarmónico, debe enviarse una señal de accionamiento al relé de estado sólido para la activación de la carga de amortiguamiento.
- g. Si el resultado de la comparación es negativo, se procede a aplicar el mismo análisis al siguiente conjunto de muestras.

En el anterior método de procesamiento de las señales de salida de los CCVT de cada fase, que se ejecuta en el procesador (6), se reduce al cálculo de los coeficientes de la Transformada Discreta de Fourier en paralelo tomando como frecuencia base un subarmónico y la frecuencia fundamental, evaluando una ventana aproximada entre los 5 a 20 armónicos para cada base que luego se compara con la tabla de caracterización de régimen fundamental y subarmónico en paralelo.

Las figuras presentadas en esta descripción, corresponden a propósitos meramente ilustrativos de la invención. Se da a entender que las figuras descritas no limitan el alcance de la invención divulgada. Una persona versada en el arte es capaz de concebir modificaciones posteriores a los principios determinados en el presente documento.



Aunque algunas modalidades de la invención se describen en la presente descripción, se apreciará que numerosas modificaciones y otras modalidades pueden concebirse por aquellos expertos en la materia con posterioridad a la divulgación de la presente invención. Por ejemplo, las características aquí descritas pueden aplicarse en otras modalidades. Por lo tanto, se entenderá que las reivindicaciones anexas pretenden cubrir todas las modificaciones y modalidades que están dentro del espíritu y alcance de la presente descripción.



REIVINDICACIONES

1. Un sistema para la detección y amortiguamiento de los efectos del fenómeno de ferresonancia secundaria en CCVTs que comprende:

- un bloque de muestreo de señal (4) al cual se conectan las señales provenientes del lado de baja tensión de cada uno de los transformadores de tensión con acople capacitivo (CCVT), uno por cada fase (1, 2, 3);
- procesadores (6) encargados del análisis de las señales de tensión de salida de cada CCVT (1, 2, 3) que han sido muestreadas por el bloque de muestreo de señal (4), de la ejecución del método de procesamiento de datos para la detección y amortiguamiento de la ferresonancia y del manejo de líneas de entrada y salida y los puertos *Ethernet* (11);
- una carga de amortiguación (13); y
- un elemento actuador por cada fase para el manejo de la conexión/desconexión de la carga de amortiguación (16, 17, 18).

2. El sistema para la detección y amortiguamiento de los efectos del fenómeno de ferresonancia secundaria en CCVTs de la reivindicación 1 que comprende una memoria (8) Flash.

3. El sistema para la detección y amortiguamiento de los efectos del fenómeno de ferresonancia secundaria en CCVTs de la reivindicación 1 que comprende puertos *Ethernet* (11).

4. El sistema para la detección y amortiguamiento de los efectos del fenómeno de ferresonancia secundaria en CCVTs de la reivindicación 1 que comprende una interfaz humano-máquina (HMI).

5. El sistema para la detección y amortiguamiento de los efectos del fenómeno de ferresonancia secundaria en CCVTs de la reivindicación 4, en donde la interfaz humano máquina comprende:

- un medio de ingreso de información (12);
- un medio de visualización de caracteres alfanuméricos (10); y



- un arreglo de indicadores luminosos (7).

6. El sistema para la detección y amortiguamiento de los efectos del fenómeno de ferresonancia secundaria en CCVTs de las reivindicaciones 1 a 5, en donde los elementos que lo comprenden están confinados en el dispositivo (9) de protección contra efectos de la ferresonancia.

7. Un método de procesamiento de datos para la detección y amortiguamiento del fenómeno de la ferresonancia que comprende los siguientes pasos:

- a. Limpieza de las señales antes de la conversión analógica-digital, por medio de un filtro pasa bajo analógico o filtro anti-aliasing.
- b. Captura y muestreo de las señales analógicas.
- c. Aplicación de Análisis de Fourier (Transformada Discreta de Fourier) para una frecuencia inferior a la fundamental.
- d. Comparación con la característica de régimen fundamental y subarmónico.
- e. Si el resultado de la comparación en alguna de las operaciones coincide con la característica de régimen fundamental o subarmónico, debe enviarse una señal de accionamiento al relé de estado sólido para la activación de la carga de amortiguamiento.
- f. Si el resultado de la comparación es negativo, se procede a aplicar el mismo análisis al siguiente conjunto de muestras.

8. Un método de procesamiento de datos para la detección y amortiguamiento del fenómeno de la ferresonancia que comprende los siguientes pasos:

- a. Limpieza de las señales antes de la conversión analógica-digital, por medio de un filtro pasa bajo analógico o filtro anti-aliasing.
- b. Captura y muestreo de las señales analógicas.
- c. Aplicación de Análisis de Fourier (Transformada Discreta de Fourier) para una frecuencia inferior a la fundamental.
- d. Aplicación de Análisis de Fourier (Transformada Discreta de Fourier) para una frecuencia fundamental.
- e. Comparación con la característica de régimen fundamental y subarmónico.



- f. Si el resultado de la comparación en alguna de las operaciones coincide con la característica de régimen fundamental o subarmónico, debe enviarse una señal de accionamiento al relé de estado sólido para la activación de la carga de amortiguamiento.
- g. Si el resultado de la comparación es negativo, se procede a aplicar el mismo análisis al siguiente conjunto de muestras.



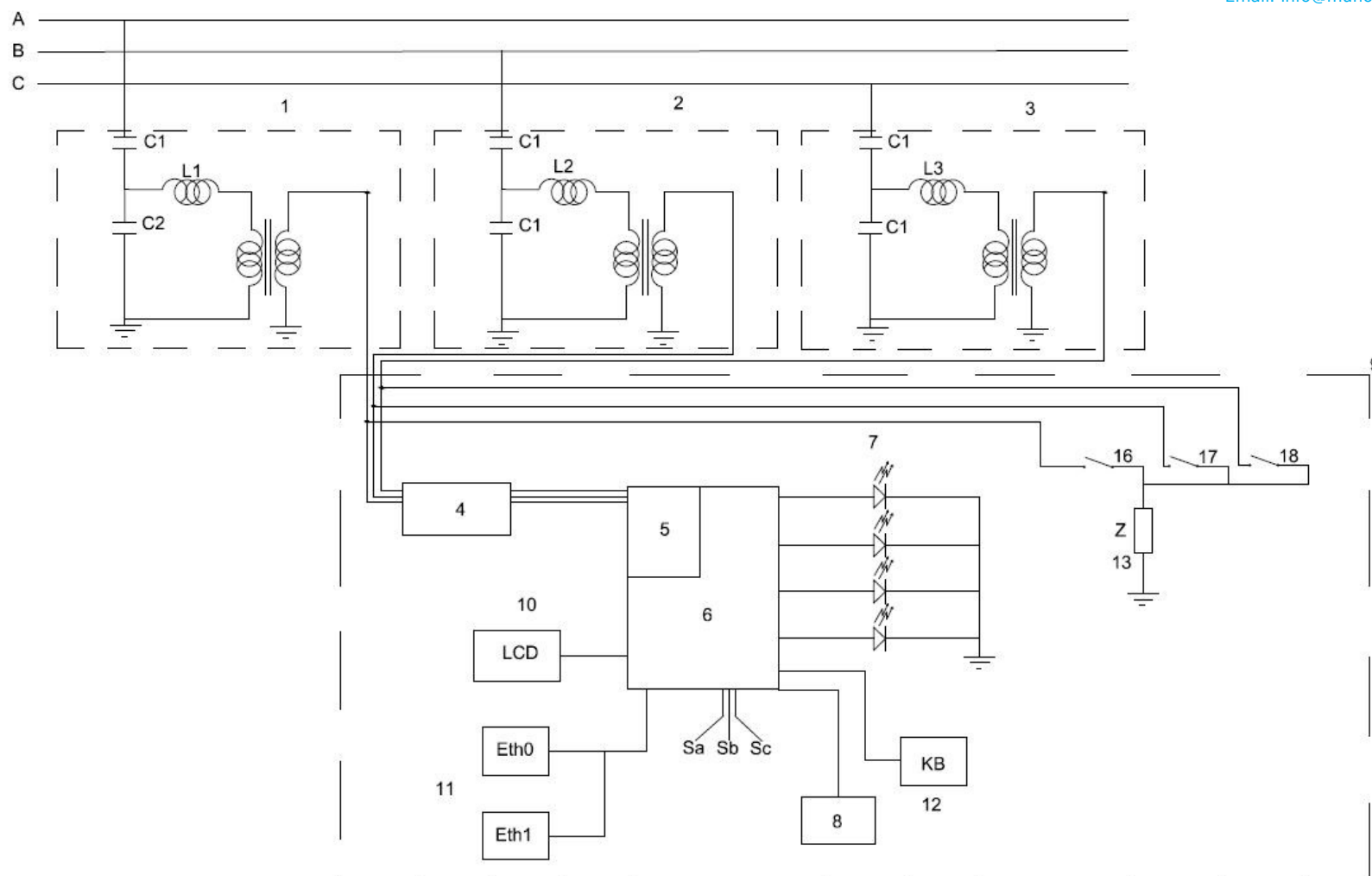


FIGURA 1



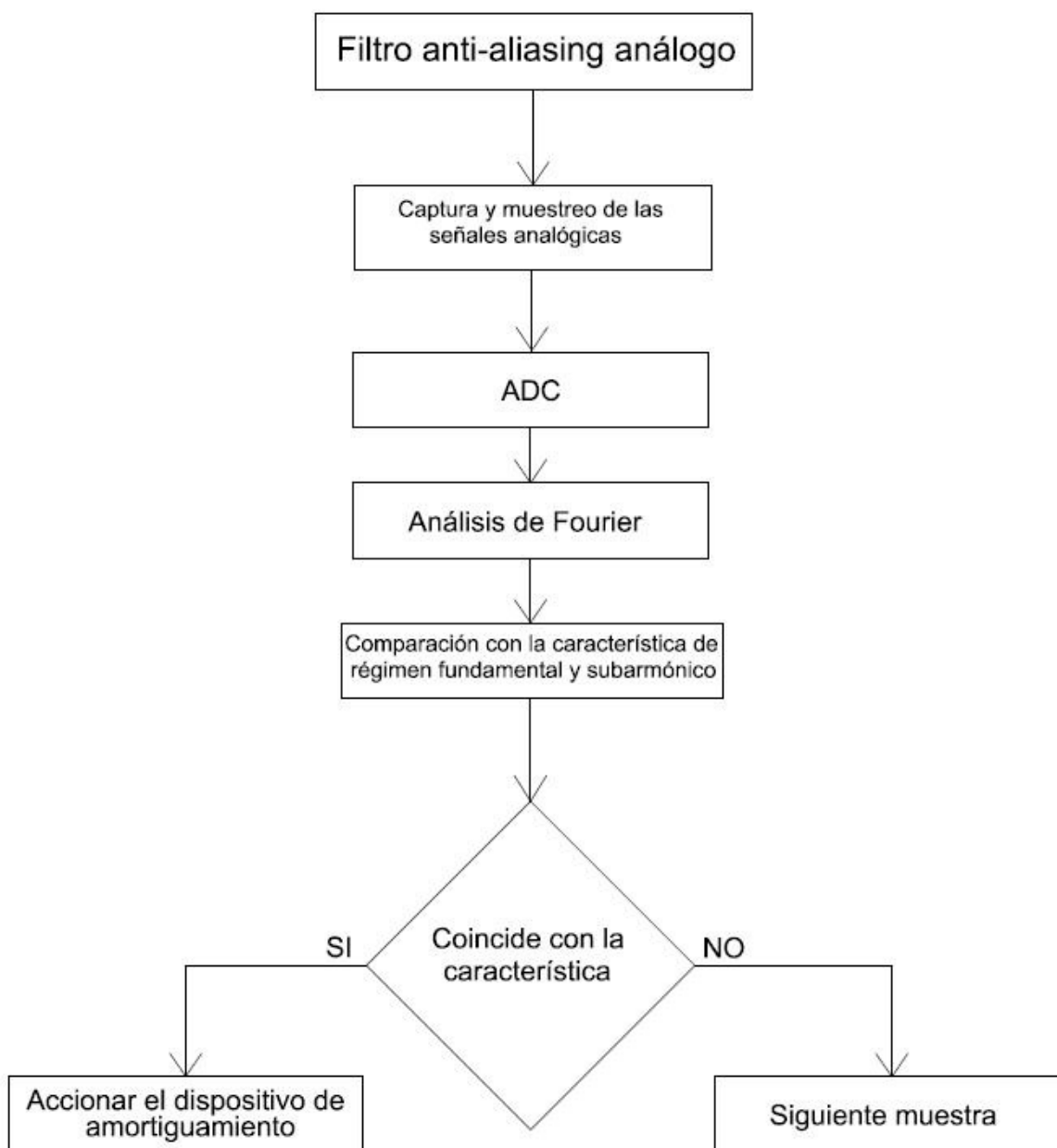


FIGURA 2

