

Tema 4

Comunicación Industriales Inalámbricas

1. Redes 802.11 (Wifi)
2. Redes 802.15.1 (BlueTooth)
3. Redes 802.15.4 (ZigBee)

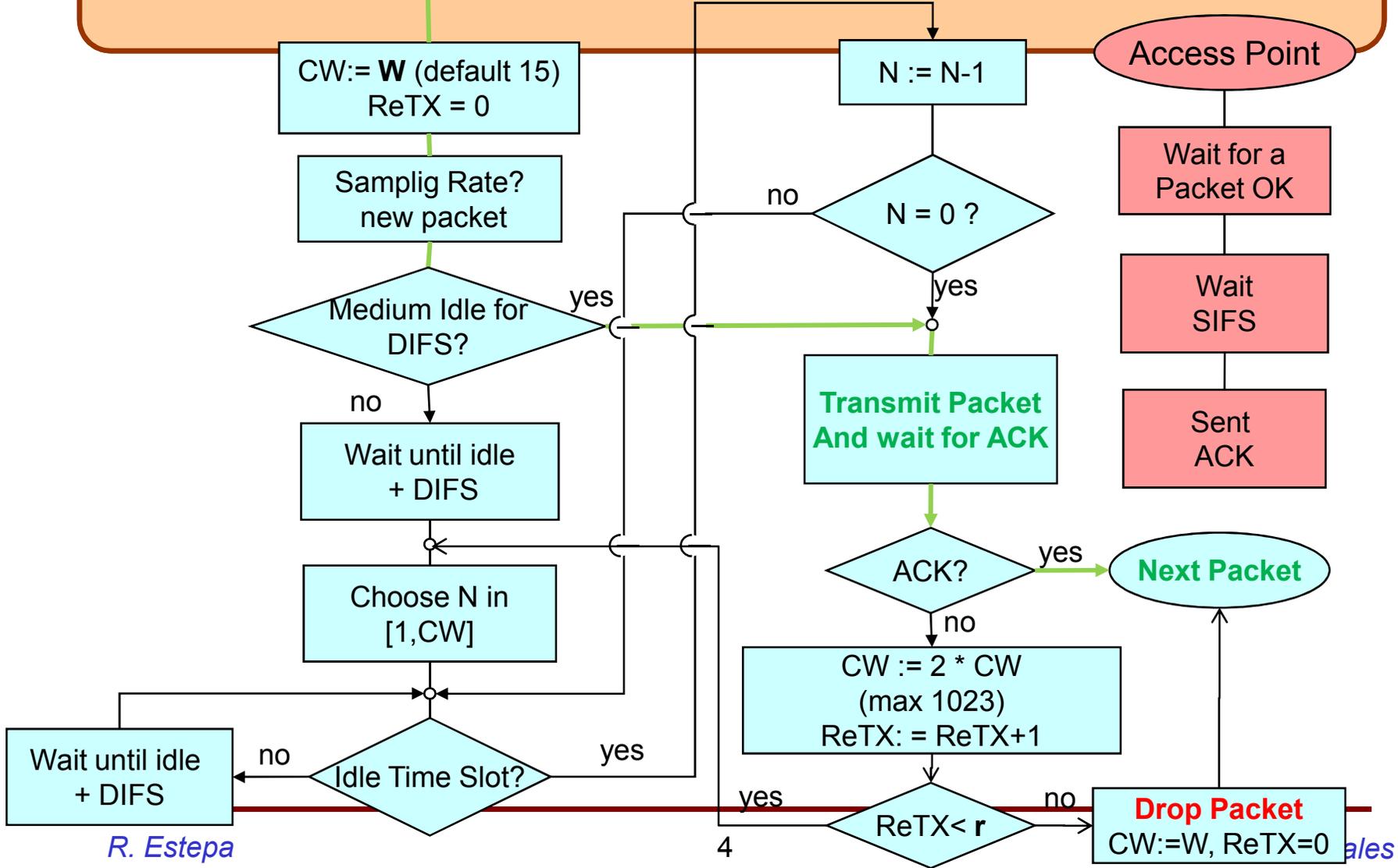
IEEE 802.11 Wireless LAN

- Posible utilización en redes industriales
 - ◆ Evita cableado
 - ◆ Robusta frente a ruido e interferencias
 - ◆ Entorno de difusión
 - ▶ Uso del canal en modo semiduplex
 - ◆ Velocidad de transmisión:
 - ▶ 802.11b: hasta 11 Mb/s, opera en la banda de 2,4GHz (banda industrial, científica y médica)
 - ▶ 802.11a: hasta 54 Mb/s, opera en la banda de 5 GHz (banda libre)
 - Aplica OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing)
 - ▶ ¿Retardo de acceso al medio acotado? DCF (Distributed coordination function)
 - Entre punto de acceso (AP) y la estación

IEEE 802.11 Wireless LAN

- Función de coordinación distribuida (DCF)
 - ◆ CSMA
 - Antes de enviar un dato se escucha el medio (aire). Si está ocupado no se transmite.
 - Tamaño máximo de la trama: 2304 bytes
 - Puede ocurrir colisión si 2 estaciones detectan el medio libre y TX
 - No reciben el ACK del PA
 - ◆ CSMA – CA (Collision Avoidance)
 - Si una estación detecta que el medio está libre durante un periodo de tiempo llamado DIFS ($34\mu\text{s}$ en 802.11a), la estación espera un tiempo aleatorio (*backoff*) antes de iniciar una transmisión.
 - Tiempo de backoff es múltiplo del time slot ($9\mu\text{s}$ en 802.11a)
 - En cada nuevo intento se selecciona un nuevo valor entre 0..y CW (ventana de contención), que inicialmente vale $CW = 15$ (802.11a)
 - Si mientras espera el medio se ocupa retiene la espera hasta que vuelve a quedar libre durante DIFS.
 - Si colisión (no recibo ACK) se dobla CW (hasta un máximo de 1024)

CSMA-CA

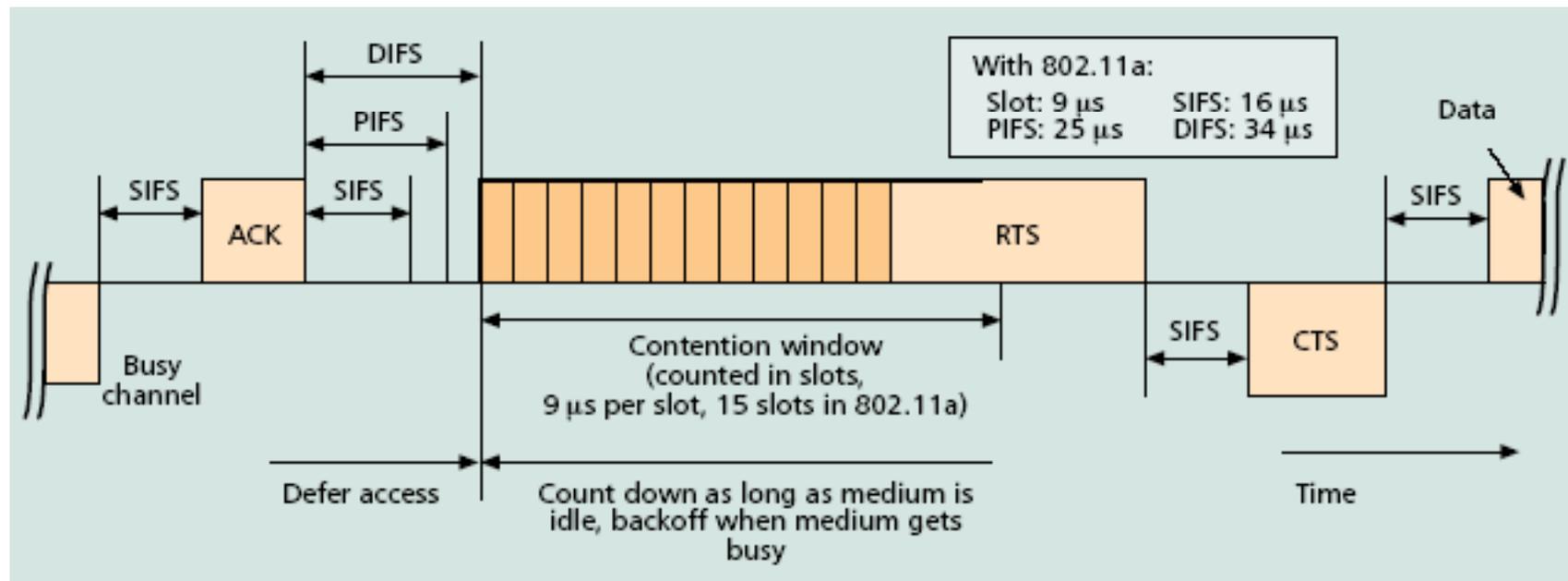


R. Estepa

ales

IEEE 802.11 Wireless LAN

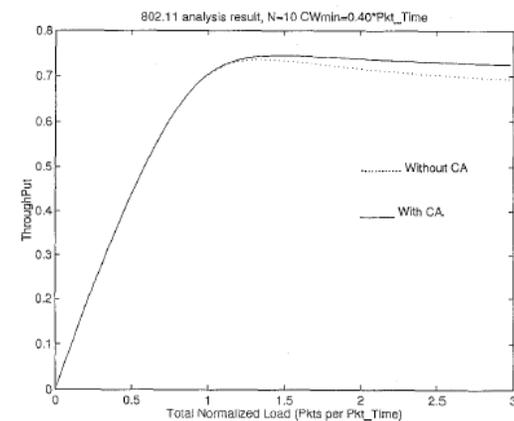
- CSMA – CA
 - ◆ No existe priorización del tráfico pues CW es el mismo para todas las estaciones



IEEE 802.11 Wireless LAN

■ CSMA – CA

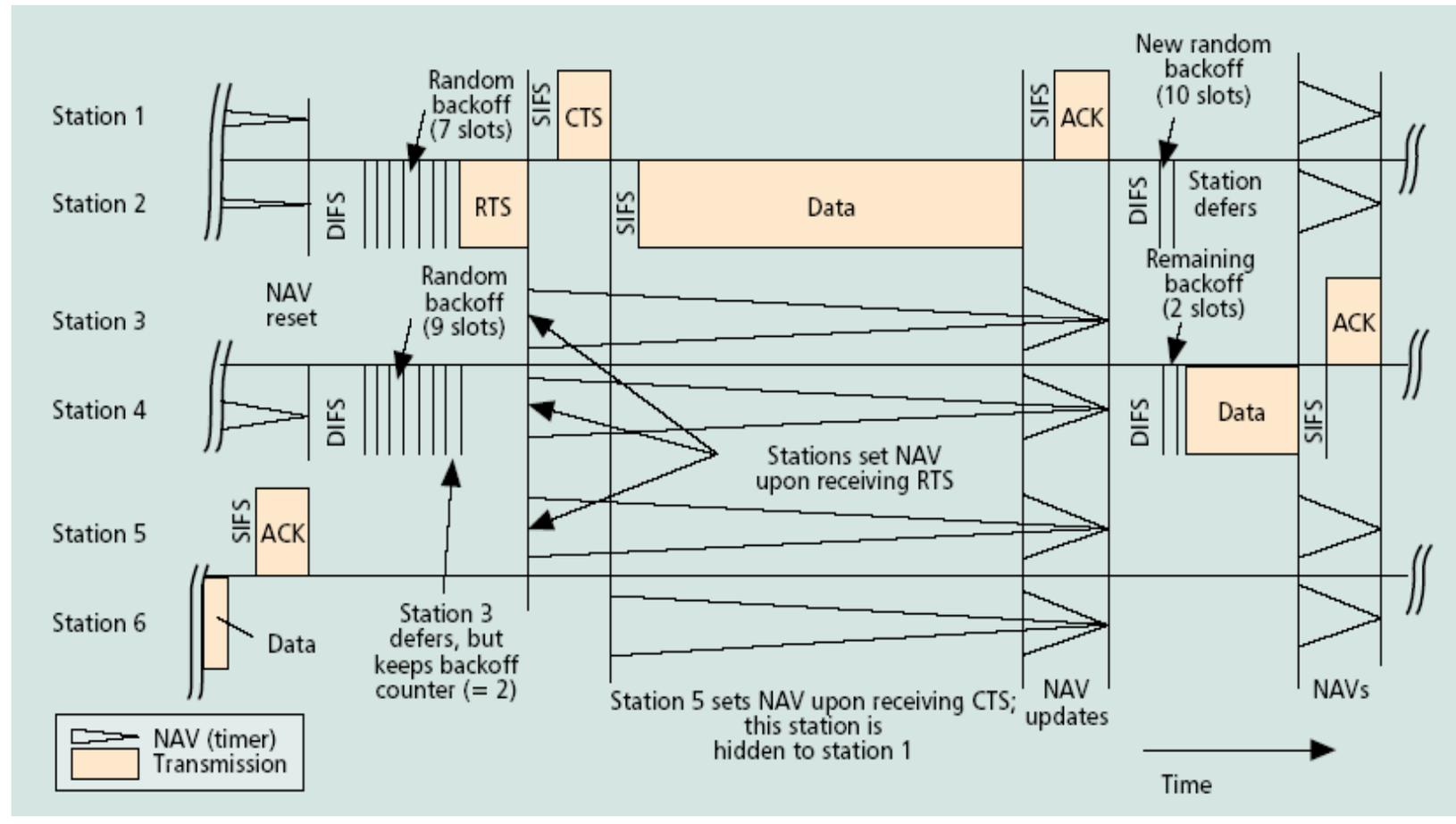
- ◆ Tras cada transmisión con éxito
 - ▶ La estación espera otro backoff aleatorio aunque no tenga que transmitir: post-backoff.
 - Asegura que hay un tiempo aleatorio entre dos transmisiones consecutivas
- ◆ Excepción a la espera antes del envío
 - ▶ Cuando se dan las siguientes circunstancias al llegar una nueva PDU
 - La cola de transmisión está vacía
 - El último post-backoff ya terminó
 - El medio está libre durante DIFS
 - ▶ En tal caso se transmite inmediatamente
- ◆ Uso del canal cercano al 80%



IEEE 802.11 Wireless LAN

- Capacidades opcionales: fragmentación y RTS / CTS
 - ◆ Fragmentación
 - ▶ Para reducir la pérdida de capacidad útil en caso de colisión se permite la fragmentación en trozos que se pueden enviar de forma consecutiva con asentimientos individuales
 - ▶ Backoff sólo en el envío del primero
 - ◆ RTS/CTS
 - ▶ Evita el problema de las estaciones 'escondidas' (no detectan)
 - ▶ Mecanismo Request To Send / Clear To Send
 - ▶ Funcionamiento
 - Antes de transmitir se envía una trama de control RTS
 - El receptor (AP) responde con una trama CTS (que llega a todas las estaciones)
 - Llevan información sobre el tiempo que se utilizará el canal para envío de datos y recepción del correspondiente ACK. Tiempo NAV
 - Las otras estaciones no transmiten mientras dura el periodo NAV
 - Periodo breve (SFIS) entre RTS y CTS

IEEE 802.11 Wireless LAN



IEEE 802.11 Wireless LAN

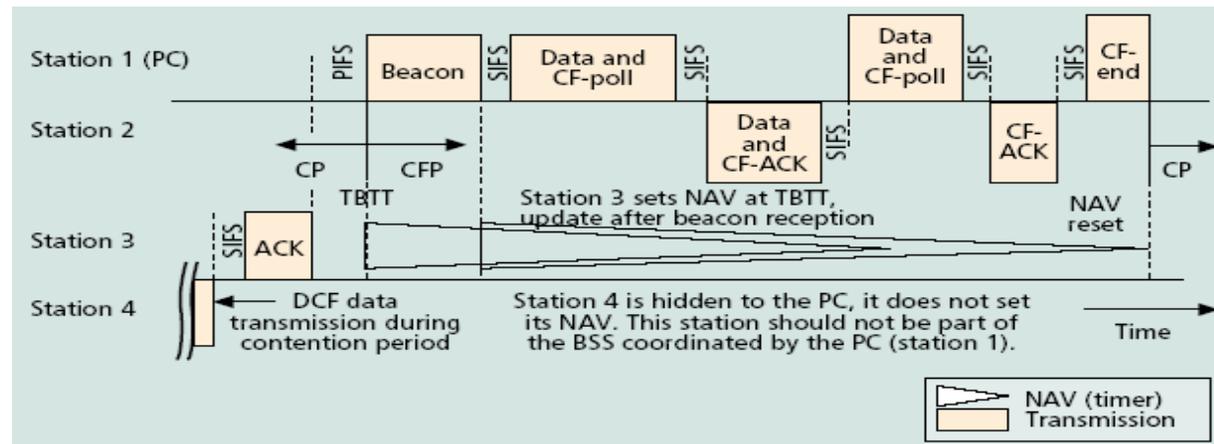
- Soporte de QoS mediante la función PCF (Point Coordination Function)
 - ◆ Mecanismo para priorizar el acceso y ofrecer coordinación centralizada (normalmente por el punto de acceso)
 - ◆ Alternancia en el tiempo de dos tipos de periodos
 - ▶ Periodos libres de contención (CFP)
 - Permite el acceso al medio mediante PCF
 - ▶ Periodos de contención (CP)
 - Acceso al medio usual
 - ▶ Supertrama
 - Incluye un CP de longitud mínima para permitir el envío de una trama
 - La supertrama comienza con una Beacon frame para sincronizar los relojes locales
 - Se transmite la Beacon frame a intervalos regulares (TBTT) anunciados en la trama Beacon anterior

IEEE 802.11 Wireless LAN

■ Soporte de QoS

◆ Periodos CFP

- ▶ Ciclo de sondeo individual en el que además se envían posibles datos a cada equipo
- ▶ Si un equipo tiene datos los envía directamente en la respuesta junto con el ACK
- ▶ Si no tiene datos, pasado PIFS se sondea al siguiente equipo



IEEE 802.11 Wireless LAN

- Problema con el soporte de QoS
 - ◆ Retardo de Beacon impredecible
 - ▶ Si el medio está ocupado tras TBTT se retrasa (hasta 4.9 ms)
 - ◆ Duración del sondeo a una estación incierta
 - ▶ Si utiliza fragmentación
 - ▶ El tiempo que un equipo sondeado utiliza el canal está fuera del control del AP
- Mejoría: 802.11E
 - ◆ Función de coordinación híbrida (HCF) para el soporte de QoS
 - ◆ Define dos mecanismos de acceso al medio
 - ▶ Acceso a canales basado en contención
 - ▶ Acceso controlado (incluyendo sondeo y selección)

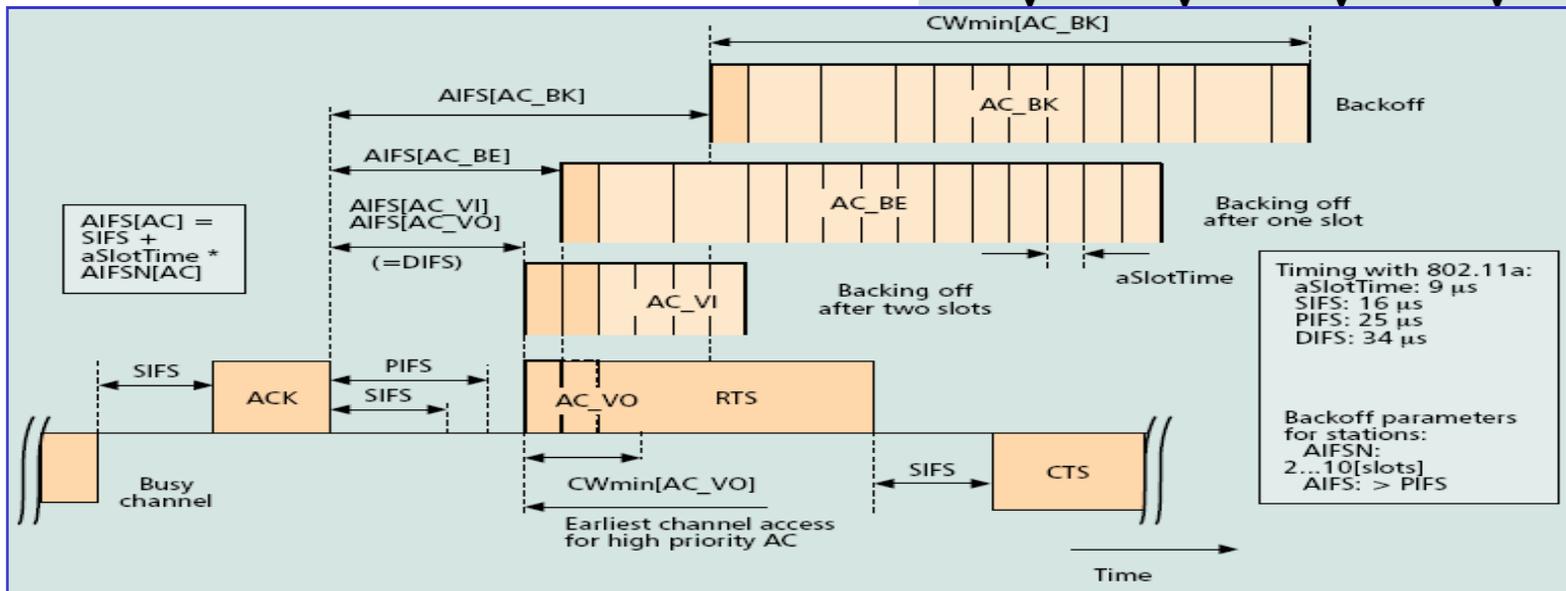
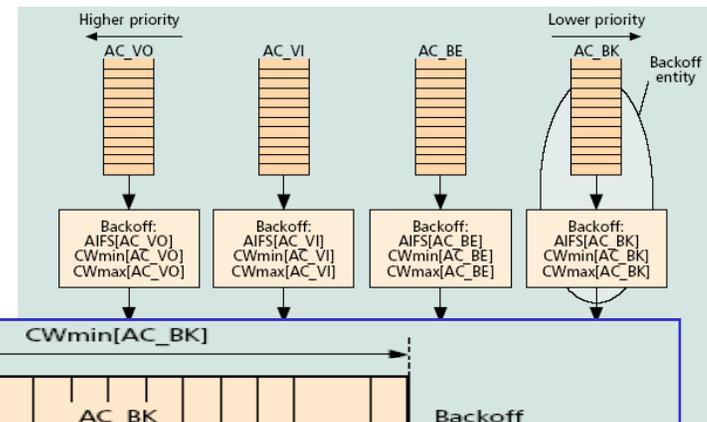
IEEE 802.11 Wireless LAN

■ 802.11E

- ◆ Límite máximo del tiempo uso del canal para una estación: TXOP
 - ▶ TXOP: definido por el instante de inicio y duración
 - ▶ Se puede obtener mediante acceso por contención o mediante acceso controlado
- ◆ Sólo se transmite una trama si puede completarse dentro del TBTT
 - ▶ Reduce la incertidumbre de la trama Beacon
- ◆ Se permite el envío directo de tramas entre estaciones sin mediación del punto de acceso
 - ▶ Se establece un enlace directo entre ambas (direct link protocol)

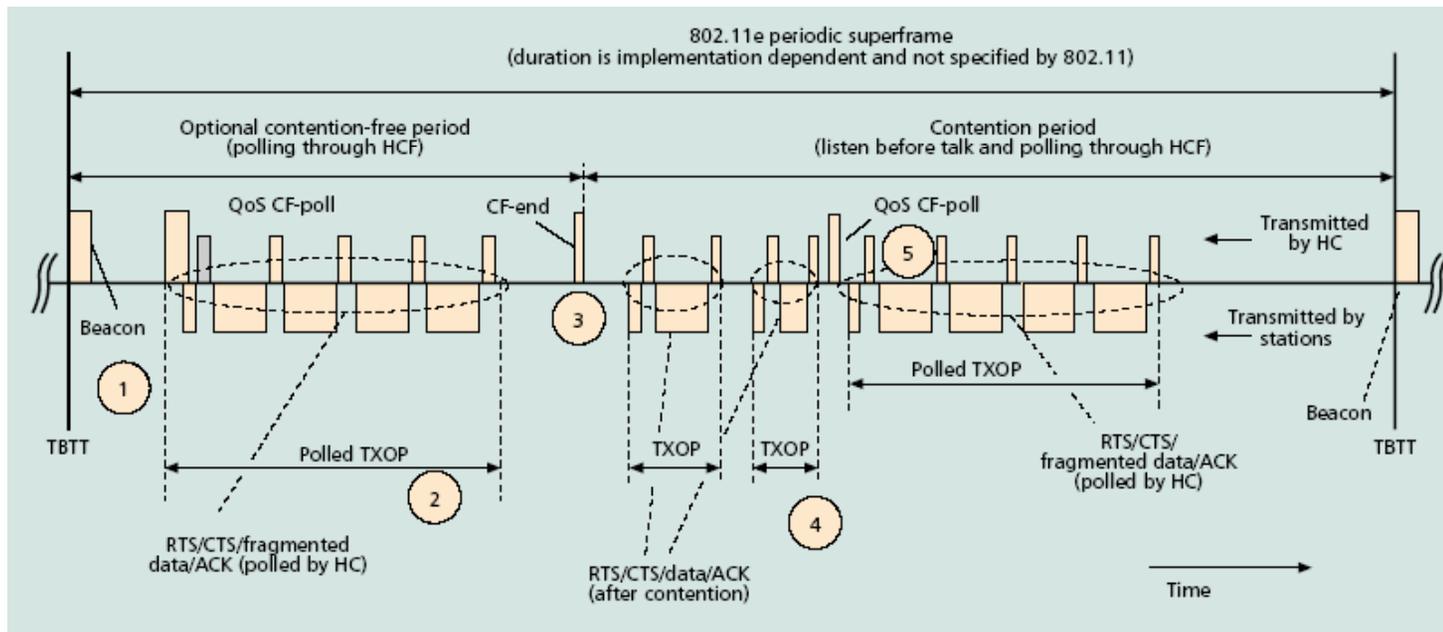
IEEE 802.11 Wireless LAN

- 802.11E
 - ◆ Acceso al medio en periodos de contención
 - ▶ Cuatro categorías de acceso (prioridades)



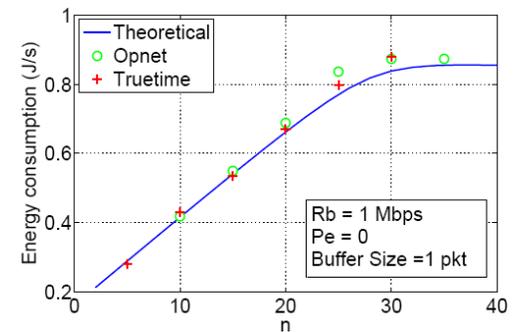
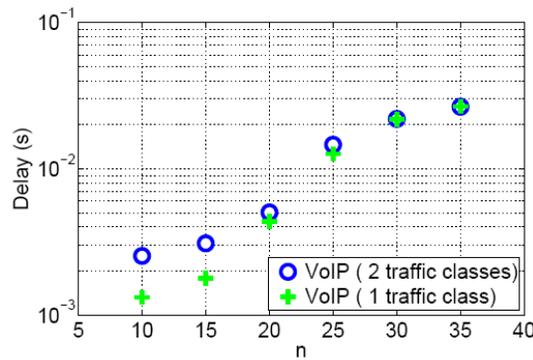
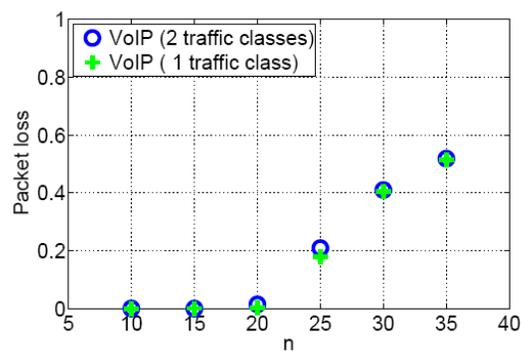
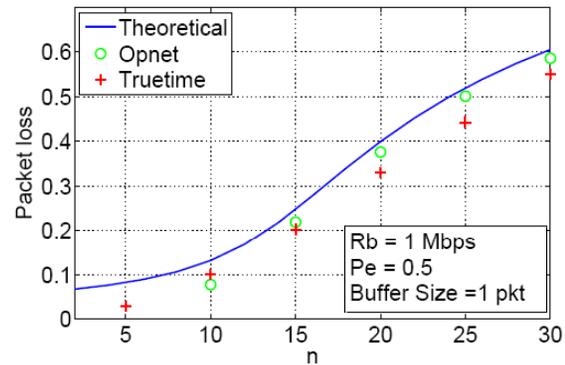
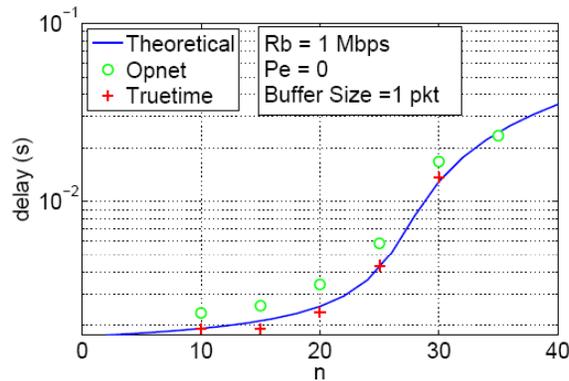
IEEE 802.11 Wireless LAN

- 802.11E
 - ◆ Acceso al medio controlado



Resultados de Simulación

- Entorno homogéneo y tráfico CBR. Sin Buffer.



IEEE 802.15.1 (BlueTooth)

- Bluetooth: Red radio de corto alcance y media tasa en sustitución de sistemas cableados
 - periféricos, PDA, teléfonos móviles, etc
- IEEE 802.15.1: Adopta las capas física y MAC de Bluetooth
- Bluetooth SIG: Define capas superiores y perfiles de aplicación
- Comunicación Maestro Esclavo. Posibles configuraciones:
 - Piconet: Red Ad-hoc, dos tipos de dispositivo
 - Dispositivo maestro: reloj y secuencia de saltos.
 - Dispositivos esclavos: Se “sincroniza” con el maestro para participar
 - Scatternet: Piconet conectadas mediante un dispositivo común maestro o esclavo, o maestro y esclavo El común oscila entre ambas piconets

Capa Física: radioenlace

Topología	Hasta 7 enlaces p.a.p simultáneos
Modulación	GFSK
Ancho de banda	220 kHz (-3 dB), 1 MHz (-20 dB)
Banda	2.4 GHz ISM
RF Portadoras	79 (23 en algunos lugares)
Separación	1 MHz
Método acceso	FHSS-TDD-TDMA
Frecuencia salto	1600 saltos/s
Secuencia salto	Predefinida. Adaptativa en v1.2
Rbin capa física	1 Mb/s (3 Mb/s en v2.0)

Clase	Consumo	Cobertura	Uso
Clase 1	100 mW	~100 m	industrial
Clase 2	2.5 mW	~10 m	móviles
Clase 3	1 mW	~10 cm	periféricos

Tipos de Enlace

- **Asíncrono orientado o no a conexión**
 - enlace punto-multipunto entre maestro y todos los esclavos de la piconet
 - No hay garantías de capacidad,
 - control de errores: FEC opcional/ARQ de aplicación
 - A los esclavos sólo se les permite responder
- **Síncrono orientado a conexión**
 - con capacidad fija bidireccional simétrica reservada entre el maestro y cada uno de no más de 3 esclavos de la piconet
 - la capacidad se reserva usando ACL
 - para tráfico en tiempo real. FEC opcional.

802.15-1. Resumen

- Encaje no directo para entornos industriales
 - ◆ Rendimiento bajo para tráfico en tiempo real
 - ◆ Consumo de Energía notable: especial importancia en entornos industriales.
 - ◆ Pequeño número de esclavos que se encuentren activos
- El uso conjunto de 802.15-1 y 802.11 empeora las prestaciones del canal radio

802.15-4: ZigBee

- Especialmente diseñada para transmisión en bucles de control industrial
 - ◆ Las capas física y MAC de una red local de muy bajo consumo, bajo coste y baja tasa en bandas libres
- ZigBee Alliance: alianza de fabricantes para evitar problemas de interoperabilidad
 - ◆ Define capas superiores al MAC
 - ▶ Aspectos de red y seguridad
 - ▶ Perfiles de aplicación
 - ▶ Conformidad y Certificación: ajuste a 802.15.4 y a la pila ZigBee

802.15-4: ZigBee

- Diversos Tipos de Dispositivos físicos
 - ◆ De funcionalidad completa
 - ▶ Puede ejercer de Coordinador, que es único en la red, y la inicia y controla, sea cual sea la topología
 - ▶ Almacena las claves, Comunica con el exterior y reenvía tráfico
 - ▶ El resto actúan de repetidores
 - ◆ De funcionalidad reducida
 - ▶ Terminal: Sólo se comunica con su repetidor o con su coordinador
 - ▶ Pensado para sensores, actuadores
 - Menor funcionalidad, consumo, memoria y coste
- Dispositivos lógicos: coordinador, repetidores , terminales

802.15-4: ZigBee

■ Capa física

- ◆ Alcance máximo: 75 m
- ◆ Consumo reducido: 2 pilas AA para 6-24 meses. Potencia de transmisión típica: 0dBm
- ◆ Bandas

<i>Físico</i>	<i>Banda</i>	<i>Canales</i>	<i>Modulación</i>	<i>Tasa</i>
868/915 MHz (UE/EEUU)	868-870 MHz	0	DSSS, BPSK	20 Kb/s
	902-928 MHz	1-10	DSSS, BPSK	40 Kb/s
2.4 GHz	2.4-2.4835 GHz	11-26	DSSS, O-QPSK	250 Kb/s

802.15-4: ZigBee

■ Capa MAC

◆ Redes sin baliza

▶▶ MAC CSMA/CA, con asentimientos positivos

- Principales diferencias con 802.11. IFS=0 y el decremento en de la ventana de contención se produce también en los slots idle.

▶▶ Para sistemas con poca actividad y terminales casi siempre dormidos

- Adecuado para sensores que no necesiten tiempo real

◆ Redes con baliza (beacon)

▶▶ MAC con reserva, con control del coordinador

▶▶ Estructura de supertrama con envío de tramas de balizamiento predeterminado cada 15ms - 4 min

▶▶ Adecuado para sensores que envían información que precisa bajo retardo y pérdidas.

Redes Inalámbrica Industriales

■ FIN