

Módem para telelectura de medidores eléctricos

Leonardo Daniel Del Sancio

Noanet S.A.

Universidad Nacional de Tucumán

Tucumán - Argentina

ldelsancio@herrera.unt.edu.ar

Resumen—El trabajo aborda la problemática de la lectura de medidores eléctricos en la provincia de Tucumán, Argentina, donde las lecturas se realizan manualmente, lo que implica altos costos operativos, errores humanos, y problemas de fraude. Para mitigar estos desafíos, el autor propuso el diseño de un módem que permite la telelectura automática de medidores eléctricos, enviando los datos recopilados a un servidor web mediante tecnología 4G [1]. Este dispositivo está destinado a la empresa Noanet [2] y busca reducir la necesidad de despliegue de personal en campo, mejorando la eficiencia y precisión del proceso de lectura de medidores.

Palabras clave--Módem, telelectura, medidores eléctricos, IoT.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las lecturas de medidores en la provincia de Tucumán se realizan de manera presencial, in-situ. Esta metodología requiere un gran despliegue de unidades recorriendo muchos kilómetros diariamente. En muchos casos los tableros de mediciones de grandes clientes no tienen acceso público y se debe solicitar un permiso especial para poder ingresar a las instalaciones. Esta problemática genera demoras en las lecturas y en varias ocasiones el lectorista debe regresar reiteradas veces para poder efectuar la medición. En caso de no lograrla, la empresa debe estimar los valores de consumo con todas las dificultades que esto conlleva. Todas las compañías distribuidoras de energía a lo largo y ancho de Argentina enfrentan problemas en común que acaecen en malas facturaciones y degradación en la calidad de servicio. Entre estos problemas, son destacables los citados a continuación:

- **Fraude en medición por parte de los consumidores:** El fraude da lugar a una facturación irreal del servicio prestado por las distribuidoras. Esto se pronuncia cuando es

realizado por grandes consumidores y a lo largo del tiempo se vuelve muy difícil de sobrellevar, detectar e impugnar, a fin de lograr una medición justa y equitativa. Sólo en actividades de fraude y conexiones clandestinas se pierden alrededor de 20 mil millones de pesos en Argentina. Así, estas prácticas fraudulentas pueden arremeter contra la calidad de servicio prestado y poner a los usuarios en una situación peligrosa que puede incluso costar vidas.

- **Costo y error humano:** Los empleados de estas empresas, conocidos como lectoristas, realizan ejercicios rutinarios y de riesgo eléctrico, que pueden estar sujetos a error simplemente por el factor de la naturaleza humana. Uno de ellos es el error de observación en la medición, que se puede corregir con una mejora tecnológica. Otro defecto en el sistema actual son las faltas de mediciones y/o la estimación de las mismas, debido a la mala logística a la hora de trazar rutas (dejando así de consultar los medidores de ciertos sectores o zonas) y/o pasar por alto algún tablero de difícil acceso.
- **Escasa cantidad de datos de los consumidores:** Debido a la naturaleza de la toma de lectura por parte del personal en las distribuidoras, los datos obtenidos por cada lectorista, en el mejor de los casos, son mensuales dando lugar a una baja tasa de actualización. Esto lleva a la empresa a realizar trabajos como refacturación o inferencias en los consumos de los usuarios. Potenciando dichos problemas se encuentran además el error humano y las prácticas fraudulentas, llevando a grandes pérdidas en el cobro, sobre todo en grandes consumidores.

II. ESTRUCTURA GENERAL DEL SISTEMA

En la figura 1 se ilustra el diagrama en bloques general del sistema. Se observa que el elemento principal es el módem de comunicación encargado de interactuar con el medidor eléctrico y reportar los datos a un servidor privado de la empresa Noanet.

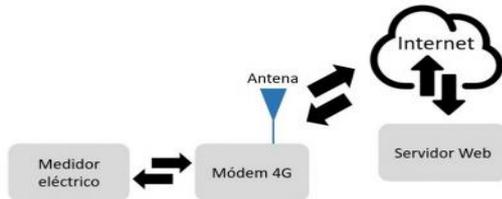


Fig. 1. Diagrama simplificado del sistema.

El software de gestión de datos llamado telecenter, es el encargado de iniciar la comunicación con el módem para proceder a la lectura del medidor eléctrico. Para la comunicación entre el módem y el servidor web se utiliza el protocolo ANSI 12.21 [3], que es el estándar nacional estadounidense para transportar datos de tablas a través de redes, con el propósito de interoperabilidad entre módulos de comunicaciones y medidores. Este estándar utiliza el cifrado AES [4] para permitir comunicaciones sólidas y seguras, incluidas la confidencialidad y la integridad de los datos.

A. Diagrama de flujo general

A continuación, se detallan las funciones y tareas principales del firmware y sus criterios de programación. En la figura 2 se ilustra el diagrama de flujo del programa principal.

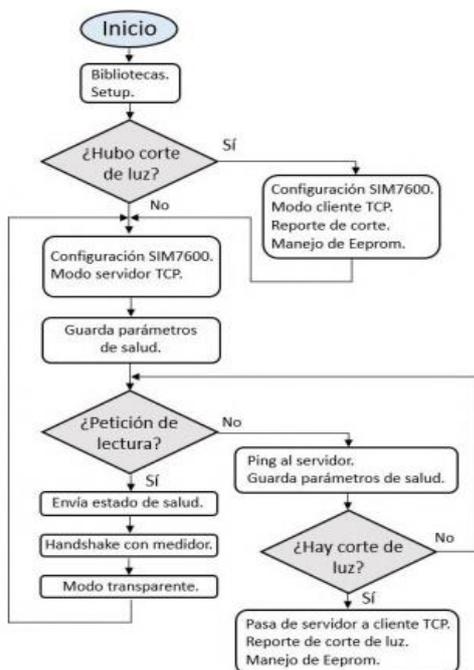


Fig. 2. Diagrama de flujo del firmware

III. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

A. Firmware de control

Para el desarrollo del firmware se evaluaron todos los requerimientos y las tareas que debía realizar el procesador, se probaron diferentes bibliotecas, sistemas operativos y la API de la empresa Espressif-ESP-IDF[5]. Dada la simplicidad del manejo de esta API, sumado a la variedad de drivers y bibliotecas disponibles en internet, se optó por programar el firmware en bare-metal. En el diseño del firmware se organizó y se empleó una estructura de capas para poder explicar las partes que componen el sistema. En la figura 3, se observa la estructura de capas que se detallan a continuación:



Fig. 3. Arquitectura IOT.

- Capa de aplicación: es la capa de más alto nivel, aquí es donde se implementa toda la lógica del sistema. Está compuesta por módulos como máquinas de estado, interrupciones, empaquetamiento de datos, funciones, etc.
- Capa intermedia: está compuesta por un conjunto de bibliotecas y funciones que se encargan de controlar las comunicaciones UART, Wi-Fi, Bluetooth, 4G entre otras.
- Capa de bajo nivel: en esta capa es donde ocurre la comunicación con el hardware mediante la API ESPIDF. En esta API se incluyen los controladores y drivers para el manejo de los puertos GPIO, UART, PWM, SPI, I2C entre otros.

B. Trama de datos

A continuación, se describen los paquetes de datos enviados por el canal de comunicación entre el módem y el software telecenter. Como se mencionó anteriormente estos paquetes de datos deben cumplir con el estándar ANSI C12.19[6].

En la figura 4 se ilustra una trama enviada desde telecenter al módem de comunicación.

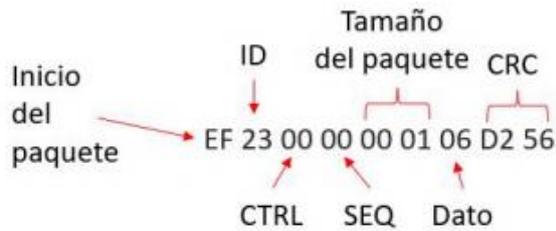


Fig. 4. Trama enviada desde el módem al servidor.

Se observa en la trama que el inicio del paquete de datos va encabezado por el byte 0xEF, luego el ID asignado para el módem de comunicación es 0x23. Para este ejemplo la trama que devuelve el módem es un byte de ACK con el valor 0x06. Todos los paquetes de datos deben cumplir con los estándares mencionados con anterioridad.

C. Arquitectura IOT empleada

Existen diferentes sistemas o arquitecturas que nos permiten establecer una comunicación entre el módem con el software telecenter ubicado en el servidor web. Aunque solo veamos la interfaz de hardware, detrás hay una compleja arquitectura donde la información fluye de un punto a otro. El sistema global, desde el medidor eléctrico hasta el telecenter, transforma una variable física (tensión y corriente) a una variable digital cuya información viaja por un medio físico a un medio virtual. A este proceso se lo divide en cuatro capas o fases que se ilustran en la figura 5.



Fig. 5. Arquitectura IoT empleada.

- **Cosas / dispositivos:** es la parte visible a los usuarios. Dentro de este bloque se encuentra el medidor eléctrico y los puertos de comunicación del módem.
- **Puntos de acceso:** los puntos de acceso permiten la conectividad de las cosas, objetos o dispositivos al servidor web. En este trabajo se utilizan dos tecnologías, la comunicación WiFi y la comunicación celular 4G LTE.
- **Procesamiento de datos:** el eje central del IoT es la estructura de datos que se controlan en la etapa de procesamiento del módem. El buen funcionamiento del sistema de telelectura dependerá de las capacidades en

la gestión de estos datos y el uso inteligente que se haga de ellos.

- **Aplicaciones:** en este bloque se encuentran las dos aplicaciones destinadas para este trabajo: telecenter cuya función es conectar y mostrar los datos finales a los usuarios, y la aplicación Android que se utiliza para realizar los test y las pruebas en terreno.

D. Manufactura

Si bien una empresa del grupo de Noanet tiene capacidad para importar, los constantes cambios en las políticas aduaneras del país llevaron a minimizar la dependencia de proveedores extranjeros, motivo por el cual se optó por realizar la manufactura con la empresa Nubiot S.A.[6]. Esta empresa, ubicada en la provincia de Tucumán, se encarga de la fabricación del circuito impreso, de la compra y montaje de los componentes entregando un producto final listo para ser montado en el gabinete. La primera producción fue de 1500 unidades. En la figura 6 se ilustra el circuito impreso terminado.



Fig. 6. Manufactura del producto.

IV. CONCLUSIONES Y TRABAJO A FUTURO

El proyecto concluye con éxito en el desarrollo de un dispositivo que optimiza la telelectura de medidores eléctricos, reduciendo costos operativos y mejorando la precisión en la facturación de energía. Se destacan como posibles trabajos futuros la integración del módem con otros tipos de medidores y la mejora del software de gestión de datos para hacerlo más versátil.

En resumen, este trabajo ofrece una solución

tecnológica innovadora para la telelectura de medidores eléctricos, alineada con las necesidades actuales de las empresas distribuidoras de energía en Argentina.

- En: (2012). URL:
 "https://webstore.ansi.org/Standards/NEMA/ansic12222012".
 [7] Nubiot S.A. Ruta 9 KM 1308 – Barrio: Country la Herencia
 Tafí Viejo - Tucumán. eduardo@nubiot.io

V. RESULTADOS

A continuación, se ilustran algunas imágenes de la instalación de módem de comunicación en diferentes tipos de medidores. Este proceso está a cargo de la empresa de distribución eléctrica de la provincia. En la figura 7 se observa la instalación de un medidor con protocolo ANSI.



Fig. 7. Imagen de la instalación final.

El despliegue de las instalaciones en terreno comenzó en el mes de abril del año 2022. Hasta el día de la fecha se instalaron más de 5000 módems fabricados por la empresa Noanet.

REFERENCIAS

- [1] «LRTC to Launch Lithuania's First Mobile WiMAX 4G Internet Service». WiMAX Forum. 3 de marzo de 2009. Archivado desde el original el 12 de junio de 2010. Consultado el 26 de noviembre de 2010.
- [2] Noanet Soluciones T.I. <http://www.noanet.com.ar>. (Visitado 07-07-2022).
- [3] ANSI C12.22 (also known as IEEE Std 1703) is an application layer protocol designed for use on electric utility meter networks of the Smart Grid URL: <https://wiki.wireshark.org/C12.22>
- [4] SocSecNumber SK LastName FK DepartmentNum. «El estándar de cifrado avanzado». En: (2001). URL: "https://techlandia.com/funciona-aes-info_215975/" (visitado 11-07-2022).K. Elissa, "Title of paper if known," no publicado.
- [5] Espressif. «El estándar de cifrado avanzado». En: (2010). URL: "https://docs.espressif.com/projects/espressif/en/latest/esp32/api-reference/index.html" (visitado 12-07-2022).
- [6] National Electrical Manufacturers Association. «Protocol Specification For Interfacing To Data Communication Networks».