

Laboratorio

2

RSI - 2015

1 - Analizar el tipo y contenido de los paquetes

Trama 802.15.4

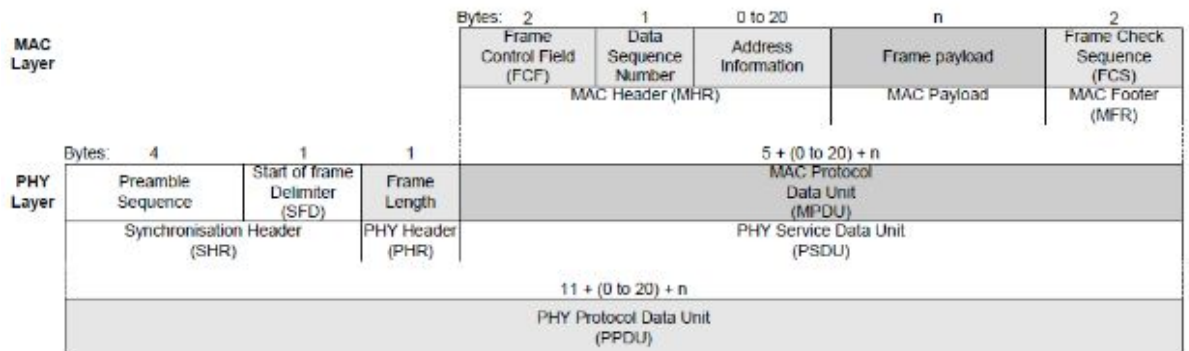


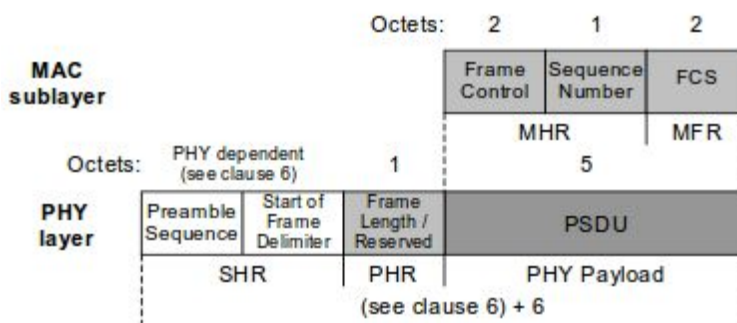
Table B.2 Fields in the fixed header/trailer of the IEEE 802.15.4 data packet.

| | |
|----------|---|
| – | (reserved fields) |
| C | PAN ID compression |
| A | ACK request |
| P | Frame pending |
| S | Security enabled |
| ftype | Frame type (001 binary for data packets) |
| SAM | Source addressing mode (see Table B.3) |
| FV | Frame version (00 binary for compatibility with 2003 version, 01 binary for frames only compatible with 2006 version) |
| DAM | Destination addressing mode (see Table B.3) |
| Sequence | Sequence number (for ACK) |
| FCS | Frame check sequence |

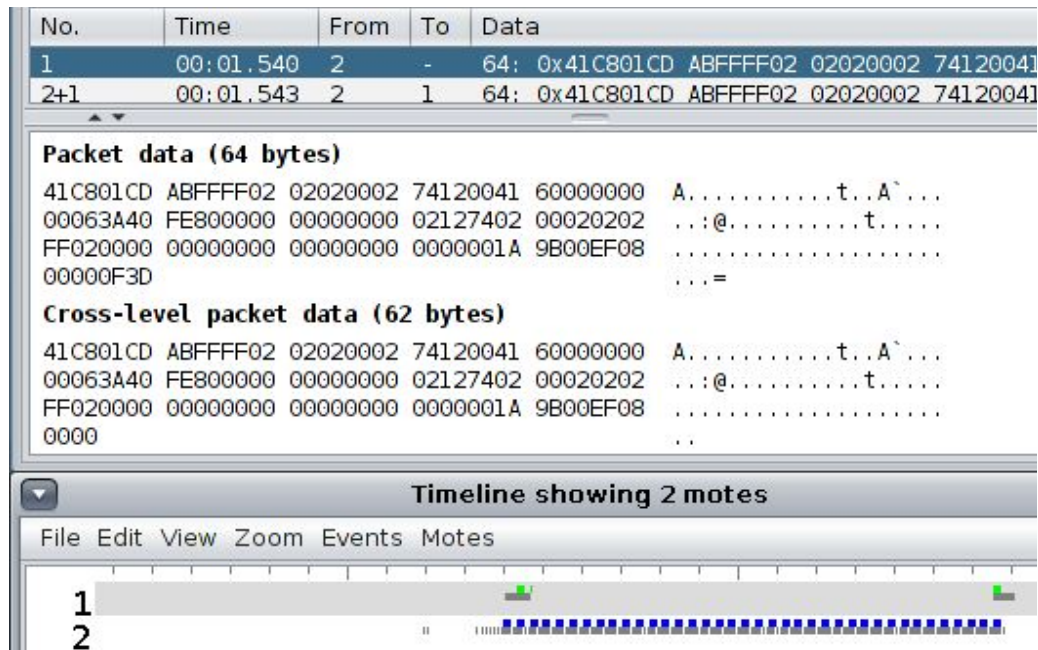
Especificación de SAM y DAM

| | |
|----|---|
| 00 | Neither PAN identifier nor the address field is given |
| 01 | Reserved |
| 10 | Address field contains a 16-bit short address |
| 11 | Address field contains a 64-bit extended address |

Paquete de reconocimiento (ACK)



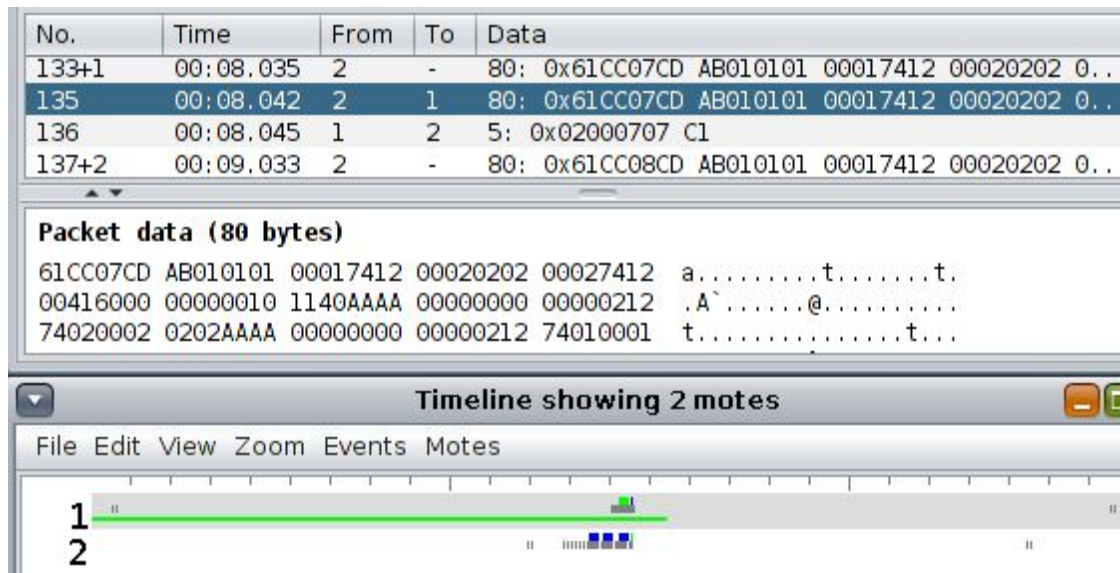
A. Análisis de un paquete de tipo broadcast



Al comenzar la simulación se puede apreciar el envío de paquetes de tipo broadcast por parte del mote 2. Esto se puede identificar observando los primeros 10 bytes del paquete, los cuales se corresponden con:

- 0x41:** Tipo de paquete (datos con compresión del PANID, sin ACK ni seguridad), lo cual concuerda con ser un paquete de tipo broadcast (no espera ACK).
- 0xC8:** Especifica el modo de cada dirección, siendo de 16 bits la dirección del destinatario (todos en broadcast) y de 64bits para el remitente. Notar que **0xC** se corresponde con **0xB** indicando el largo de la dirección de 64 bits más **0x1** especificando el uso de marcos compatibles con la versión 2006.
- 0x01:** Número de secuencia del paquete, el cual se corresponde con el primer paquete enviado en la simulación.
- 0xCDAB:** Corresponde al PANID (identificador de la red), el cual se encuentra invertido dado que el orden transmisión es **big-endian**(las notas dicen **little-endian**), por lo que el PANID se corresponde con 0xABCD.
- 0xFFFF:** Dirección del destinatario, siendo 0xFFFF (broadcast de 16bits).
- 0x02020002741200:** Dirección del remitente (64 bits). Notar que para obtener la dirección real hay que 'dar vuelta los bytes', quedando 0x0012740200020202 (**big-endian**).
- El siguiente bloque corresponde a los datos enviados, salvo los últimos dos bytes que se corresponden a una secuencia de chequeo el paquete (chequeo de redundancia cíclica CRC).

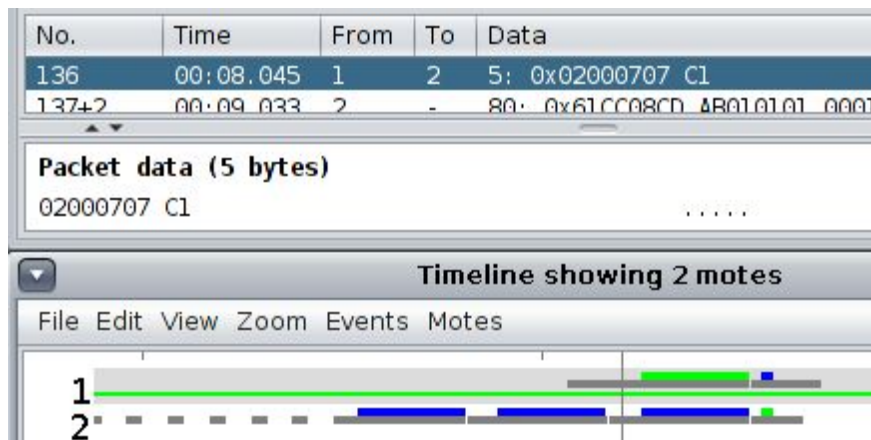
B. Envío de datos con reconocimiento



A continuación se analizan de izquierda a derecha según figura, los primeros 21 bytes de un paquete de datos enviado desde el mote 2 al mote 1.

- 0x61:** Tipo de paquete (datos con compresión del PANID, con ACK ni seguridad), correspondiendo con un paquete de tipo unicast.
- 0xCC:** Especifica el modo de cada dirección, siendo de 64 bits para ambos motes. Notar que **0xC** se corresponde con **0xB** indicando el largo de la dirección de 64 bits más **0x1** especificando el uso de marcos compatibles con la versión 2006.
- 0x07:** Número de secuencia del paquete.
- 0xCDAB:** Corresponde al PANID (identificador de la red), el cual se encuentra invertido dado que el orden transmisión es **big-endian**(las notas dicen **little-endian**), por lo que el PANID se corresponde con 0xABCD.
- 0x0101010001741200:** Dirección del destinatario (64 bits).
- 0x0202020002741200:** Dirección del remitente (64 bits).
- El siguiente bloque corresponde a los datos enviados, salvo los últimos dos bytes que se corresponden a una secuencia de chequeo el paquete (chequeo de redundancia cíclica CRC).

C. Paquete de reconocimiento (ACK)



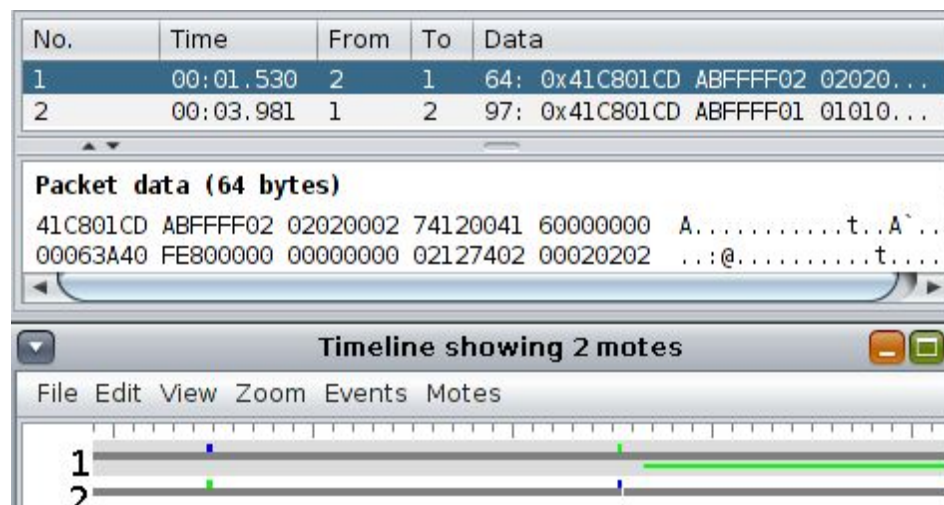
A continuación se analiza un paquete ACK correspondiente a la respuesta del mensaje analizado anteriormente.

- i. **0x02:** Especifica el tipo de paquete como de reconocimiento (Ack)
- ii. **0x00:** Indica que no se esperan más datos, es un reconocimiento.
Nota: El receptor podría pedir más datos.
- iii. **0x07:** Número de secuencia del paquete reconocido.
- iv. **0x07C1:** Código de redundancia cíclica (CRC).

2 - Cambio de protocolos de capa MAC y manejo de radio

A. ContikiMAC vs nullRDC

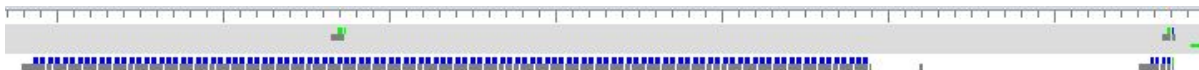
a. Cambio de los encabezados



En el diagrama se puede apreciar que el envío de un paquete de broadcast desde el mote 2 al mote 1, el cual no es re-enviado repetidas veces como en la parte anterior debido a que no es necesario cubrir el periodo de escucha correspondiente al protocolo RDC para todos los nodos, ya que todos los nodos están escuchando constantemente el canal. Notar que esto provoca un incremento importante en el consumo de energía requerido para operar, ya que la antena es el componente más consume. Por otro lado, la ausencia del protocolo RDC garantiza un tiempo de respuesta mucho mayor ya que todo nodo está pronto para recibir un paquete en cualquier momento, siempre que no esté enviando algo.

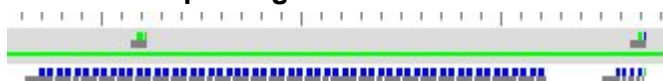
b. Usando ContikiMAC con diferentes tasas de muestreo del canal

2 muestreos por segundo



La captura muestra el envío de un mensaje de tipo broadcast por parte del mote 2 y posteriormente el envío de un paquete de datos por parte del mismo mote, donde se aprecia al ACK por parte del mote 1 y el led verde que cambia de estado. El intervalo de tiempo entre que el mote 2 comienza a mandar el paquete correspondiente a broadcast y deja de hacerlo corresponde con 500ms (mismo intervalo que RDC channel check rate).

4 muestreos por segundo



La captura muestra el envío de un mensaje de tipo broadcast por parte del mote 2 y posteriormente el envío de un paquete de datos por parte del mismo mote, donde se aprecia al ACK por parte del mote 1 y el led verde que cambia de estado. Notar que el intervalo de tiempo es la mitad que en el caso anterior, siendo 250ms.

8 muestreos por segundo



La captura muestra el envío de un paquete de datos por parte del mote 2 donde se aprecia al ACK por parte del mote 1 y el led verde que cambia de estado. Posteriormente se muestra un mensaje de tipo broadcast por parte del mote 2. Notar que el intervalo de tiempo es la mitad que en el caso anterior, siendo 125ms.

Conclusión

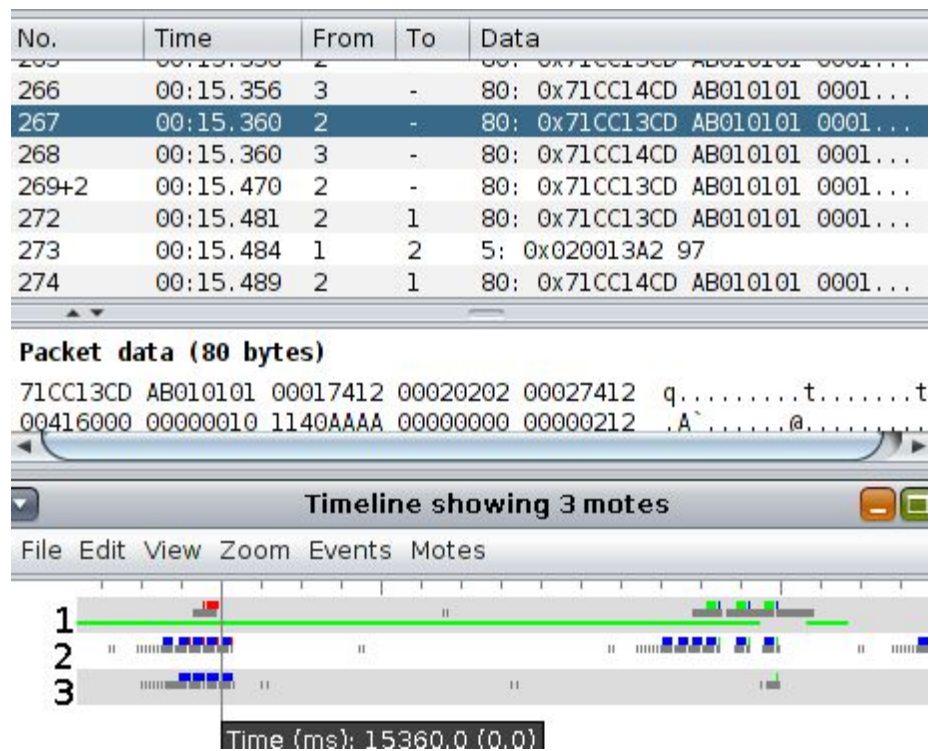
A medida que se incrementa la frecuencia de chequeo del canal, disminuye la cantidad de veces que se reenvían los paquetes de tipo broadcast, puesto que requiere de menos tiempo para garantizar que todo mote ha pasado por su estado de escucha en ese lapso de tiempo. Esto trae la ventaja de disminuir el flujo de paquete enviados, pero trae como contra un mayor gasto energético en la escucha del canal, puesto que es más frecuente la escucha por cada mote. Por otro lado, aumenta el tiempo de respuesta, ya que cada mote tiene que esperar menos para llegar al momento en que un mote vecino pase al estado de escucha para poder enviarle un paquete.

A. CSMA vs nullmac

a. Observar si ocurren colisiones

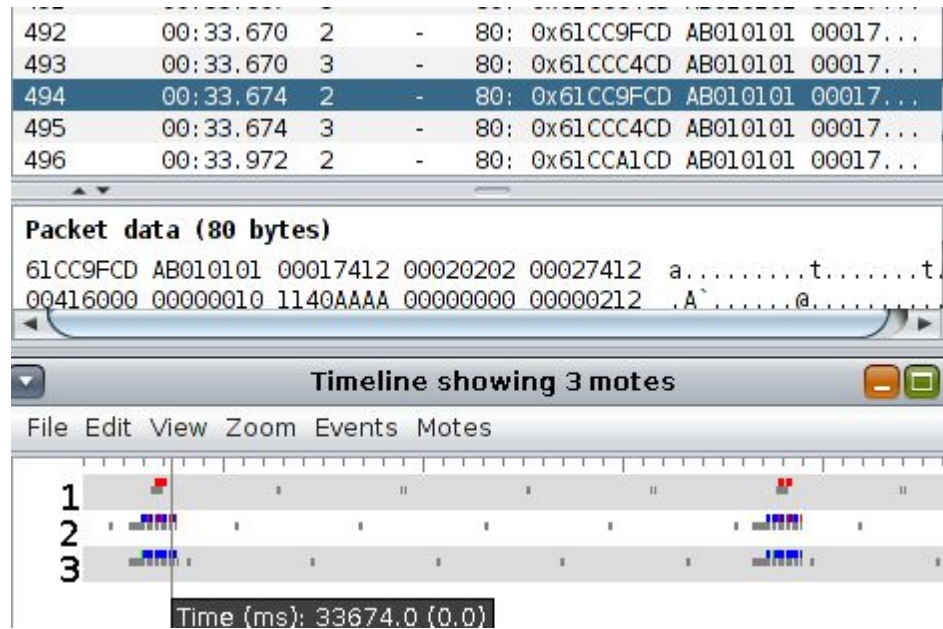
Para intentar simular colisiones se definieron dos motes de envío, mote 2 y 3.

i. Con CSMA



En la imagen se aprecia una situación de backoff, donde el mote 2 intenta mandar el paquete número 0x13 (donde está marcado en la barra de tiempo), pero este intento falla por colisión. Por lo tanto el mote vuelve a enviar el paquete en el tiempo 00:15:470, recibiendo el ACK correspondiente. Por otro lado se puede apreciar que el mote 3 no ha intentado reenviar el paquete, puesto que está esperando un tiempo aleatorio para reenviar (backoff).

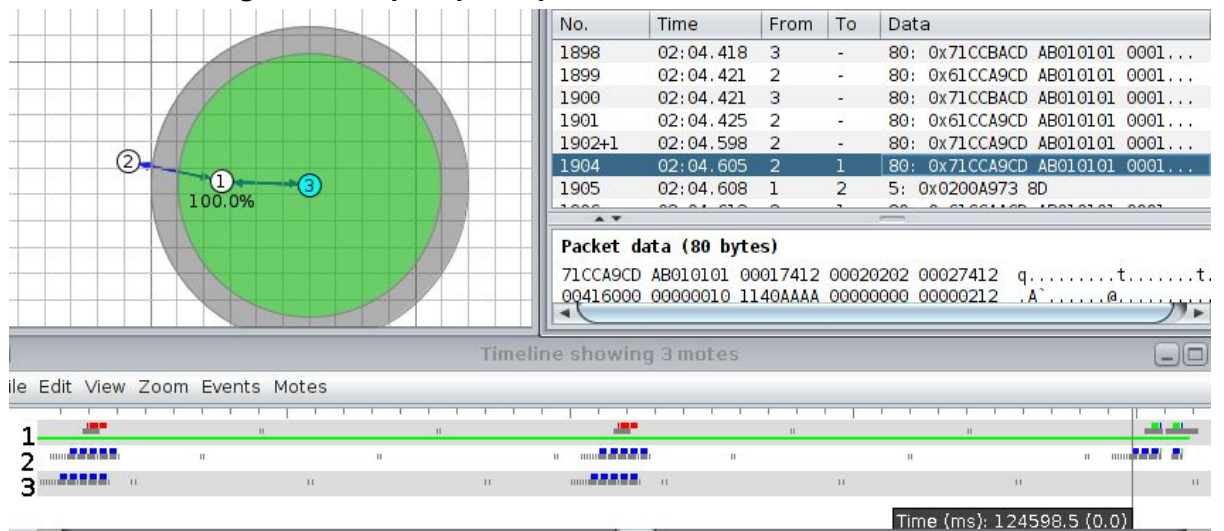
ii. Sin CSMA



En este caso se puede apreciar una colisión en el tiempo 00:33:674 para el paquete 0x9F enviado por el mote 2, el cual no vuelve a ser reenviado, sino que el siguiente paquete enviado tiene el número 0xA1, el cual vuelve a colisionar.

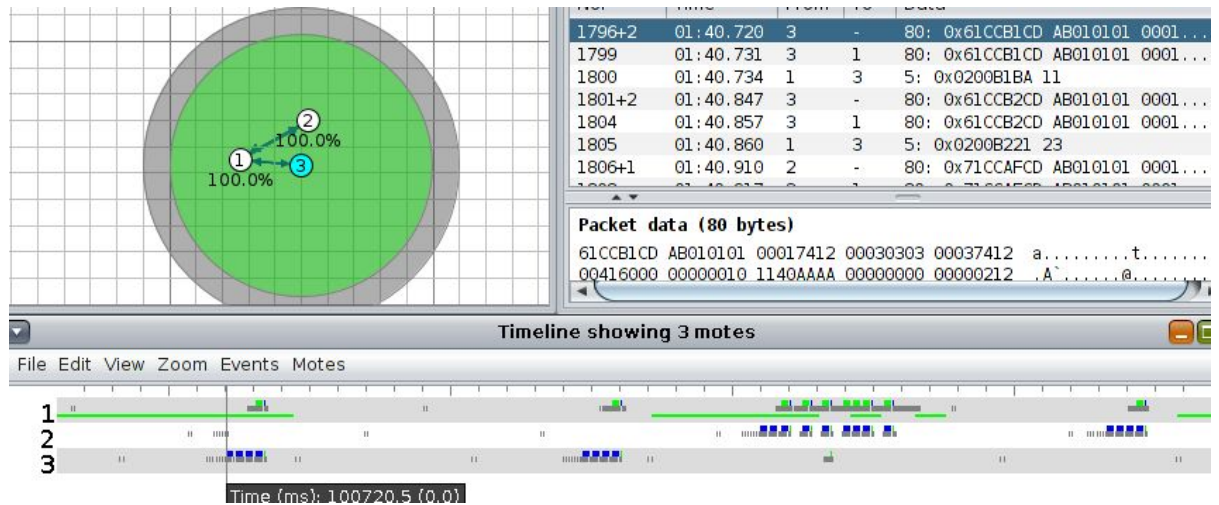
3 - Problema del nodo oculto

A. Transmisores llegan al receptor pero que no se escuchan entre sí



En la captura se puede apreciar el reenvío de un paquete por parte del mote 2, el cual logra ser entregado al mote 1 en el segundo intento, puesto que el mote 3 que esperando un poco más para volver a intentar enviar.

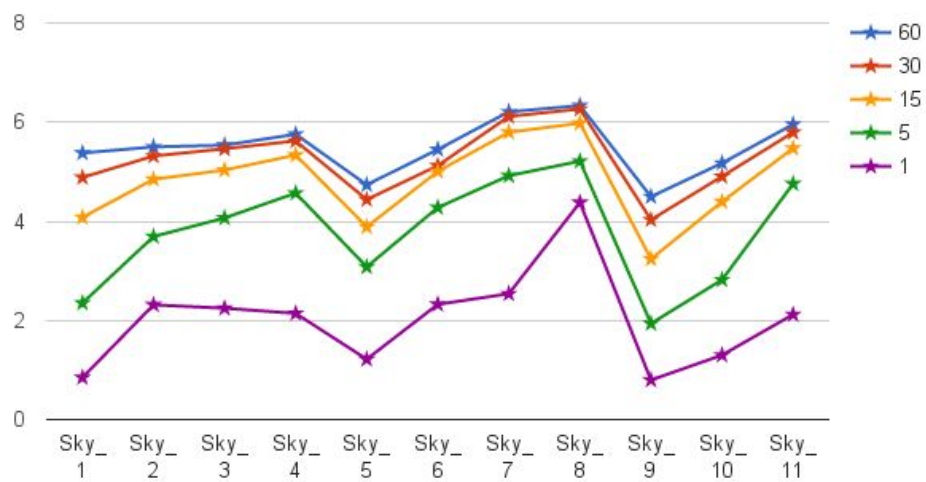
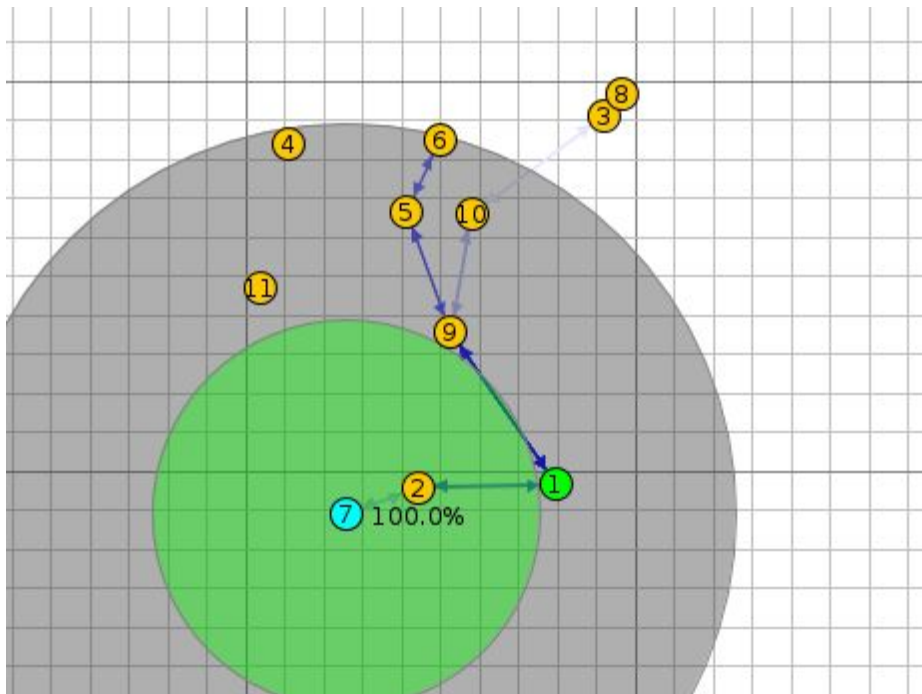
B. Los tres nodos se ven mutuamente



En este caso puede apreciarse como el nodo 2 evita el envío de un paquete gracias a la escucha previa del canal para chequear si está en uso. Luego de cierto tiempo, el nodo 2 manda los paquetes postergados.

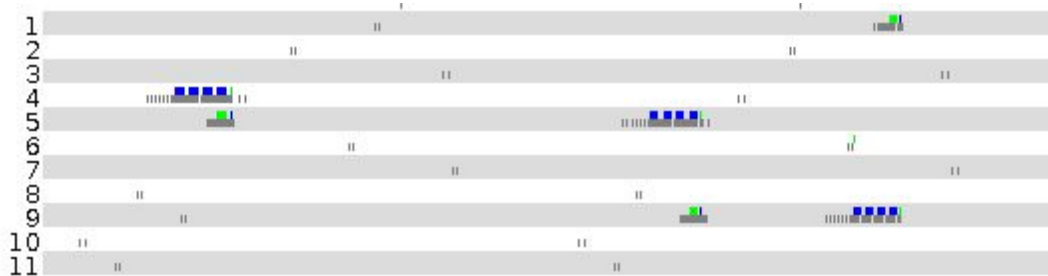
2 - Estimación de la duración de las baterías

- Disposición de los motes

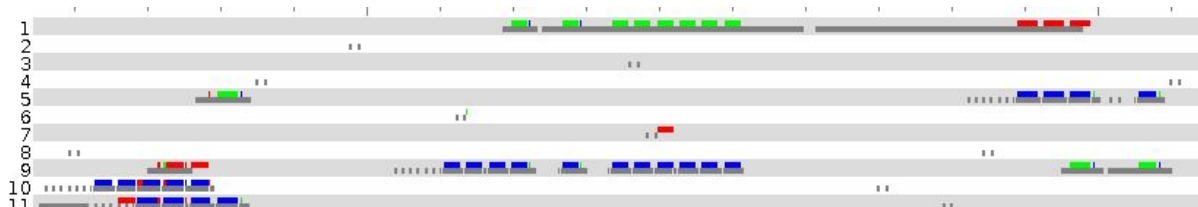


Análisis de resultados

- Como se puede apreciar en la gráfica, la duración de las baterías para un periodo de transmisión de 60 segundos y 30 segundos no es tan diferente, dado que el tiempo que le toma a cada mote enviar un paquete sigue siendo relativamente pequeño respecto a los periodos de ocio o escucha, y dado que la frecuencia de envío no es suficiente para provocar colisiones de paquetes en exceso, es coherente que el tiempo de vida de los motes para dichos periodos sea parecido. De cualquier manera, puede notarse que ciertos nodos claves para el armado de esta red, como ser el nodo 1 y el 9, tienen un decremento un poco más notorio respecto al resto de los motes.
- Se dice que los nodos 1 y 9 son clave ya que el nodo 1 corresponde al nodo destinatario de todos los paquetes y el nodo 9, sirve de pasamanos para enviar los paquetes de los nodos 3, 4, 5, 6, 8, 10 y 11 para que estos lleguen a su destino.



- Esta diferencia de roles en la red para cada mote, provoca que el comportamiento sea ligeramente diferente, lo cual se traduce en consumos distintos. Esto se ve claramente reflejado en la gráfica, ya que se puede apreciar que la disminución de autonomía, por ejemplo, del nodo 9 es poco más de 4 meses, mientras que para el nodo 8 es de 2 meses.
- Al aumentar la frecuencia de envío, se acentúan más los problemas como el nodo oculto, trayendo como consecuencia un aumento en la tasa de reenvío de paquetes debido a colisiones, impactando negativamente en el rendimiento de las baterías.
- De la gráfica se puede concluir que la relación entre la frecuencia de envío y la disminución de la autonomía no es lineal, lo cual es coherente ya que al aumentar la frecuencia de envío aumenta la probabilidad de colisiones, por lo que el total de paquetes que se intentan enviar es mayor en comparación con el caso ideal (sin colisiones) ya que todos los motes intentan enviar en un periodo de tiempo más corto. En particular, hay una tendencia mas rapida al deterioro por parte de los nodos más periféricos (11, 4, 7), habiendo sido esperada la misma respuesta por parte del mote 8, pero dada su cercanía con el mote 3 y que este es su nodo padre, este deterioro se ve trasladado a dicho mote.



- La planillas de cálculo se mandan adjuntas en el archivo de nombre “mediciones”.