

Redes Determinísticas en Aplicaciones Industriales de IoT

Julián M. Del Fiore

4 de septiembre de 2017

IoT

- Dispositivos con sistemas embebidos que se conectan a Internet

Industria 4.0

- Aplicación emergente en IoT, objetivos:
 - ✓ Hacer las fábricas más flexibles y adaptables
 - ✓ Reducción de costos
- Para ello, las redes deben ser determinísticas

Outline

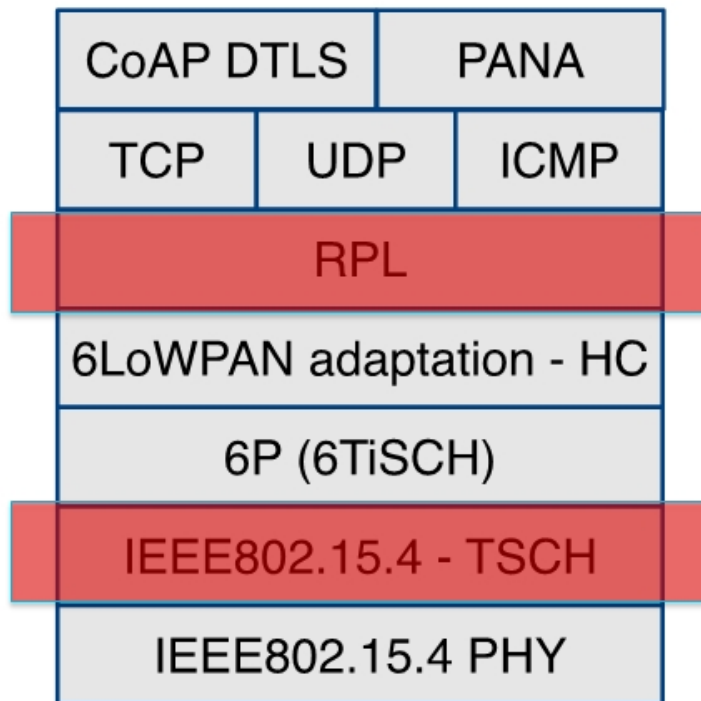
- ① Protocolos de Fondo
 - RPL
 - TSCH
- ② LeapFrog Collaboration
 - Alternative Parent
 - Overhearing
 - Siblings
 - Programación de Transmisiones
- ③ Setup de las Simulaciones
- ④ Performance/Evaluación
 - PDR, Retardo-Jitter, Ciclo de Trabajo
- ⑤ Conclusión/Perspectiva

Protocolos de Fondo

Stack de Protocolos 6TiSCH

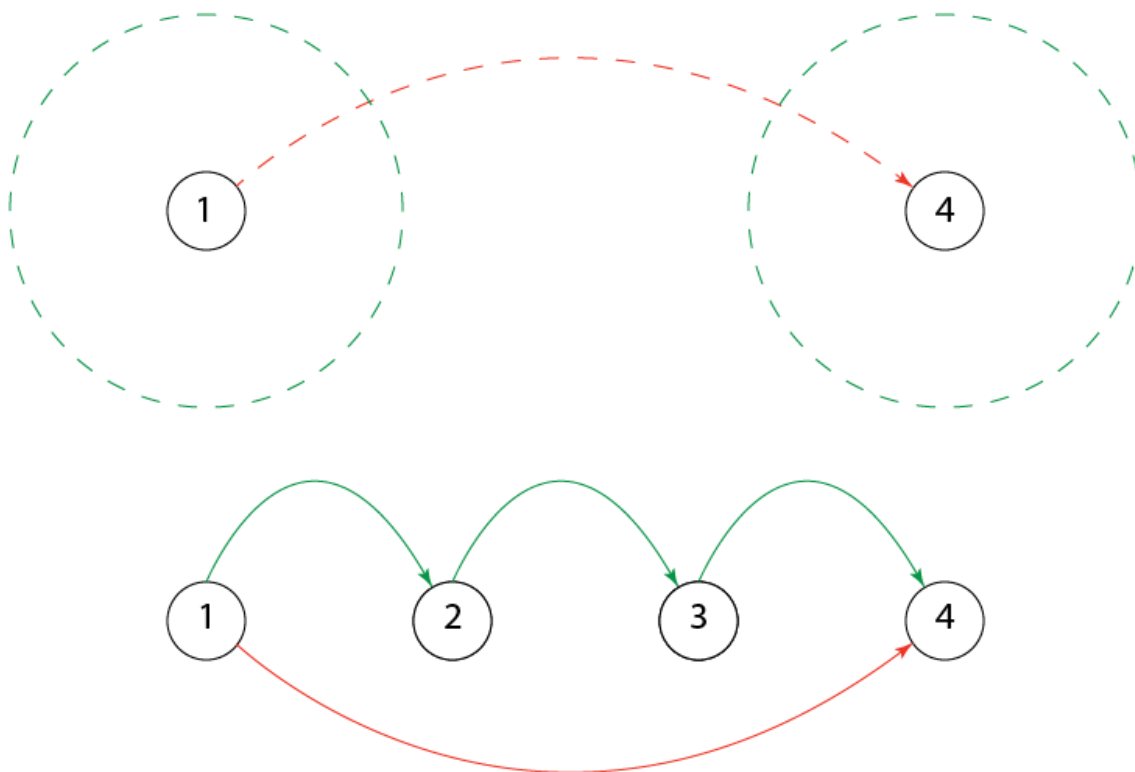
CoAP DTLS		PANA	
TCP	UDP	ICMP	
RPL			
6LoWPAN adaptation - HC			
6P (6TiSCH)			
IEEE802.15.4 - TSCH			
IEEE802.15.4 PHY			

Stack de Protocolos 6TiSCH



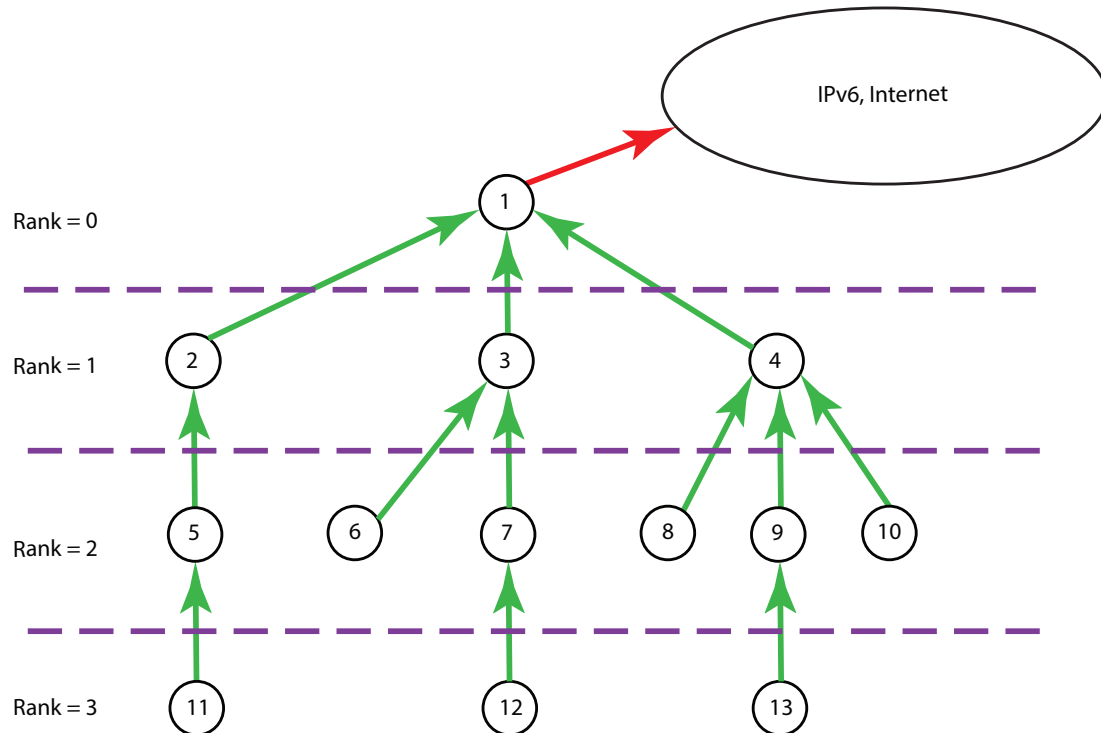
RPL - Protocolo de Ruteo

- ✓ Colaboración entre nodos



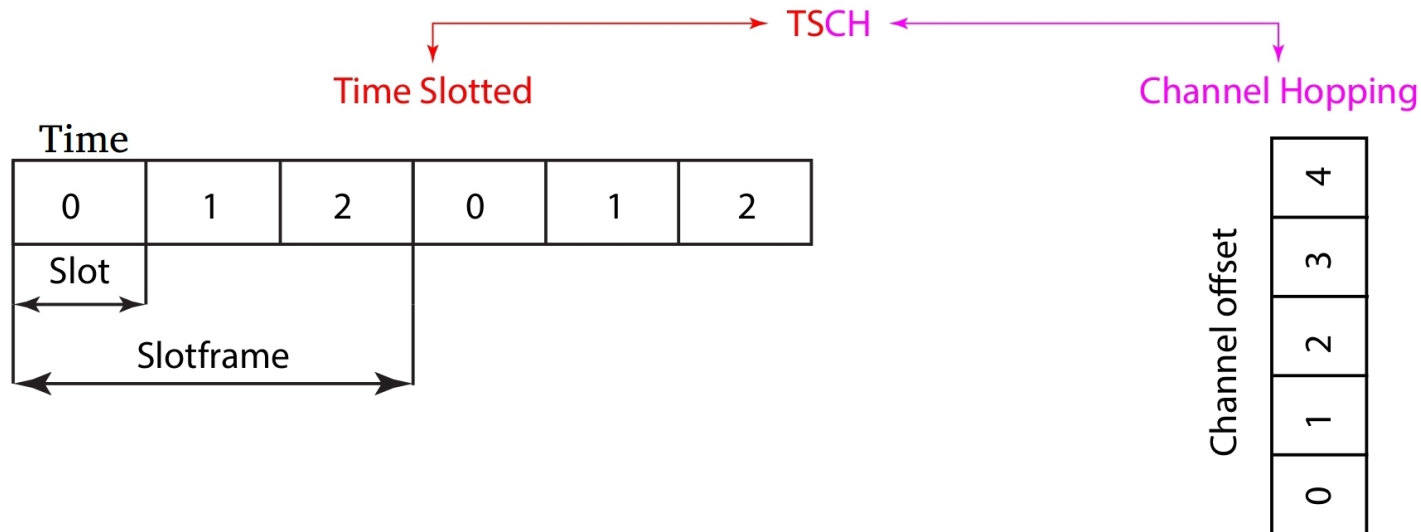
RPL - Protocolo de Ruteo

- ✓ DODAG - Topología tipo árbol
- ✓ Rango - Función Objetivo
- ✓ Padre por Default

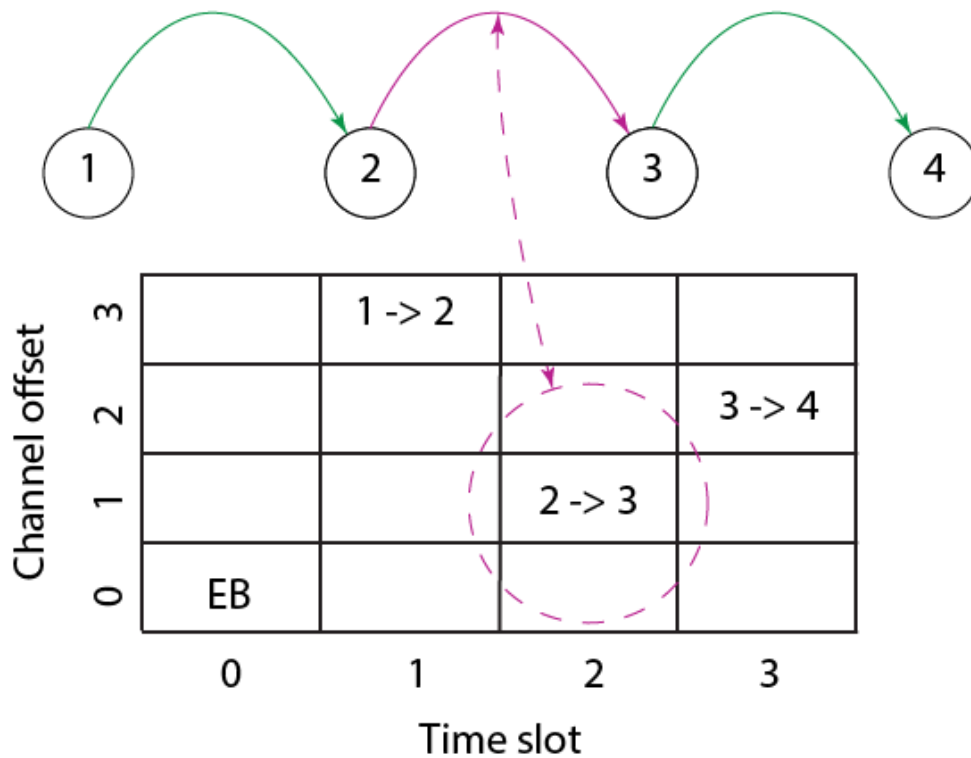


IEEE 802.15.4 - TSCH - Protocolo MAC

- ✓ Define si un nodo transmite, recibe o duerme
- ✓ Robusto contra interferencia externa
- ✓ Programa las transmisiones a ser realizadas



RPL + TSCH



Planteo del problema

Planteo del problema

IoT

- Aplicaciones varias
 - ✓ Elevada PDR

Ahora, con la **Industria 4.0**

- Control de procesos industriales
 - ✓ Elevada PDR
 - ✓ **Retardo constante**
 - ✓ **Variación mínima del retardo**

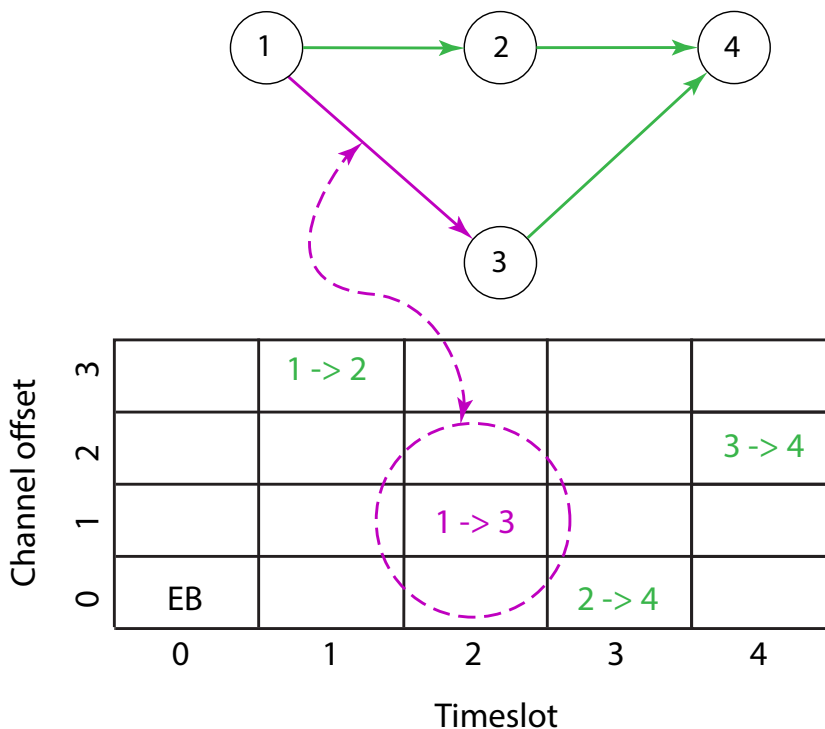
Sin embargo, las tecnologías actuales de IoT están basadas en métodos de mejor esfuerzo.

- Nuevo enfoque
 - ✓ No esperar hasta que se de una falla para retransmitir
 - ✓ Crear réplicas de paquetes en caminos diferentes

LeapFrog Collaboration

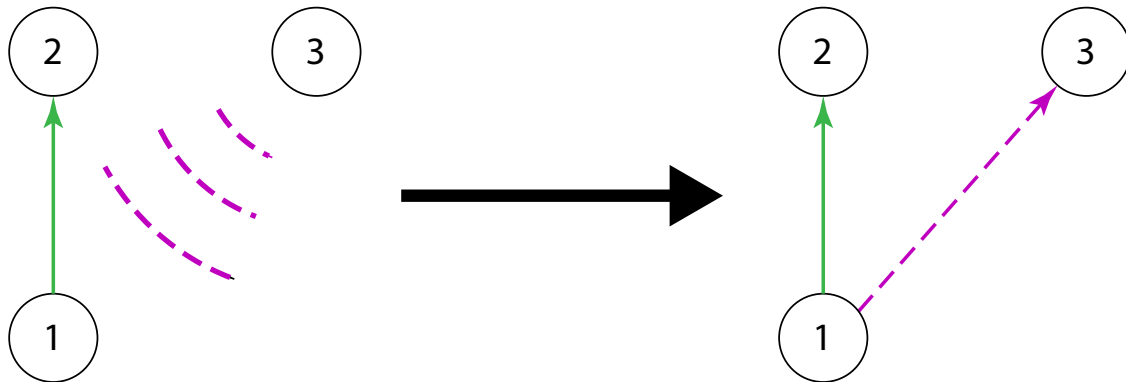
Alternative Parent (AP)

- ✓ Agrega un nuevo camino para que un paquete llegue a destino
- ✓ El nuevo camino está relacionado al original

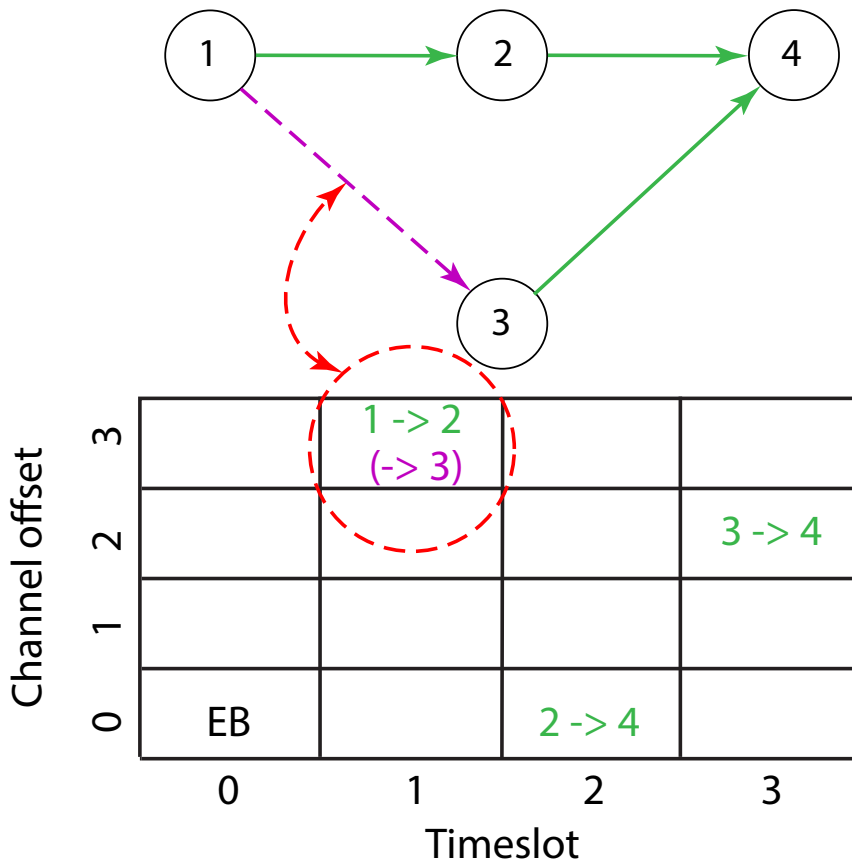


Overhearing I

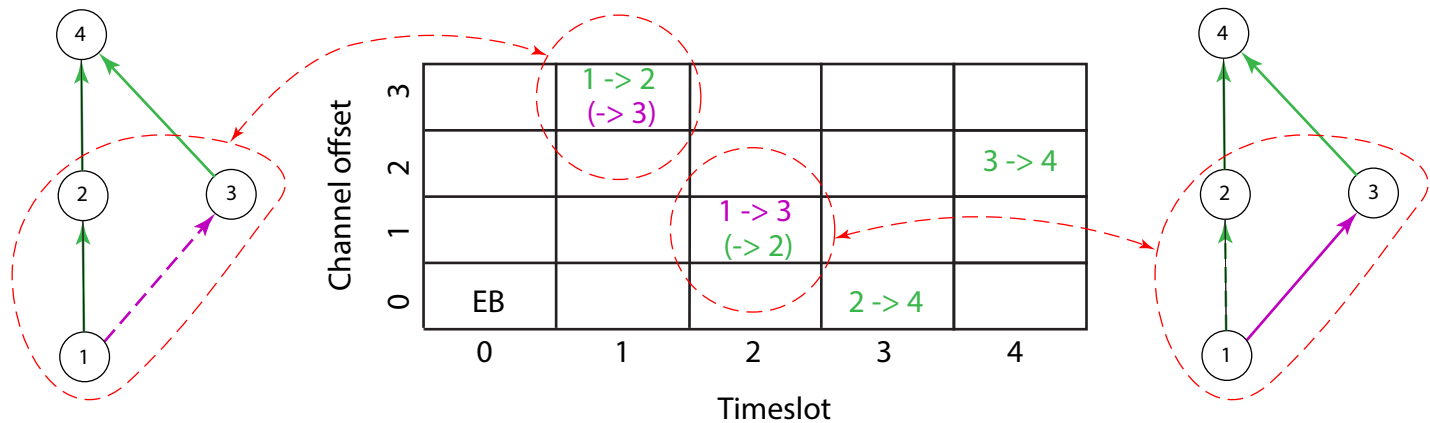
- ✓ El medio es compartido
- ✓ Los nodos pueden escuchar otras comunicaciones



Overhearing II

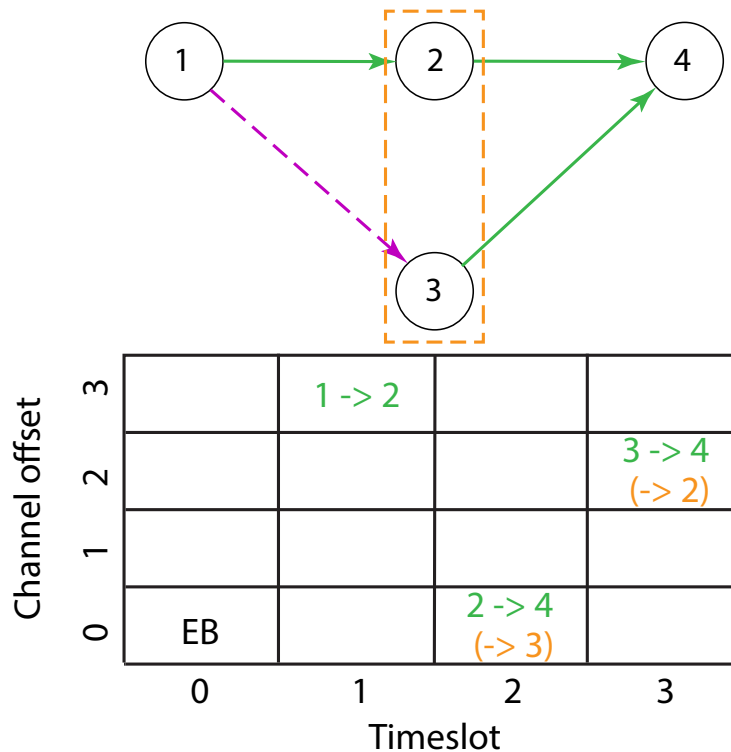


Alternative Parent + Overhearing



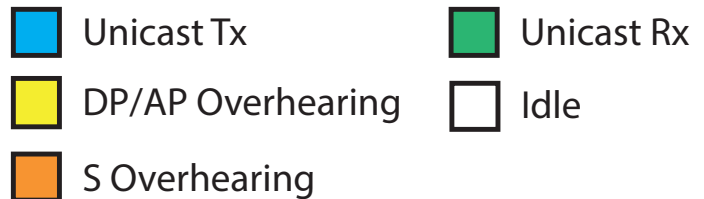
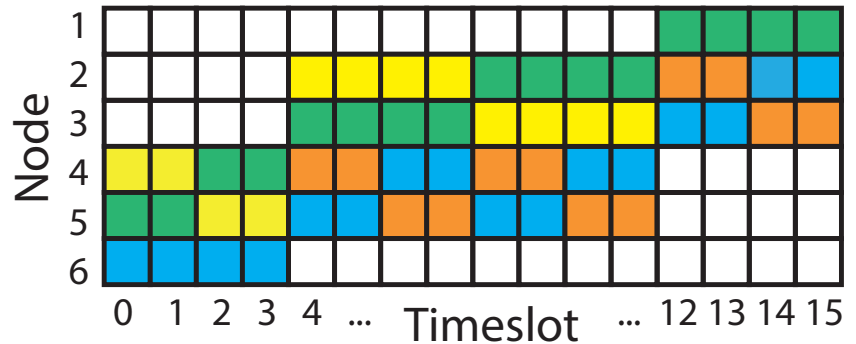
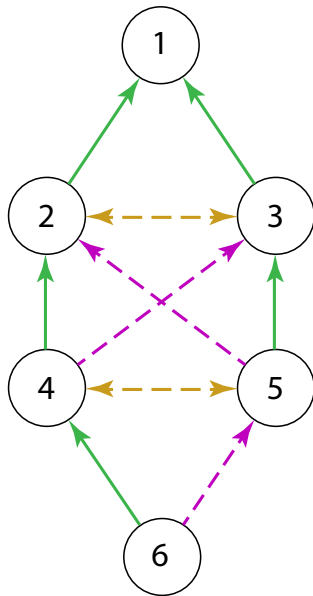
Siblings

- ✓ Nodos que comparten el AP o DP
- ✓ Realizan Overhearing entre sí



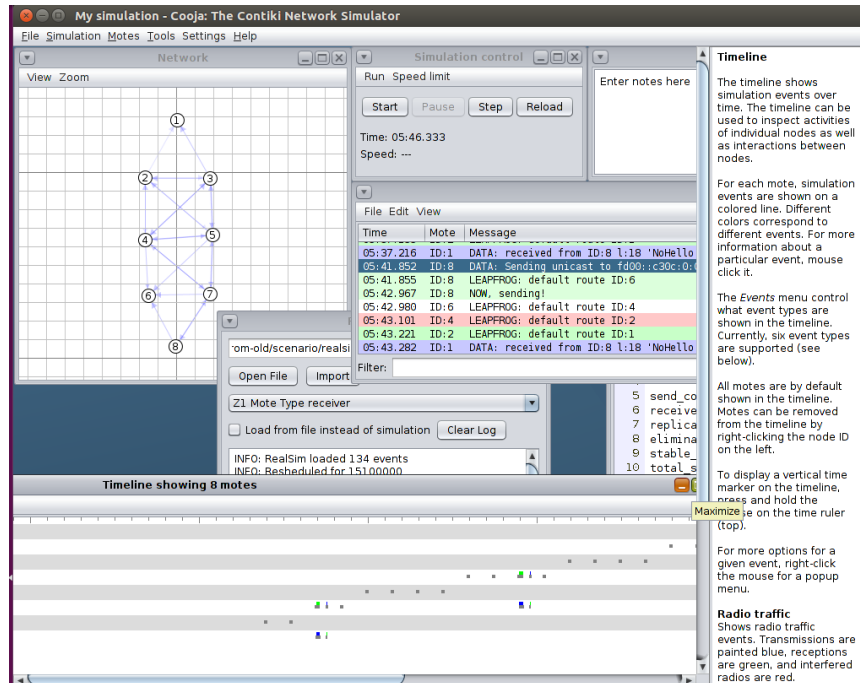
Ordenamiento de Transmisiones

- ✓ Transmisión secuencial por capas



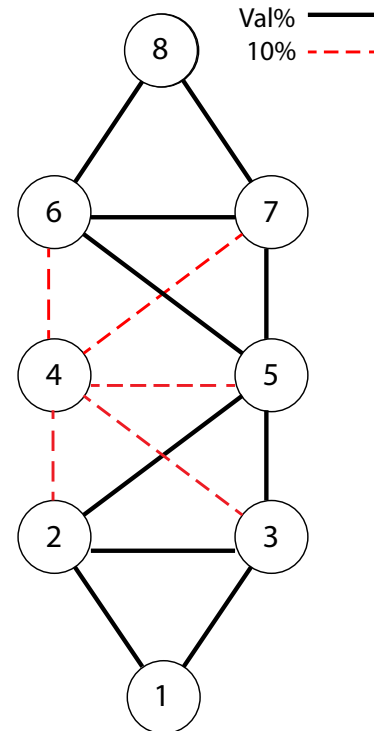
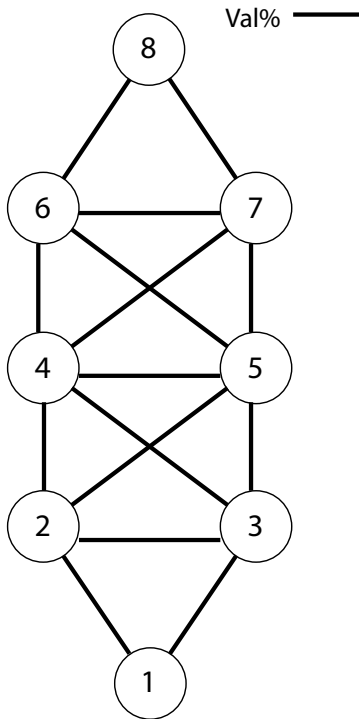
Setup de las Simulaciones

- ✓ Simulador de redes en Contiki OS
- ✓ Permite emular Hardware: Z1 motes
- ✓ Compilador TI MSP430x



RealSim plugin

- ✓ Escenario “def”: todos los enlaces de valor Val%
- ✓ Escenario “IdX”: falla el nodo X, sus enlaces bajan a valor 10%

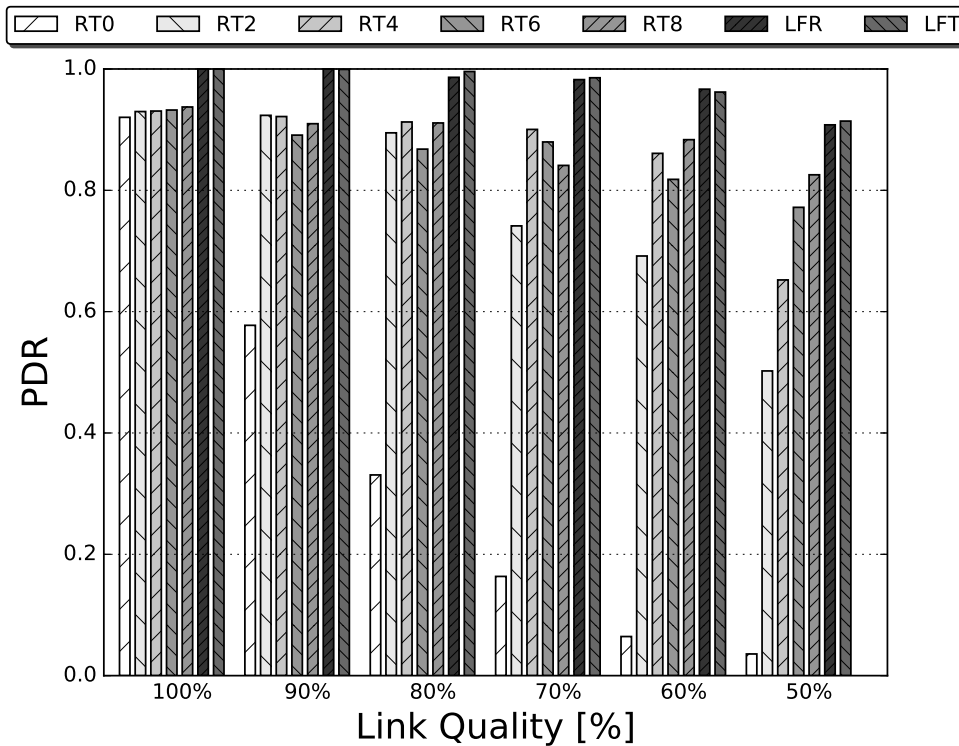


Simulaciones Consideradas

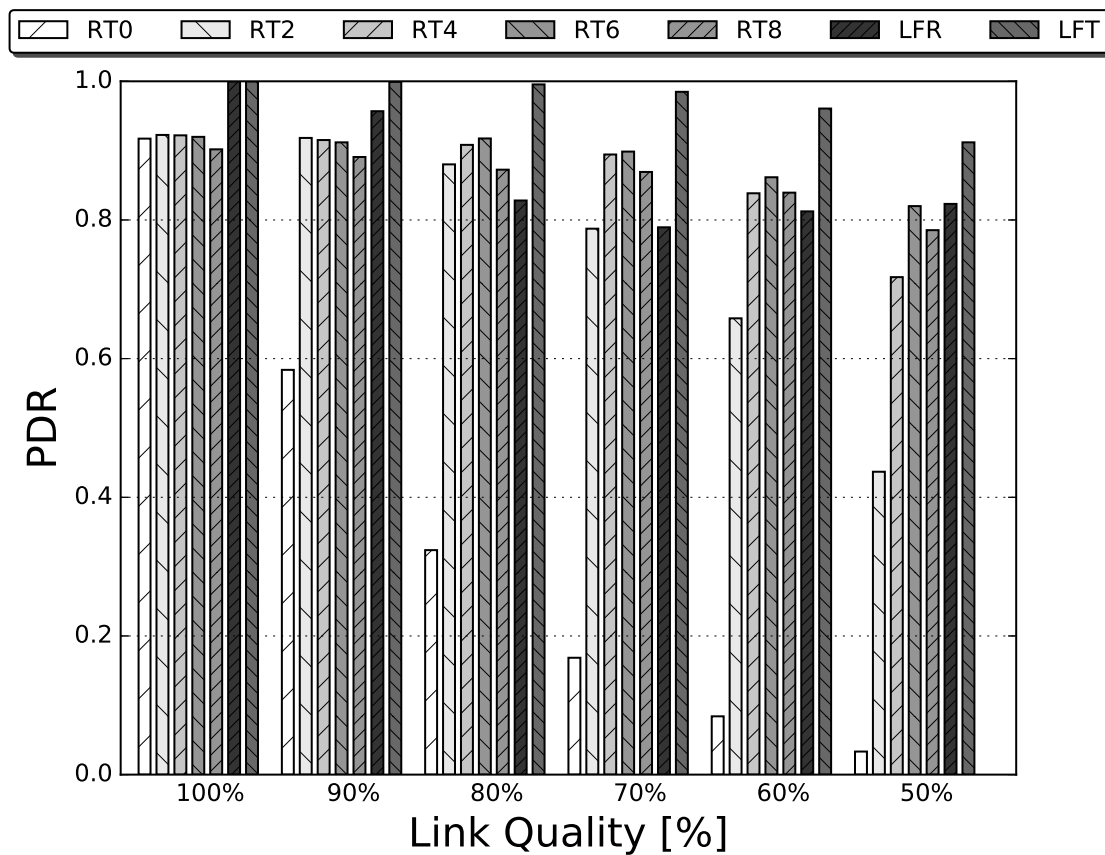
- Primeros 5min para conformar la red
- Sucesión de escenarios “def”-“idX”
 - ✓ Caso de Prueba: una falla por nodo. Escenarios de 2.5min
 - ✓ Caso Final: dos fallas por nodo. Escenarios de 5min
- Repetición variando Val%

Performance/Evaluación

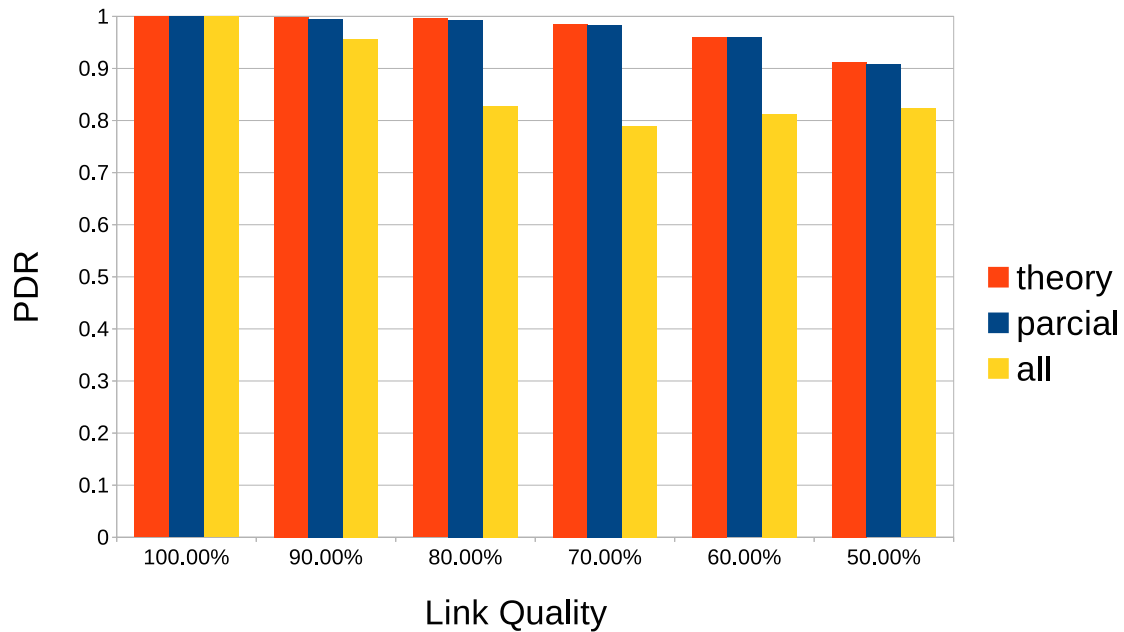
Caso de Prueba: PDR



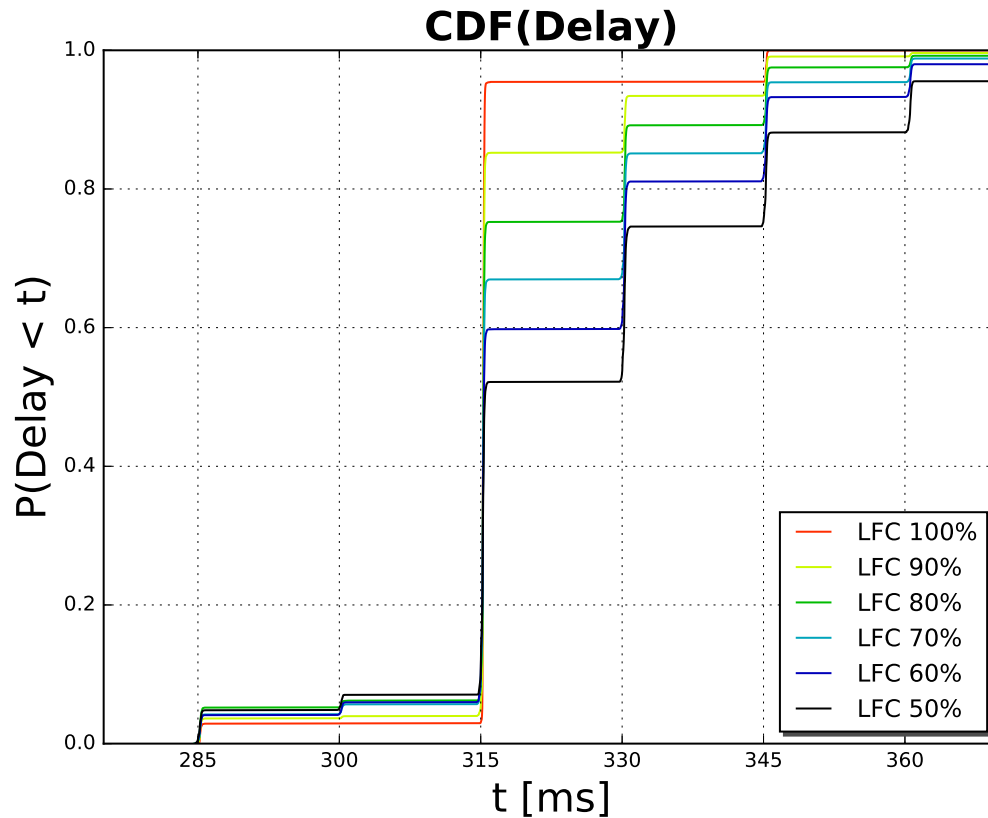
Caso Final: PDR



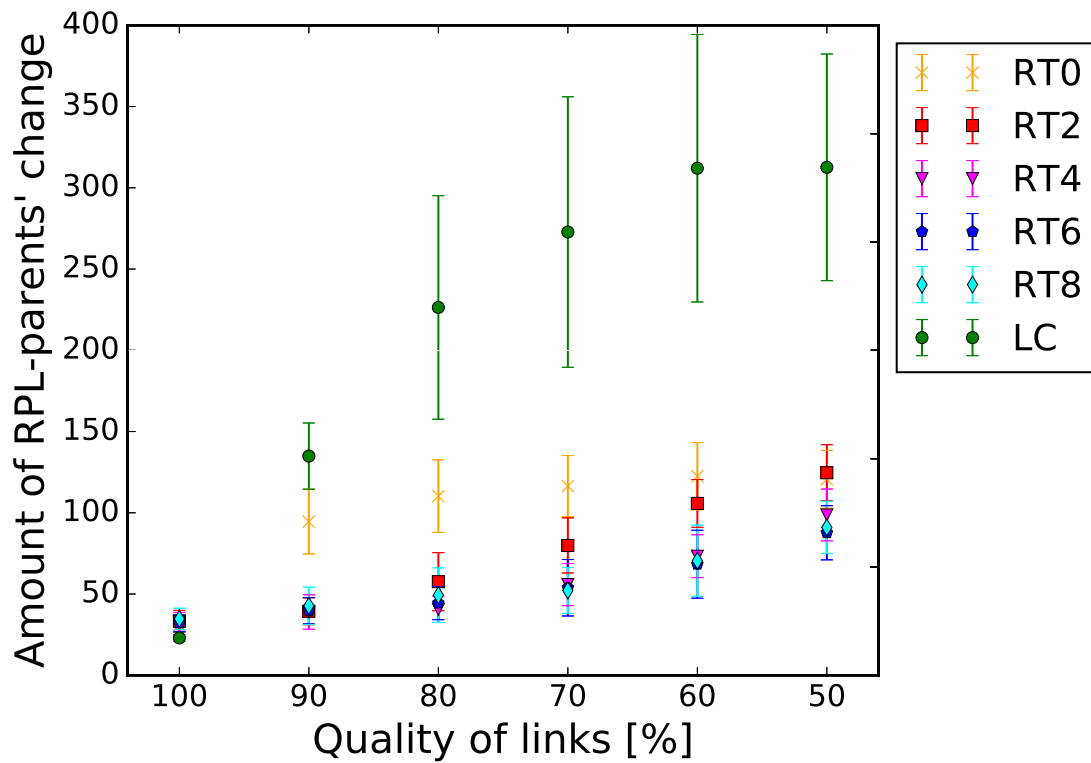
Caso Final: Discriminación PDR



Caso Final: Retardo-Jitter



Caso Final: Estabilidad de la red



Caso Final: Ciclo de Trabajo

Configuración	Ciclo de Trabajo
RT0	4.52%
RT2	4.58%
RT4	4.61%
RT6	4.68%
RT8	4.75%
LFC	5.25%

Conclusion/Perspectiva

- LeapFrog Collaboration vs RPL+TSCH
 - ✓ Presenta una PDR más elevada
 - ✓ Acota más el retardo
 - ✓ Aumenta el consumo de energía
- Mejoras a Futuro
 - ✓ Solucionar problema del simulador
 - ✓ Prioridades en los paquetes
 - ✓ Actualización asincrónica
 - ✓ Variación de parámetros de RPL

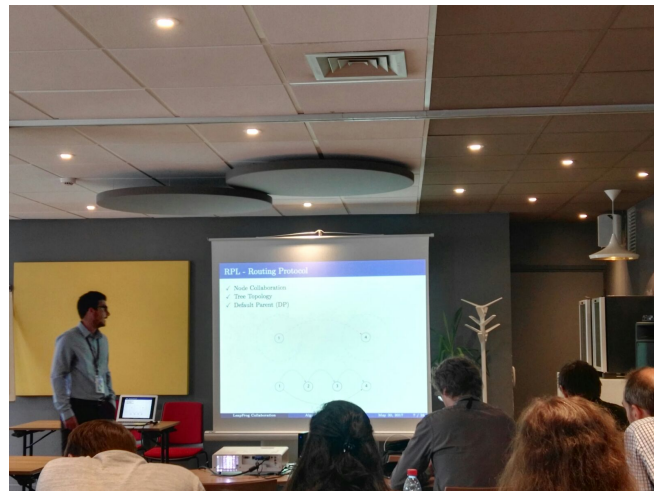
AlgoTel & CoRes 2017



CoRes est une conférence francophone centrée les réseaux et protocoles de communication. Cette deuxième édition sera organisée, comme l'an passé, conjointement avec la 19ème édition d'AlgoTel, conférence francophone sur les aspects algorithmiques appliquée aux problèmes des télécommunications.

Ces deux conférences ont pour but de réunir toute la communauté universitaire et industrielle souhaitant partager ses compétences et ses résultats récents liés à l'ensemble des problématiques traitant des réseaux de télécommunications, offrant ainsi un lieu commun de rencontre et d'échanges entre scientifiques et chercheurs francophones venant du monde entier. Algotel est centrée sur l'algorithmique avec pour domaine d'application les réseaux de communications, tandis que CoRes s'intéresse aux réseaux et protocoles de communication avec

- Publicación: “*Vers les Réseaux Industriels Déterministes*”
 - ✓ Autores: M. Kesalé, G. Z. Papadopoulos, **Julián M. Del Fiore** , P. Thubert (Cisco), N. Montavont
 - ✓ Presentado el 30/05/2017 en Quiberon, Francia



- Artículo: “*From Best-Effort to Deterministic Packet Delivery for Wireless Industrial IoT Networks*”
 - ✓ IEEE Transaction on Industrial Informatics

Gracias