

Visualización con LEDs del funcionamiento de una red TSCH/RPL

El objetivo del proyecto es evidenciar mediante el uso de LEDs de nodos de una red de sensores del funcionamiento de una red TSCH/RPL con fines didácticos. Se espera poder armar una demo utilizando más de diez nodos (remote) para mostrar el funcionamiento de la red en diferentes fases. Los resultados podrían ser usados en una instalación de IdM (Ingeniería de Muestra ,2024), en una instalación en el IIE, o mismo en el curso RSI.

La motivación radica que los tiempos involucrados en una red son muy cortos, y por más que fuera posible visualizar con un destello de un led en encendido de la radio para una transmisión o recepción, sería muy difícil seguir la secuencia de timeslots, por ejemplo, en una red TSCH con Orchestra, o el “camino” de un mensaje UDP hacia destino.

Se proponen una serie de intervenciones para visualizar la dinámica de la formación y operación de una red descriptas a continuación:

1. Funcionamiento enlentecido (efecto "slow motion"): permite visualización de la actividad de la radio aumentando algunos de los tiempos involucrados.
Siguen algunas ideas iniciales a explorar o sugerencias:
 1. Aumentar los tiempos de timeslot por x10, x50, x100 (timeslot pasa de 10 ms a 100 ms, 500 ms, 1000 ms). Evaluar aumentar los tiempos dentro del timeslot (guardas, etc., ver: [archivo tsch-timeslot-timing.c](#)).
 2. Para visualizar la actividad de la radio se sugiere que los LEDs se manejen como monostable. Al recibir encenderse (por ejemplo, recibiendo un evento de turn-on) se mantiene on por un tiempo fijo dado, dependiente o proporcional al tiempo de la actividad y el factor de enlentecimiento.
 3. Para identificar la actividad de la radio usar patrones diferentes: i) LED codifican TX y RX como en Cooja (azul y verde) o, ii) LED on cuando radio on y color es canal 3) Usar patrones: RX LED es fijo, capaz tenue, y TX burst (prende y apaga rápido).
2. Funcionamiento en tiempo real (velocidad x1):

Para mostrar sincronización de nodos desde la fase de JOIN de TSCH se sugiere mostrar el canal utilizado con color diferentes de LEDs. Se podría cambiar entre este modo y un uso diferente de LEDs para mostrar la actividad de la radio (TX, RX, escucha). En ese último caso, donde es difícil seguir la secuencia, se podría filmar y luego reproducir en slow motion para mostrar que el efecto de a) es similar al real. Nota: verificar que tiempo de transmisión de un mensaje o escucha es suficiente para encender led.

3. Definir diferentes demos usando las intervenciones anteriores para comparar modos de funcionamiento:
 1. minimal versus Orchestra: visualizar los slotoffset de cada nodo
 2. RPL formación de DODAG: envío de DIO y DAO.
 3. modos de RPL storing mode versus non-storing mode: visualizar camino de paquete UDP en diferentes modos de operación (se podría ver cómo avanza el mensaje). Nota: evaluar limitar el encendido de LED solamente para mensajes UDP. El envío de un mensaje UDP se puede iniciar con botones eligiendo destino como en laboratorio.

Funcionalidades para la ejecución de los demos.

1. Bajar la potencia al mínimo para favorecer la formación de redes mesh en áreas relativamente reducidas u otras acciones tendientes a reducir el alcance (¿sacar antena?).
2. Evaluar cambiar los parámetros en tiempo de ejecución desde un PC conectado al BR, por ejemplo usando comandos CoAP,. Opcionalmente se podría hacer GUI con python o similar. Para TSCH sería conveniente enviar duración de timeslot en EB. Si fuera necesario resetar los nodos para que tomen efectos los cambios se podría mandar un comando via CoAP que llame el comando shell de reset. Opcional: evaluar si es posible cambiar sin necesidad de reprogramar los nodos (se estima dificultad muy alta o inviable).
3. Evaluar cambiar forma de funcionamiento de LEDs (permitiría por ejemplo mostrar sincronización inicial y luego mostrar slotframes, slottime, Tx/Rx)