

REIVINDICACIONES

1. Método para supervisión y monitoreo de los buses de comunicación de una subestación digital, caracterizado por el hecho de que es un método implementado en computadora que comprende las siguientes etapas del método:

- A. Adquirir, mediante al menos una unidad de procesamiento, mensajes y/o informaciones de entrada de al menos uno de los componentes de la SE a través de al menos una red de comunicaciones y datos y/o del propio bus de comunicaciones de la SE, mediante establecimiento de una conexión vía protocolo MMS, de una conexión vía capa 2 y de una conexión vía protocolo SNMP;
- B. Comparar, mediante al menos una unidad de procesamiento, los mensajes y/o informaciones de entrada de al menos uno de los componentes de la SE obtenidos en la etapa anterior con los valores ideales predeterminados comprendidos en al menos un archivo SCD de al menos una memoria y/o base de datos de la unidad de procesamiento;
- C. Determinar, mediante la unidad de procesamiento, con base en la comparación de la etapa anterior, al menos una condición de subestación, en que una condición de subestación puede ser al menos una condición de operación normal, sin desvíos y/o inconsistencias, y/o al menos una condición de operación anormal, con al menos un desvío y/o al menos una inconsistencia, y/o al menos una condición de evento crítico, con al menos un desvío crítico y/o al menos una inconsistencia crítica;
- D. Informar, mediante la unidad de procesamiento, a al menos un Sistema de Supervisión y Adquisición de Datos SCADA de la SE,

independiente de la unidad de procesamiento, la al menos una condición de la subestación determinada en la etapa anterior, en forma de mensajes y/o instrucciones de salida, junto con al menos uno de los desvíos y/o desvíos críticos y/o al menos una de las inconsistencias y/o inconsistencias críticas detectadas;

E. Registrar, mediante la unidad de procesamiento, en la al menos una memoria y/o base de datos de la unidad de procesamiento, la al menos una condición de subestación determinada e informada, en que los registros comprenden aún datos de los flujos de mensajes de la red de comunicación y datos y los datos al momento de al menos un desvío y/o al menos una inconsistencia; y

F. Repetir las etapas A a E durante la operación de monitoreo del bus de comunicación de la subestación.

2. Método, según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que, en la etapa A, los mensajes y/o informaciones de entrada de al menos uno de los componentes de la SE son adquiridos por la unidad de procesamiento mediante el establecimiento de al menos una conexión vía el protocolo MMS para la adquisición de informaciones relativas a los relés de protección; al menos una conexión vía capa 2 (capa que transmite los protocolos) para adquirir los protocolos GOOSE, SV y LLDP; y al menos una conexión vía protocolo SNMP para adquirir informaciones relativa a *switches*, enrutadores y unidades de sincronización de tiempo GNSS.

3. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por el hecho de que la etapa A comprende el monitoreo a través de los protocolos MMS y SNMP, por el cual se adquieren por la unidad de procesamiento las siguientes informaciones:

o Todos los *logical nodes* solicitados por el usuario y mantenidos en el

SCD;

- o Recepción de informes de valores adquiridos vía MMS por alteración de valor;
- o Recepción de informes de valores adquiridos vía MMS por alteración de calidad;
- o Recepción de informes de valores adquiridos vía MMS por periodo; y
- o Recepción de todas las informaciones contenidas en las MIBs vía protocolo SNMP.

4. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por el hecho de que la etapa A comprende aún el monitoreo a través de los protocolos GOOSE, SMV y PTP, por el cual se adquieren por la unidad de procesamiento las siguientes informaciones:

- o Todos los campos de información del mensaje GOOSE;
- o Longitud del mensaje GOOSE;
- o Composición del mensaje GOOSE;
- o Tiempos de llegada y retransmisión del mensaje GOOSE;
- o Secuencia de recepción del mensaje GOOSE;
- o Modo de operación del mensaje GOOSE;
- o Todos los campos de información del mensaje Sampled Value;
- o Longitud del mensaje Sampled Value;
- o Composición del mensaje Sampled Value;
- o Tiempos de llegada y retransmisión del mensaje Sampled Value;
- o Secuencia de recepción del mensaje Sampled Value;
- o Modo de operación del mensaje Sampled Value;
- o Recepción de paquetes no previstos en el archivo SCD proporcionado;
- o Existencia de paquetes IEEE1588 para PTP;
- o Tiempos de llegada y retransmisión del mensaje 1588; y

- o Alteración del paquete IEEE1588 a PTP.

5. Método, según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que, en la etapa B, la comparación se puede ser hecha tanto entre los mensajes y los datos del archivo SCD como entre los valores contenidos en los mensajes y los datos del archivo SCD y/o otro archivo o base de datos que comprenden las cantidades físicas esperadas de cada componente de la SE.

6. Método, según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que, en la etapa C, la unidad de procesamiento, con base en la comparación de la etapa B, determina al menos una condición de subestación, en que una condición de subestación puede ser al menos una condición de operación normal, sin desvíos y/o inconsistencias, y/o al menos una condición de operación anormal, con al menos un desvío y/o inconsistencia, y/o al menos una condición de evento crítico, con al menos un desvío crítico y/o al menos una inconsistencia crítica.

7. Método, según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que, en la etapa D, las instrucciones de salida comprenden:

- o Alarmas relativas a cada ítem adquirido;
- o Lectura de los paquetes adquiridos;
- o Informaciones estadísticas de los paquetes;
- o Informaciones estadísticas del monitor;
- o Archivo PCAP de paquete de la alarma; y
- o *Stream* de los paquetes de una alarma.

8. Método, según la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de que, en la etapa D, las instrucciones de salida comprenden aún comunicar al menos una instrucción de procedimiento equivalente a:

- Interfaz gráfica para acceder a las informaciones;
- A través de un *software* instalado en el computadora personal o

dispositivo remoto del usuario/operador/cliente/mantenedor de la SE, el mismo tendrá acceso a:

- o Todos los eventos;
- o Copia del flujo de datos en el momento del evento;
- o Visualización de la red de comunicación actual;
- o Configuración y análisis de archivos SCD;
- o Configuración del servidor de adquisición;
- o Tomar acciones de ciberseguridad como visitar los paneles que ocurrieron las alarmas, bloquear puertas; y
- o Preparación para la intervención, como adquirir el material correcto para el reemplazo (cables de red, cables ópticos, IEDs).

9. Método, según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado por el hecho de que la etapa D puede comprender aún sugerir al operador/usuario/cliente/mantenedor de la SE las medidas de operación y/o mantenimiento adecuadas y necesarias mediante sugerencias y/o instrucciones de procedimiento para corregir los desvíos y/o inconsistencias informadas.

10. Método, según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que, en la etapa E, los registros pueden ser adicionados a al menos una base de datos adicional que comprende las informaciones del archivo SCD de la SE actualizados con los datos de la operación diaria.

11. Sistema de supervisión y monitoreo del bus de comunicaciones y de una subestación digital, caracterizado por el hecho de que comprende una plataforma de monitoreo computacional independiente del SCADA de la subestación que comprende al menos una unidad de procesamiento, comprendiendo ésta al menos una memoria que almacena informaciones e instrucciones ejecutables por computadora, en el que la unidad de procesamiento está configurada para proporcionar datos de salida y/o

instrucciones de salida acerca de una o más condiciones de la subestación en respuesta a la recepción, como informaciones de entrada, de uno o más mensajes y/o informaciones de entrada obtenidos de uno o más componentes de la SE, en el que la ejecución de las instrucciones por la unidad de procesamiento ejecuta una o más etapas de un método de monitoreo de los buses de comunicaciones en una subestación digital.

12. Sistema, según la reivindicación 11, caracterizado por el hecho de que comprende, adicionalmente:

- Al menos un equipo de procesamiento para adquirir y presentar informaciones/instrucciones;
- Al menos un servidor central;
- Al menos una base de datos;
- Al menos una red de comunicación y datos;
- Uno o más conjuntos de informaciones de entrada;
- Uno o más conjuntos de instrucciones; y
- Otros dispositivos y/o equipos necesarios para el funcionamiento del sistema y para la ejecución de un método según la invención.

13. Sistema de supervisión y monitoreo del bus de comunicaciones y de una subestación digital, caracterizado por el hecho de que ejecuta al menos una, preferiblemente todas, las etapas del método definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

14. Sistema para supervisión y monitoreo del bus de comunicación y de una subestación digital, caracterizado por el hecho de que comprende una plataforma de monitoreo computacional independiente del SCADA de la subestación que comprende al menos una unidad de procesamiento, comprendiendo ésta al menos una memoria que almacena informaciones e instrucciones ejecutables por computadora, en que la unidad de procesamiento

está configurada para determinar una red neuronal convolucional entrenada.

15. Sistema, según la reivindicación 14, caracterizado por el hecho de que la red neuronal está entrenada para comparar mensajes y/o informaciones de entrada leídos de los elementos de la SE con informaciones de un archivo SCD de la SE y/o de un archivo o base de datos que comprende los valores esperados para las cantidades físicas de cada uno de los componentes de la SE; detectar una condición de la subestación; proporcionar una o más instrucciones de salida en respuesta a uno o más mensajes y/o informaciones de entrada; diagnosticar y generar al menos una instrucción de salida para el mantenedor de la subestación en forma de una sugerencia de procedimiento para mantener la operación y/o corregir los parámetros de uno o más componentes de la subestación o de la subestación como un todo.

16. Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 14 o 15, caracterizado por el hecho de que los mensajes y/o informaciones de entrada leídas de los elementos de la SE comprenden los valores numéricos medidos directa o indirectamente en cada componente de la SE.

17. Método para entrenar una red neuronal para determinar un estado de subestación de una subestación digital, caracterizado por el hecho de que comprende las siguientes etapas del método:

- (i) Poner a disposición al menos un conjunto de datos de entrenamiento basado en datos de al menos un archivo SLC de SE y/o al menos un archivo o base de datos que comprenda las cantidades físicas esperadas para los componentes de SE y la operación de SE como un todo;
- (ii) Configurar una red neuronal para recibir, como entrada, el conjunto de datos de entrada, en que cada conjunto de datos de entrada de entrenamiento corresponde a los respectivos

conjuntos de datos esperados, según el archivo SCD de la SE y/o archivo o base de datos adicional, para cada uno de los componentes de la SE y el SE como un todo;

- (iii) Recibir datos de entrada de entrenamiento;
- (iv) Configurar la red neuronal para asignar a cada componente de la SE al menos un valor esperado, según el archivo SCD de la SE;
- (v) Configurar la red neuronal para generar, como respuesta a los datos de entrada, al menos una condición de subestación, al menos un diagnóstico y al menos una sugerencia de corrección y/o instrucción de salida; y
- (vi) Producir una red neuronal entrenando repetidamente la red neuronal convolucional entrenada con cada uno de los conjuntos de datos de entrenamiento.

18. Equipo para monitoreo del bus de comunicaciones de una subestación digital, caracterizado por el hecho de que es portátil y ejecuta al menos una, preferiblemente todas, las etapas del método definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

19. Memoria legible por computadora, caracterizada por el hecho de que comprende un conjunto de instrucciones ejecutables por computadora que, cuando ejecutadas, efectúan el método definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.