



Tutorial, manual de uso y ejemplos:  
Lora RFM9X  
29/05/2018

Fecha	29/05/2018
Autor	Laura Coronel
Versión	1.1
Revisado por	Rubén Mir

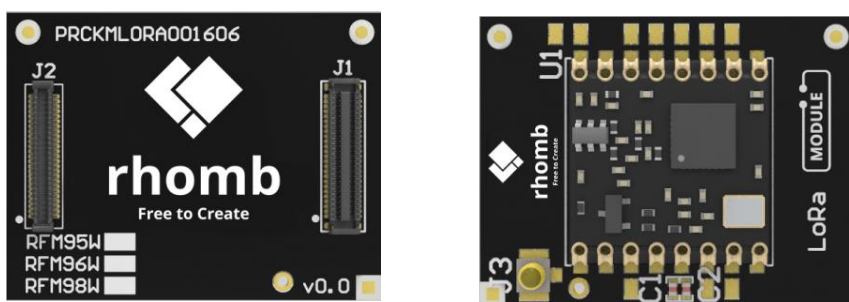
## TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	2
2. Requisitos.....	3
2.1. Hardware .....	3
2.2. Software.....	3
3. Conexiones.....	4
3.1. Módulos .....	4
3.2. Antena .....	4
4. Ejemplo de uso .....	5
4.1. Objetivo.....	5
4.2. Procedimiento.....	5
5. Formas de realizar esta prueba.....	7
5.1. Resultados .....	8
6. Disclaimer .....	9

## 1. INTRODUCCIÓN

El *LoRa RFM9X* es un módulo Rhomb.io certificado que permite comunicaciones inalámbricas de amplio rango basadas en la especificación LoRa Alliance. Este módulo ofrece un gran rango de alcance de señal, bajo consumo de energía y transmisión de datos segura.

El módulo *LoRa RFM9X* permite comunicaciones de largo alcance por medio de radio frecuencia, por lo que está concebido para llevar a su producto basado en la plataforma Rhomb.io la conectividad necesaria para la transmisión inalámbrica de datos.



LoRa RFM9X Rhomb.io Slave Module

Existen variantes del módulo *LoRa RFM9X* que cumplen con las regulaciones sobre radio frecuencia para su uso en los Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda y Europa. Es responsabilidad del comprador cumplir con las regulaciones del país o países en los que se utilizará el módulo. La siguiente tabla indica las diferencias entre las variantes.

PN	Frecuencia (MHz)
RFM95W	868
RFM96W	433/470
RFM98W	470

Entre sus posibles aplicaciones se encuentran:

- Monitorización de cultivos o calidad del aire
- Smart cities
- Domótica
- Alarmas y sistemas de seguridad
- Monitorización y control industrial
- Tracking de ganado

## 2. REQUISITOS

### 2.1. HARDWARE

- 2x PCB Deimos. (Se podría usar cualquiera de clase 2 o clase 3)
- 2x Duino Uno Rhomb.io master (Se podría usar cualquier master Duino Series)
- 2x LoRa RFM9X Rhomb.io slave modules
- 2x antena (opcionalmente puede emplearse 2 cables a modo de antena)
- 2x Cable micro USB
- 2x Equipos PC (o bien 1x PC y 1x transformador con cable micro USB)

### 2.2. SOFTWARE

- Arduino IDE
- Librería RadioHead-master
- Lora\_rx.ino
- Lora\_tx.ino

### 3. CONEXIONES

Por favor, revisar el siguiente documento para más información:

- Inserción de módulos

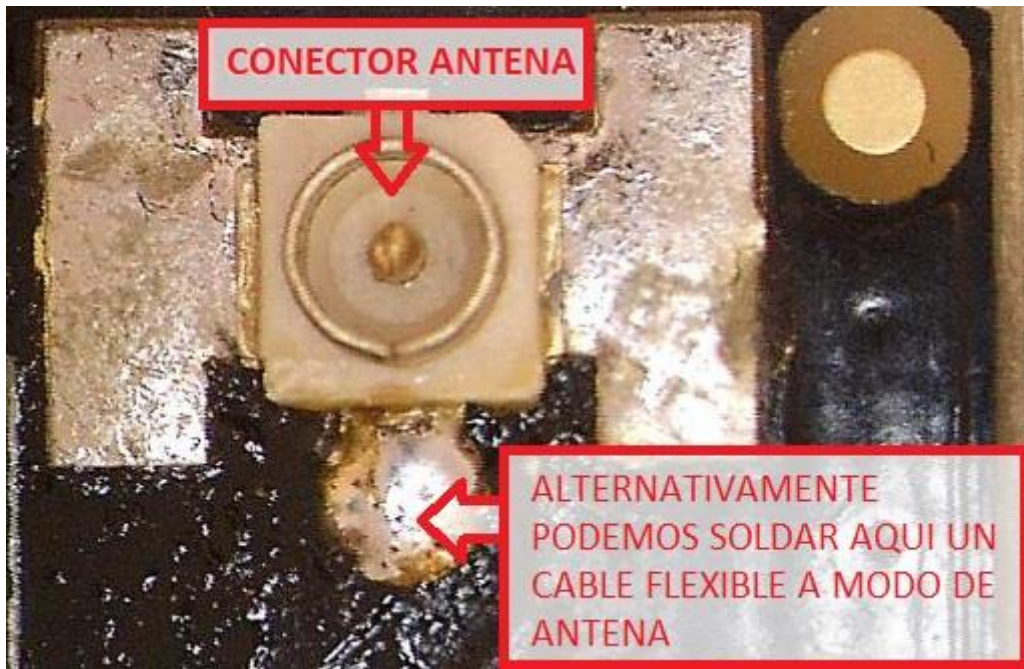
#### 3.1. MÓDULOS

Insertar cada uno de los dos Duino uno Rhomb.io master module en cada una de las dos placas de clase 2 o clase 3.

Insertar cada uno de los dos LoRa RFM9X Rhomb.io slave modules en cada una de las dos placas de clase 2 o clase 3.

#### 3.2. ANTENA

El módulo dispone de un conector UMCC macho para antenas RF. La antena debe tener una longitud determinada. Opcionalmente, también puede utilizarse un pequeño trozo de cable flexible soldado a la toma de antena.



*Detalle del conector de la antena*

Para la realización de pruebas preliminares se puede emplear un cable, pero para un uso en producción debería emplearse una antena, ya que maximiza la potencia de la señal RF.

Para determinar la longitud del cable se emplea esta fórmula:

$$\text{Longitud Antena} = \frac{7500}{\text{Frecuencia (MHz)}}$$

Para este ejemplo vamos a utilizar la frecuencia de 470 MHz por lo que la longitud del cable de nuestra antena sería:

$$\text{Longitud Antena} = \frac{7500}{470} = 15.95 \text{ cm}$$

## 4. EJEMPLO DE USO

Para llevar a cabo este ejemplo, es recomendable la lectura previa de los siguientes documentos:

- Flashear módulos master Duino Series en placas clase II y III
- Como agregar librerías al IDE de Arduino

### 4.1. OBJETIVO

En este ejemplo se van a transmitir datos de forma inalámbrica desde una PCB a otra mediante radio frecuencia. Se va a emplear la frecuencia de 470MHz. Durante la prueba, va a poder medirse la intensidad de la señal que se recibe en cada momento.

### 4.2. PROCEDIMIENTO

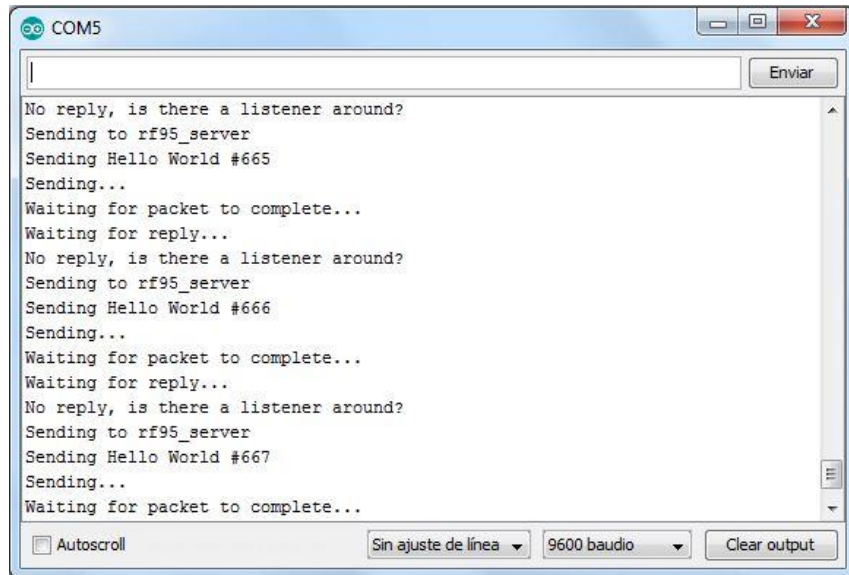
Tenemos dos sketches, servidor y cliente. En cada uno, existe un bloque de código que debemos modificar en función de que frecuencia vayamos a usar. La modificación consiste en comentar o descomentar una línea del código.

- Para comentar una línea escribiremos `//` al principio de la línea
  - Para descomentar una línea, borraremos `//`
- ```
15
16 // Change to 433.0 or other frequency, must match RX's freq!
17 //#define RF95_FREQ 433.0 Comentado
18 // Change to 434.0 or other frequency, must match RX's freq!
19 #define RF95_FREQ 470.0 Descomentado
20
```

*Fragmento de código a personalizar en cada sketch según frecuencia utilizada*

1. Instalar la librería RadioHead-master
2. Descomentar la línea apropiada para nuestra preferencia. Dejar el mismo valor tanto en el sketch Lora\_tx.ino como en Lora\_rx.ino
3. Dejar comentadas el resto.
4. Flashear en uno de los masters el sketch receptor: Lora\_rx.ino
5. Flashear en el otro master el sketch transmisor: Lora\_tx.ino

6. Dejar el transmisor (Tx) conectado al PC. En este momento, el Tx, comienza a enviar tramas de datos a un posible receptor (Rx) que los reciba. Si abrimos el terminal serie del IDE de Arduino (Ctrl+Mayus+M), veremos que está enviando tramas, pero nadie las recibe.



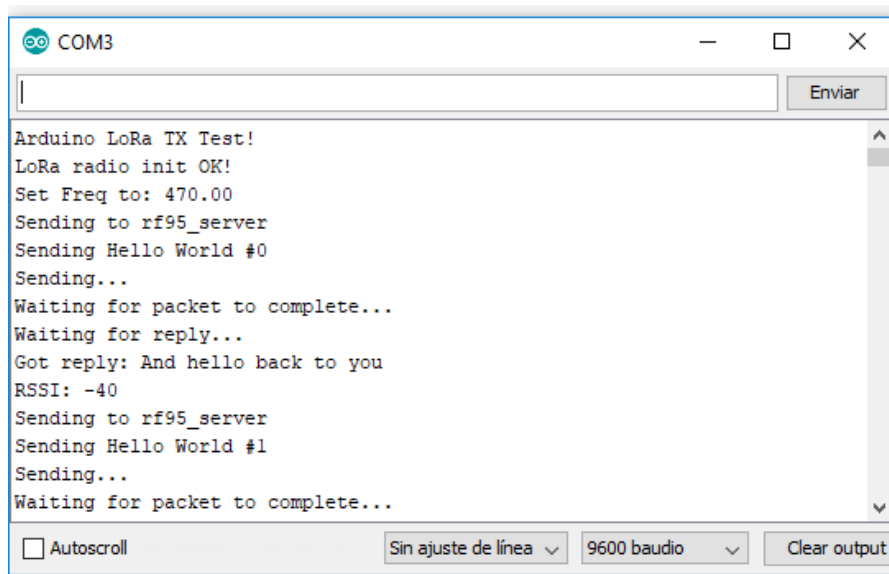
```

COM5
Enviar
No reply, is there a listener around?
Sending to rf95_server
Sending Hello World #665
Sending...
Waiting for packet to complete...
Waiting for reply...
No reply, is there a listener around?
Sending to rf95_server
Sending Hello World #666
Sending...
Waiting for packet to complete...
Waiting for reply...
No reply, is there a listener around?
Sending to rf95_server
Sending Hello World #667
Sending...
Waiting for packet to complete...
Autoscroll Sin ajuste de línea 9600 baudio Clear output

```

*Monitor serie del transmisor cuando no existe un receptor*

7. Dejamos el transmisor (Tx) conectado y emitiendo.
8. Conectar el receptor (Rx) a un PC con el IDE de Arduino y seleccionar el puerto COM correspondiente (Herramientas > Puerto) y abrir el terminal serie (Ctrl+Mayus+M). En este momento, debería verse como se reciben las tramas, y como a su vez, se envía un mensaje de respuesta al Transmisor (Tx) con cada trama que recibe. Cada trama recibida muestra la potencia de la señal (RSSI).



```

COM3
Enviar
Arduino LoRa TX Test!
LoRa radio init OK!
Set Freq to: 470.00
Sending to rf95_server
Sending Hello World #0
Sending...
Waiting for packet to complete...
Waiting for reply...
Got reply: And hello back to you
RSSI: -40
Sending to rf95_server
Sending Hello World #1
Sending...
Waiting for packet to complete...
Autoscroll Sin ajuste de línea 9600 baudio Clear output

```

*Monitor serie del receptor cuando recibe las tramas del transmisor*

Cuando tenemos conectado tanto el servidor como el cliente, aparecerá el texto de la imagen en el monitor serie del receptor. Si el terminal aparece en blanco, es síntoma de que el transmisor no está transmitiendo correctamente.

En este momento, podemos alejar el cliente del server y realizar pruebas de campo para verificar la potencia de recepción en el entorno real en el que se vaya a utilizar el módulo.

## 5. FORMAS DE REALIZAR ESTA PRUEBA

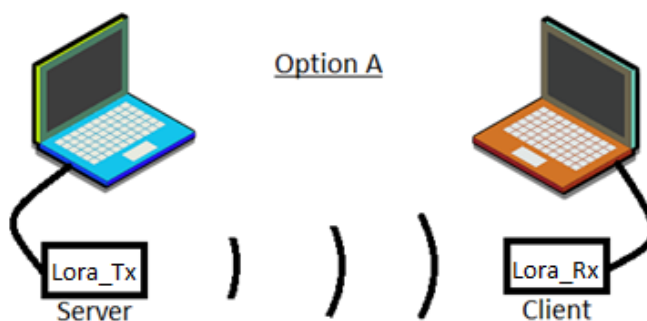
Según los recursos de los que dispongamos, podemos realizar la prueba de distintas formas. Los resultados en los tres métodos son idénticos. Lo que cambia de un método a otro es la monitorización de los scripts.

| Formas de realizar esta prueba                          |                                                    |                                                          |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Placa 1 conectada a un PC y Placa 2 conectada a otro PC | Posibilidad de tener monitor serie en ambas placas | Es la forma utilizada en este ejemplo. Se requieren 2 PC |
| Placa 1 conectada a un PC y Placa 2 conectada a +5V     | Posibilidad de tener monitor serie en una placa    | Se requiere 1 PC                                         |

Notas:

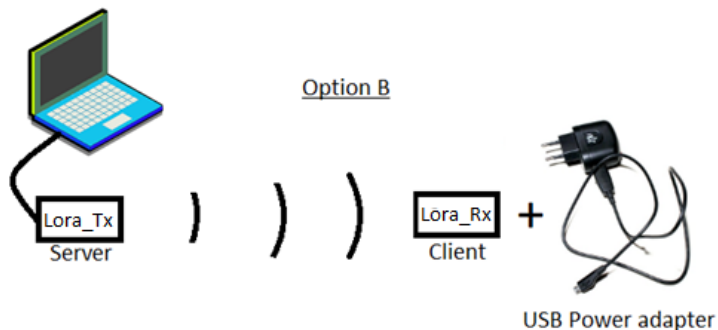
- Durante la prueba, se ofrece información relevante a través del puerto serie. Es recomendable tener la placa conectada a un PC para acceder a esta información a través del monitor serie del IDE de Arduino (Ctrl+Mayus+M). No es imprescindible en una aplicación real.
- La alimentación a +5V puede obtenerse desde un alimentador externo, desde una batería o desde el puerto USB de un PC.

La idea es tener el cliente conectado a un PC y tener el server conectado a un segundo PC. Podemos abrir el monitor serie del IDE de Arduino en cada uno de ellos para monitorizar la operación.



Planteamiento con 2 PC

Si solo disponemos de un único PC, conectamos el cliente a un alimentador USB y utilizamos el PC para el servidor. No podremos ver el monitor serie del cliente, pero no es necesario.



*Planteamiento con 1 PC para el server y un alimentador USB para el cliente*

### 5.1. RESULTADOS

Durante las pruebas de laboratorio realizadas por Rhomb.io hemos obtenido los siguientes resultados.

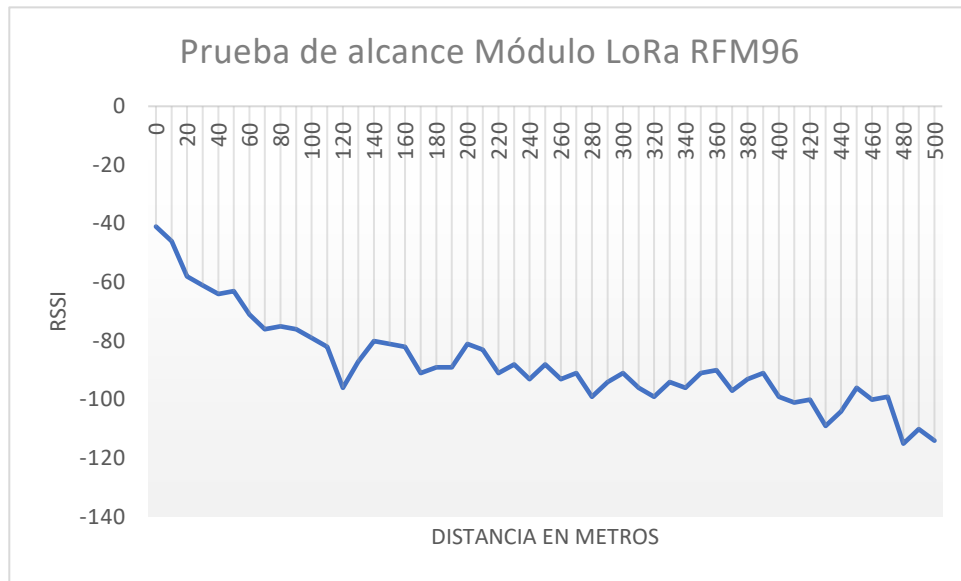
| Metros | Rssi |
|--------|------|
| 0      | -41  |
| 10     | -46  |
| 20     | -58  |
| 30     | -61  |
| 40     | -64  |
| 50     | -63  |
| 60     | -71  |
| 70     | -76  |
| 80     | -75  |
| 90     | -76  |
| 100    | -79  |
| 110    | -82  |
| 120    | -96  |
| 130    | -87  |
| 140    | -80  |
| 150    | -81  |
| 160    | -82  |
| 170    | -91  |

| Metros | Rssi |
|--------|------|
| 180    | -89  |
| 190    | -89  |
| 200    | -81  |
| 210    | -83  |
| 220    | -91  |
| 230    | -88  |
| 240    | -93  |
| 250    | -88  |
| 260    | -93  |
| 270    | -91  |
| 280    | -99  |
| 290    | -94  |
| 300    | -91  |
| 310    | -96  |
| 320    | -99  |
| 330    | -94  |
| 340    | -96  |
| 350    | -91  |

| Metros | Rssi |
|--------|------|
| 360    | -90  |
| 370    | -97  |
| 380    | -93  |
| 390    | -91  |
| 400    | -99  |
| 410    | -101 |
| 420    | -100 |
| 430    | -109 |
| 440    | -104 |
| 450    | -96  |
| 460    | -100 |
| 470    | -99  |
| 480    | -115 |
| 490    | -110 |
| 500    | -114 |

La prueba ha sido realizada en el exterior con dos módulos Lora RFM96 con un cable soldado para la antena. Si en vez de un cable le conectamos una antena, el alcance será mucho mayor. Se ha probado en línea recta y en un ambiente libre de obstáculos.





## 6. DISCLAIMER

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este documento puede ser fotocopiada, reproducida, almacenada en un sistema en la nube, o transmitido, en cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico o de otro tipo, sin el previo consentimiento o permiso por escrito de Tecnofingers S.L. No se garantiza la exactitud del contenido de la información contenida en esta publicación. En la medida en que lo permita la ley, no se aceptará ninguna responsabilidad (incluida la responsabilidad frente a cualquier persona por negligencia) por parte de Tecnofingers o cualquiera de sus subsidiarias o empleados por cualquier pérdida o daño directo o indirecto causado por omisiones de o de inexactitudes en este documento. Tecnofingers S.L. se reserva el derecho de cambiar los detalles de esta publicación sin previo aviso. Nombres de productos y empresas el presente documento puede ser una marca comercial de sus respectivos propietarios.