



Autonomía de Nodos LoRaWAN Empleados en Comunicación y Telemática con Pequeñas Centrales Hidroeléctrica

G. A. Xander ^{a*}, V. H. Kurtz ^b, M. E. Sosa ^c, J. A. Olsson ^d, L. V. Santiago ^e

^{a,b,c,d,e} *Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.*
e-mails: gaxander@fio.unam.edu.ar, kurtzvh@fio.unam.edu.ar, milton.eduardo.sosa@gmail.com, olsson@fio.unam.edu.ar, santiagolea@fio.unam.edu.ar

Resumen

Este trabajo se basa en una serie de nodos remotos que forman parte de una red LoRaWAN. Los mismos se encuentran ubicados en PCH (pequeñas centrales hidroeléctricas). En la zona de Oberá, Misiones existen varios emprendimientos PCH distribuidos en un radio de 15 km. Para comunicarse con esos emprendimientos se deben salvar estas distancias, así como las condiciones topológicas adversas de la región [1]. Para ello es necesario adaptar los modos de modulación lora que utiliza cada nodo. Para modificar el ancho de banda y el factor de dispersión se seleccionan los distintos valores dr (data rate) permitidos por la legislación local.

Cuando hablamos de comunicación con la PCH nos referimos al envío de información de estados y parámetros de la ucina, y la recepción de configuraciones y comandos para el funcionamiento de la misma. Esto se suele conocer como telemática.

Se presenta la influencia que tienen los distintos tipos de modulación en la autonomía de los nodos remotos alimentados con una batería de polímero de iones de litio (Li-Po).

En casos extremos, en los cuales el modo de modulación utilizado implica mayores tiempos de transmisión, será necesario limitar la frecuencia con la que se envían los mensajes. De esta manera se podrá extender la autonomía del nodo en cuestión y no exceder la premisa de 30 s diarios de utilización de aire.

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación Pequeñas Centrales Hidroelectricas – Equipos y Sistemas (16/1142)

Palabras Clave – *pequeña centrales hidroeléctrica, IoT, LoRaWAN, telemática, baterías Li-Po*

1. Introducción

LoRa es una modulación de espectro expandido y utiliza correlación en tiempo y en frecuencia ya que para modular un símbolo de dato genera una variación lineal de frecuencia cubriendo todo el ancho de banda del canal utilizado (Figura 1). A este tipo de modulación se lo conoce como Chirp, nombre que proviene de sus siglas en inglés “*Compressed High Intensity Radar Pulse*”.

Como se puede deducir del nombre es una modulación utilizada originalmente en radares y sonares.

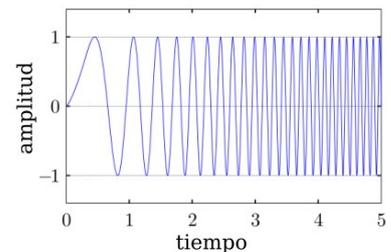


Figura 1: variación lineal de frecuencia [2]

*Autor en correspondencia.

Según en qué frecuencia comience la modulación se estará representando un símbolo en particular (Figura 2)

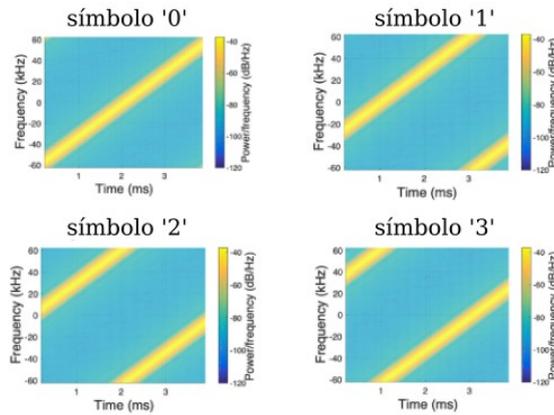


Figura 2: símbolos chirp [3]

En este caso se está utilizando un factor de dispersión igual a 2 ($sf=2$) con lo cual tenemos 4 símbolos posibles.

En una comunicación para llegar más lejos normalmente se aumenta la potencia de la señal. En LoRa en cambio el paradigma es “hablar” más lento. Con esto logramos que el receptor tenga mayores posibilidades de interpretar correctamente el mensaje. Esto está definido por el parámetro DR (*data rate*). El DR nos da una idea de la velocidad de transmisión.

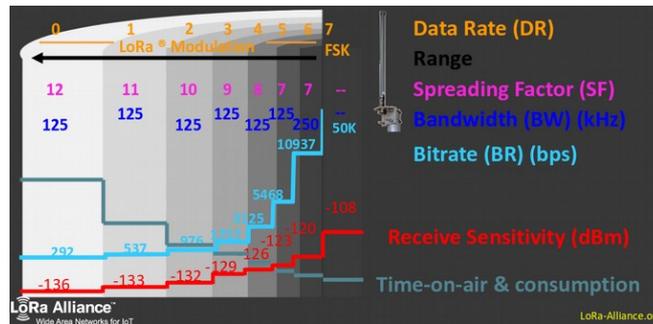


Figura 3: data rate vs. alcance [4]

Cuanto mayor sea el DR mayor la velocidad de transmisión y por ende menor el tiempo necesario para transmitir un mensaje (Figura 3).

En la figura 4 se aprecia como aumenta el tiempo necesario para transmitir un símbolo según aumente el factor de dispersión.

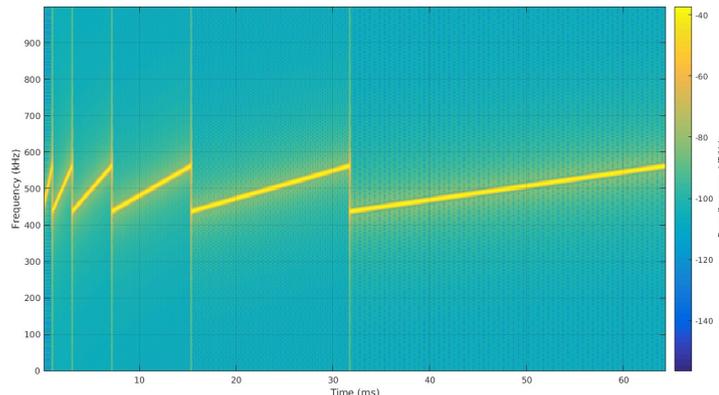


Figura 4: comparación de distintos factores de dispersión [5]

2. Autonomía

Estos nodos están instalados en PCH donde regularmente son alimentados por la misma energía generada por la central. Pero en periodos en que no se genera electricidad localmente, los mismos deberán continuar operando de manera autónoma alimentados por una batería. Se considera suficiente una autonomía de 48 horas.

Se parte de la hipótesis de que a mayor tiempo requerido para la transmisión mayor será el consumo de energía, por eso se trata de limitar el uso de la radio. La línea gris de la figura 3 al aumentar el factor de dispersión, para lograr mayor alcance, también aumenta el tiempo de transmisión. Bajo esta premisa se ensaya un nodo utilizando distintos valores de DR.

3. El nodo

La implementación utilizada consta de un placa de desarrolla “LoPy4”¹ en conjunto con una placa de expansión “Expansion Board 3.1”² (figura 5). La placa de expansión se encarga de gestionar las fuentes de energía e incluye un cargador de baterías Li-Po.

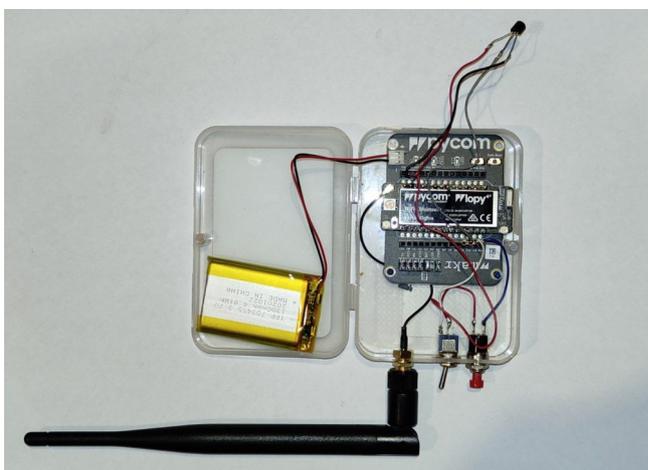


Figura 5: nodo LoPy4 + batería



Figura 6: batería Li-Po

Todo el conjunto es alimentado por una batería de polímero de iones de litio (Li-Po) de 1300 mAh (figura 6). Se optó por esta batería debido a su formato compacto y por ser la más conveniente en relación precio/energía almacenada.

Se incluye en el nodo un sensor de temperatura cuya medición junto con el valor de tensión de la batería conforman la información transmitida en los ensayos.

4. Ensayos

Se llevaron a cabo distintos ensayos variando los parámetros “dr” alimentando el nodo únicamente con la batería. Se registran los datos de tensión de batería transmitidos por el nodo, hasta que la tensión de la batería ya no es suficiente como para transmitir. La rutina programada en el nodo consiste en medir tensión de batería y transmitir la información. Luego se pasa a un estado de bajo consumo por 2 minutos. A continuación se presentan los resultados obtenidos con las dos variantes de operación: utilizando *sleep* y utilizando *deepsleep*.

¹<https://pycom.io/product/lopy4/>

²<https://pycom.io/product/expansion-board-3-0/>

Sleep

Utilizando la rutina sleep no se pudo llegar a las 24 horas de autonomía. Se probaron las autonomías con DR 4 y DR 0. En DR 4 la batería aguantó apenas 5 minutos más (figura 7). Evidentemente el principal consumo no es la transmisión en si, sino el consumo propio del microcontrolador.

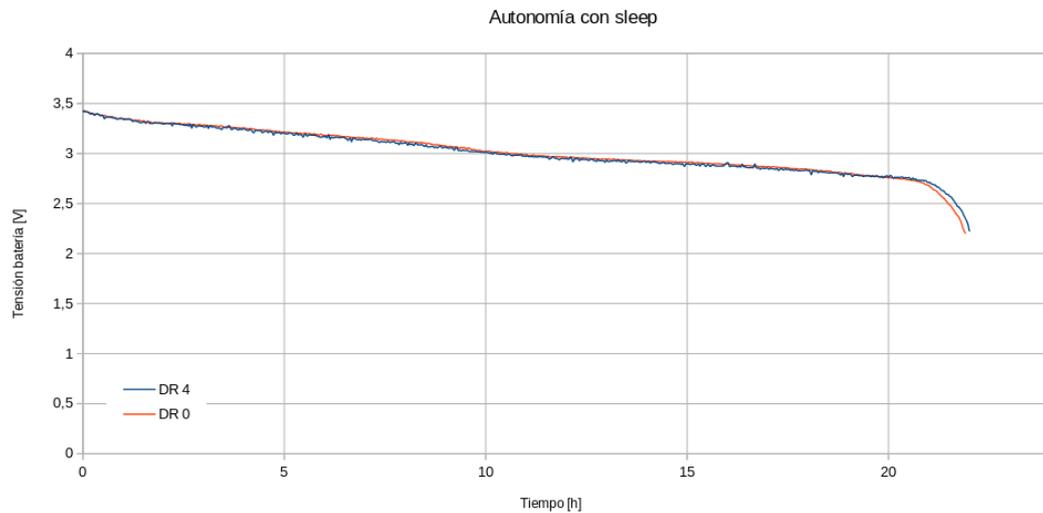


Figura 7: Autonomía usando sleep

Deepsleep

Como no se logró la autonomía deseada utilizando *sleep*, se ensayó con el modo *deepsleep* y con esta alternativa se superó ampliamente la autonomía requerida, incluso con DR 0 se lograba una autonomía de 17 días y medio (figura 8).

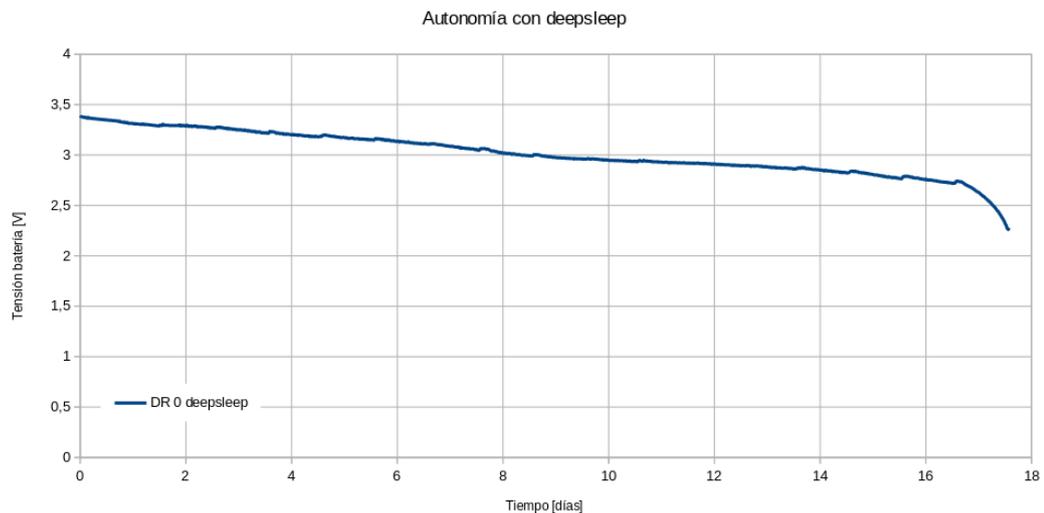


Figura 8: Autonomía usando deepsleep

5. Conclusiones

Pasar de DR 4 a DR 0 implica un aumento del tiempo de transmisión del mensaje de 0,09 s a 1,32 s. Esto equivale a una utilización de radio 13 veces superior, sin embargo esto no se vió reflejado en la duración de la batería. Con esto se pudo comprobar la premisa de las transmisiones LoRa en cuanto al bajo consumo de las mismas ya que la energía utilizada para transmitir no influyó significativamente en la autonomía del nodo.

La batería seleccionada resultó ser más que suficiente cuando se trabaja en modo *deepsleep*, incluso se podría utilizar una de menor capacidad, si se consiguiera en el mercado local.

No fue necesario incrementar el tiempo entre transmisiones para aumentar la autonomía.

Si se llega a requerir una autonomía aún mayor se propone implementar una fuente auxiliar secundaria para cargar la batería, como por ejemplo un panel fotovoltaico.

6. Bibliografía

- [1]: V.H. Kurtz; J.A. Olsson; A.R. Marchegiani, Telemando y Controlador Manual de la Tensión Generada para Pequeñas Centrales Hidroeléctricas, 2019
- [2]: Semtech, What are LoRa® and LoRaWAN®?, 2019, <https://lora-developers.semtech.com/library/tech-papers-and-guides/lora-and-lorawan/>
- [3]: Haitham Hassanieh, ECE 463 Lab 10: IoT – RFID & LoRa, 2018
- [4]: LoRa Alliance®, SF vs. DR vs. range, 2019, lora-alliance.org
- [5]: Sakshama Ghosly, All About LoRa and LoRaWAN, 2017, www.sghosly.com