

# Sistema de Control de Iluminación de Luces LED

FRANCISCO XAVIER CÓRDOVA DE LA CRUZ

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

DIRECTOR: ING. GUSTAVO MORENO. M.SC.

# Objetivo

Comprobar la factibilidad técnica de un sistema para monitorear luminarias publicas, enviando y recibiendo datos sin la necesidad de conexiones físicas.

# Antecedentes

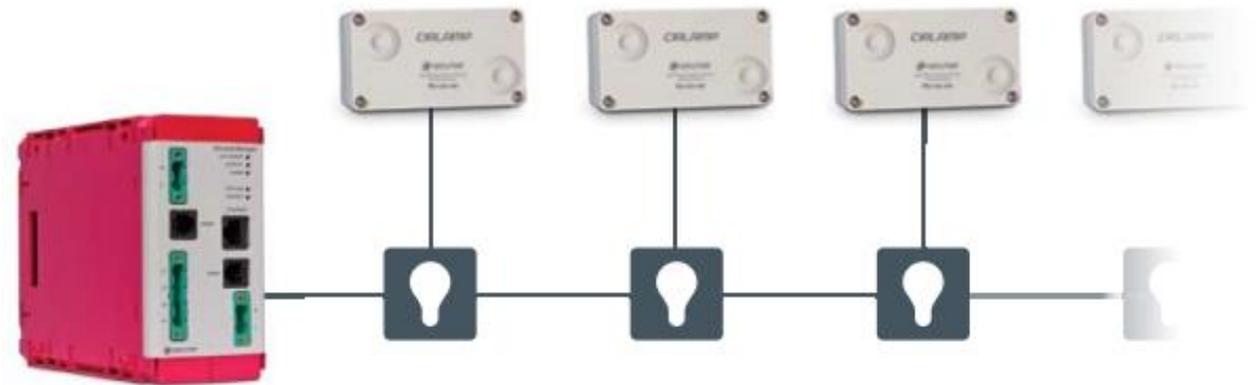
- ▶ Aumento de la delincuencia
- ▶ Accidentes de tránsito
- ▶ Disminución del turismo dependiendo de la ubicación



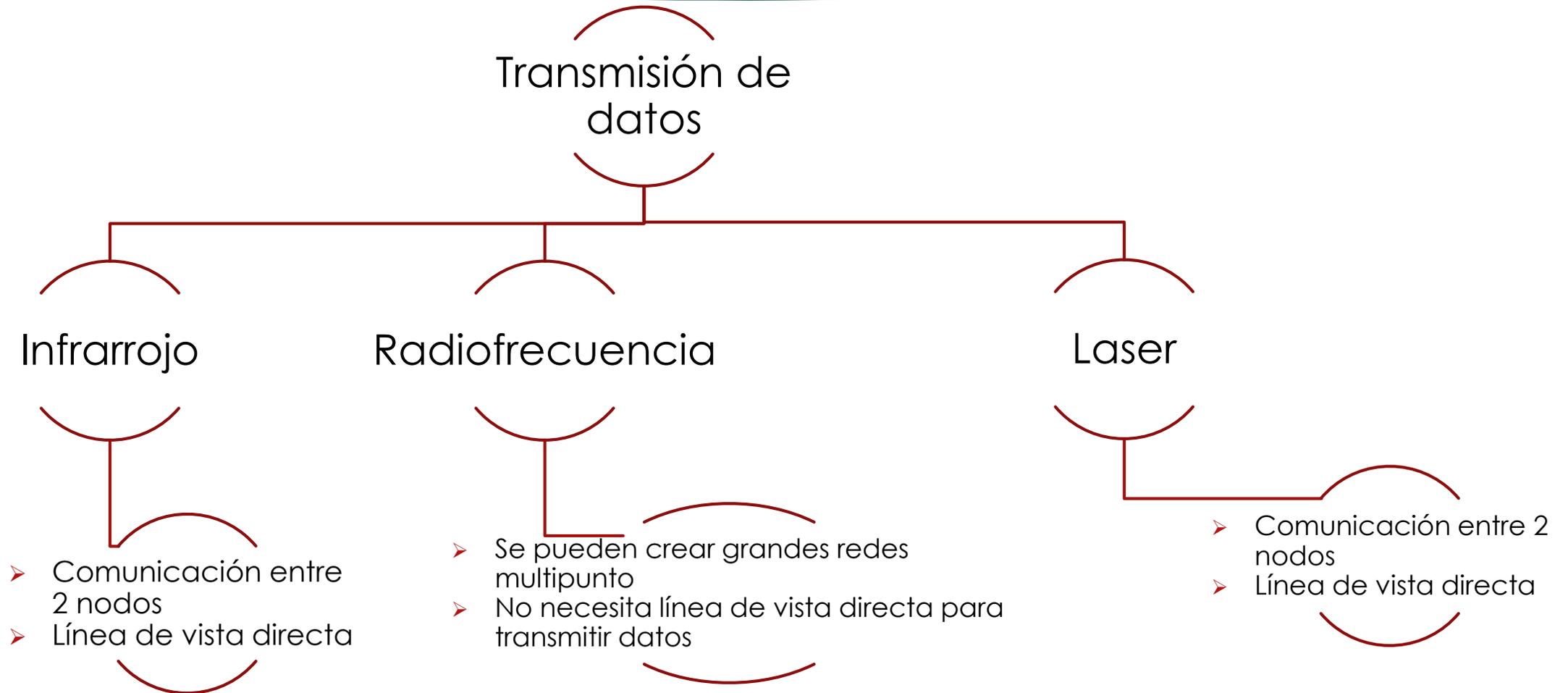
## Productos relacionados CIRLAPM

Gestión inteligente del alumbrado público a través de módulos conectados en la red eléctrica existente.

- CirLamp Manager: Gestiona toda la red con tecnología PLC (Power Line Communications),
- CirLamp : Se instala en cada punto de luz y es el encargado de hacer el control inteligente del alumbrado



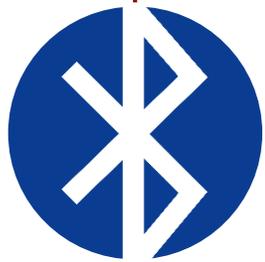
# Medios de transmisión inalámbricos



# Radiofrecuencia



Radiofrecuencia



Bluetooth

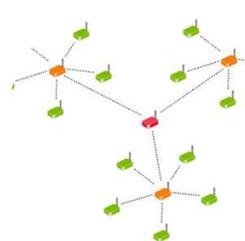


Redes de 80 equipos distribuidos en 8 nodos

Distancia máxima de transmisión de 10 m



Zigbee



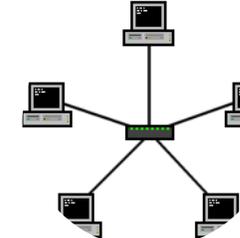
Topología tipo Cluster tree

Redes de 65000 equipos distribuidos en 255 nodos

La distancia de transmisión es de 40m en zona urbana



Wi-fi



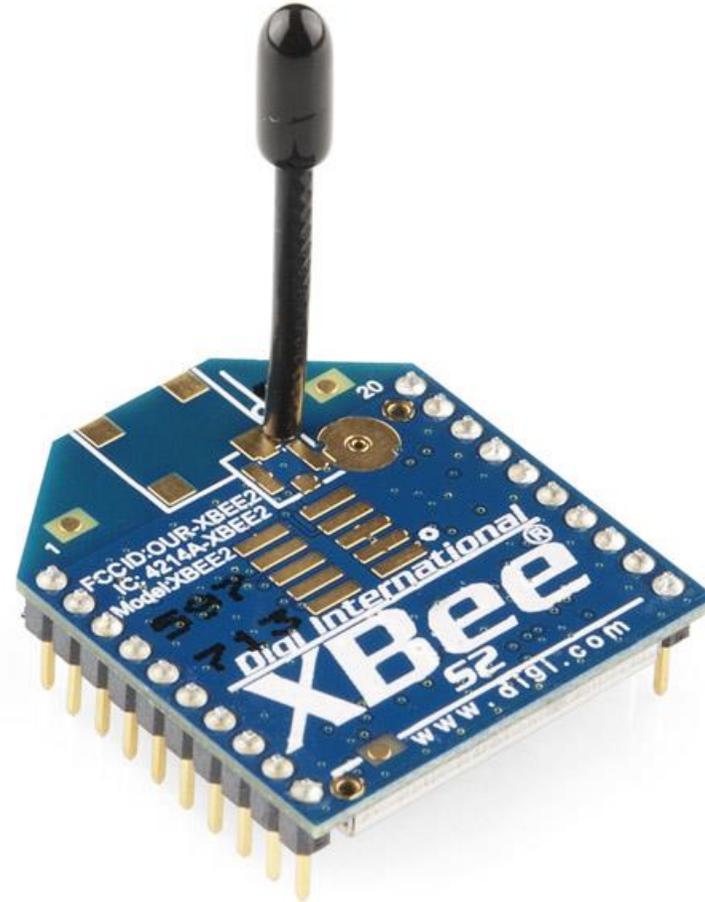
Permite conexiones con topología tipo estrella

La distancia de transmisión es de aproximadamente 30m

# DIGI

## Xbee S2

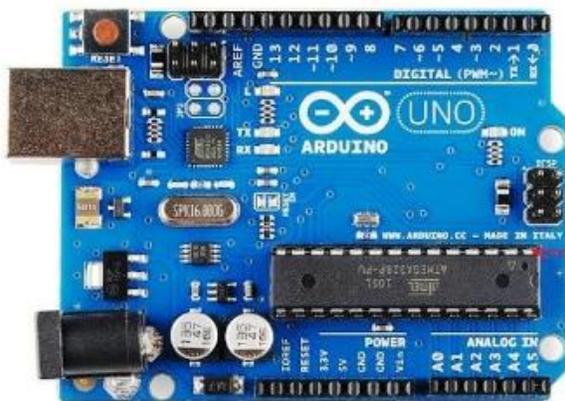
- Permite la creación de redes complejas multipunto, en este caso Cluster tree
- Cobertura de 40 metros en zona urbana
- Bajos consumo de energía
- Posee pines digitales y análogos para la conexión de sensores y actuadores.



# Materiales

## Arduino UNO

Arduino UNO, es un microcontrolador programable que está incorporado en una placa que posee 14 pines digitales y 6 pines analógicos a los cuales se pueden conectar dispositivos como sensores, etc.



## Xbee S2

Los módulos XBee brindan un medio inalámbrico para la conexión entre dispositivos a través de radiofrecuencia



## Relé

Es un interruptor, que permite la activación de una línea eléctrica de alta potencia a través de un circuito electrónico de baja potencia



# Materiales

## Transistor TIP31

Es un transistor NPN usado para aplicaciones de potencia media



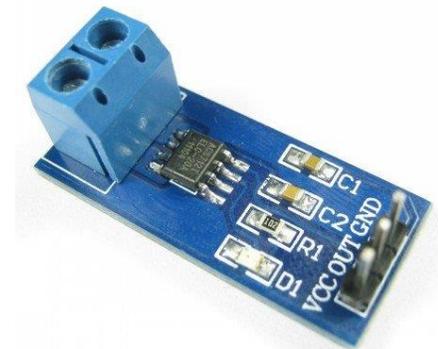
## Luminaria

Chip LED

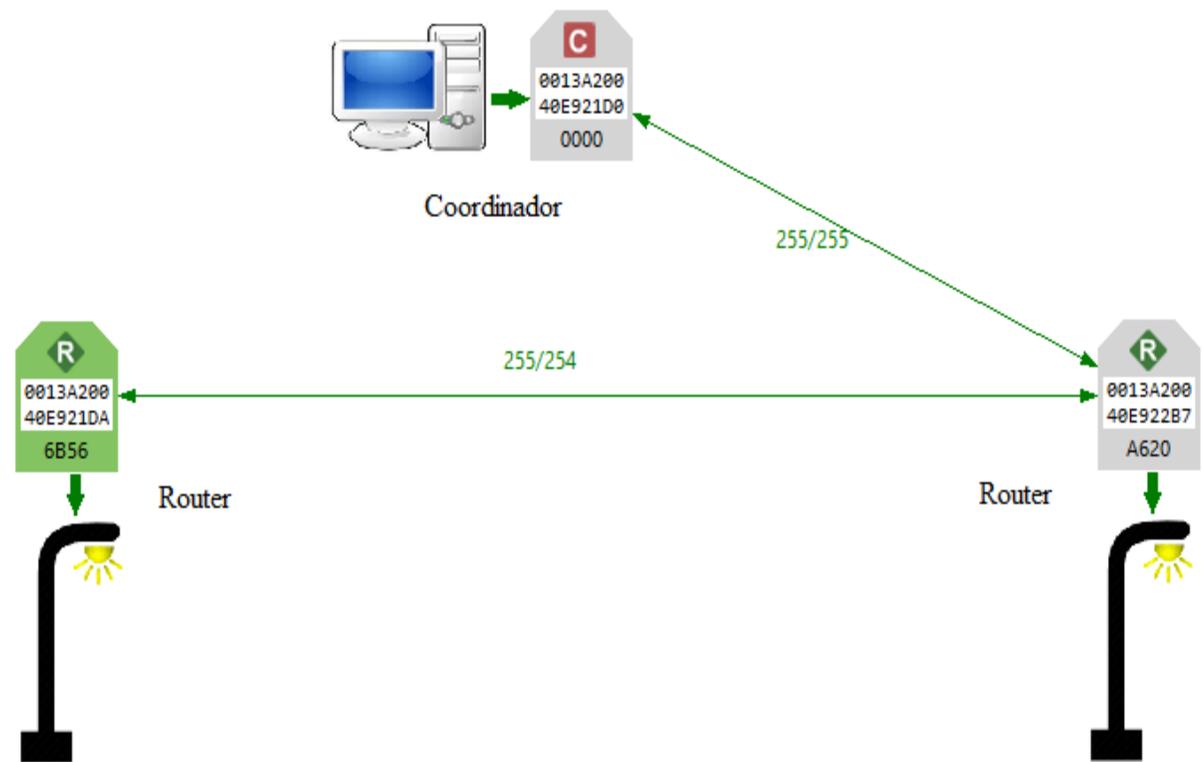


## Sensor ACS712

Es un sensor de corriente que provee una solución económica y precisa para realizar trabajos que necesiten una fácil implementación

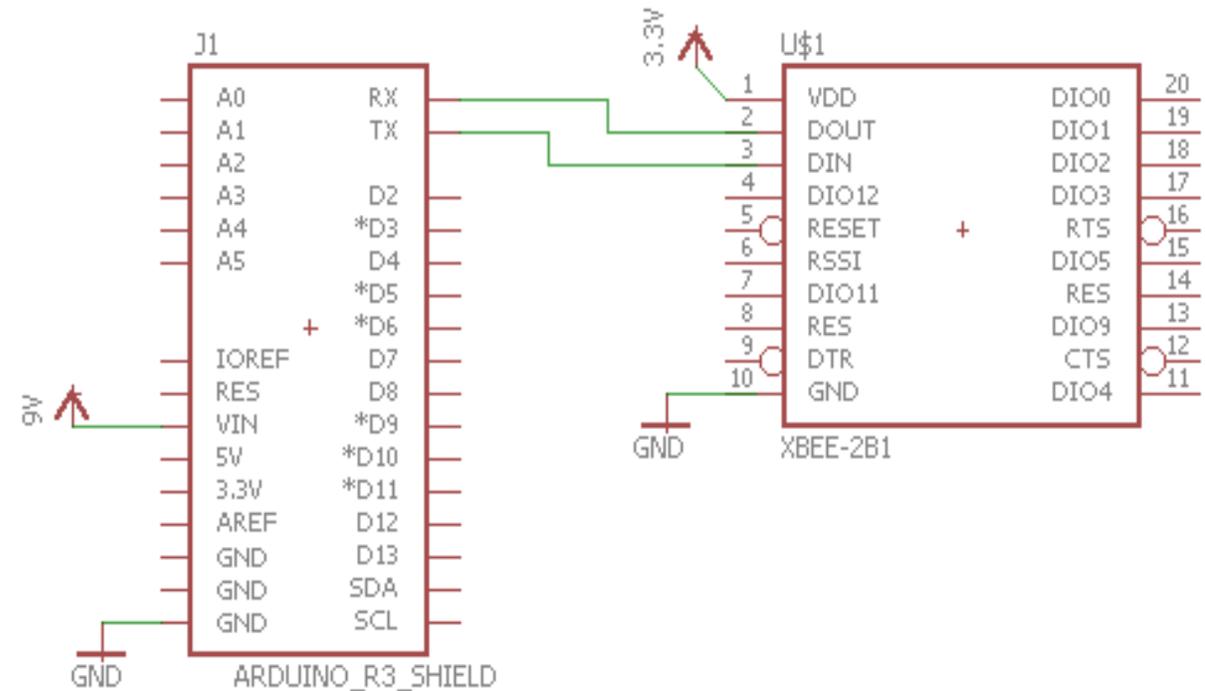


# Esquema general



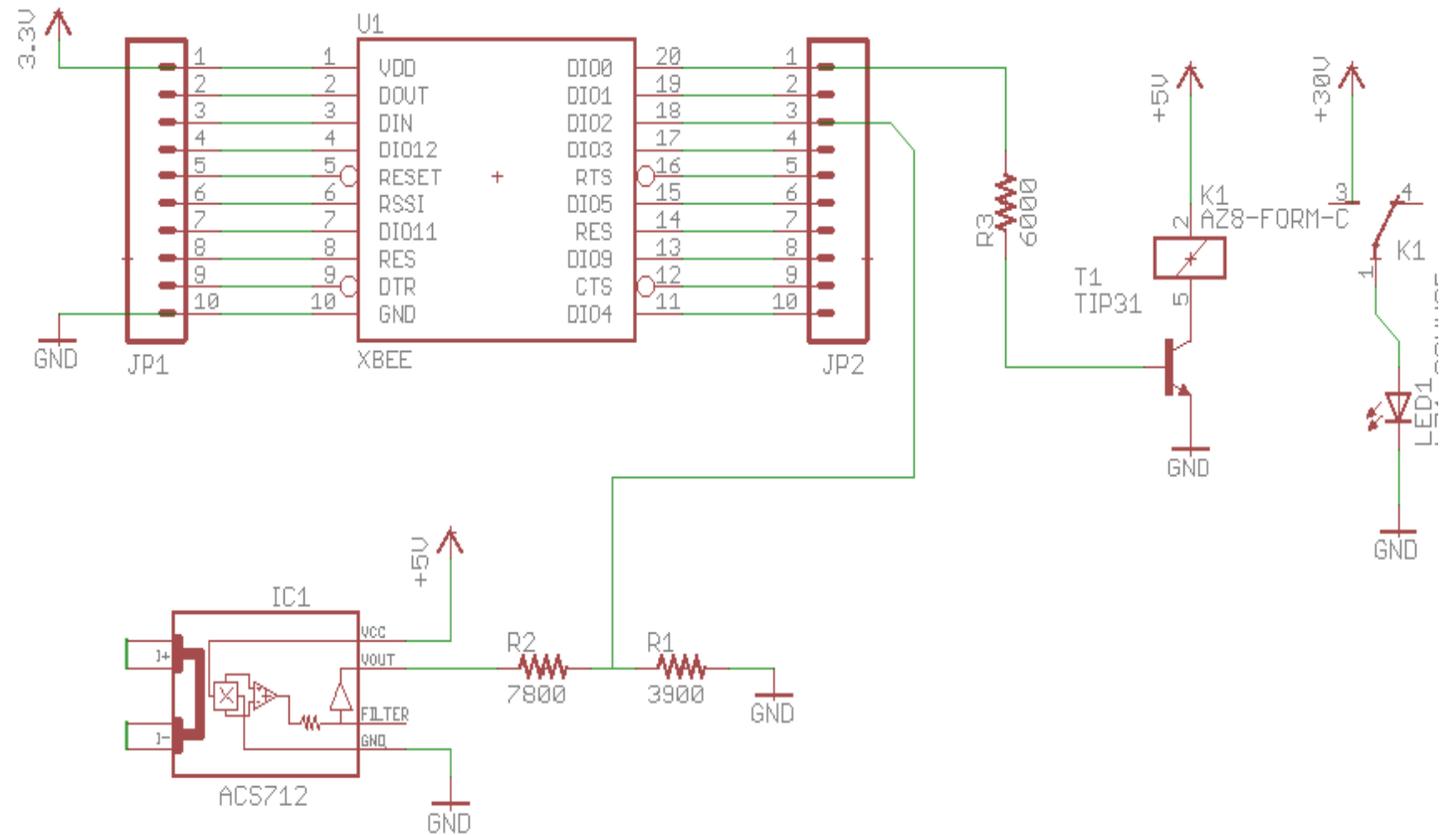
# Conexión Arduino UNO con Xbee Coordinador

El esquema muestra la conexión del módulo Xbee S2 (Coordinador) con el microcontrolador Arduino UNO, que será el vínculo entre el computador y los módulos Xbee. La conexión es a través de los pines TX y RX de ambos módulos.

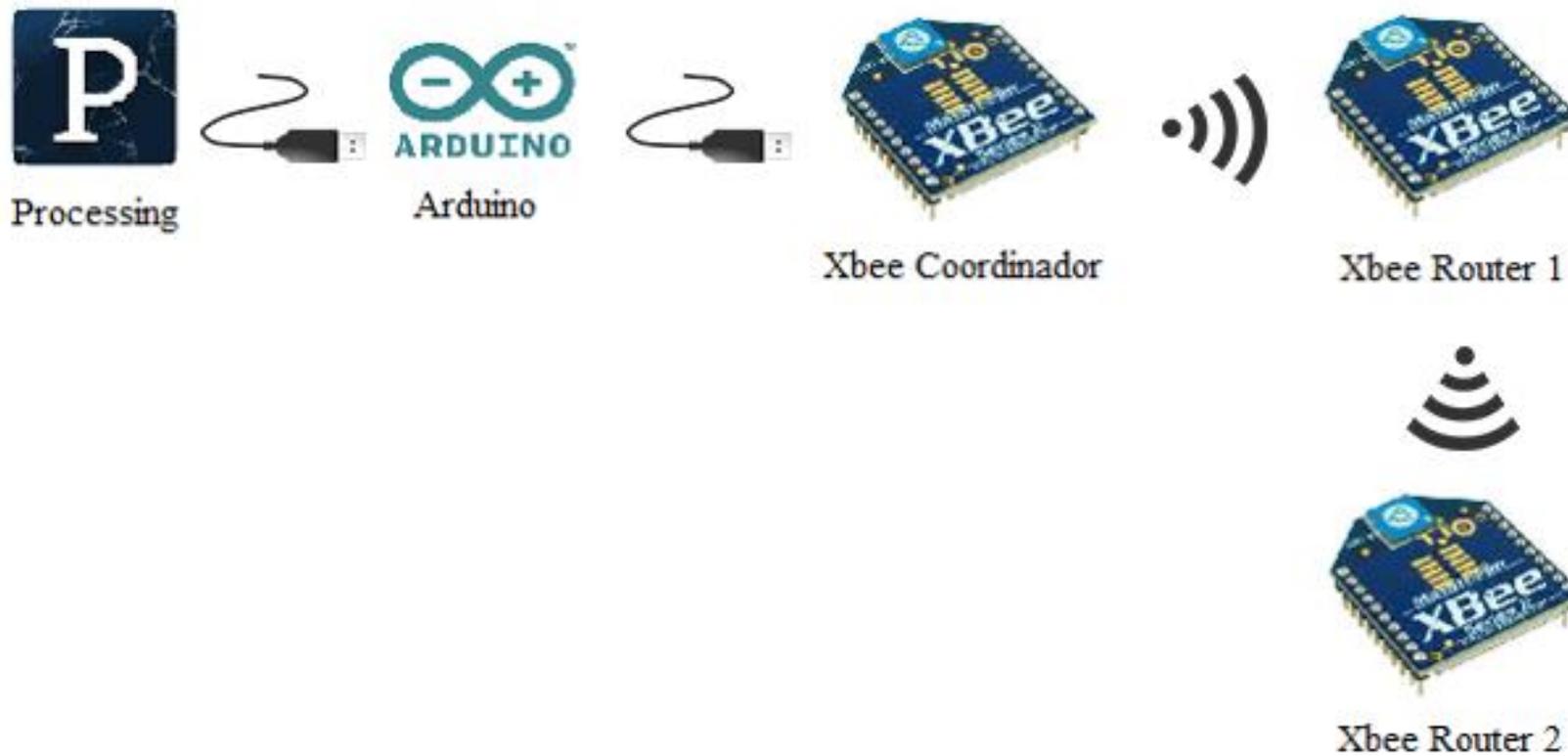


# Conexión Xbee Router

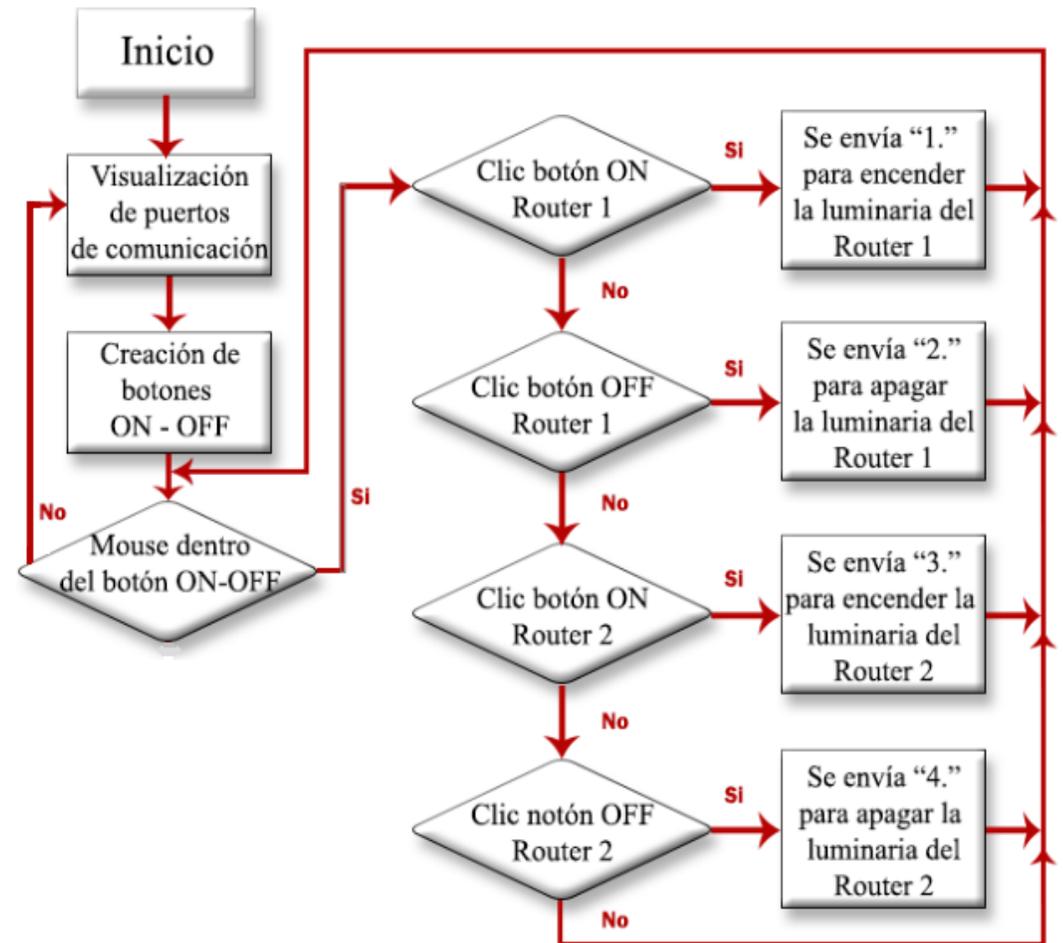
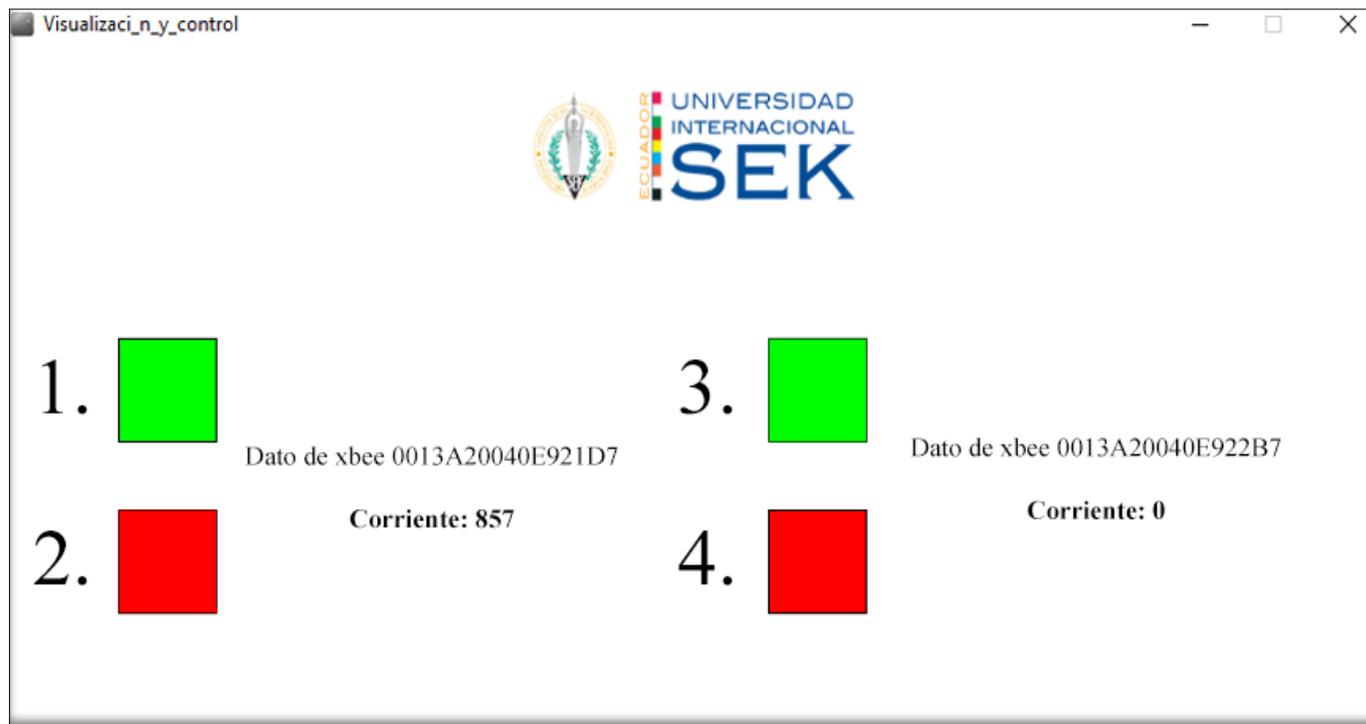
En el esquema se puede observar el diagrama de conexión entre la luminaria y el Xbee S2.



# Envío de datos desde la interfaz creada en Processing a los Xbee router



# Envío de datos de Processing a Arduino



# Envío de datos de Arduino al Xbee Coordinador y a los Xbee Router

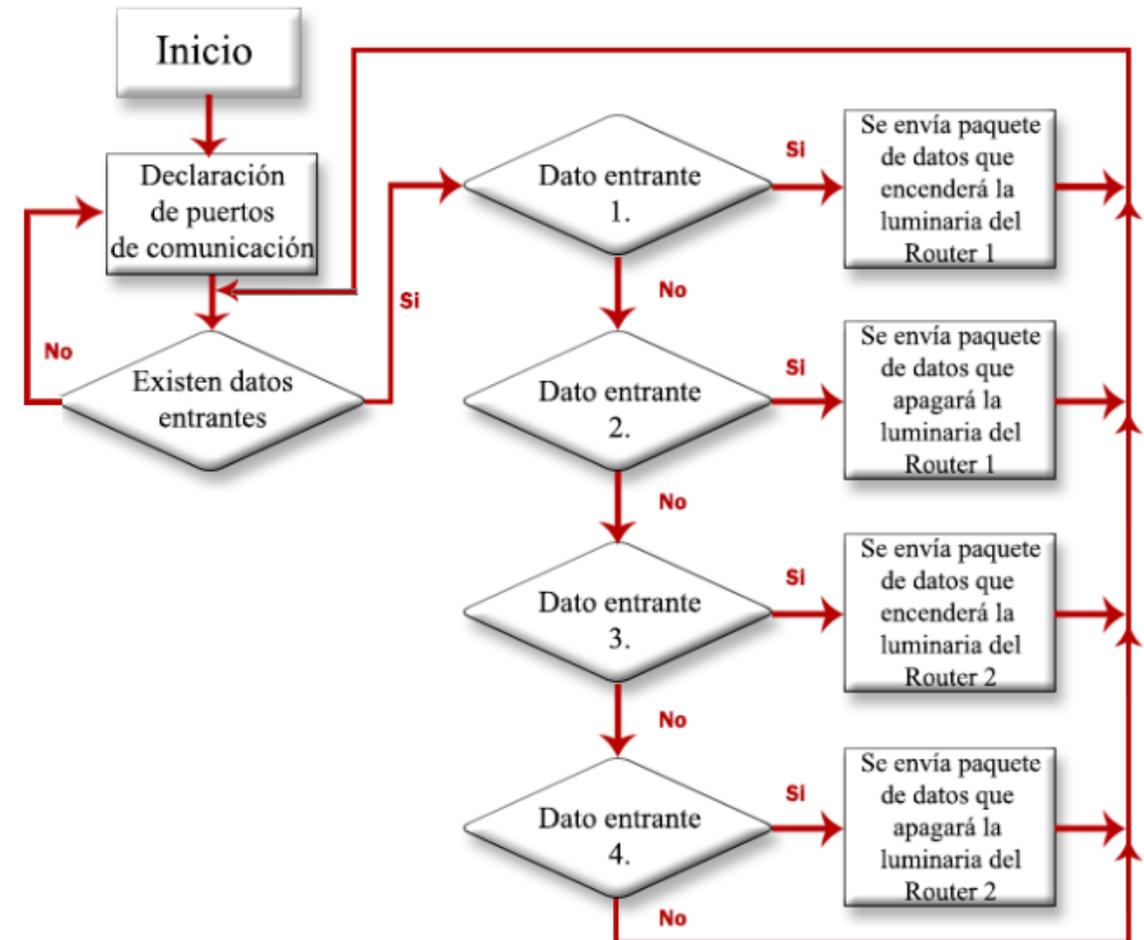
## Dirección del Xbee

5	0x00	Dirección del Xbee que envía la muestra
6	0x13	
7	0xA2	
8	0x00	
9	0x40	
10	0xE9	
11	0x21	
12	0xD7	

## Orden:

- Encender: 0x05
- Apagar: 0x04

16	'D'	Nombre del comando AT
17	'0'	
18	0x05	Parámetro del comando

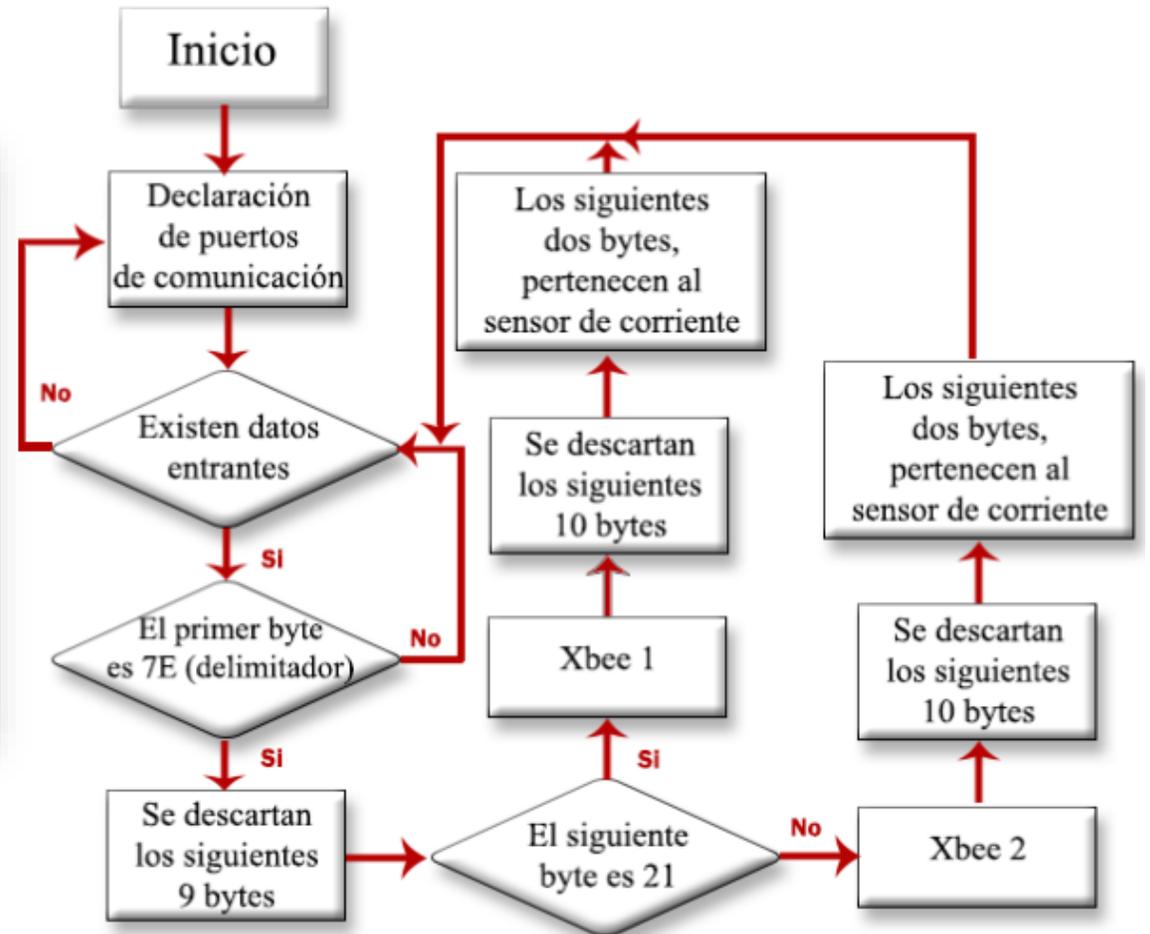


# Recepción de datos desde los Xbee router a la interfaz creada en Processing

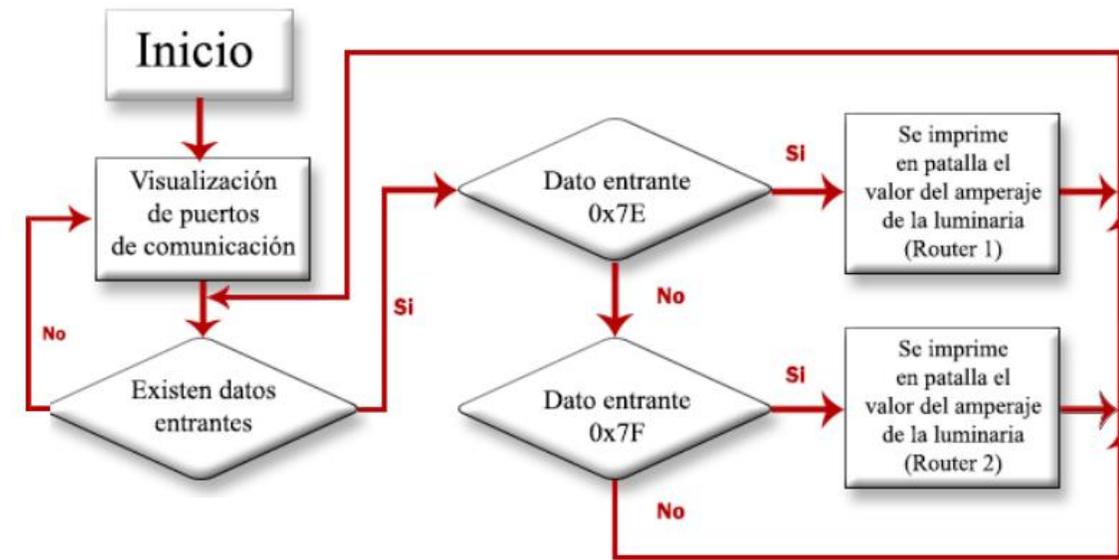
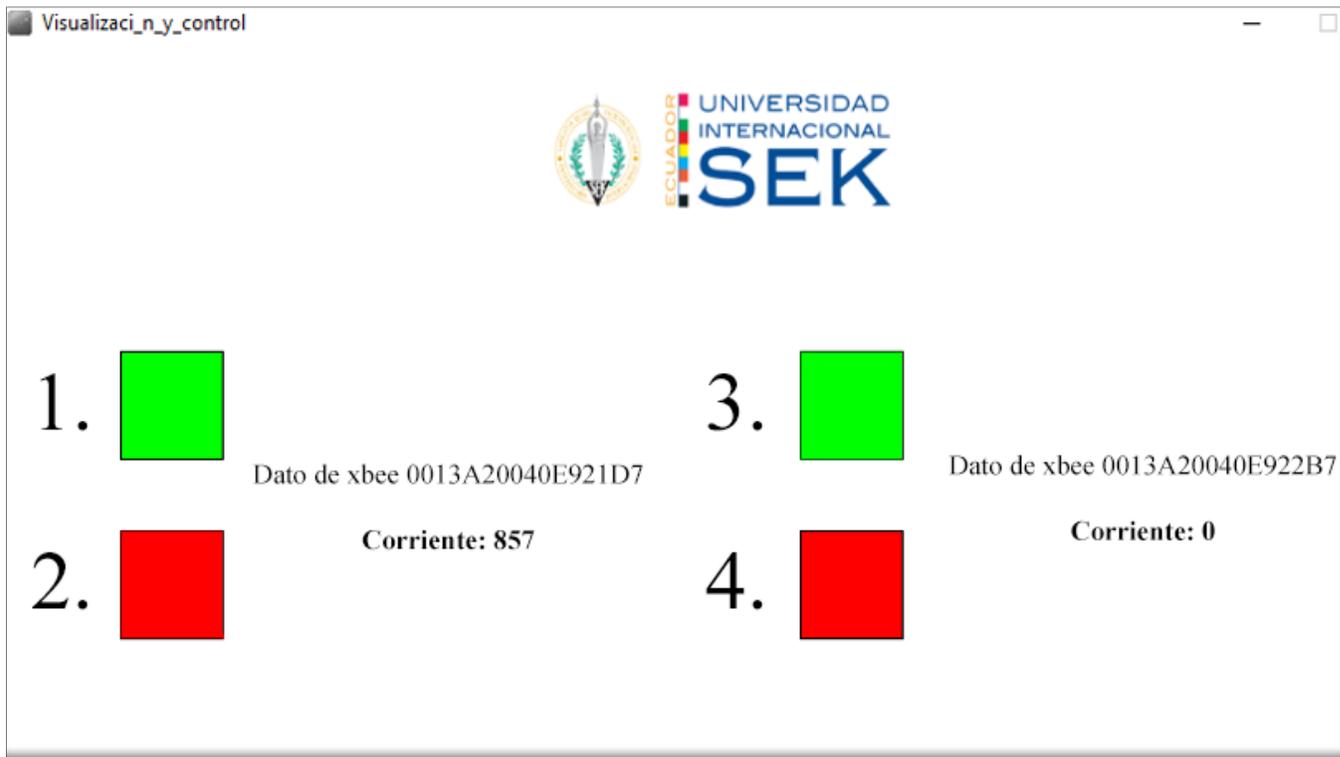


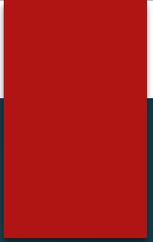
# Recepción de datos desde los Xbee Router hacia Arduino

2	64-bit, dirección de fuente Xbee 1	0x00 0x13 0xA2 0x00 0x40 0xE9 <b>0x21</b> 0xD7	Dirección del Xbee que envía la muestra
3	64-bit, dirección de fuente Xbee 2	0x00 0x13 0xA2 0x00 0x40 0xE9 <b>0x22</b> 0xB7	Dirección del Xbee que envía la muestra



# Recepción de datos en Processing





# Experimentos

# Experimento 1

El objetivo de este experimento, es localizar que variables se modifican conforme se activen o no los puertos digitales (D0).

```
COM3 (Arduino Uno)
7E, 0, 12, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 22, B7, 23, 57, 1, 1, 0, 0, 8, 3, 75, BA, FFFFFFFF, FFFFFFFF,
7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 21, D7, F7, FF, 1, 1, 0, 1, 4, 0, 1, 2, 3B, 5C,
7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 21, DA, F7, 67, 1, 1, 0, 1, 8, 0, 0, 2, 10, 19,
7E, 0, 12, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 22, B7, 23, 57, 1, 1, 0, 0, 8, 3, 74, BB, FFFFFFFF, FFFFFFFF, → Apagado
7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 21, D7, F7, FF, 1, 1, 0, 1, 4, 0, 1, 2, 3B, 5C,
7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 21, DA, F7, 67, 1, 1, 0, 1, 8, 0, 0, 2, F, 1A,
7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 22, B7, 23, 57, 1, 1, 0, 1, 8, 0, 1, 3, 7C, B1, → Encendido
7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 21, D7, F7, FF, 1, 1, 0, 1, 4, 0, 1, 2, 49, 4E,
7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 21, DA, F7, 67, 1, 1, 0, 1, 8, 0, 0, 2, 10, 19,
7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 22, B7, 23, 57, 1, 1, 0, 1, 8, 0, 1, 3, 7C, B1,
7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 21, D7, F7, FF, 1, 1, 0, 1, 4, 0, 1, 2, 49, 4E,
7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 21, DA, F7, 67, 1, 1, 0, 1, 8, 0, 0, 2, 10, 19,
7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 22, B7, 23, 57, 1, 1, 0, 1, 8, 0, 1, 3, 7C, B1,
```

Autoscroll  No line ending

# Experimento 1

En este experimento, se pudo comprobar que la muestra digital y la suma de comprobación son los únicos parámetros que se modifican al encender o apagar las luminarias, manteniéndose el mismo número de bytes en cada paquete.

Router 1, API (0013A20040E921D7)

Muestras de las lecturas análogas con distintos estados en la opción D0

➤ D0 "Low".

7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 21, D7, F7, FF, 1, 1, 0, 1, 4, 0, 0, 0, 0, 9A.

➤ D0 "High".

7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 21, D7, F7, FF, 1, 1, 0, 1, 4, 0, 1, 0, 0, 99.

Router 2, API (0013A20040E922B7)

Muestras de las lecturas análogas con distintos estados en el la opción D0

➤ D0 "Low".

7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 22, B7, 23, 57, 1, 1, 0, 1, 8, 0, 0, 0, 0, 31.

➤ D0 "High".

7E, 0, 14, 92, 0, 13, A2, 0, 40, E9, 22, B7, 23, 57, 1, 1, 0, 1, 8, 0, 1, 0, 0, 30.

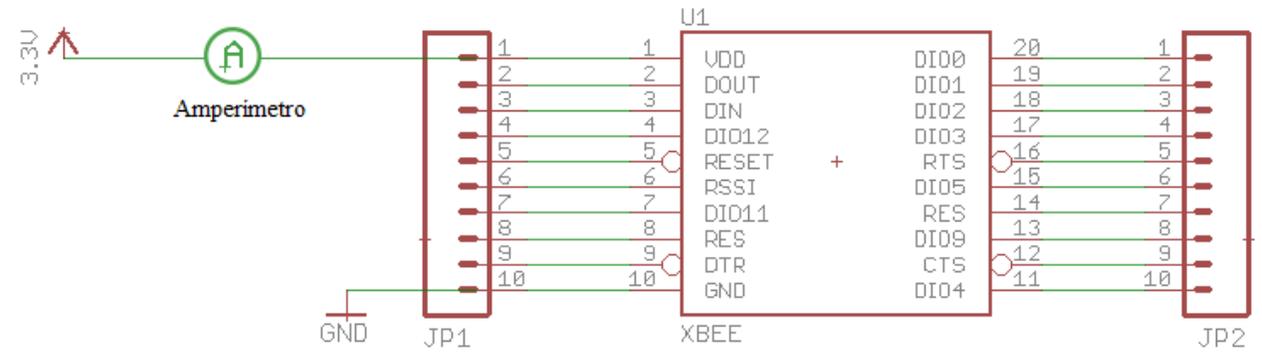
## Experimento 2

El objetivo de este experimento, es comprobar la topología tipo Cluster Tree, enviando datos desde el Xbee coordinador al Xbee router 2, pasando por el Xbee router 1.



## Experimento 3

El objetivo de este experimento, es medir la cantidad de energía que consumen los módulos Xbee conforme se envíen y reciban datos



## Experimento 3

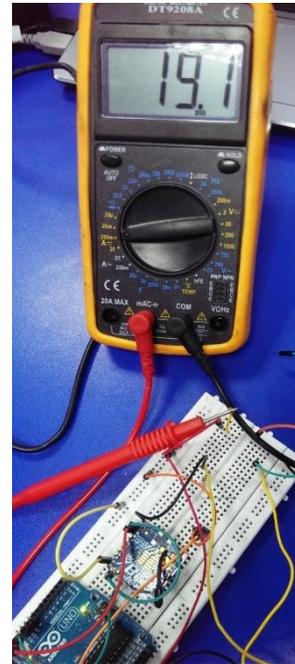
El consumo energético de los módulos Xbee es 0.063W al recibir datos, y aumenta 0,007 W al enviar órdenes de encender o apagar las luminarias

**Cálculo de potencia consumida cuando el Xbee se encuentra recibiendo datos:**

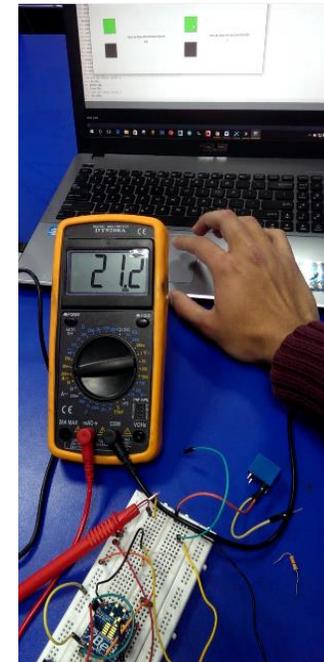
$$P = 3.3 V * 0.0191 A = 0,063 W$$

**Cálculo de potencia consumida cuando el Xbee se encuentra enviando datos:**

$$P = 3.3 V * 0.0212 A = 0.07 W$$



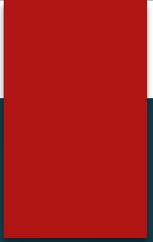
Recibiendo datos



Enviando datos

# Conclusiones

- ❑ Se comprobó la factibilidad del uso del protocolo 802.15.4 (Zigbee) para el monitoreo y control de luminarias a una distancia de 30 m, que es la separación mínima entre luminarias bajo normativa.
- ❑ Se comprobó que la topología Cluster tree es la adecuada para realizar el monitoreo y control de las luminarias, por su ubicación secuencial.
- ❑ Se recomienda realizar experimentos para conocer la cantidad máxima de módulos Xbee que pueden estar conectados entre sí, sin que su desempeño se vea afectado.
- ❑ En trabajos futuros, se puede realizar modulación PWM para reducir la cantidad de luz de las luminarias a ciertas horas, logrando de esta forma un ahorro de energía adicional.



Gracias