

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

El desarrollo actual está relacionado con el campo técnico de la ingeniería electrónica y telecomunicaciones en el área de redes de sensores para dispositivo de monitoreo y seguridad, en especial a un sistema de detección temprana de inundación.

EL ARTE PREVIO

La técnica anterior asociada con dispositivos de monitoreo para desbordamiento de afluentes, que utiliza sensores para medir variables ambientales y analizar factores ambientales para el control y análisis de las posibles amenazas naturales, como las inundaciones o desbordamientos, generando alertas según los datos recopilados. Sin embargo, los entornos donde suelen ser ubicados estos dispositivos suelen estar en condiciones hostiles limitando la comunicación y el suministro de energía.

Por otro lado, la arquitectura del hardware en la que se implementa una red de sensores suele tener una capacidad de almacenamiento y procesamiento de los dispositivos limitada, por lo cual suele usarse protocolos de seguridad de cifrado que muchas veces suele ser ineficiente para la aplicación de los métodos de seguridad, permitiendo que este tipo de redes sean vulnerables frente a cualquier tipo de ataque.

Actualmente, las técnicas usadas en las redes de sensores para dispositivo de monitoreo, cuentan con un diseño de hardware para capturar datos como la implementación de distintos protocolos de comunicación para conectar un punto de acceso con un nodo central como se puede observar, por ejemplo, en las patentes NC2018/0013181, NC2022/0007350 y CN107873133A, las cuales presentan soluciones relacionadas con un sistema de conjunto de nodos, una interfaz de usuario, un nodo base central, una memoria y un procesador los cuales recolectan

datos de los nodos agrupados en dos niveles, un primer nivel clasificado según la información y un segundo nivel clasificado según su ubicación, de igual forma se presentan desarrollos de un sistema repetidor de radio LoRa para dispositivos de monitoreo de variables que se compone de un conjunto de sensores LoRa, para determinar variables como humedad, temperatura, etc. Además, incluye un Repetidor LoRa para expandir la señal. También incluye un gateway LoRa/Wifi quien recibe los mensajes desde la red LoRa y las envía a internet a través de redes Wifi-disponibles y cuenta con una base de datos en un servidor de internet. Otros se encargan de realizar una comunicación entre nodos de sensores, utilizando una configuración de protocolos de comunicación y controlar distintos actuadores como motores. Adecuando las señales a una modulación digital o modulaciones según el estándar de automatización, pero no implementan un sistema de seguridad de acceso en el hardware del dispositivo de nodos sensores para la comunicación de datos al gateway.

Por lo cual, se requiere brindar una solución a la seguridad de los sistemas de red de sensores, ya que la implementación de estos tipos de infraestructuras suele tener una seguridad basada en protocolos de seguridad, como contraseñas las cuales pueden ser hackeadas y vulnerar el acceso habilitándose así el uso indebido de la red de sensores por medio de la modificación o la denegación de una red informática y sus recursos accesibles. Teniendo esto en cuenta, el presente desarrollo busca proporcionar un sistema de comunicación y monitoreo que usa un módulo de comunicación inalámbrica bajo el estándar LoRa, una plataforma informática que permite análisis, alerta y almacenamiento remoto de variables ambientales, una batería con fuente de alimentación eléctrica que puede ser recargada durante su uso mediante paneles solares además de contar con circuito integrado de identificación que controle la comunicación de los nodos sensores con el gateway de la red fortaleciendo la seguridad del sistema.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

El sistema de detección temprana de inundación, que se presenta en el siguiente desarrollo, proporciona una mejora en la seguridad de la red de los sistemas de monitoreo para desbordamiento de afluentes, adicionado, un circuito integrado de identificación a las tarjetas electrónicas de los nodos sensores.

Este dispositivo está compuesto por un sistema de nodos sensores y un gateway. Cada nodo tiene implementado una batería interna que provee energía que se recarga por USB a la red eléctrica o por energía solar, una interfaz de expansión de tarjeta Arduino que conecta el procesador que realiza las operaciones del sistema y los sensores de medición del ambiente, un módulo de almacenamiento SD, un circuito integrado de identificación único que proporciona un enlace seguro de la red y un módulo de comunicación LoRa, por el cual se conecta al gateway, además el nodo tiene un software que permite captar los datos y mostrarlos al usuario a través de una interfaz de mantenimiento que se opera con unos pulsadores.

El gateway tiene una conexión a la red eléctrica, un procesador que realiza las operaciones del sistema, un módulo de comunicación LoRa, un módulo de comunicación Wifi o por GSM y un software que permite la interacción del usuario a través de una interfaz de mantenimiento que puede ser operada localmente por una pantalla touch o remotamente a través de una conexión VPN. Además, brinda una plataforma informática que permite enviar a una base de datos remota la información recopilada por la red de sensores para su almacenamiento, análisis, y generación de alertas.

Este dispositivo de monitorización permitirá que la interacción de los diferentes nodos cuente con la protección en la transmisión de datos y su encaminamiento hacia el gateway además de entregar una medición confiable de los niveles de los afluentes y transmitir vía inalámbrica. Cada nodo toma los datos y envía la

información a un gateway el cual a través de Wifi o GSM envía los datos a bases de datos externas donde se toman la información y analizan los datos. El método realiza el sensado, organiza la información y pasa por el módulo de comunicación LoRa todos los datos hacia el gateway que es la única estación base.

5

En cada nodo sensor inicia la rutina de configuración que permite iniciar con el funcionamiento de los puertos de entrada/salida, interfaz de mantenimiento, almacenamiento local, interfaz de radio LoRa. Luego se ejecuta una lectura de las variables internas para identificar las variables que caracterizan el sistema, se leen el número de identificación del dispositivo LoRa, número de identificación de la tarjeta electrónica, el reloj interno y la temperatura de la tarjeta electrónica. Se comprueba el enlace de radio entre nodo sensor y gateway. Se realiza la programación de intervalos para la lectura de los sensores y se toman los datos obtenidos por los sensores, luego se realiza el armado de tramas para enviar los datos. Las tramas se forman con el número de trama, fecha y hora, numero de identificación de la tarjeta electrónica, numero de identificación del módulo LoRa, temperatura interna y datos de los sensores, luego se almacena la trama en la microSD del dispositivo, luego se envía la trama al gateway por medio del módulo LoRa, se activan las interrupciones y el modo de ahorro de batería e inicia la rutina de atención a interrupciones.

20

Después de iniciar la rutina de atención a interrupciones se pregunta si la interrupción es para la toma de datos, si la interrupción es para tomar datos se toman los datos de los sensores, luego se procede a armar la trama con los datos sensados como número de trama, fecha y hora, número de identificación de la tarjeta electrónica, número de identificación del módulo LoRa, temperatura interna y datos del sensor, luego se almacena la trama en la microSD, luego se envía la trama al gateway por medio del módulo LoRa y se activan las interrupciones y el modo de bajo consumo.

25

30

Después de iniciar la rutina de atención a interrupciones se pregunta si la interrupción es para la toma de datos, si la interrupción no es para tomar datos se hace la interrupción para el mantenimiento del sistema donde se muestra una pantalla inicial con fecha y hora, ultima trama enviada, y el último dato sensado que se envió, si selecciona el pulsador 1, brinda acceso a las variables ID de tarjeta electrónica, numero de identificación del módulo LoRa, y gateway conectado. Si selecciona el pulsador 2 da acceso a la pantalla que muestra las variables de fecha y hora, potencia de transmisión y el voltaje que tiene la batería del dispositivo, si se selecciona el pulsador 1 y el pulsador 2, se permite la desconexión del display para su mantenimiento.

En el gateway se inicia los puertos del sistema, puertos GPIO, inicialización del módulo LoRa, inicialización del módulo GSM y Wifi, luego se inicia sesión en un servidor base de datos. Donde se cargará la lista de los números de identificación de las tarjetas electrónicas autorizadas. Se verifica el estado de las tramas recibidas desde los nodos sensores, luego se realiza la separación de los datos de información contenida en la trama recibida de los nodos sensores donde se toma el número de identificación de la tarjeta electrónica y se compara con la lista de números de identificación de las tarjetas electrónicas autorizadas para el acceso de datos, luego se pregunta si el número de identificación de la tarjeta electrónica es válido, en cuyo caso se procede al formateo de los campos de información para su posterior envío a la base de datos externa a través de Wifi o GSM, y si no es válido se rechaza la trama y se bloquea el dispositivo que está intentando acceder al gateway.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura.1. Diagrama de flujo del método de funcionamiento del nodo del sistema de detección temprana de inundación.

Figura.2. Diagrama de flujo del método de funcionamiento del gateway del sistema de detección temprana de inundación.

Figura.3. Diagrama de bloques de la comunicación de la tarjeta gateway al servidor y la conexión inalámbrica a la red de nodos sensores del sistema de detección temprana de inundación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

El sistema de detección temprana de inundación está compuesto por un puerto USB (41) y unos paneles solares (42), conectados a un subsistema de gestión energía (43) para cargar la batería de energía interna (44).

La gestión de energía (43) suministra energía al procesador (45) el cual se conecta a una interfaz electrónica de expansión tipo Arduino (47). La interfaz electrónica de expansión tipo Arduino (47) se adapta por sus periféricos a los sensores (48).

El procesador (45) tiene una conexión con un circuito integrado de identificación (46) conectada a una tarjeta electrónica.

El procesador (45) tiene una conexión a la interfaz de radio (49) para la comunicación inalámbrica, el procesador (45) controla el almacenamiento local de datos en una memoria microSD (50) y la interfaz de mantenimiento (51) con la que el usuario interactúa con el dispositivo.

La interfaz de radio (49) se enlaza inalámbricamente a través de la interfaz LoRa (58), comunicando la información generada por el procesador (45) al procesador (55).

El procesador (55) es alimentado eléctricamente por un adaptador de red eléctrica (53), el procesador (55) se conecta a la interfaz de mantenimiento (54) permitiendo la manipulación del dispositivo por el usuario.

5 El procesador (55) controla los módulos de comunicación Wifi (56) y GSM (57).
Los módulos Wifi (56) y GSM (57) se conectan al servidor (59) de internet, el servidor (59) de internet administra la base de datos (60) donde se envían las variables medidas para la analítica de datos (61), según la analítica de datos (61) se generará unos reportes (62) o alertas (63) según sea el caso.

10

El sistema tiene un procesador (45) configurado para:

1. Iniciar los puertos del procesador (45).
2. Leer las variables internas: número de identificación del dispositivo LoRa, número de identificación de la tarjeta electrónica, variables del reloj interno,
- 15 temperatura de la tarjeta electrónica.
3. Comprobar el enlace de comunicación entre el nodo sensor y el gateway.
4. Programar los intervalos de tiempo en las lecturas de los sensores (48).
5. Tomar los datos de los sensores (48).
6. Armar las tramas con los datos: número de trama, fecha y hora, número de
- 20 identificación de la tarjeta electrónica, número de identificación del módulo LoRa (49), temperatura interna, datos de sensores (48).
7. Almacenar la trama en la memoria microSD (50).
8. Enviar la trama al gateway.
9. Activar las interrupciones y el modo de bajo consumo.
- 25 10. Iniciar la rutina de atención a interrupciones
11. Preguntar si la interrupción es para tomar datos, si no es para tomar datos sigue al paso 17.
12. Tomar los datos de los sensores (48).

13. Armar la trama incluyendo los datos: número de trama, fecha y hora, número de identificación de la tarjeta electrónica, número de identificación del módulo LoRa (49), temperatura interna y datos obtenidos del sensor (48).
14. Almacenar la trama en la memoria microSD (50).
- 5 15. Enviar la trama al gateway por medio del módulo LoRa (49), (58).
16. Activar las interrupciones y el modo de bajo consumo.
17. Acceder al modo de mantenimiento.
18. Mostrar en la pantalla del nodo los siguientes datos: fecha y hora, última trama enviada, último dato de los sensores (48) enviado.
- 10 19. Preguntar si se oprimió el pulsador 1, si no se oprime sigue al paso 21.
20. Mostrar en la pantalla número de identificación de la tarjeta electrónica, número de identificación del módulo LoRa (49) y el gateway conectado.
21. Preguntar si se oprimió el pulsador 2, si no se oprimió sigue el paso 23.
22. Mostrar en la pantalla fecha y hora, potencia de transmisión y voltaje de la

15 batería (44).
23. Preguntar si se oprimió un primer pulsador y un segundo pulsador, si no se oprimen sigue al paso 18.
24. Desactivar el display para el mantenimiento.

- 20 El sistema tiene un procesador (55) configurado para:
 25. Iniciar los puertos GPIO, Iniciar el módulo LoRa (58), Iniciar el módulo GSM (57) y Wifi (56).
 26. Iniciar sesión en el servidor (59) de la base de datos (60), cargar la lista del número de identificación de las tarjetas electrónicas autorizadas.
 - 25 27. Recibir el estado de las tramas de los nodos sensores.
 28. Separar los campos de información de la trama recibida del nodo, comparar el número de identificación de las tarjetas electrónicas con la lista del número de identificación de las tarjetas electrónicas autorizadas.
 29. Preguntar si el número de identificación de la tarjeta electrónica es válido, si

30 no es válido seguir al paso 32.

30. Formatear los campos de la información para el envío a la base de datos (60).

31. Enviar la información a la base de datos (60) y volver al paso 27.

32. Rechazar la trama y se bloquea el dispositivo, vuelve al paso 27.

5

10

15

20