

Análisis de Alternativas para Transmisión-Recepción de Datos entre Central Hidroeléctrica y Facultad de Ingeniería

Emanuel G. García ^a, Facundo D. Vogel ^a, Ricardo Andrés Korpys ^b

^a *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.*

^b *GID-IE, FI-UNaM, Oberá, Misiones, Argentina.*

e-mails: manucho1586@gmail.com, facundovog@gmail.com, korpys@fio.unam.edu.ar

Resumen

Este trabajo está relacionado con las actividades de la asignatura Proyecto y Diseño Electrónico de la carrera Ingeniería Electrónica. Comprende el análisis de distintas soluciones para un sistema electrónico capaz de transmitir y recibir datos y de esa forma, monitorizar de manera remota la Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH) denominada “El Tigre” ubicada en la localidad de Campo Ramón, Oberá, Misiones. El objetivo es estudiar formas de enviar parámetros eléctricos de los medidores de energía de la PCH y enviarlos a través un sistema de comunicación hacia la Facultad de Ingeniería de Oberá, de la Universidad Nacional de Misiones (FIOUNaM). Se analizaron cuatro alternativas tecnológicamente posibles.

Palabras Clave – transmisión digital, comunicación, medidor de energía, análisis de datos

1. Introducción

La necesidad de monitorear la Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH) “El Tigre” ubicada en la localidad de Campo Ramón, en la provincia de Misiones, Argentina ha impulsado a realizar esta investigación. Se plantea la necesidad de llevar un registro y control diario de la PCH. Es por esta razón que se plantean varias soluciones tecnológicas posibles, teniendo en cuenta, potencia de señal transmitida, capacidad de transmisión de datos entre varias estaciones desde un punto a otro, ancho de banda disponible, costo de operación, etcétera. Es decir, se pretende mantener una transmisión de datos digitales capaces de llevar la información dada por los medidores desde la central de generación hasta otra ubicación geográfica, para que de esta manera mediante un terminal de cómputos electrónico un usuario sea capaz de recibir y ver el estado de generación sin asistir de forma periódica a las instalaciones de generación.

2. Situación Topográfica entre los puntos a comunicar

La comunicación se establecerá, como se dijo anteriormente, entre la PCH “El Tigre” y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (FIOUNaM), ambos separados a una distancia en línea recta de 11 kilómetros aproximadamente.

A continuación, se muestran imágenes satelitales [1][2] de la situación geográfica en donde se encuentra la central de generación y también del perfil topográfico entre las dos ubicaciones en cuestión:

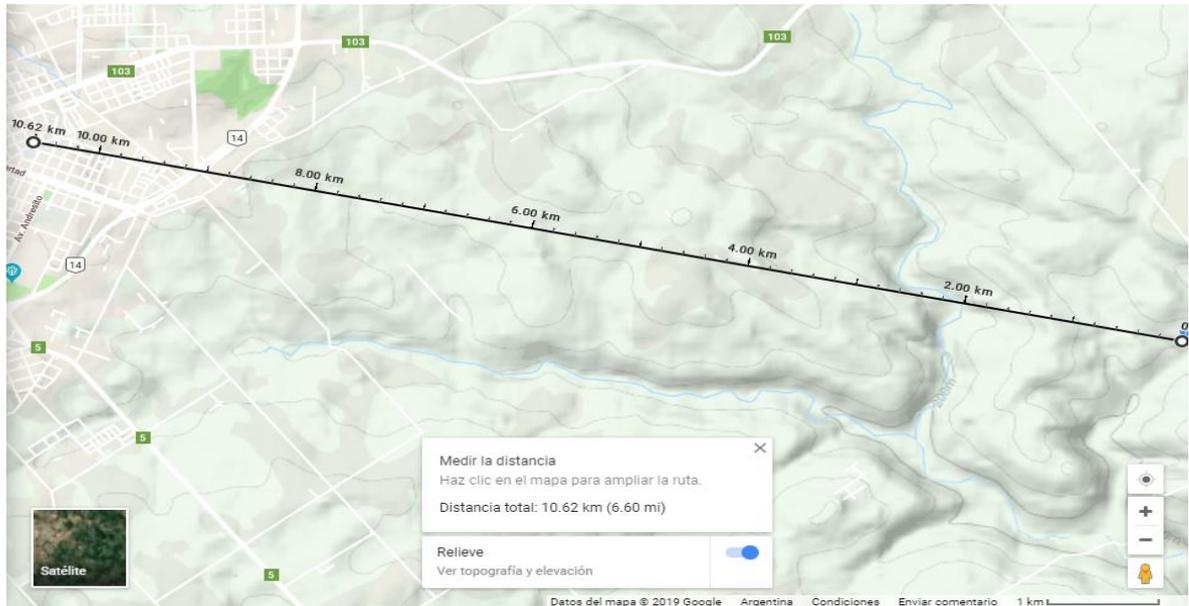


Figura 1. Topografía del terreno.



Figura 2. Perfil topográfico entre la Facultad de Ingeniería y la PCH.

Puede notarse en la Figura 1 y Figura 2 que el punto que se encuentra en el extremo izquierdo corresponde a la localización de la facultad, mientras que el punto en el lado derecho se corresponde a la instalación de la PCH.

Para ser más preciso se presenta a continuación una tabla en donde se muestran la localización de cada punto en coordenadas longitudinales y latitudinales.

Tabla 1. Coordenadas de los puntos geográficos.

Lugar	Latitud	Longitud	Altura sobre el nivel del mar (m)
Facultad de Ingeniería	27°29'06,22"	55°06'34,65"	365
PCH	27°30'19,58"	55°00'16,97"	237

Ubicado en el predio de la PCH existe una exclusiva en donde se almacena líquido que se envía a la denominada “sala de máquinas”. Próximo a la exclusiva se ubica un transformador de energía eléctrica. En la sala de máquinas se encuentran dos turbinas acopladas a dos generadores eléctricos.

En la Figura 3 se puede observar una foto satelital de este transformador, ubicado a una distancia aproximada de 100 m de la sala de máquinas [3]:



Figura 3 - Ubicación de la sala de máquinas y el transformador

En la Figura 4 se observa un perfil topográfico que une la sala de máquinas y la estructura del transformador



Figura 4 - Perfil topográfico PCH

A través de este transformador se inyecta energía a la red. Resulta de importancia la localización de este transformador, debido a que la sala de máquinas se encuentra a una altura que imposibilita distintos tipos de comunicación inalámbricas.

3. Análisis de alternativas posibles

3.1. Alternativa con LoRa WAN

La especificación LoRa WAN (Long Range Wide Area Network) es un protocolo de red de baja potencia y área amplia (LPWA, por sus siglas en inglés) diseñado para conexión de datos digitales entre ellos, operados por baterías que tienen la posibilidad de conectarse a internet. [4]

Se compone de dos partes, denominadas gateways y nodos. Los gateways o puertas de enlace son dispositivos que actúan de interfaz de conexión entre nodos e internet. Por otro lado, un nodo es un punto de interconexión entre dos o más dispositivos a un gateway.

En una red LoRa WAN clásica, una serie de dispositivos finales se conectan a Gateways y estos envían todo a un servidor, que por medio de una API (Application Programming Interface) entrega los datos a una aplicación final para un usuario.

3.1.1 Diagrama general

En la Figura 5 se muestra un esquema con una solución posible utilizando el estándar LoRa WAN:

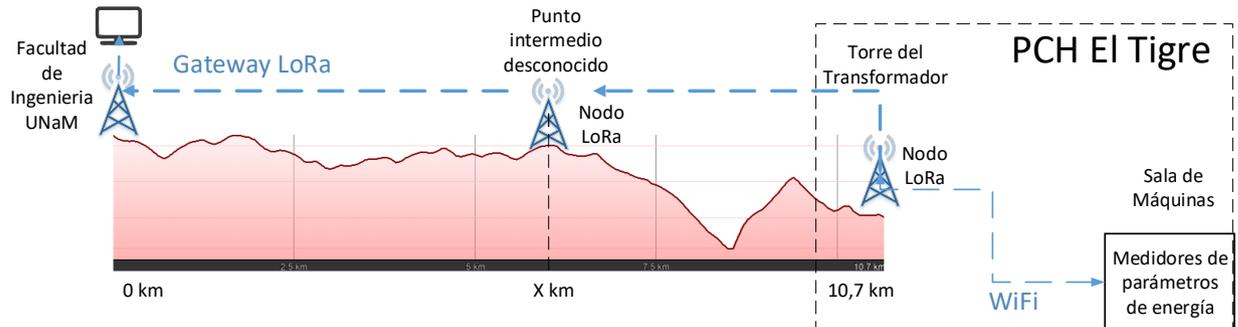


Figura 5 - Esquema para la alternativa con LoRa WAN

Un Gateway LoRa se instalaría en la FIOUNaM, sería muy probable la necesidad de instalar en un punto intermedio, un nodo LoRa, otro nodo LoRa ubicado en la torre del transformador y luego realizar un enlace del tipo wifi con la sala de máquinas.

Un modelo de nodo que se podría utilizar es la combinación de un módulo denominado LoRa Shield [5], con una placa de desarrollo con el nombre arduino uno [6], ya que este shield es compatible para ambos dispositivos.

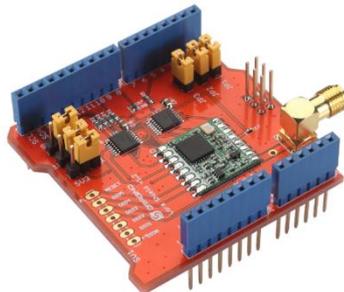


Figura 6 - Foto ilustrativa de LoRa Shield



Figura 7 - Foto ilustrativa de Arduino UNO

La información recibida por el Gateway que se instalaría en la FIOUNaM, se publicará en la página web: www.thethingsnetwork.org.

3.2. Alternativa con sistema de comunicación Xbee

XBee es la denominación a un módulo que brindan un medio inalámbrico para la interconexión y comunicación entre dispositivos. [7]

Estos módulos utilizan el protocolo de red llamado IEEE 802.15.4 [8] para crear redes fast point-to-multipoint (punto a multipunto); o para redes peer-to-peer (punto a punto). En la Figura 8 se observa un módulo Xbee.



Figura 8 – Foto ilustrativa de Módulo Xbee

3.2.1 Diagrama general



Figura 9 - Esquema de la alternativa con Xbee

Se dispondrá de dos módulos Xbee, de los cuales, uno se colocará en la estructura soporte del transformador de la PCH cerca de sala de máquinas y la otra en el lugar de monitoreo ubicada en la FIOUNaM.

3.3. Alternativa con Modem Satelital Iridium

Para esta alternativa, se pretende utilizar un módulo denominado RockBLOCK [9], el cual facilita el uso de los servicios de Iridium Short-Burst Data, servicio satelital diseñado para enviar mensajes de datos de menor tamaño o con mayor frecuencia que los servicios de datos con conmutación de circuitos. El PCB (Printed Circuit Board) del módulo aloja un transceptor Iridium

9602 [10] que incluye el rastreo de embarcaciones marítimas, el monitoreo de equipos y la ubicación automática de vehículos. Transmite datos a través de la red Iridium por el servicio Iridium Short Bust. [11]



Figura 10 – Modem RockBLOCK

3.3.1 Diagrama general

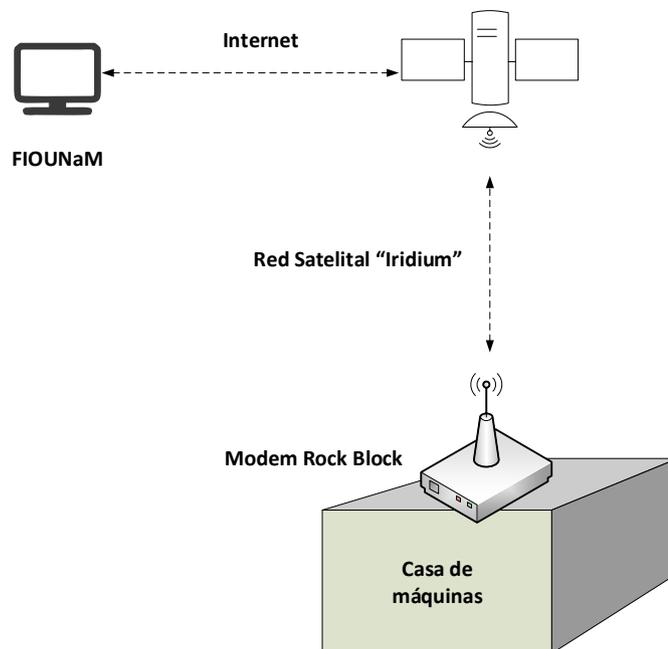


Figura 11 - Esquema de alternativa de comunicación satelital

En esta situación, se pretende colocar el modem satelital directamente sobre la casa de máquinas, ya que la flora presente en los alrededores de dicho lugar, hace posible una línea de visión con la red satelital Iridium. Luego, los datos almacenados en esta red podrán ser accedidos a través de internet o ser recibidos por correo electrónico.

3.4. Alternativa con GPRS

El servicio general de paquetes vía radio (General Packet Radio Service), se puede utilizar para servicios como Wireless Application Protocol (WAP), servicio de mensajes cortos (SMS), Multimedia Messaging System (MMS), Internet y para los servicios de comunicación, como el correo electrónico y la World Wide Web (WWW).

3.4.1 Diagrama general

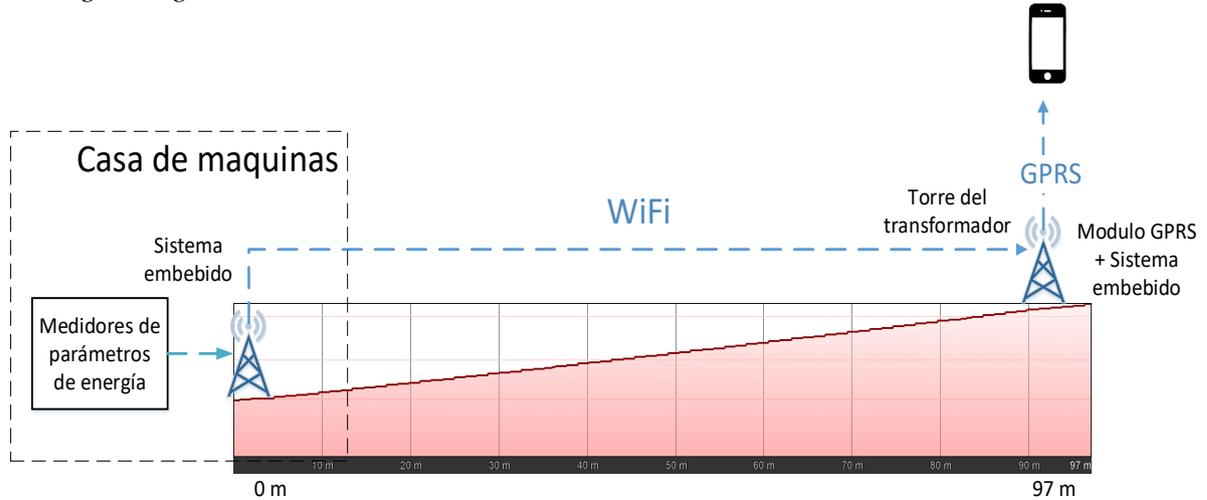


Figura 12 – Esquema para alternativa con GPRS

Se pretende colocar un sistema embebido denominado ESP32[12], para extraer los datos de los medidores de energías, a su vez, con dicho modulo se generará una red wifi para enviar estos datos a la torre del transformador, donde estará ubicado otro ESP32, el cual recibirá la información para transmitirlos por la red GPRS a través del módulo SIM800L [13] (sistema capaz de enviar y recibir mensajes SMS y llamadas a través de la red GPRS).



Figura 13 – foto ilustrativa de SIM800L



Figura 14 - foto ilustrativa de ESP32

4. Alternativa adoptada

A continuación, se muestra un cuadro comparativo con todas las alternativas, desplegando parámetros considerados para la implementación práctica de la comunicación.

Tabla 2 - Comparación de propuestas

Alternativa	Transferencia de datos (Kbps)	Alcance (km)	Terceros	Precio aprox.(U\$D)
LoRa WAN	0,255	10 a 15	-	701,74
Xbee	20	45	-	902
GPRS	114	-	Telefonía móvil	60 + 12 (terceros)
Satelital	0,34	-	Red satelital	250 + 14 (terceros)

Respecto a

Tabla 2, la solución con tecnología satelital no se tiene en cuenta la frecuencia ni el alcance debido a que no es relevante para esta tecnología. Lo mismo ocurre con la solución con GPRS en cuanto al alcance.

En cuanto a los precios aproximados, para realizar los cálculos de dichos valores se tuvieron en cuenta factores como, construcción de torres, adquisición de sistemas embebidos y módulos, y para el caso de la alternativa “GPRS” y “Satelital” se estima el pago del servicio mensual procedente de las empresas prestatarias, lo que se especifica como “terceros”.

5. Conclusiones

- La infraestructura que se desarrollaría en la alternativa con GPRS es más sencilla a comparación de otras, debido a que solo necesitaríamos colocar una antena ubicada cerca de la PCH y todo el sistema se volcaría en mediaciones de la misma, es decir, no se necesitaría varios puntos geográficos con infraestructura.
- La flexibilidad de los sistemas embebidos para la comunicación y trabajo con este módulo de comunicación GPRS permite que el montaje y diseño del sistema sea relativamente sencillo.
- Si bien, se esta solución depende de terceros, en este caso de una empresa de telefonía móvil, es una salvedad que se puede considerar debido a que no implica un gran impacto económico y no requiere de gran procedimiento administrativo para la utilización de las redes de telefonía móvil. No es así el caso de la solución con red satelital, la cual requiere de permisos especiales.
- El precio aproximado para la alternativa con GPRS es notablemente menor que para las demás alternativas, debido a la cantidad de hardware que se requiere para el funcionamiento del sistema.
- La transferencia de datos es más elevada en comparación de las demás alternativas.
- Al realizar un análisis comparativo, se llega a que la mejor propuesta es la alternativa que utiliza la transmisión de datos a través de la red GPRS de telefonía celular.

Referencias

- [1] @-27.5026363,-55.0796183,13.5z/data=!4m7!4m6!1m0!1m3!2m2!1d-55.0071394!2d-27.5060066!3e2!5m1!1e4">https://www.google.com.ar/maps/dir/-27.4854187,-55.1108397/"/>@-27.5026363,-55.0796183,13.5z/data=!4m7!4m6!1m0!1m3!2m2!1d-55.0071394!2d-27.5060066!3e2!5m1!1e4, accedida en abril 2019
- [2] @-27.5026363,-55.0796183,13.5z/data=!4m7!4m6!1m0!1m3!2m2!1d-55.0071394!2d-27.5060066!3e2!5m1!1e4">https://www.google.com.ar/maps/dir/-27.4854187,-55.1108397/"/>@-27.5026363,-55.0796183,13.5z/data=!4m7!4m6!1m0!1m3!2m2!1d-55.0071394!2d-27.5060066!3e2!5m1!1e4, con la aplicación llamada Google Earth, accedida en abril 2019
- [3] <https://www.google.com/maps/@-27.5052128,-55.0051375,142m/data=!3m1!1e3>, accedida en abril 2019
- [4] <https://lora-alliance.org/about-lorawan>, accedida en mayo 2019
- [5] <http://www.dragino.com/products/module/item/102-lora-shield.html>, accedida en junio 2019
- [6] <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>, accedida en junio 2019
- [7] <https://xbee.cl/que-es-xbee/>, accedida en abril 2019
- [8] <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.119.2038&rep=rep1&type=pdf>, accedida en junio 2019
- [9] <https://www.iridium.com/products/rock-seven-rockblock-mk2/>, accedida en mayo 2019
- [10] <https://www.iridium.com/products/iridium-9602/>, accedida en mayo 2019
- [11] <https://www.iridium.com/services/iridium-sbd/>, accedida en mayo 2019
- [12] <http://esp32.net/>, accedida en junio 2019
- [13] https://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_SIM800L.pdf, accedida en junio 2019