

ZigBee / IEEE 802.15.4

Zigbee: \Rightarrow rete con consumo minore e rete che riesce ad auto organizzarsi

\rightarrow standard di comunicazione wireless basato su 802.15.4



reti:

- a bassa potenza
- a bassa velocità di trasmissione \Rightarrow WPAN Low Rate
- alta efficienza energetica

↑ livello rete e applicazione \Rightarrow PHY e MAC \Rightarrow 802.15.4

\rightarrow caratteristiche principali:

- basso consumo energetico \Rightarrow dispositivi alimentati a batteria.
- basso costo \Rightarrow semplicità hardware
- supporto per reti mesh \rightarrow reti composte da più nodi che lavorano insieme per trasmettere info senza avere server centrale, quindi decentralizzata
- sicurezza tramite AES-128 per protezione dati
- frequenze di funzionamento:
 - 2.4 GHz (standard)
 - 868 MHz (Europa)
 - 915 MHz (USA)
- velocità di trasmissione: varia dai 20 Kbps ai 250 Kbps a seconda della banda.

\rightarrow ZigBee Profile: insieme di regole e definizioni applicate a livello applicativo / HA / Home Automation Profile / Smart Energy Profile \rightarrow privati dello stack. Definisce linguaggio comune che devono usare i dispositivi per avere interoperabilità tra di loro

↳ specifiche aziende

↳ insieme di funzionalità per comunicare in contesto comunicativo

ARCHITETTURA RETE ZIGBEE

ogni dispositivo può essere di queste tipologie nello Zigbee

coordinatore:
gestisce rete e
assegna indirizzi

router
inoltra dati
e
estende copertura
rete

Reduced Function Device (RFD)

comunica con un solo FFD

limitato

topologia a stella

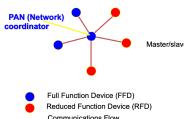
end device
comunica con router

coordinatore
(sensore)

può comunicare con tutti i dispositivi

↓
coordinatore
e router

⇒ topologia a stella ⇒



la rete può scegliere 16 bit/64 bit
~extended:
numero serie disp.
attenderà
(globale e circ.)
~short address
coordinatore da:
all'interno della rete

⇒ topologia P2P ⇒ qualsiasi FFD può essere il coordinatore della PAN. Per deciderlo si prende il primo FFD che comunica come coordinatore

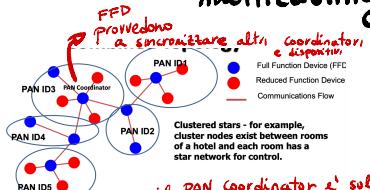
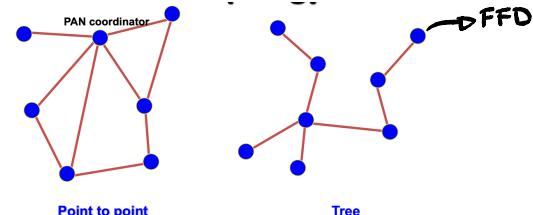
chi inoltra è FFD

NON RFD

rete mesh

importante poiché
estende copertura rete

e inoltre ha il self healing → ZigBee provvede al broadcasting e multicasting



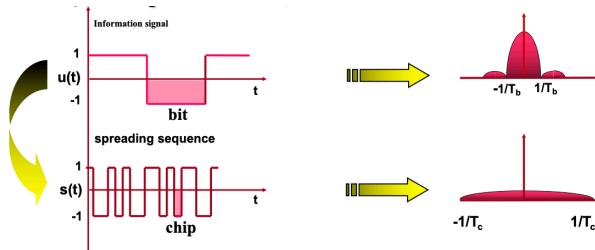
il PAN Coordinator è solo uno

risorse computazionali
più grandi di ogni altro dispositivo

LIVELLO Fisico 802.15.4 \Rightarrow Direct Spread Spectrum Technique

usando banda larga questi sono difficile da captare demodulare intercettare
 si trasmette il segnale su larghetta banda più larga di quella normale
 \Rightarrow robusto ad interferenze
 accesso multiplo

varie tecniche per spreading (FHSS, 3G-CDMA nell' IEEE 802.11b)



es: 101001...

\Rightarrow Pseudo Noise Code (PN)

il ricevitore conosce sequenza e sa demodulare il segnale

\Rightarrow attivazione e disattivazione della radio

\Rightarrow seleziona il canale frequenza

modulare BPSK o QPSK

\Rightarrow accertare che il canale sia libero

\Rightarrow trasmissione/ricezione di dati con BPSK / O-QPSK

Il canale è occupato se si ha energia spettrale nel canale

prendere un periodo random di pausa e ci riprova.

dopo di che il dispositivo trasmette il suo segnale

\Leftarrow

ogni volta che un dispositivo vuole trasmettere si accerta che il canale non sia usato da un altro dispositivo.

\rightarrow finché non arriva ad un numero massimo di tentativi.

CCA \Rightarrow accertamento dell'occupazione del canale

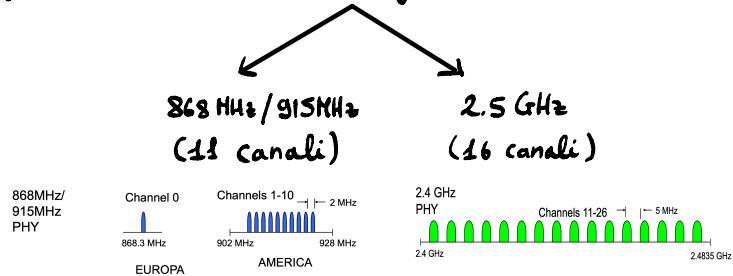
↳ 3 modalità:

- mode 1: energia sopra un certo threshold

- mode 2: carrier sense (CSMA)

- mode 3: carrier sense con energia sopra un certo threshold

Ci sono 2 standard che specificano 2 tipi di livelli fisici



LIVELLO MAC 802.15.4 \Rightarrow tipo di meccanismo per accesso al canale

reti con beacon



slotted CSMA/CA \Rightarrow accesso multiplo a divisione di codice
per meccanismo accesso

a canali

(utilizzato superframe)



tempo suddiviso in **superframe**
sincronizzati tramite beacon
inviai dal coordinatore

reti senza beacon

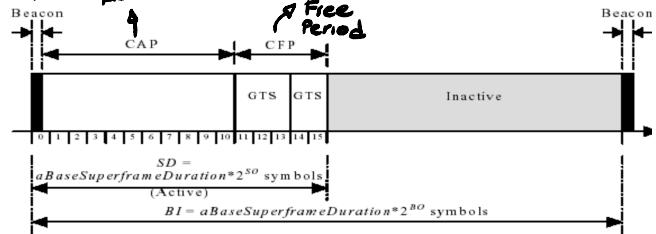


Unslotted CSMA/CA
per meccanismo di
accesso al canale

contiene info
su rete

contention
access period

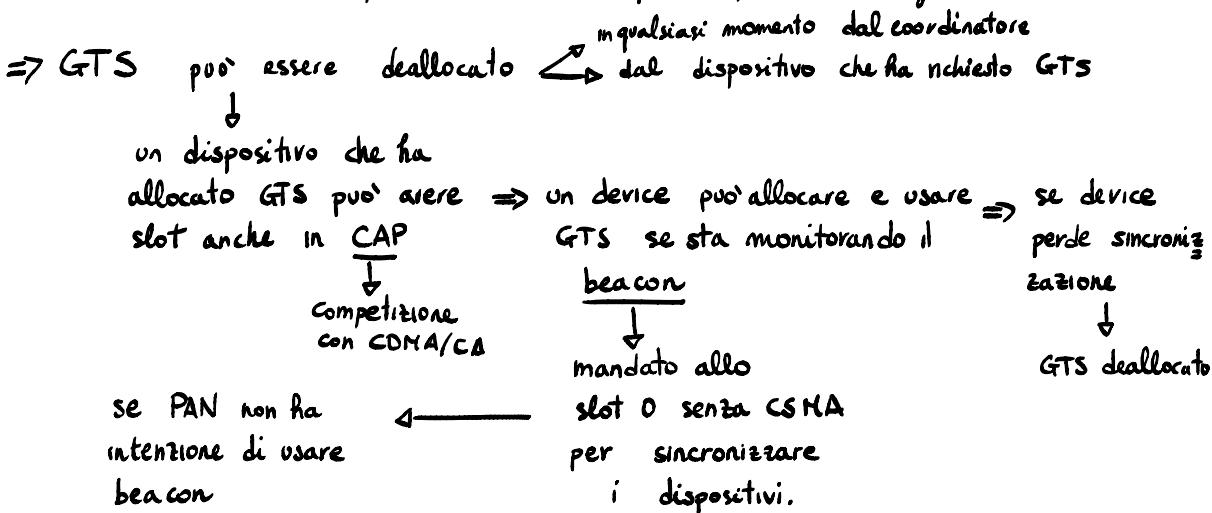
contention
free period



- ↓
- mac Beacon order BO: serve a determinare l'intervalllo tra due beacon (BI)
 - mac Superframe order SO: serve a determinare la parte attiva (CAP+CFP)
- ↓

Componenti:

1. Beacon: segnala inizio super frame e serve a sincronizzare i dispositivi
2. CAP: periodo in cui tutti i dispositivi possono accedere al canale usando CSMA/CA slotted
3. CFT: contiene GTS (Guaranteed Time Slot) assegnati a dispositivi specifici per traffico prioritario o critico (ACCESSO ESCLUSIVO)
4. Periodo Inattivo: i dispositivi dormono per risparmiare energia



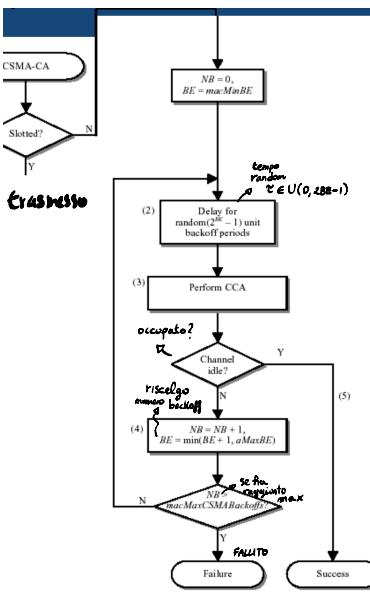
setta sia BO che SO \rightarrow non si trasmette a 15 nessun beacon

e tutte trasmissioni usano CSMA/CA unslotted

unità di misura per modulazione segnale

In CAP \Rightarrow non si fanno gli slot \Rightarrow ma è diviso in "contention slots" lungo 20 simboli

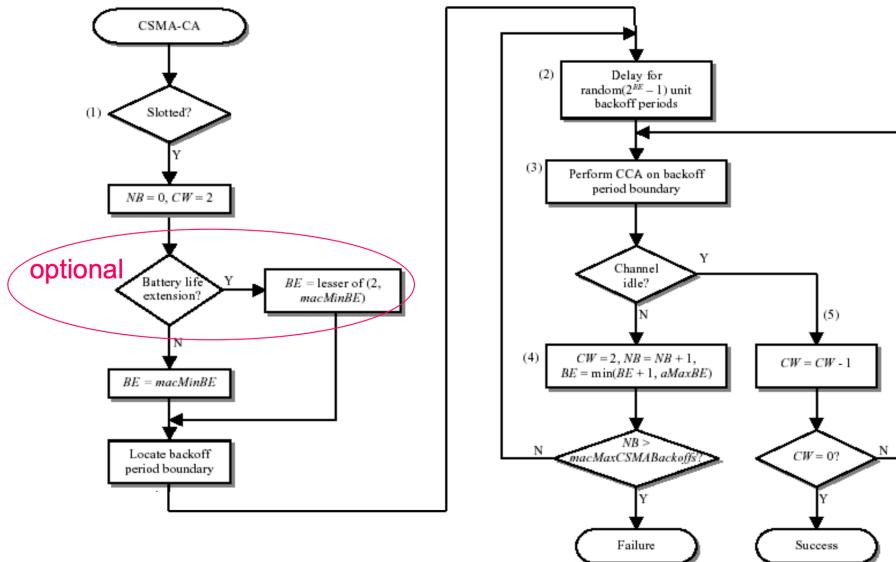
Beacon less



ogni dispositivo deve mantenere 3 variabili:

- NB: numero di volte che deve riprovare per trasmettere. Inizializzato a 0.
- BE: è l'esponente che è in relazione a quanti periodi di backoff deve aspettare prima di riprovare
- CW: lunghezza della finestra di contention ovvero il numero di slot di backoff che c'è bisogno prima di trasmettere
 $CW=2 \Rightarrow$ aspetta 2 slot
 Inizializzato a 2 e resettato a 2 se slot occupato

CON BEACON



Data Transfer → 3 tipi :

- 1 trasferimento dati da dispositivo a coordinatore
- 2 trasferimento dati da dispositivo a dispositivo
- 3 trasferimento dati da coordinatore a dispositivo

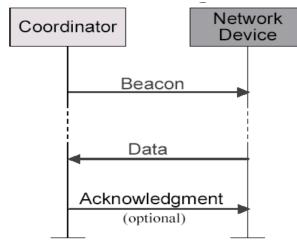
in una rete a stella si usano solo la 1 e la 3

punto a punto → in una rete con si ha tutte e 3

servizio supportare dispositivi per associazione che richiedono latenza rete bassa.

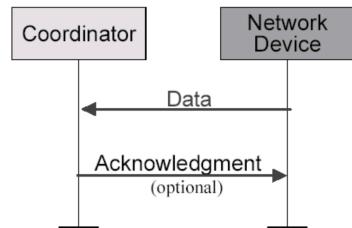
Trasferimento da dispositivo a coordinatore:

In una rete con beacon abilitato il dispositivo becca il beacon per sincronizzarsi con struttura dati. Poi viene usato CDMA/CA per trasferire.



Communication to a coordinator
In a beacon-enabled network

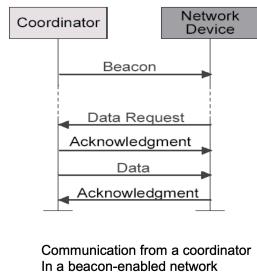
Senza beacon, invece, il dispositivo semplicemente trasmette usando CDMA/CA un slotted.



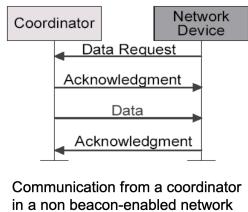
Communication to a coordinator
In a non beacon-enabled network

Nella rete con beacon ⇒ tramite beacon i dispositivi si partono al verde ← sincronizzano

Trasferimento da coordinatore a dispositivo:



In una rete beacon abilitata il coordinatore indica nel beacon che ha un dato da far scaricare. Mentre il dispositivo ascolta periodicamente per il beacon e trasmette una richiesta MAC usando CSMA/CA slotted se necessario.

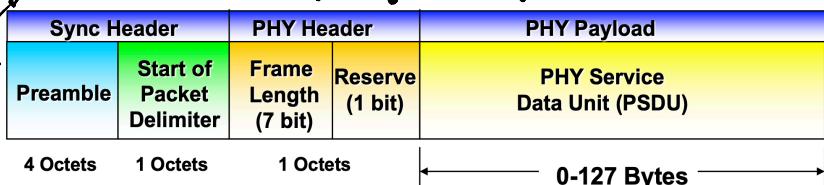


In una rete con beacon disabilitato, dispositivo manda richiesta MAC con CSMA/CA unslotted. Se ha qualcosa appeso, allora il coordinatore trasmette altrimenti trasmette con payload = 0

I pacchetti del dispositivo è chiamato PPDU

sincronizzatore

↳ lunghezza dei frame



⇒ campo dei dati

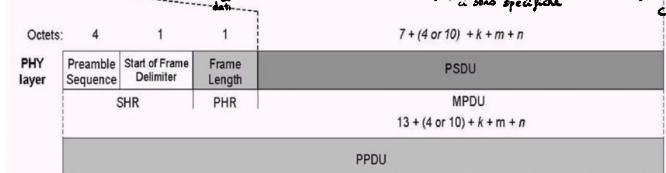
↳ pacchetto di limitazione

Octets: 16 bit numero progressivo dei pacchetti, 4 or 10 dimensioni ≤ 101 byte ⇒ altri frammentati



MHR: MAC Head...

identifica pacchetti e i campi seguenti.



↳ contiene sempre *

↳ data frame ha addressing e Data Payload
 $S + H \text{ su } 20 + m$

Struttura ACK Frame

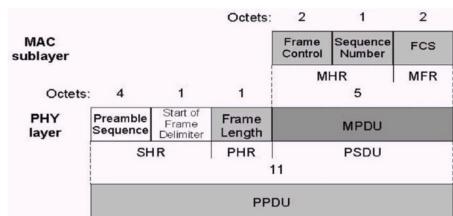


Figura 15: Struttura dell'ack frame

Struttura del MAC command frame

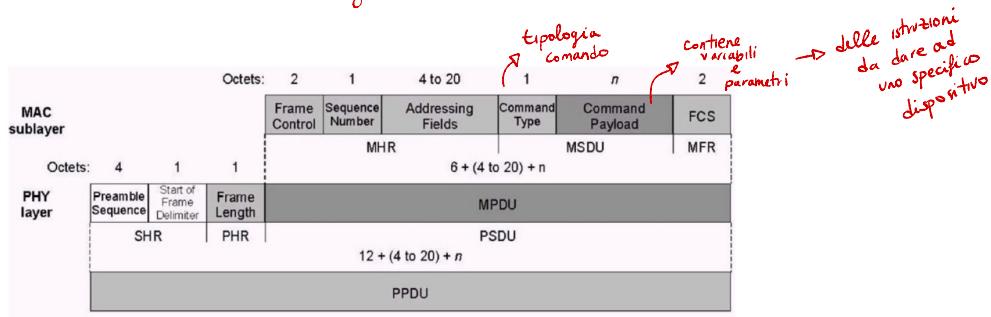


Figura 16: Struttura del MAC command frame

Molti hanno la batteria \Rightarrow un ciclo di servizio per ridurre il consumo di batteria.

Battery Life Extension (BLE) \Rightarrow attiva in beacon enable

\downarrow
 Tenta trasmissione nei primi 5 slot di backoff dopo il beacon (CAP) \rightarrow se non trasmette aspetta prossimo beacon
 \downarrow
 - aspetta SIFS \nearrow C/W
 - esegue 2 CCA consecutivi per verificare che il canale è libero.
 \downarrow
 sleep mode