

# 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

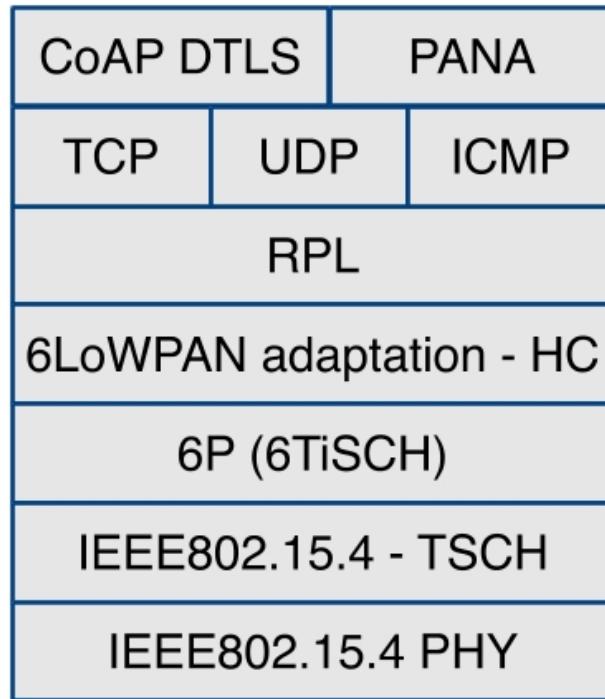
## 4 Performance/Evaluación

- PDR, Retardo-Jitter, Ciclo de Trabajo

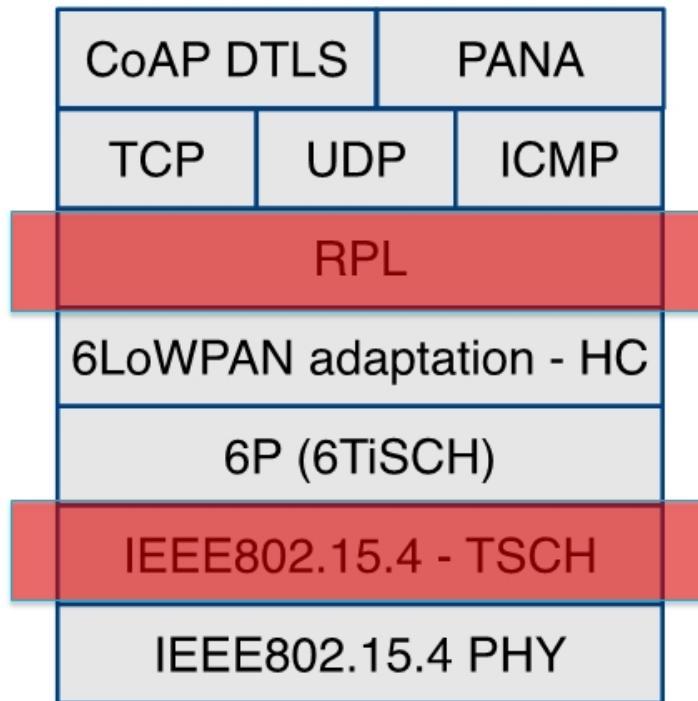
## 5 Conclusión/Perspectiva

# Protocolos de Fondo

# Stack de Protocolos 6TiSCH

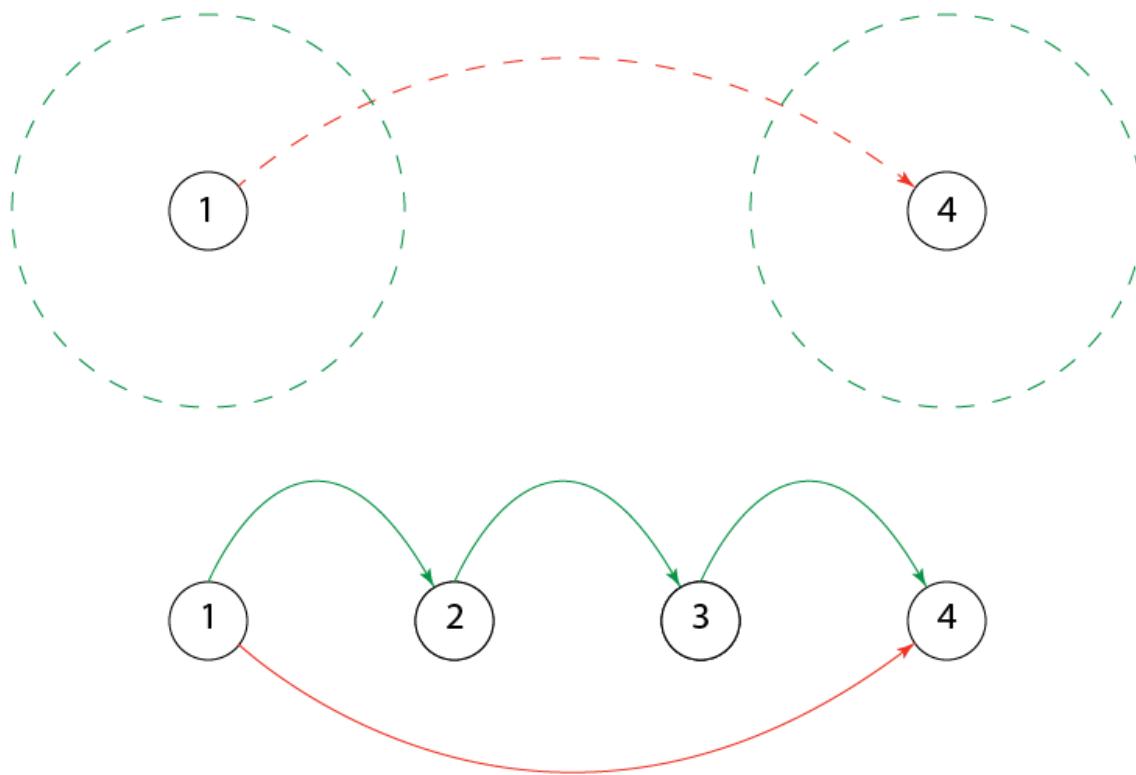


# Stack de Protocolos 6TiSCH



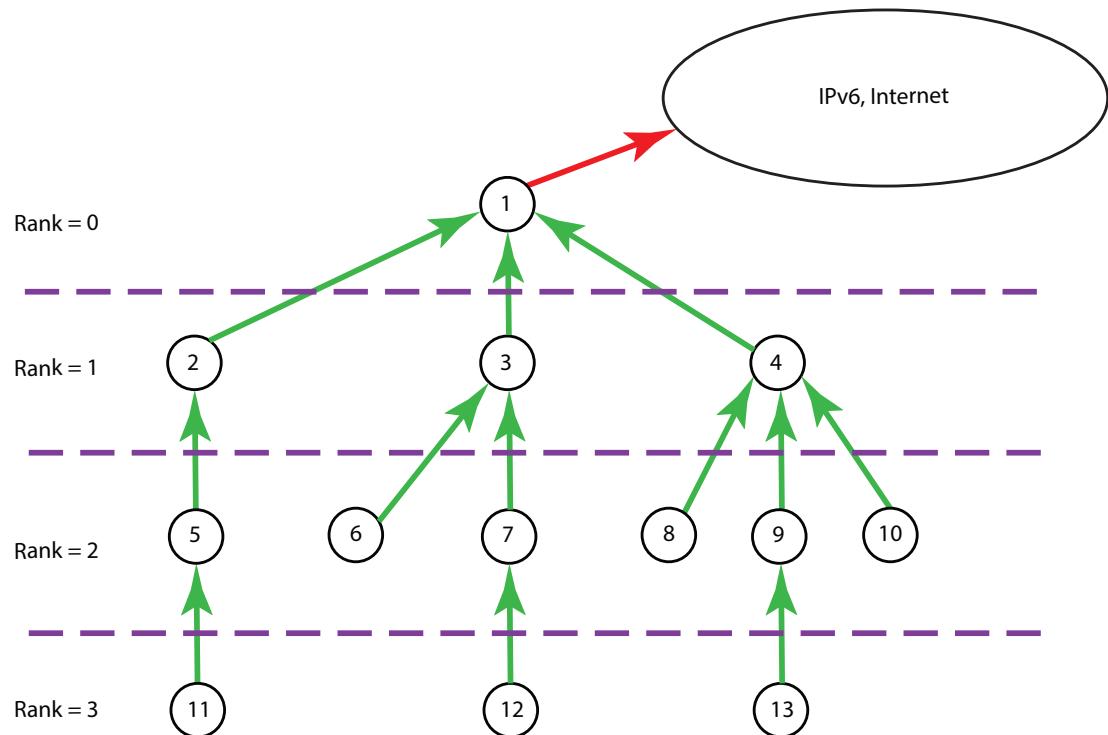
# RPL - Protocolo de Ruteo

- ✓ Colaboración entre nodos



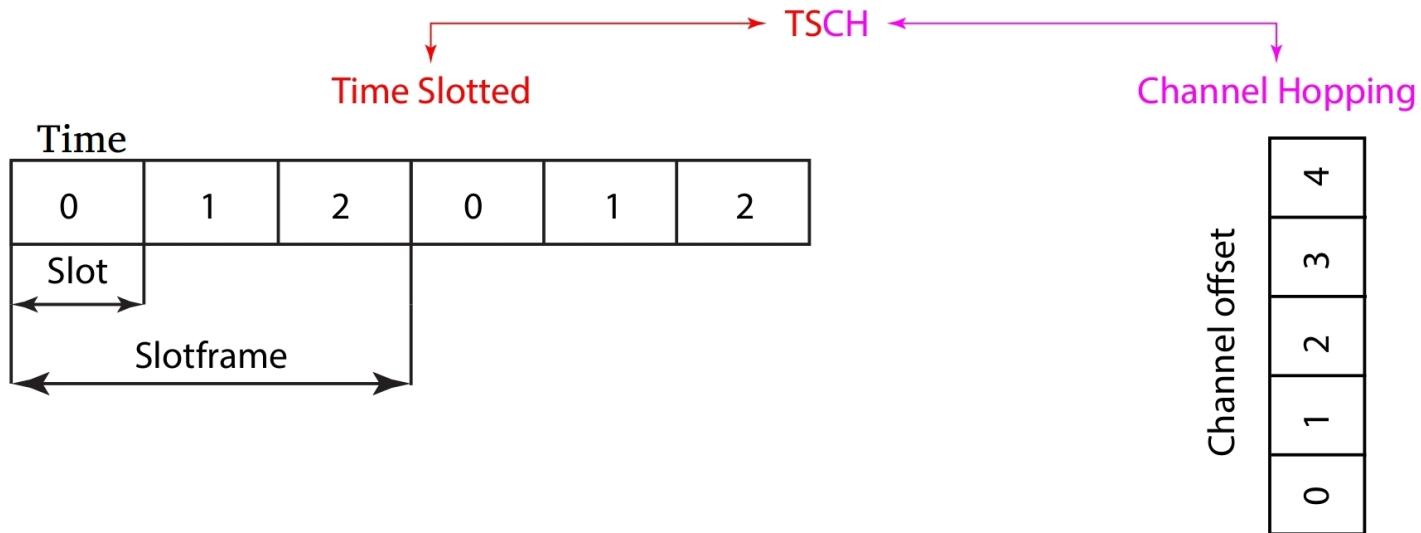
# RPL - Protocolo de Ruteo

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

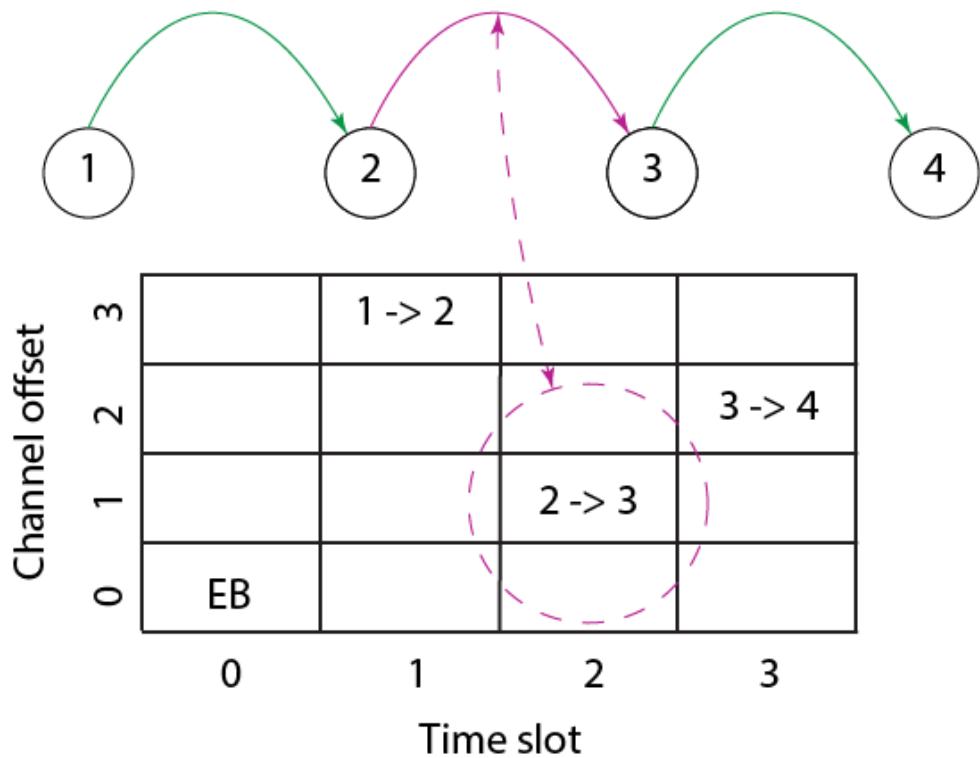


# IEEE 802.15.4 - TSCH - Protocolo MAC

- ✓ 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**

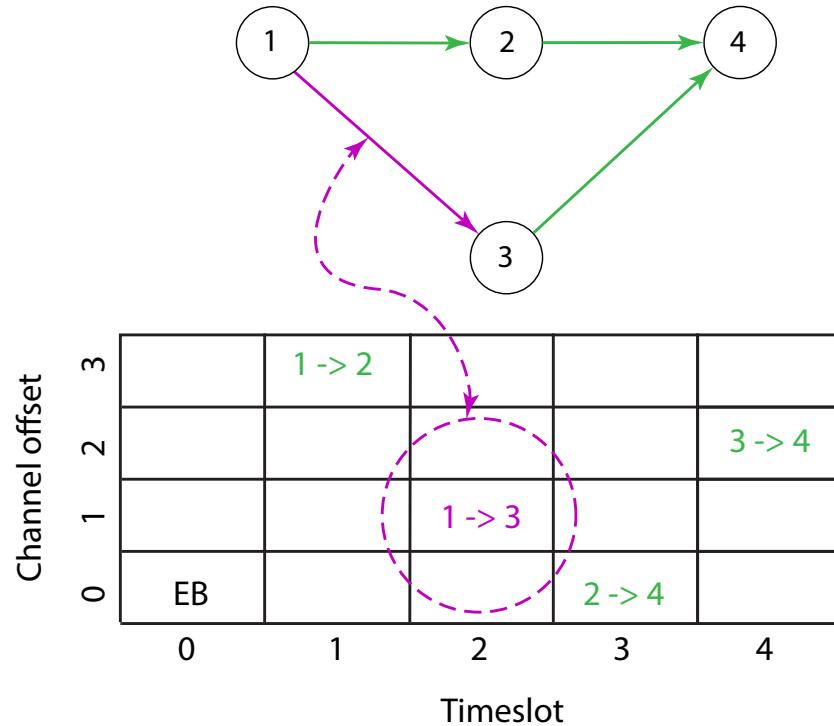
**Sin embargo**, las tecnologías actuales de IoT están basadas en métodos de mejor esfuerzo.

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

# LeapFrog Collaboration

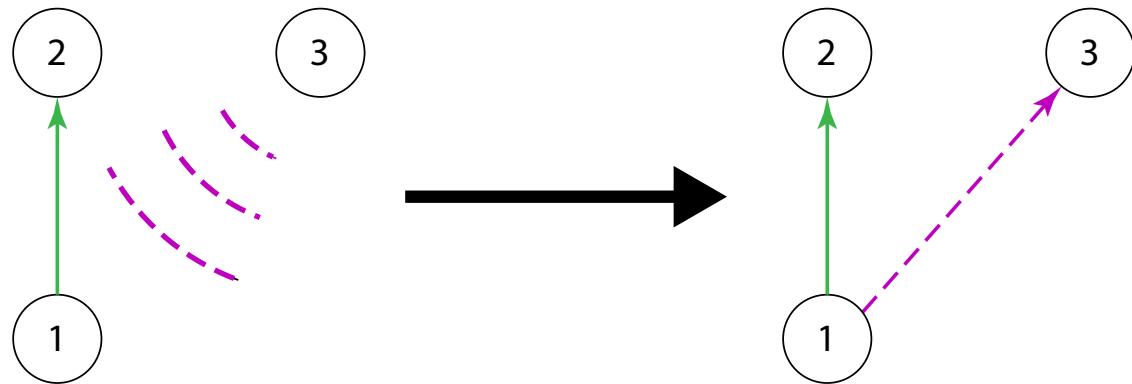
# Alternative Parent (AP)

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

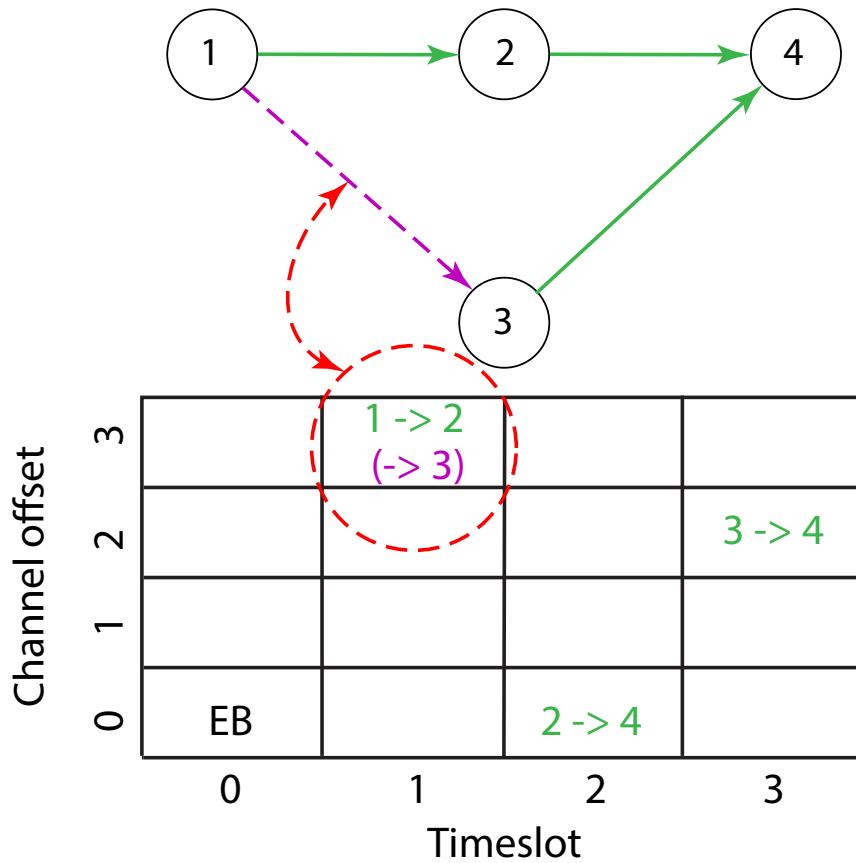


# Overhearing I

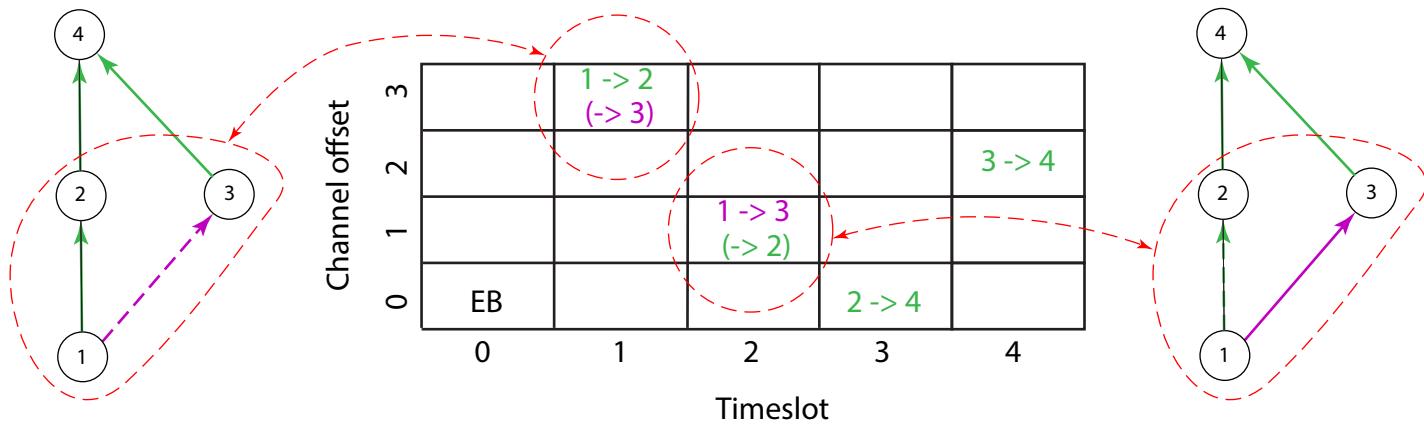
- ✓ El medio es compartido
- ✓ Los nodos pueden escuchar otras comunicaciones



# Overhearing II

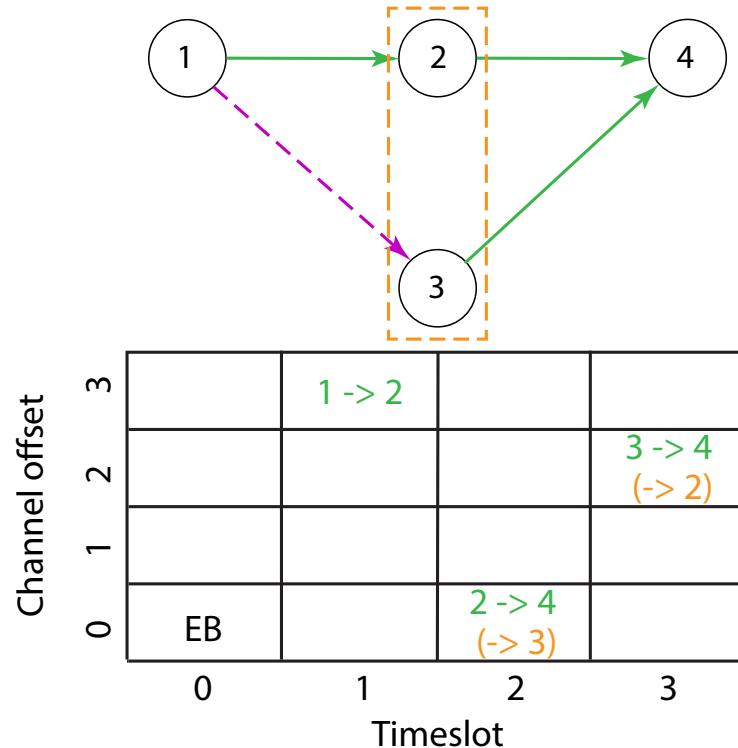


# Alternative Parent + Overhearing



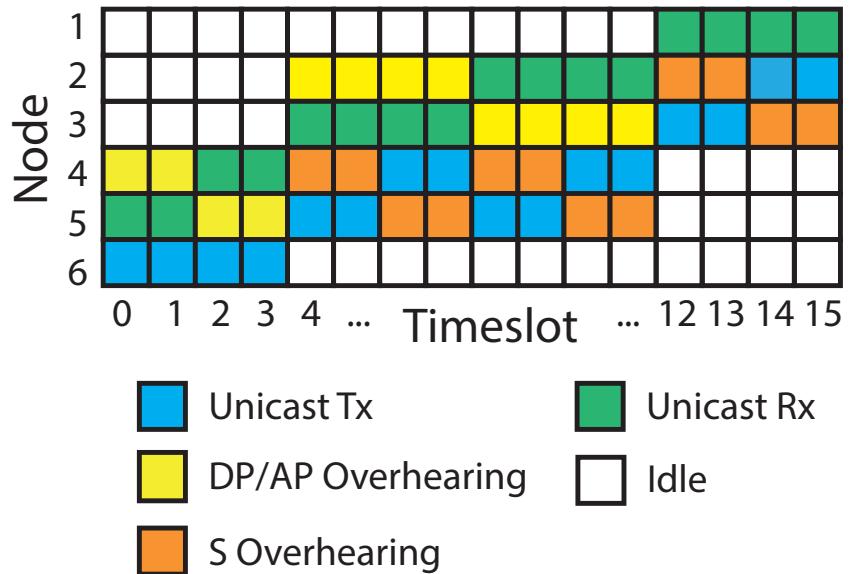
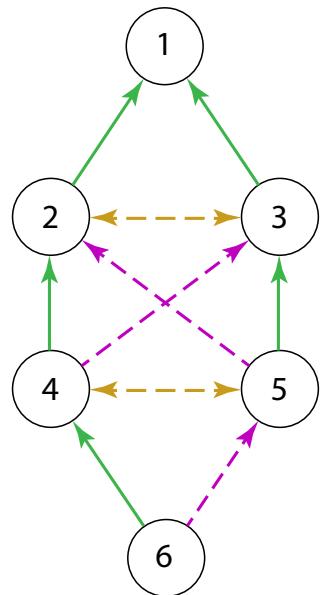
# Siblings

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



# Ordenamiento de Transmisiones

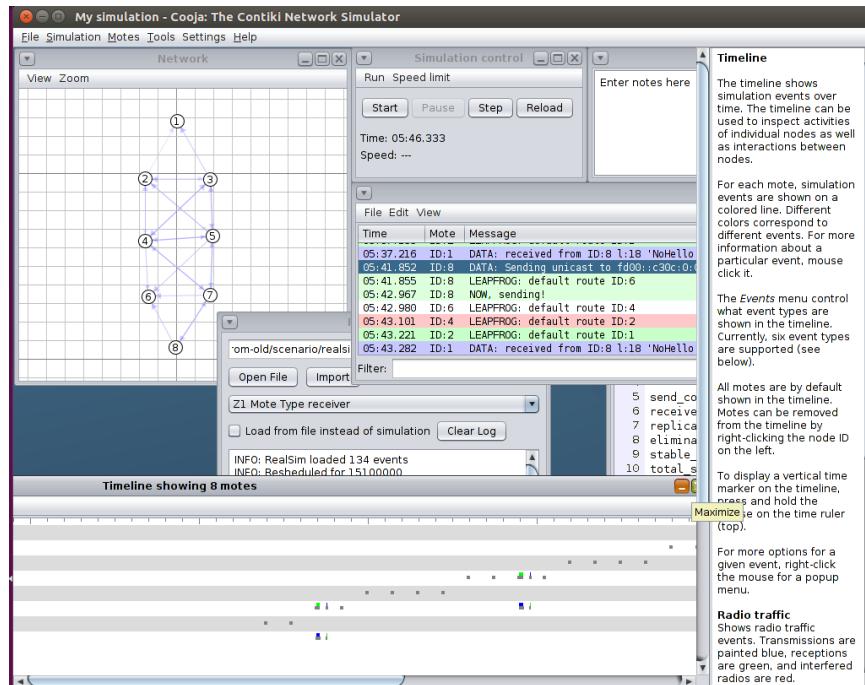
- ✓ Transmisión secuencial por capas



# Setup de las Simulaciones

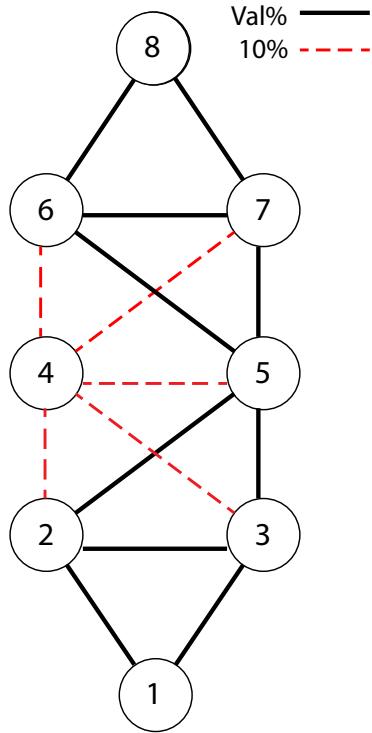
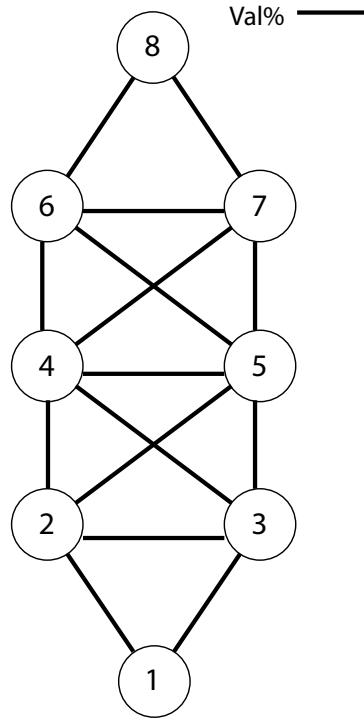
# COOJA

- ✓ 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%

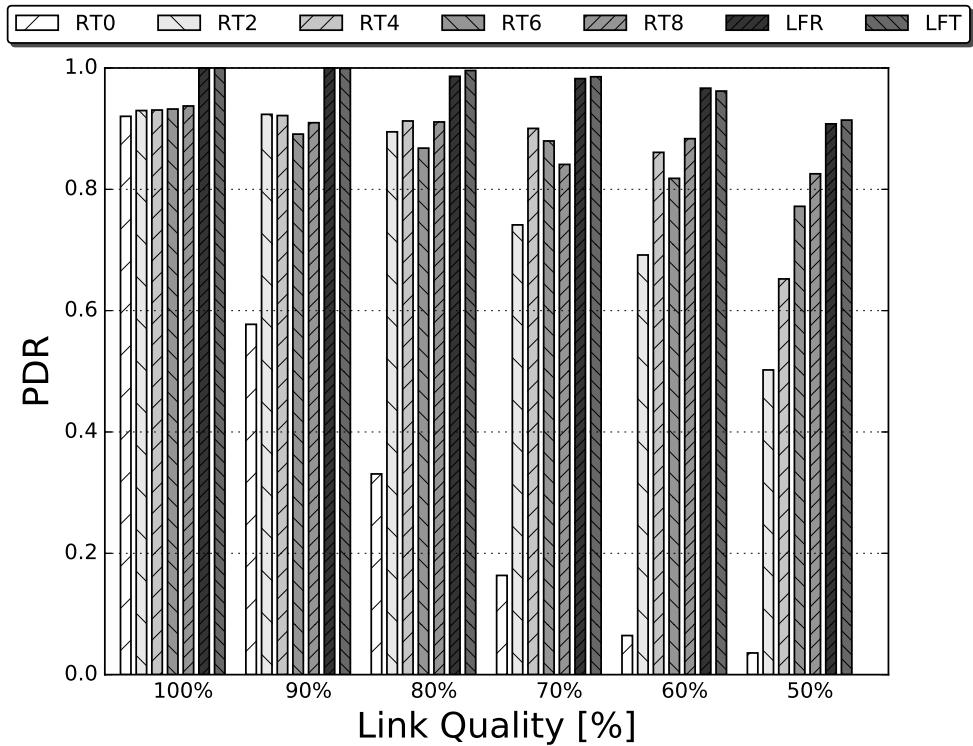


# Simulaciones Consideradas

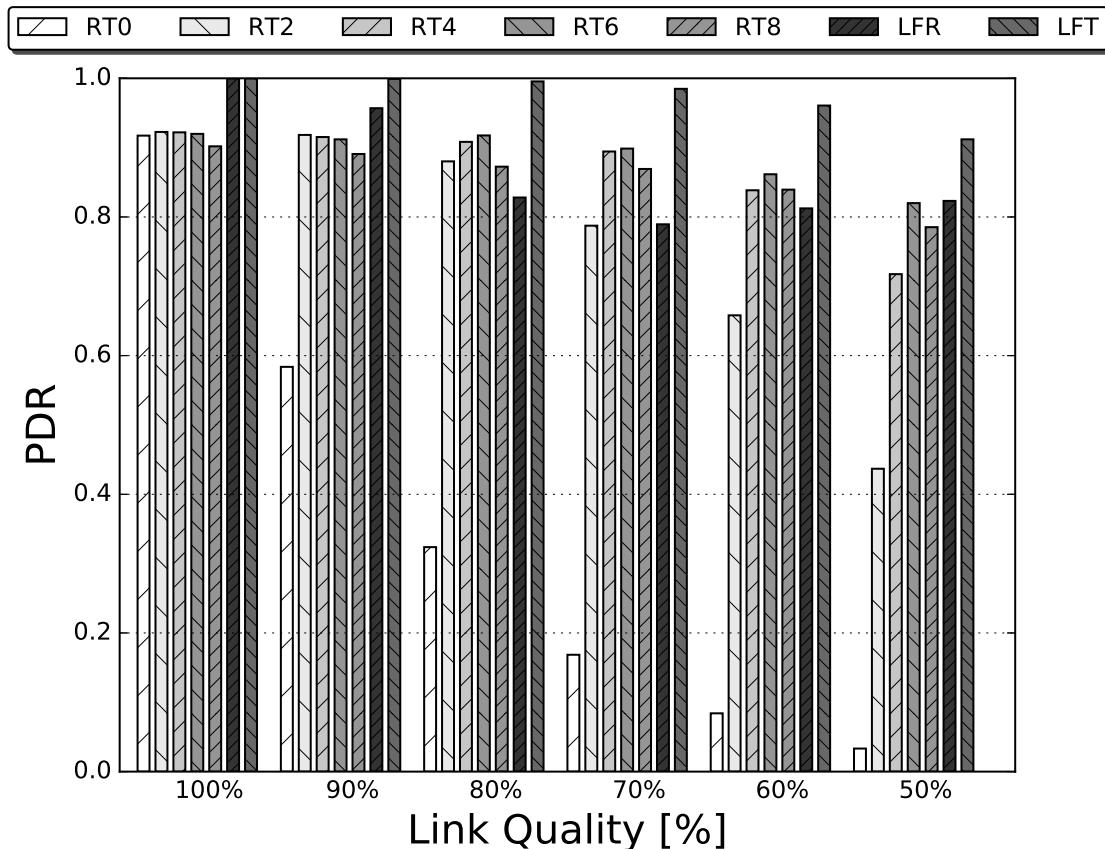
- Primeros 5min para conformar la red
- Sucesión de escenarios “def”- “idX”
  - ✓ Caso de Prueba: una falla por nodo. Escenarios de 2.5min
  - ✓ Caso Final: dos fallas por nodo. Escenarios de 5min
- Repetición variando Val%

# Performance/Evaluación

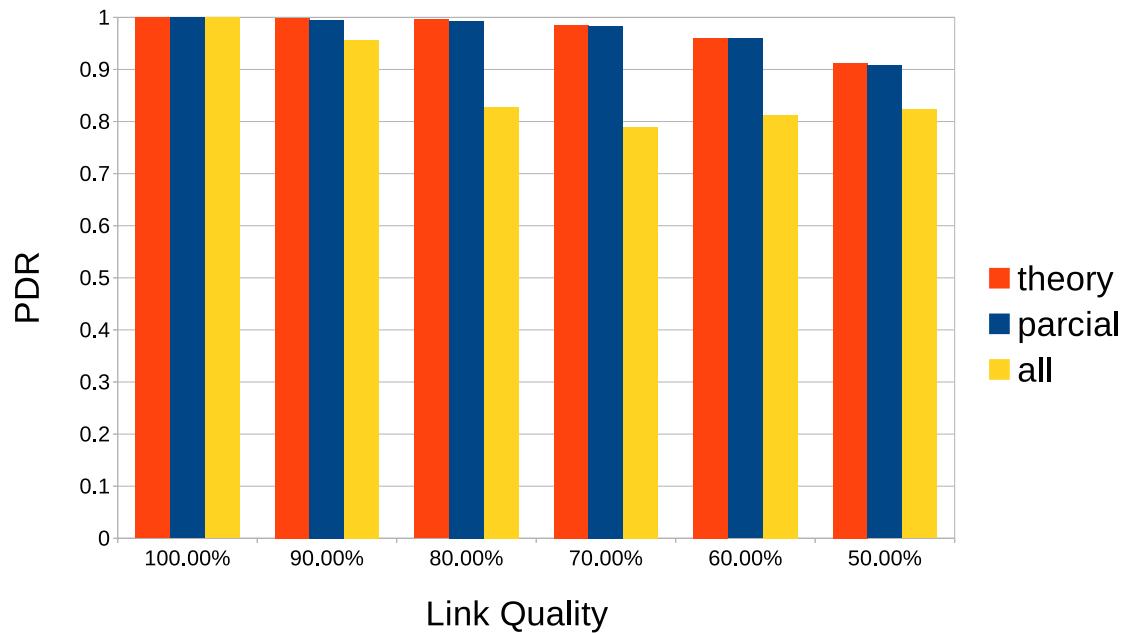
# Caso de Prueba: PDR



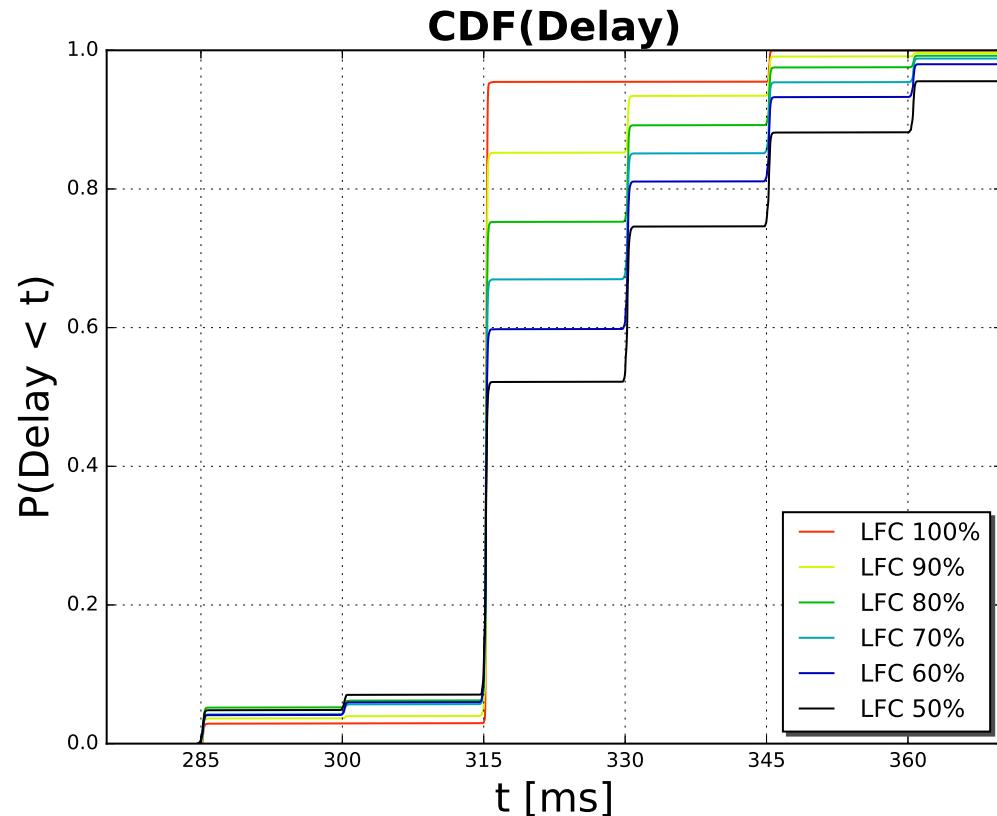
# Caso Final: PDR



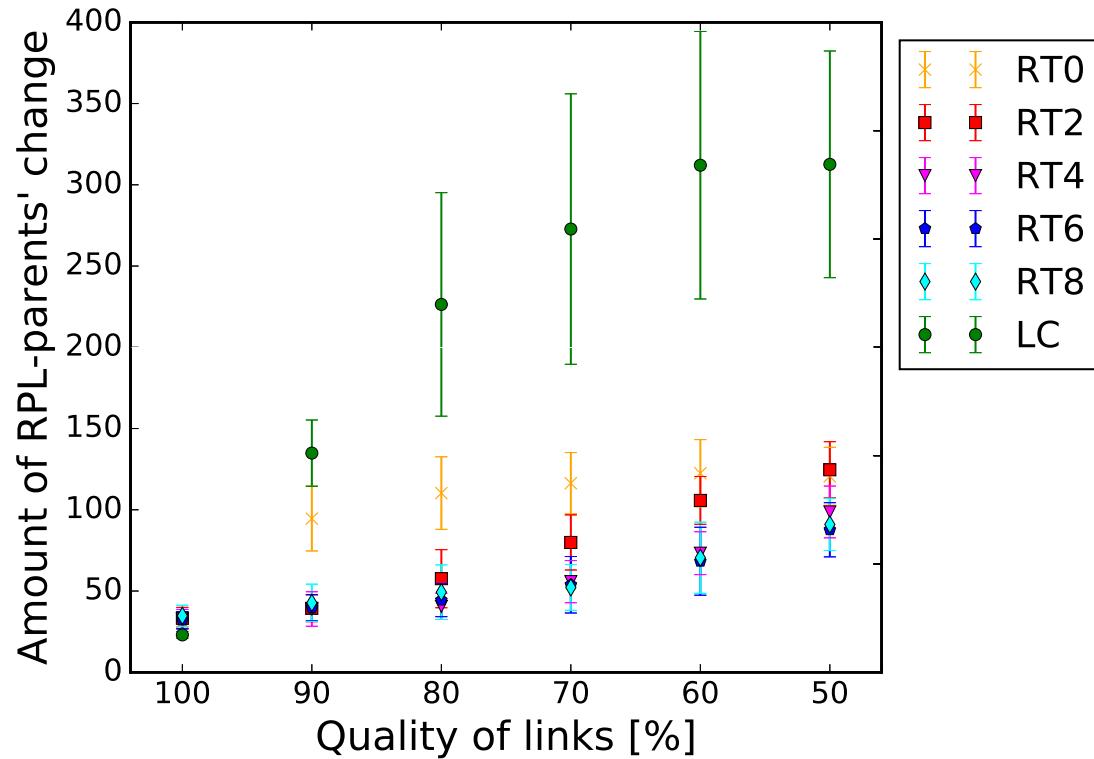
# Caso Final: Discriminación PDR



# Caso Final: Retardo-Jitter



# Caso Final: Estabilidad de la red



# Caso Final: Ciclo de Trabajo

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

# Conclusion/Perspectiva

# Resumen

- 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.

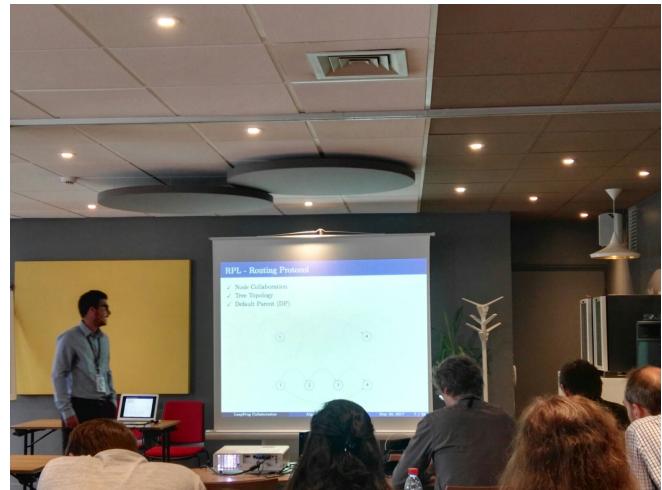
Cette deuxième édition sera organisée, comme l'an passé, conjointement avec la 19ème édition d'AlgoTel, conférence francophone sur les aspects algorithmiques appliquée aux problèmes des télécommunications.

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

# Algo-Tel Cores 2017

- 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