

# Estandarización de IoT: Industria y LPWANs

Diego Dujovne

SASE/CASE 2022

17 de Agosto de 2022

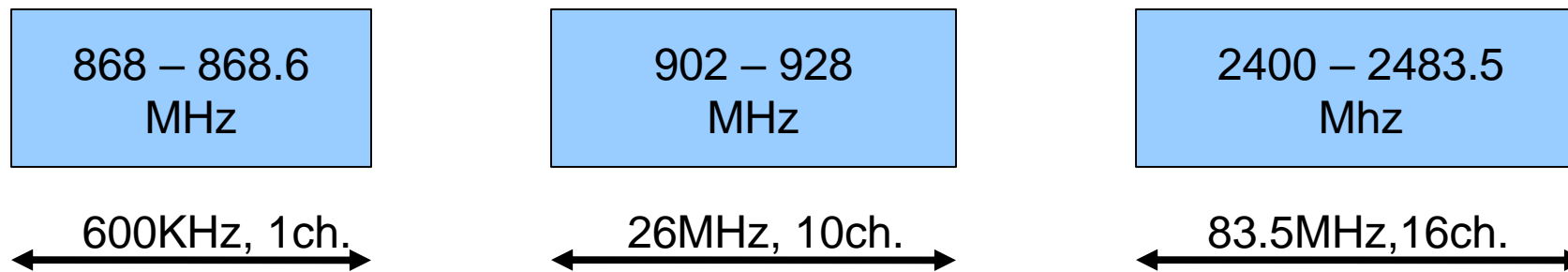
Universidad Nacional de La Plata

# Contenidos

- Tecnologías (Breve descripción por capas)
- Topologías típicas
- Stack
- Grupos de Trabajo IoT en IETF:
  - 6tisch
  - 6lo
  - Roll
  - LPWAN
  - Detnet
  - RAW

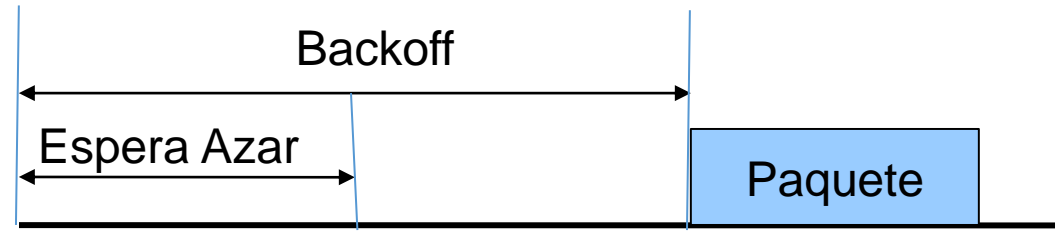
# Las Tecnologías de Comunicación en IoT: Frecuencias y Ancho de Banda

- Bandas ISM (Industrial, Security, Medical)
- Estandarización por países e ITU
- Canal angosto 433 MHz, 868 MHz (UE), 915MHz (América + variantes)
- Canal ancho 2.4GHz, 5GHz
- China / Japón



# Las Tecnologías de Comunicación en IoT: Acceso al medio

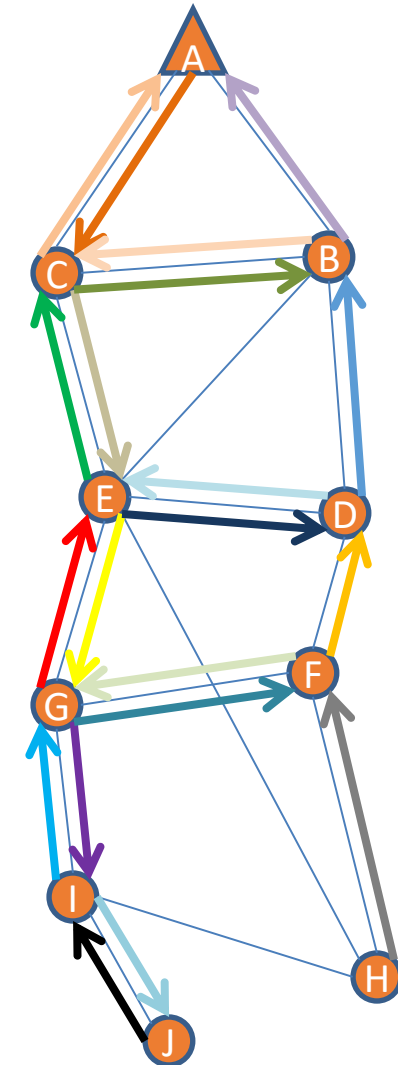
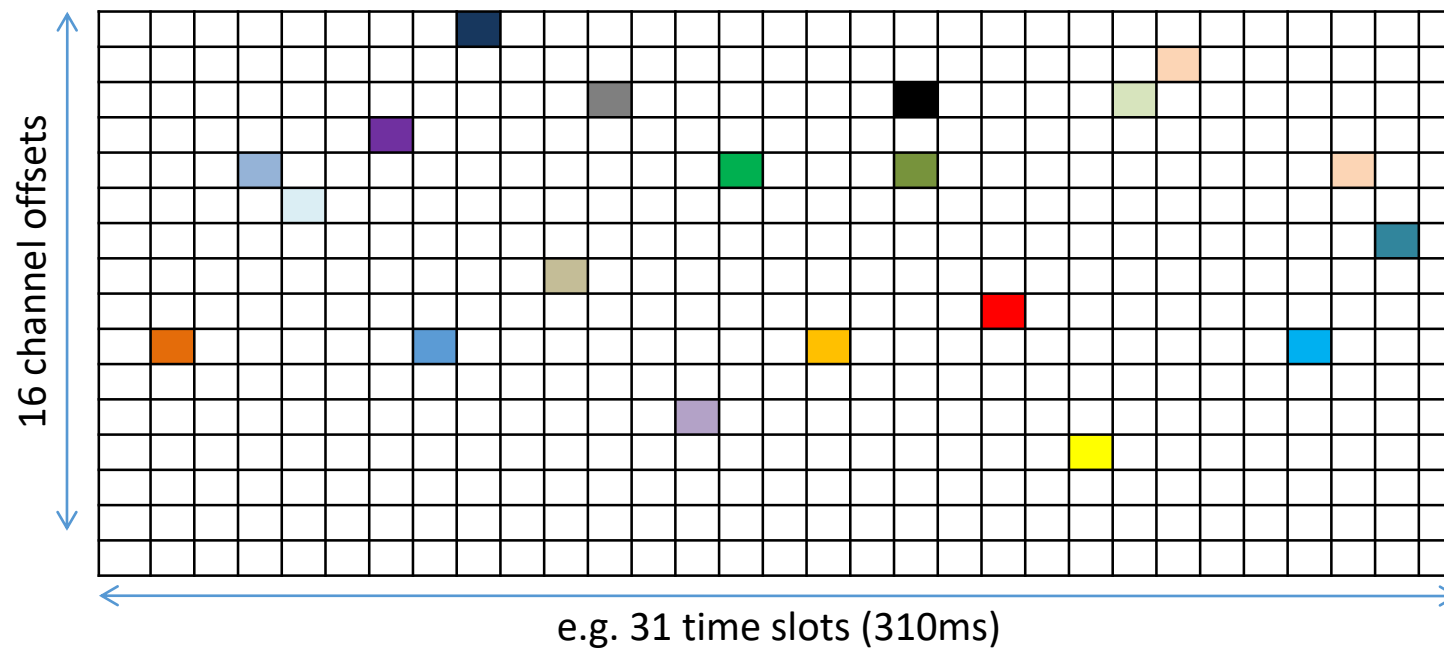
- CSMA



- Contención distribuida
- Sin sincronización
- Se sincronizan TX y RX con preámbulo

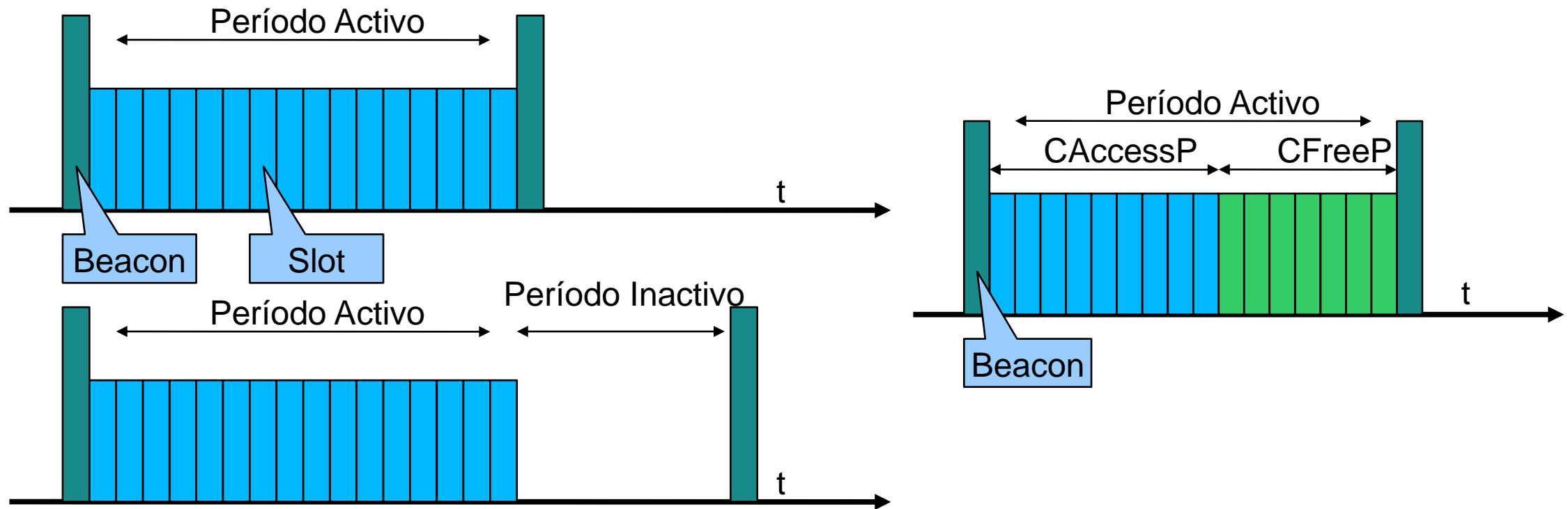
# Las Tecnologías de Comunicación en IoT: Acceso al medio

- TSCH Robustez frente a interferencia  
Bajo consumo  
Retardo predecible



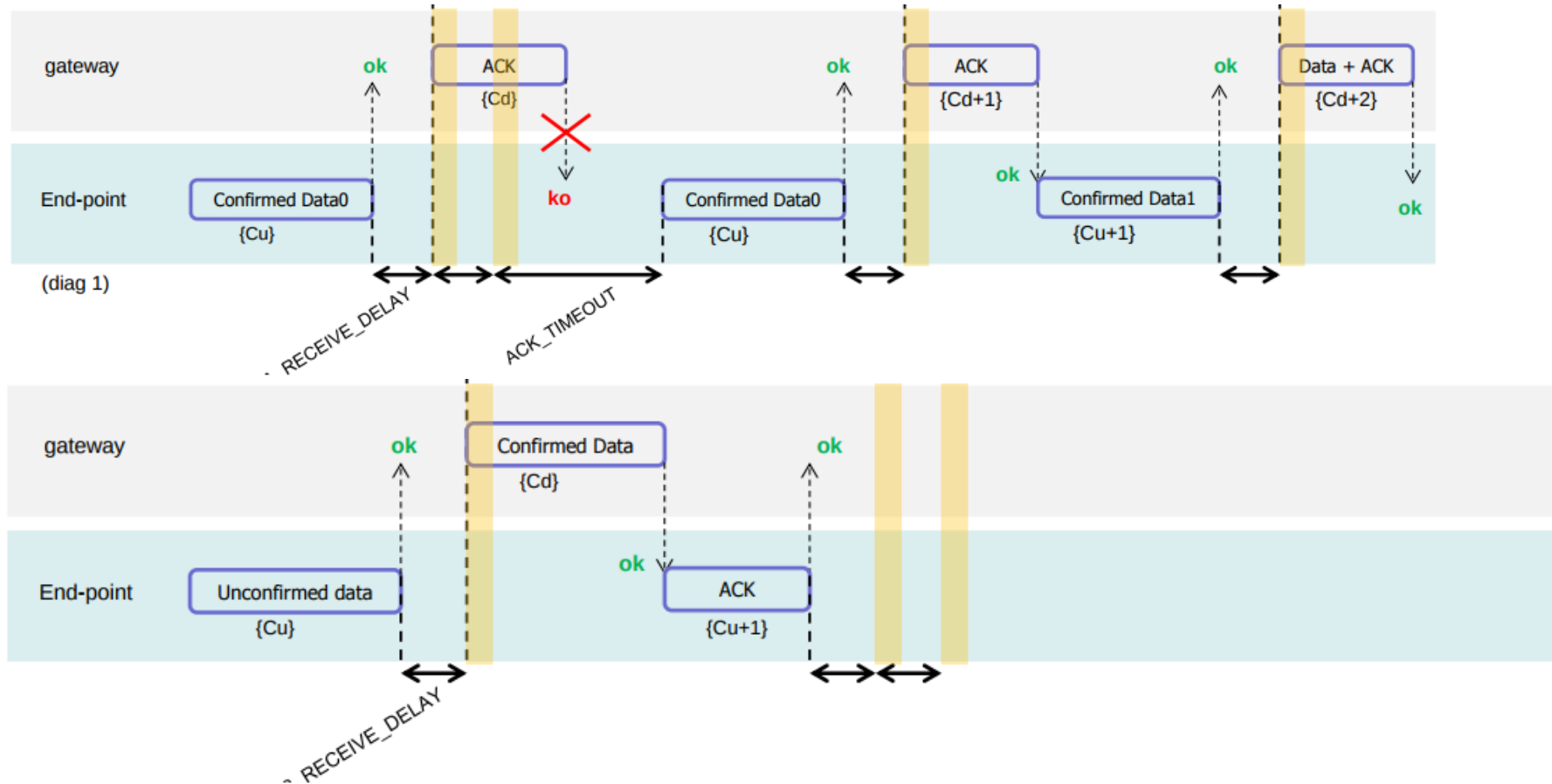
# Las Tecnologías de Comunicación en IoT: Acceso al medio

- Híbridas (CSMA + Slotted)



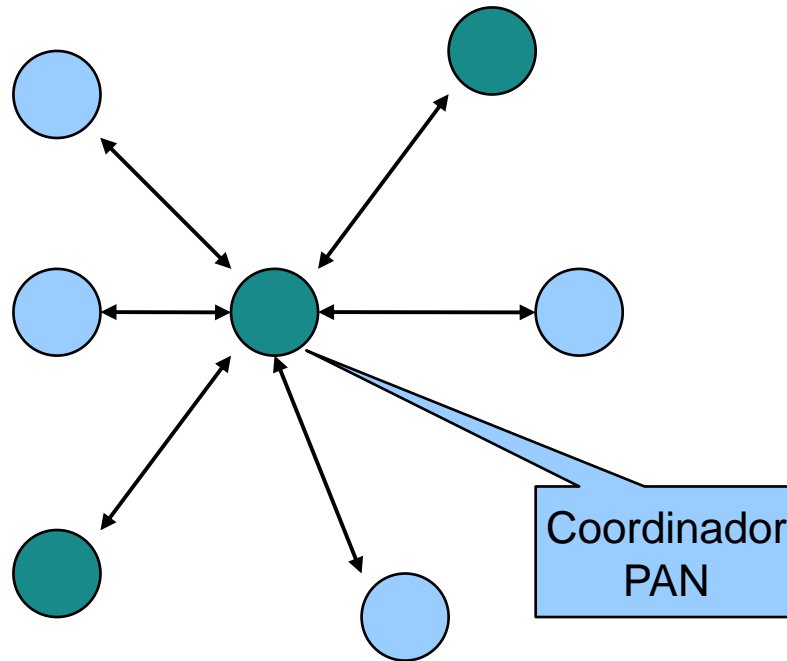
# Las Tecnologías de Comunicación en IoT: Acceso al medio

- LPWAN

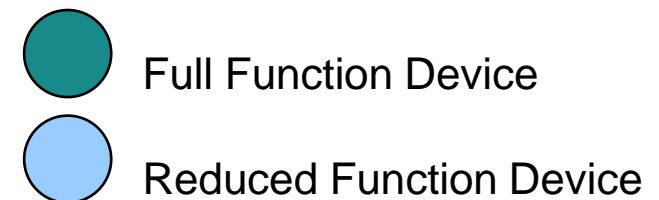
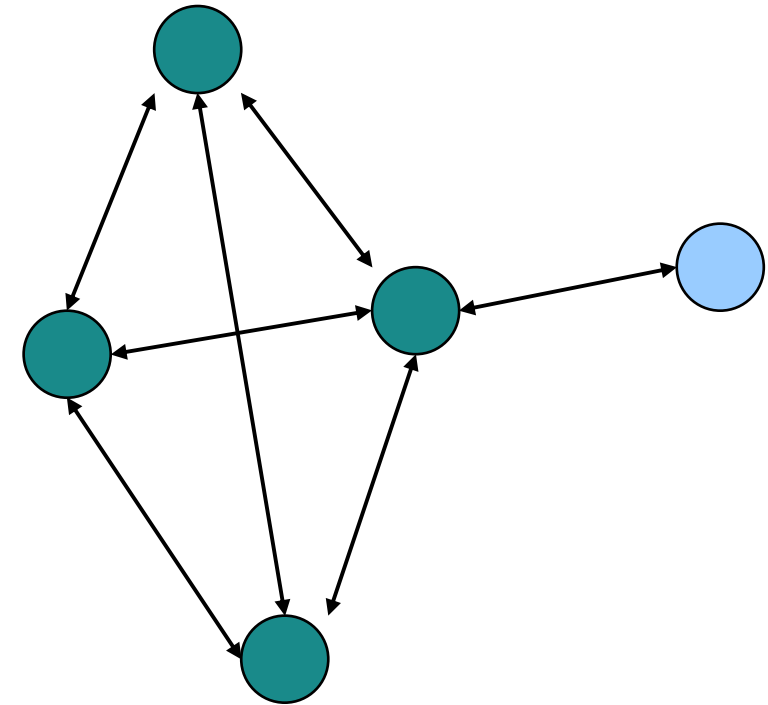


# Los protocolos de Comunicación en IoT: Topologías

- Mesh
- Estrella



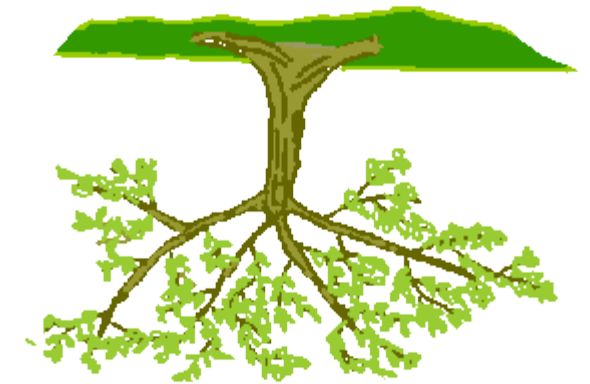
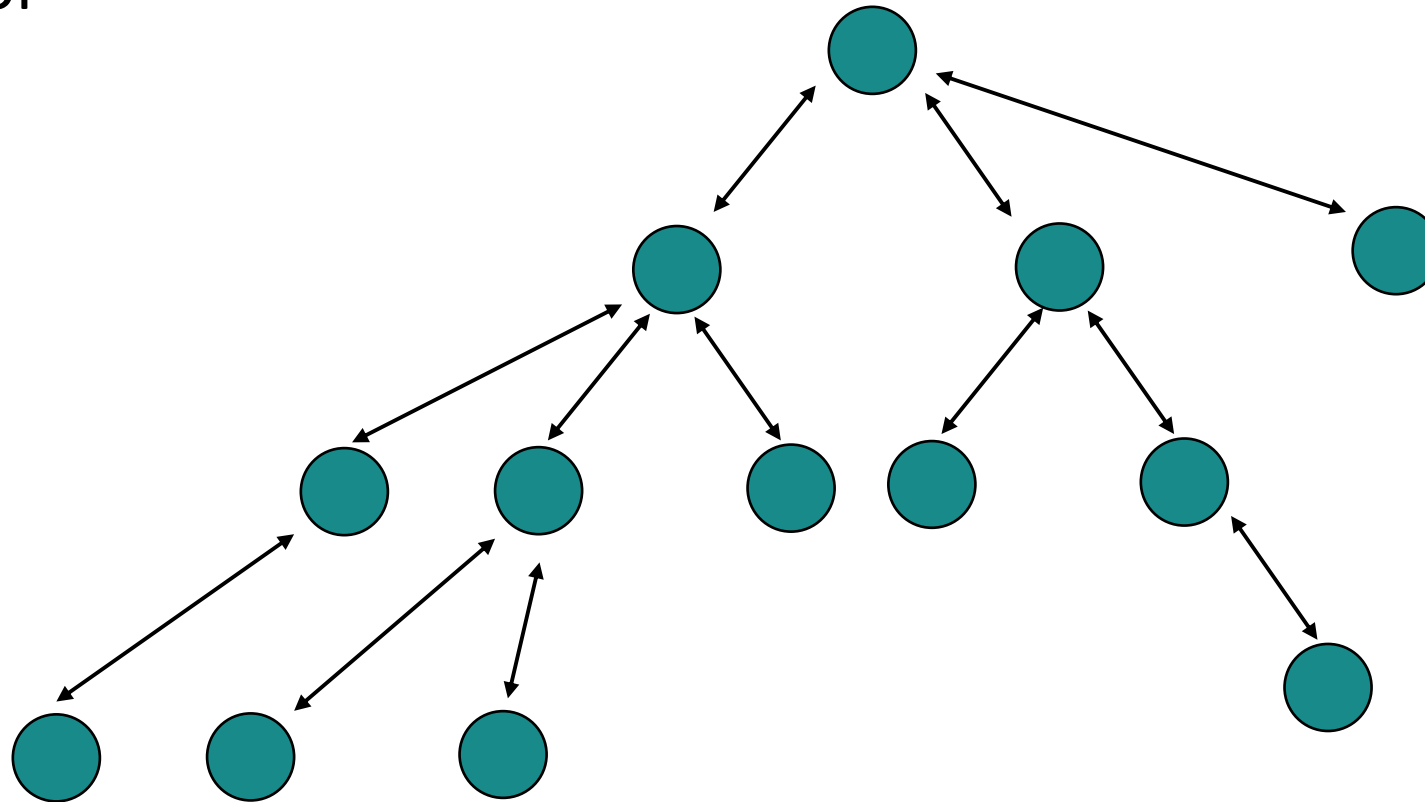
- Ejemplo de 802.15.4





# Los protocolos de Comunicación en IoT: Topologías

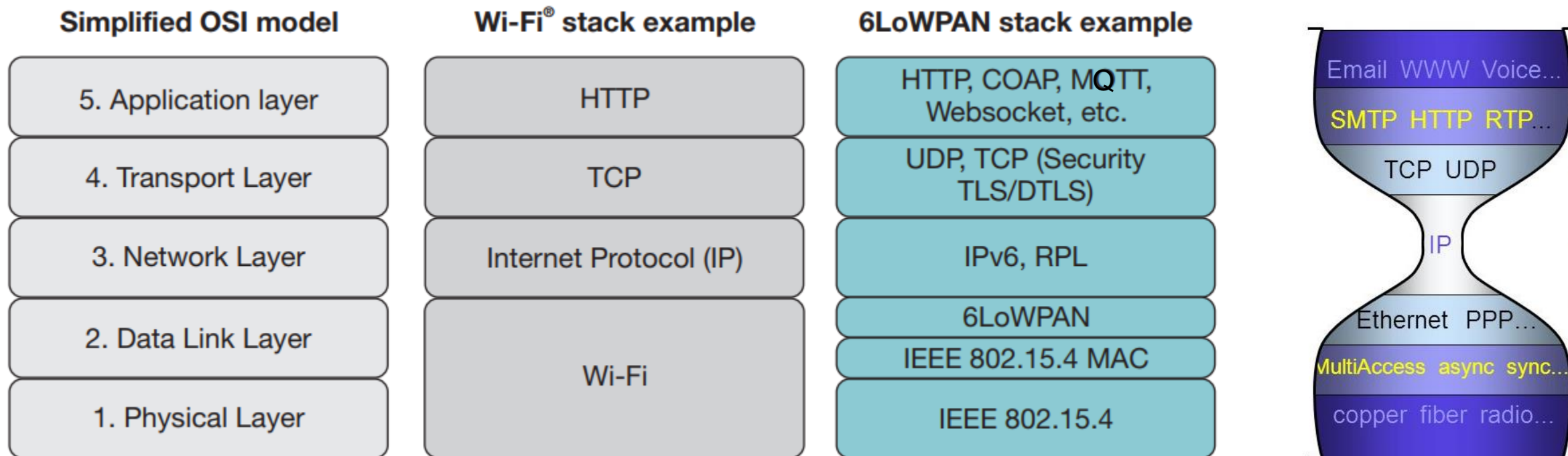
- Árbol



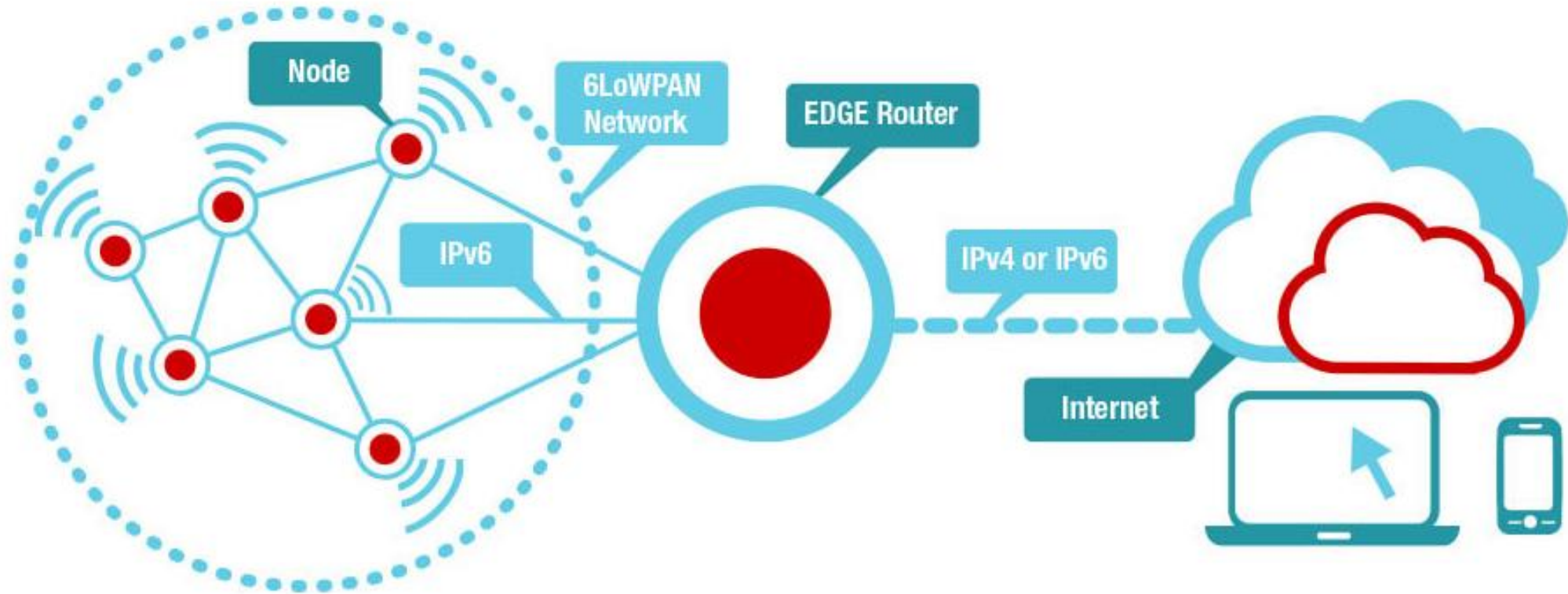
# El Backbone de IoT

- Standard Internet / IPv6
  - Red **no sincronizada**
  - Routers **descartan paquetes**
  - Congestión
  - Retardos **no garantizados**
- Deterministic IPv6
  - Red **sincronizada**
  - Latencia **predecible y asegurada**
  - Pérdida de paquetes **muy baja**
  - Convergencia de flujos de **distinto origen / QoS**

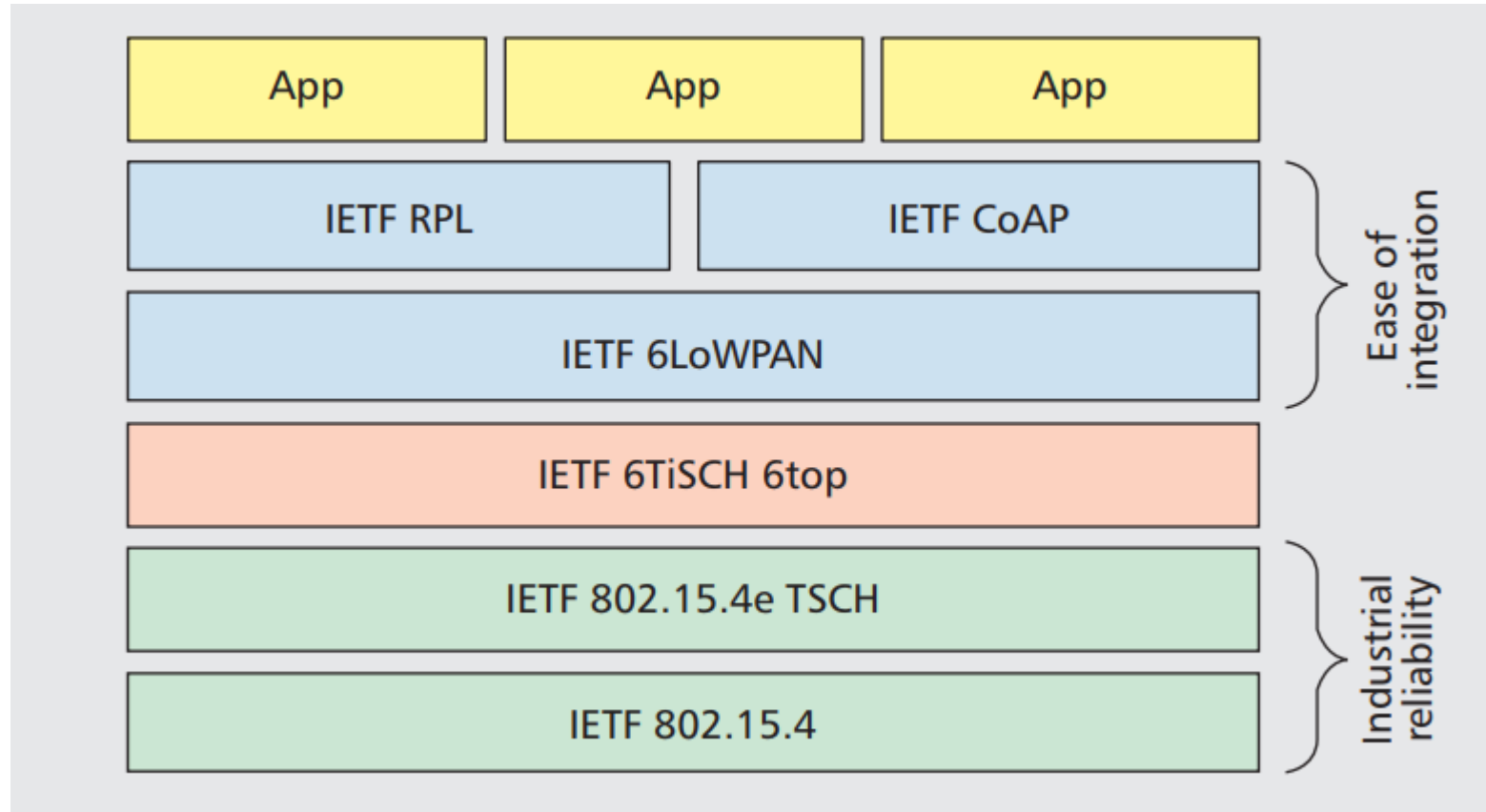
# El stack de protocolos / El modelo hourglass



# 6lowpan: modelo de red

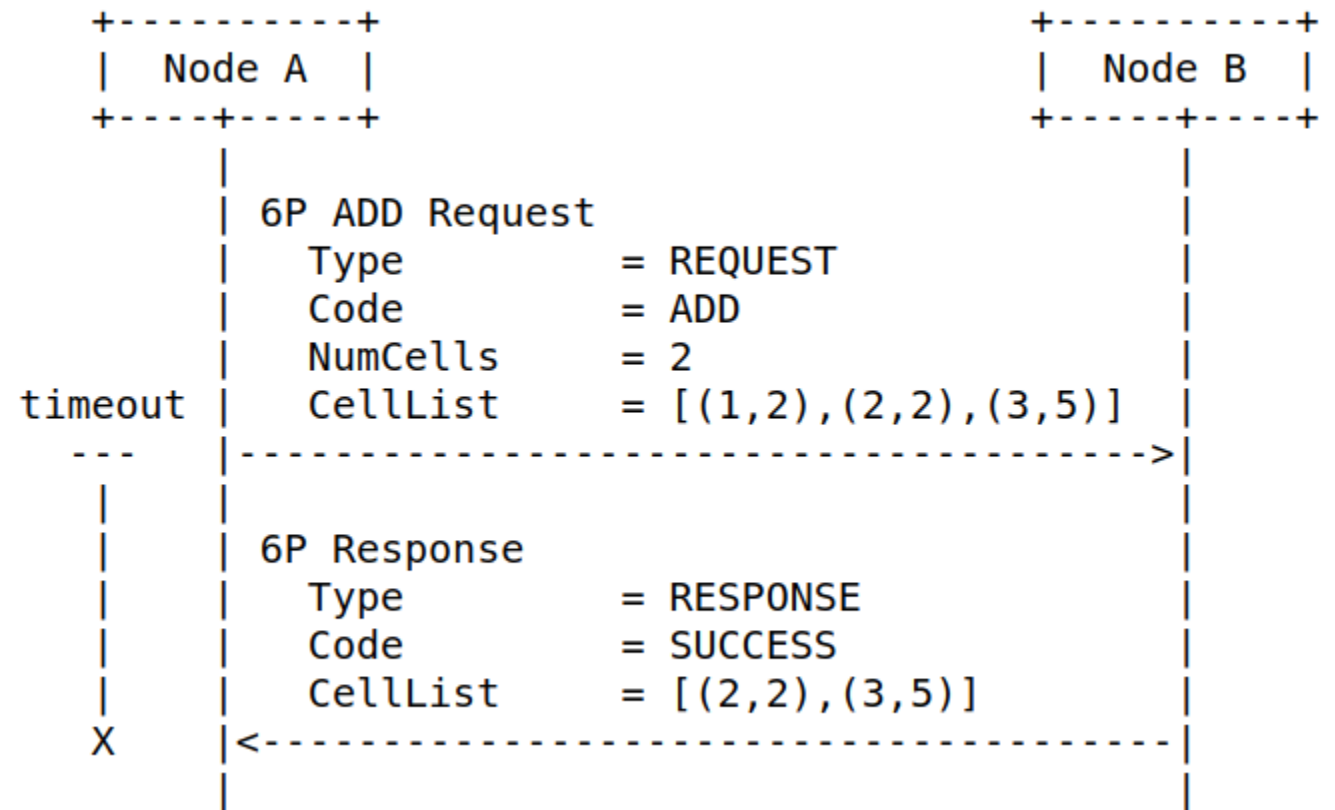


# IEEE 802.15.4 / TSCH IPv6 stack



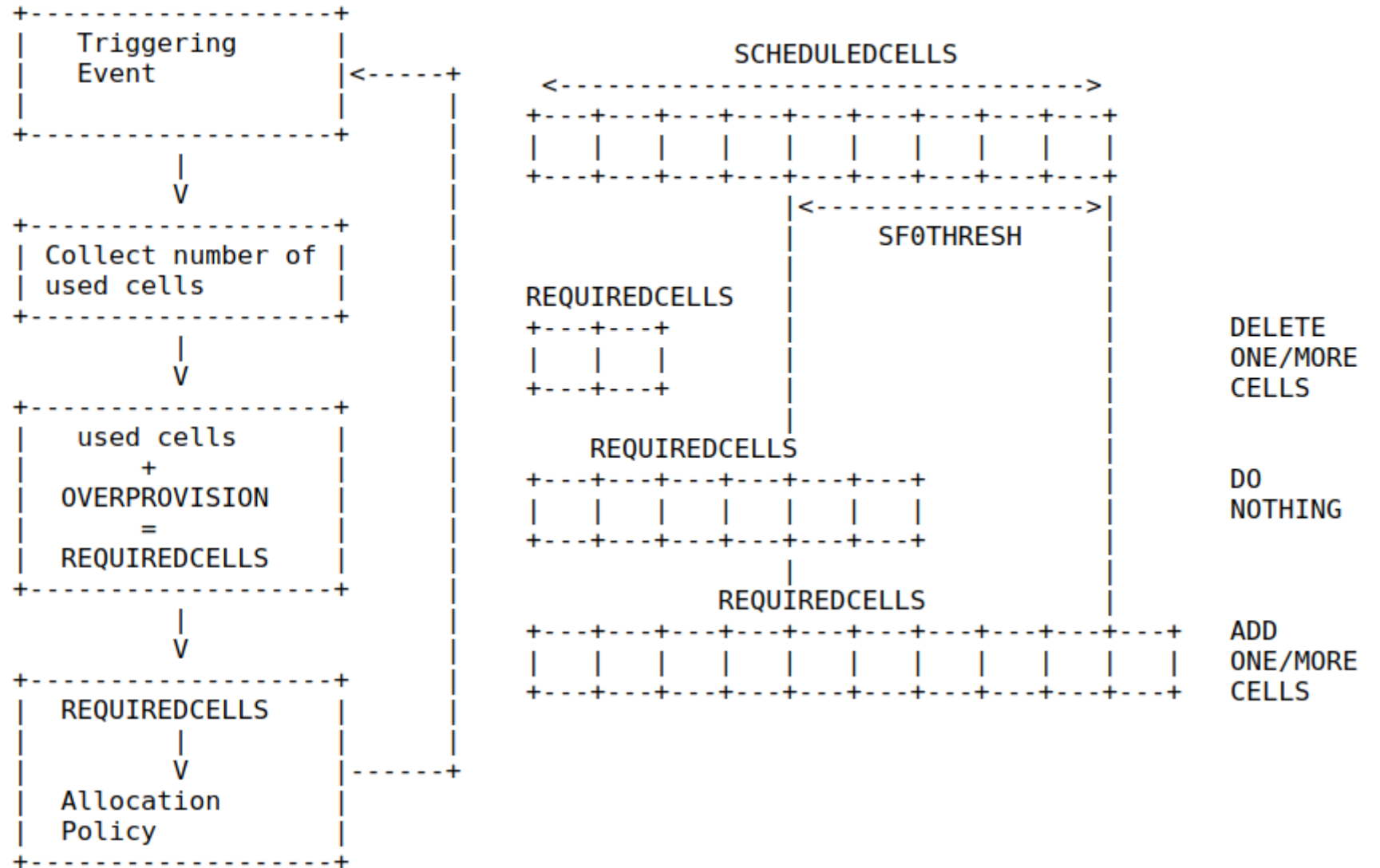
# 6tisch: 6P

- Negociación entre vecinos
- Asignación efectiva de recursos
- Transacciones
- Coherencia



# 6tisch: SF0

- Scheduling
- Relocation
- Timeout
- Statistics



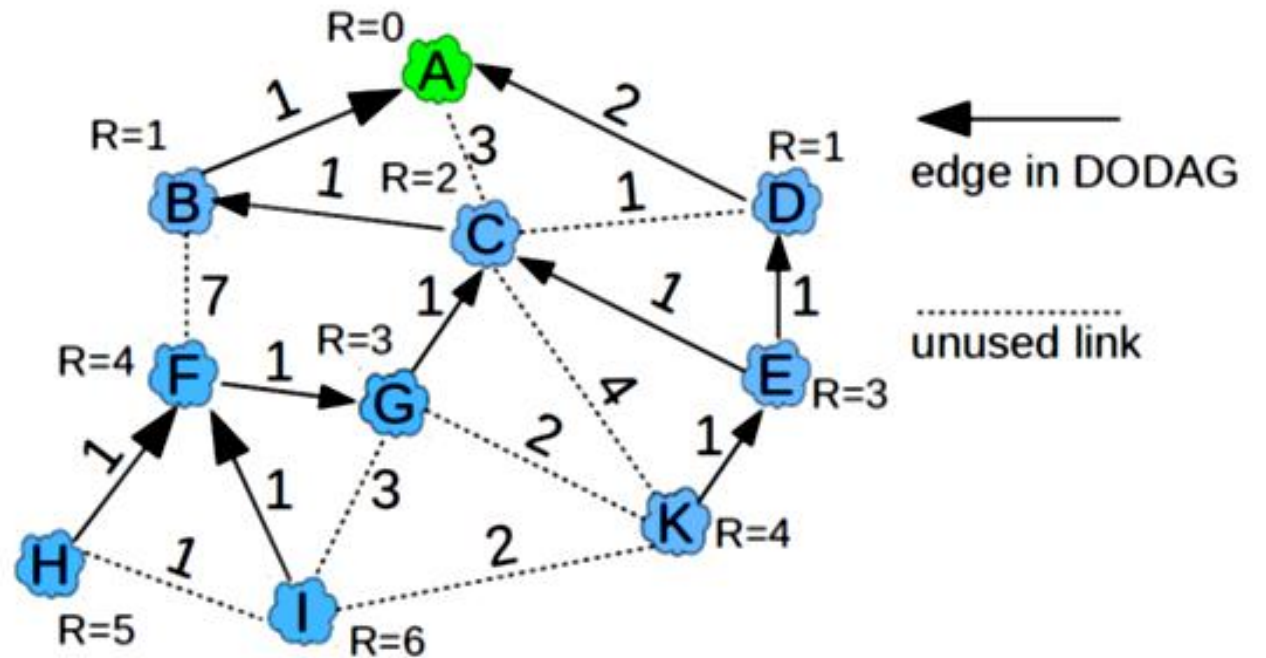
# 6lo: IPv6 over foo

- draft-ietf-6lo-nfc-07: Transmission of IPv6 Packets over **Near Field Communication**
- RFC 7668 (was draft-ietf-6lo-btle): IPv6 over **BLUETOOTH(R) Low Energy**
- RFC 8105 (was draft-ietf-6lo-dect-ule): Transmission of IPv6 Packets over **Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT) Ultra Low Energy (ULE)**
- draft-hou-6lo-plc-01: Transmission of IPv6 Packets over **PLC Networks**

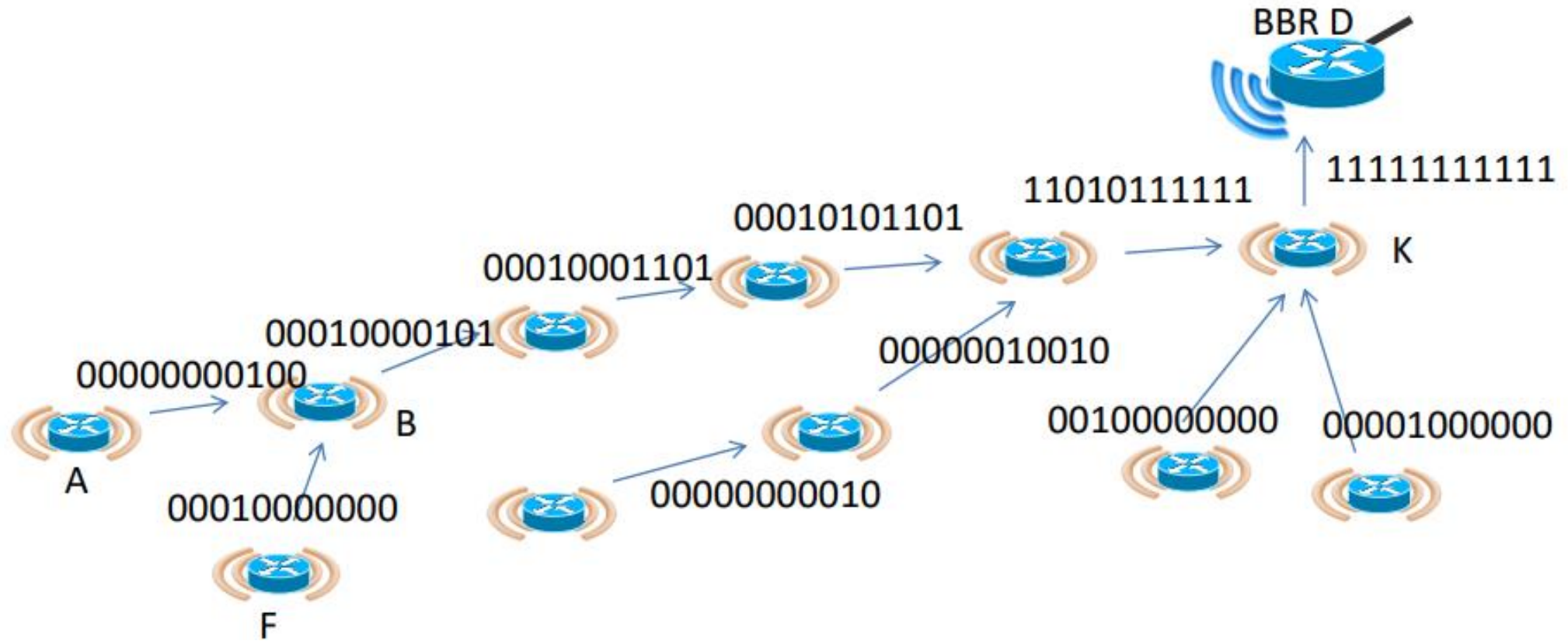


# Roll: Enrutamiento

- Uso de métricas definido en Función Objetivo
- Mantenimiento de rutas con mensajes:
  - DIO (DAG Info Object)
  - DIS (DAG Info Solicitation)
  - DAO (DAG Advertisement Object)
- Genera Rank para enrutar en sentido descendente y ascendente

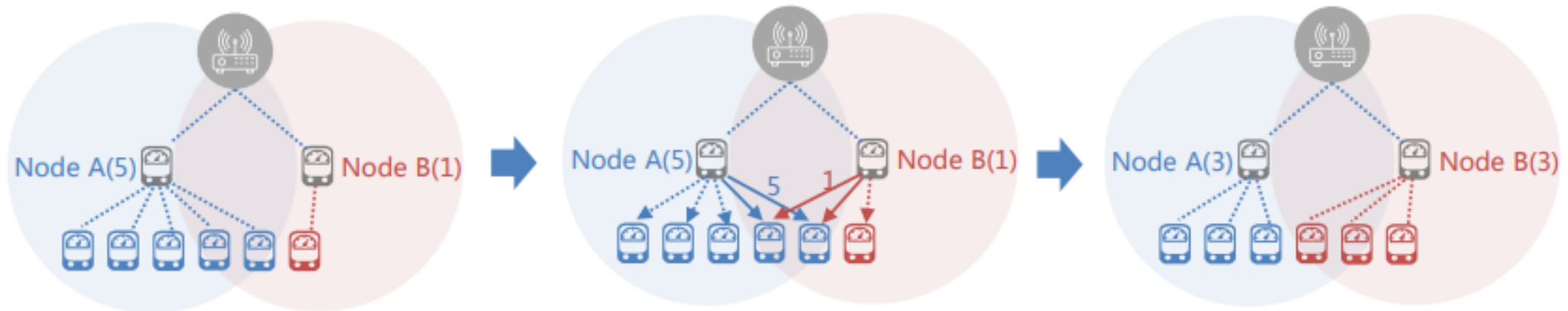


# Roll: Multicast



# Roll: Control de topología

- Limitar / Balancear cantidad de nodos hijo por padre

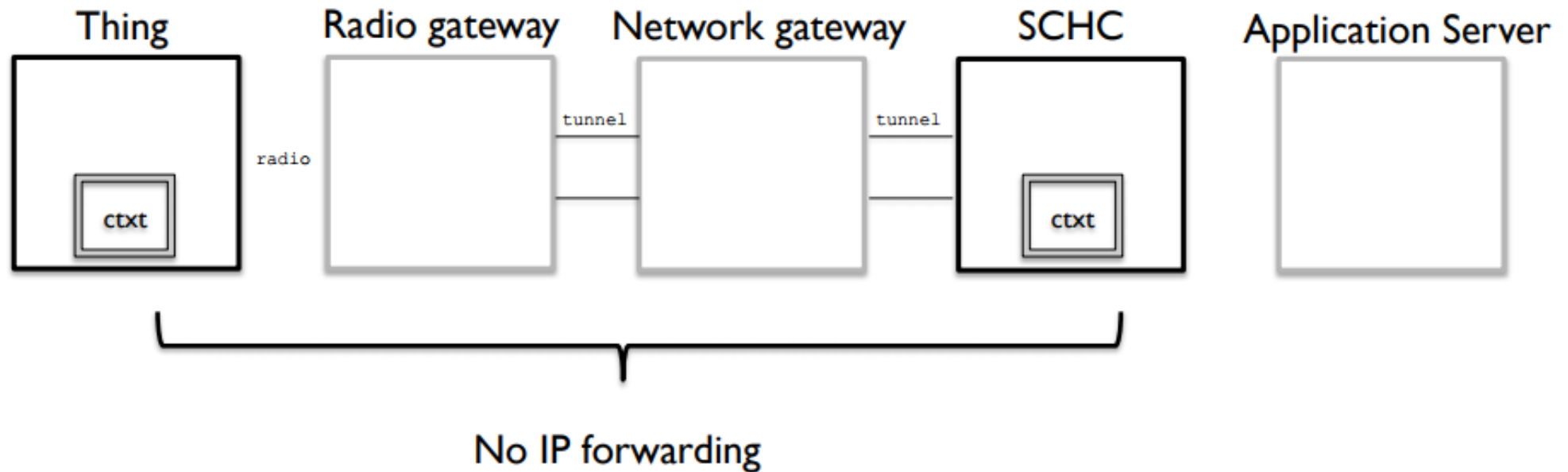


# LPWANs: 802.15.4g, NB-IoT, SIGFOX y LoRa

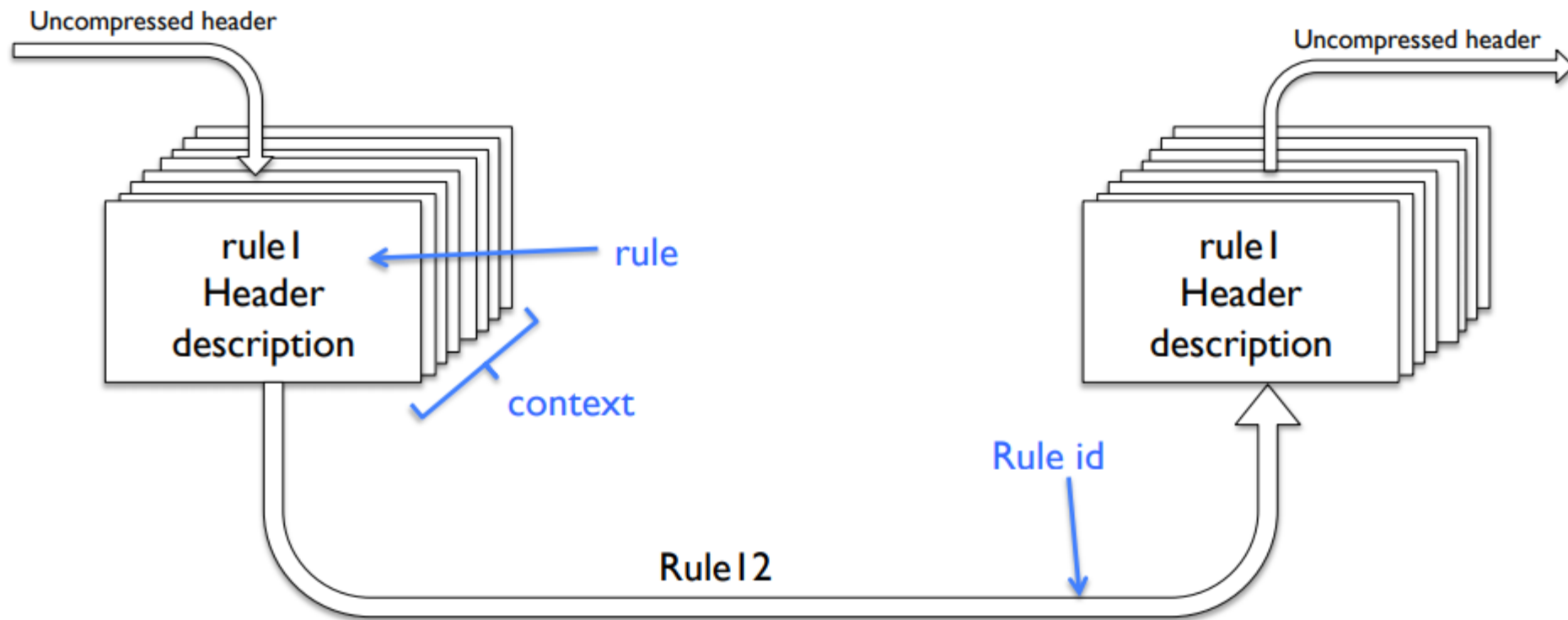
- Redes de **gran cobertura**
- Muy **baja velocidad**
- Aprovechan combinación de mensajes cortos y Espectro Expandido de **spreading factor variable**
- Distinto **modelo de negocio**
- **Larga duración** de dispositivos
- Redes **con baja eficiencia de uso de canal**: Aloha / Aloha ranurado
- Paquetes **muy cortos**

# LPWANs: SCHC Compression

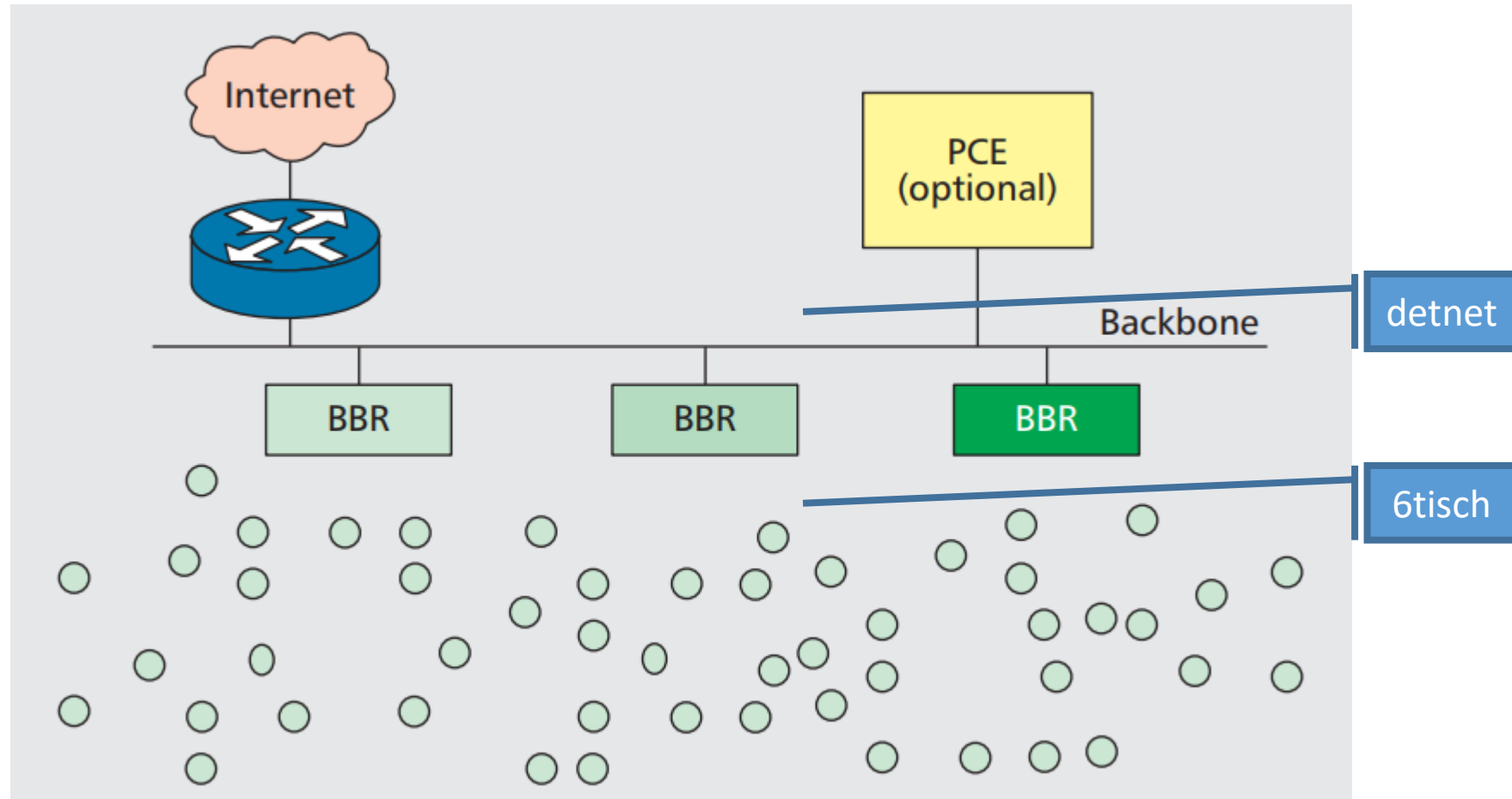
- ¿Cómo agregamos IP a una red tan restringida?



# LPWANs: SCHC Compression

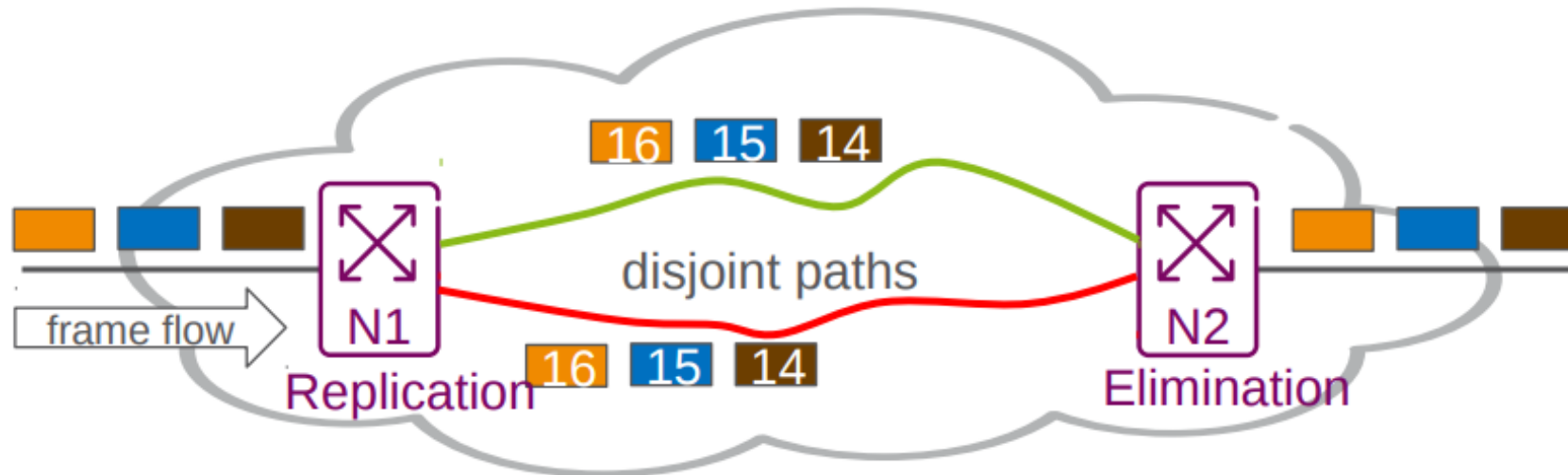


# Detnet: El Backbone determinístico



# Detnet: El Backbone determinístico

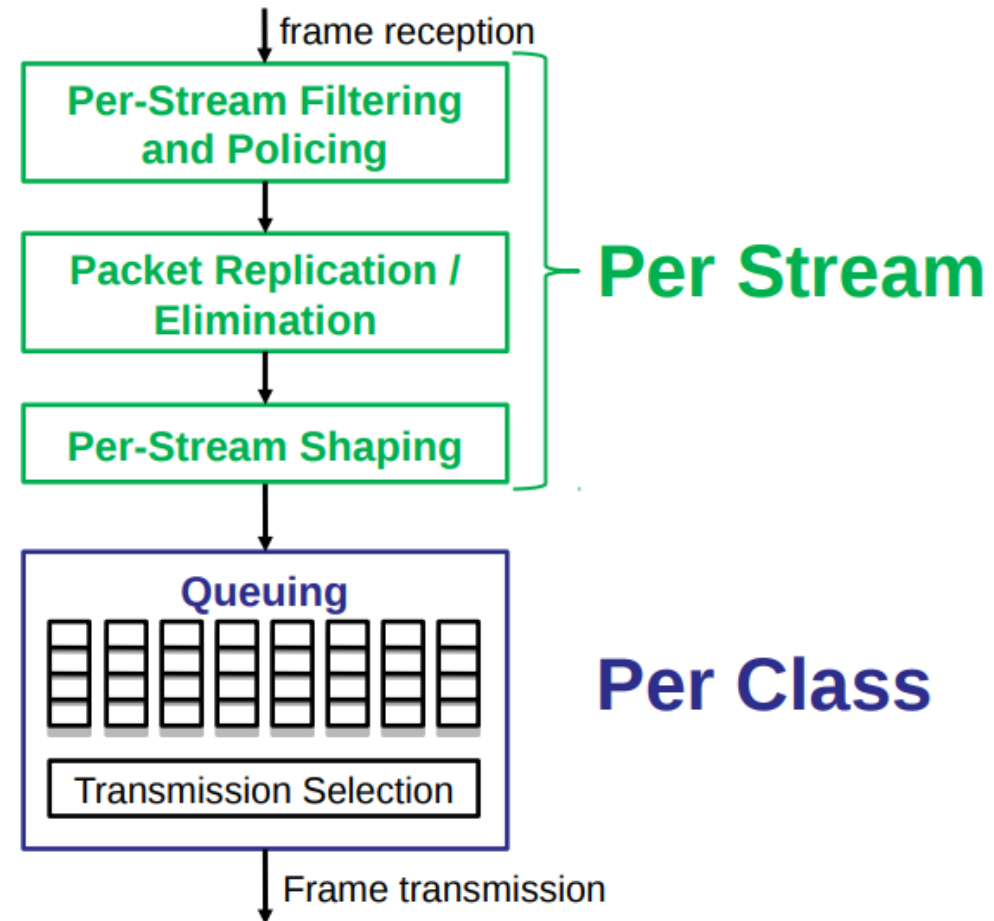
- Redundancia por replicación



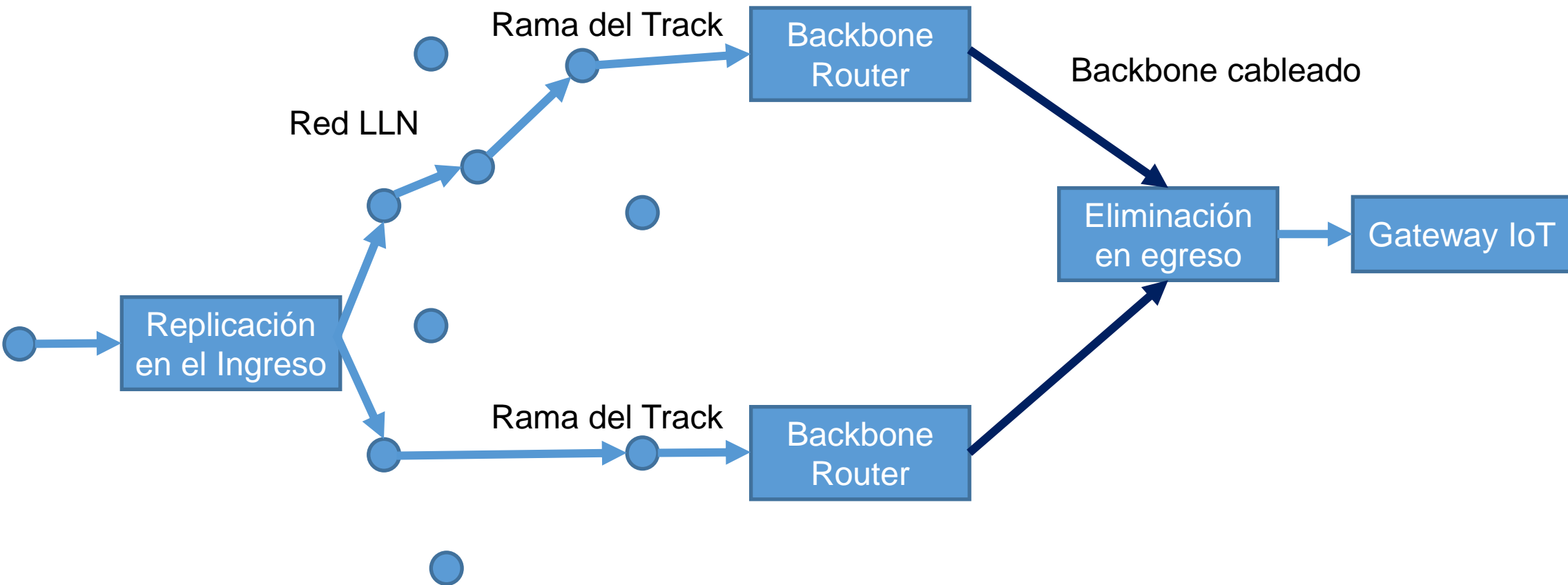


# Detnet: El Backbone determinístico

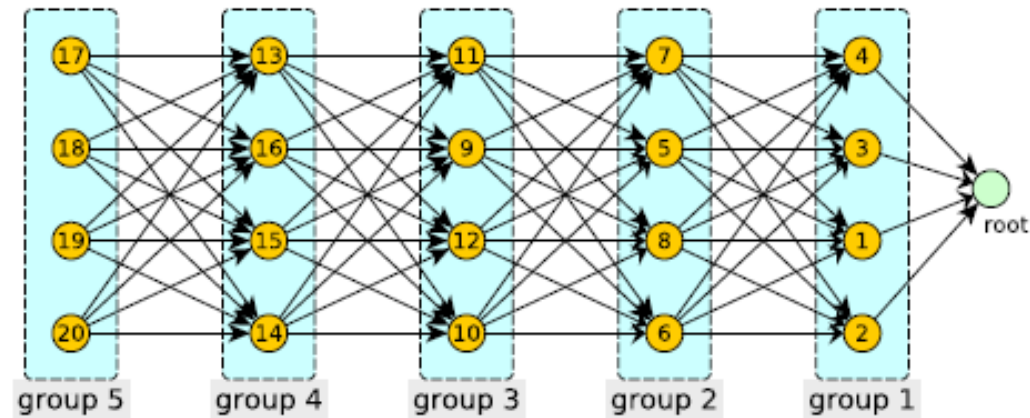
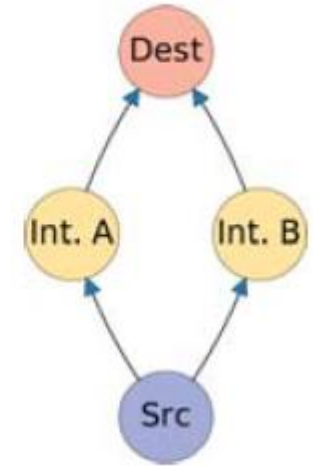
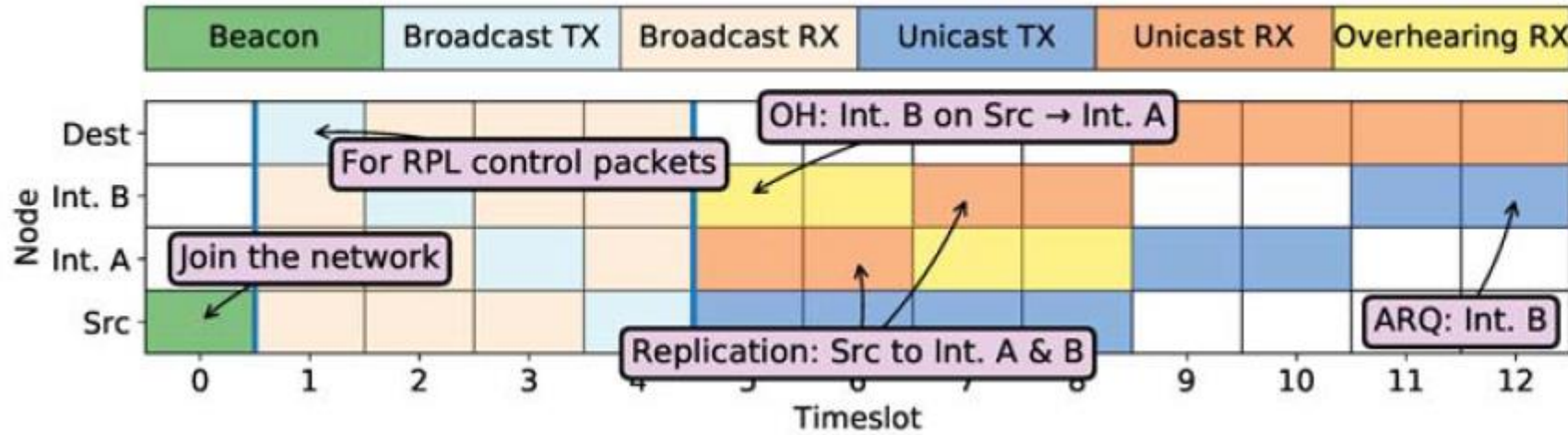
- Modelo por flujo y clase



# RAW: Detnet para Wireless Industrial IoT /Tracks



# RAW: Funciones Pareo: replicación y escucha



# Preguntas?

Diego Dujovne

[Diego.dujovne@mail.udp.cl](mailto:Diego.dujovne@mail.udp.cl)

Escuela de Informática y Telecomunicaciones

Facultad de Ingeniería y Ciencias

Universidad Diego Portales

Santiago, Chile