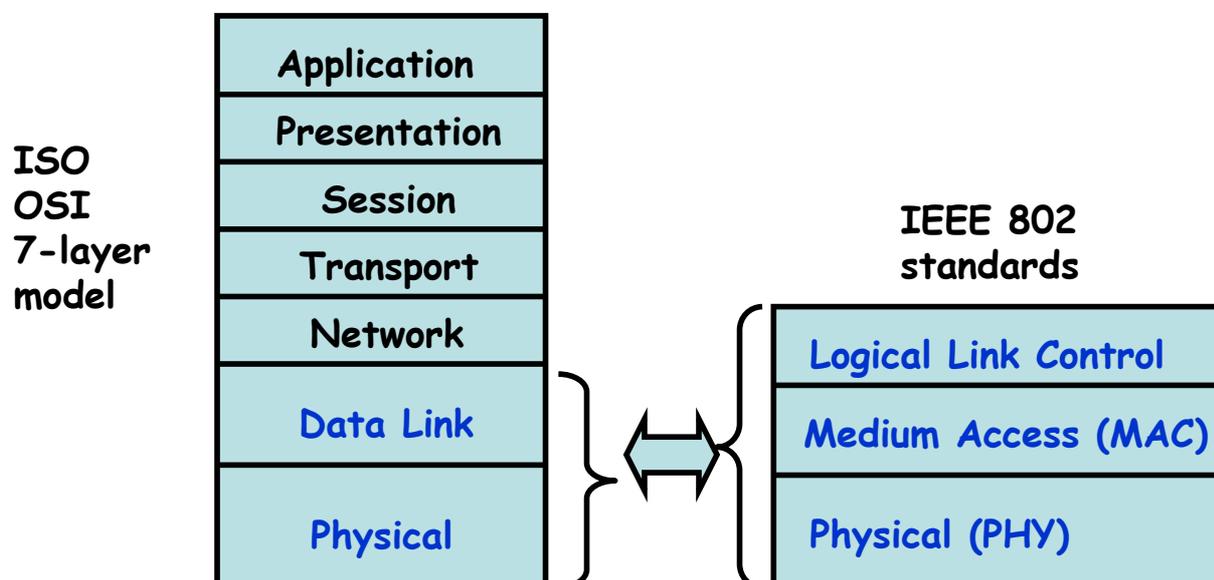


Standard delle reti wireless

- Pubblicati dalla IEEE, 802 LAN-MAN standards committee.



IEEE 802.11

- Standard adottato nel 1997.

Definisce:

- Sottostrato MAC (Medium Access Control)
- I protocolli e i servizi di gestione dei protocolli MAC
- Sono previsti 3 diversi Livelli Fisici (PHY)
 - IR Infrarossi
 - FHSS (Frequency-Hopping Spread Spectrum)
 - DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

Obiettivi:

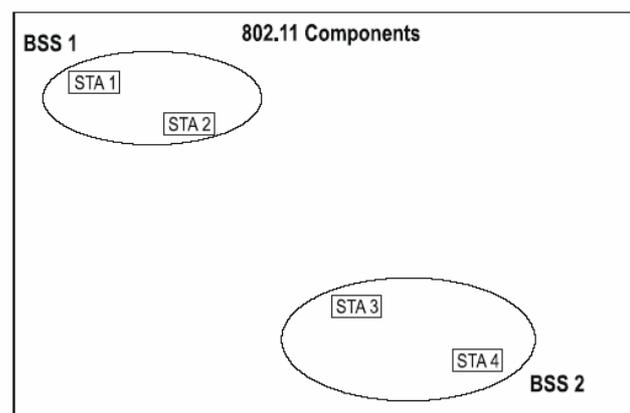
- Alta velocità di trasmissione dei dati, consegna affidabile dei dati, connessione di rete continua.

Caratteristiche delle reti wireless

- L'unità indirizzabile è una **STAZIONE**, che non corrisponde a una collocazione fisica precisa
- Stazioni
 - **PORTATILI** (si possono spostare ma sono ferme quando sono connesse)
 - **MOBILI** (si connettono in movimento).
- Caratteristiche del livello fisico (**phy**)
 - Topologia dinamica
 - Connettività incompleta (due stazioni non sono necessariamente - sempre - interconnesse)
 - Mezzo di comunicazione inaffidabile, soggetto a interferenze

Componenti (I)

- **Stazione** - minima unità indirizzabile
- **Rete BSS** (Basic Service Set) è il blocco fondamentale della WLAN
 - Un BSS indipendente (**IBSS**) è la minima rete 802.11
 - Un IBSS è una rete non pianificata, cioè una rete "ad hoc".

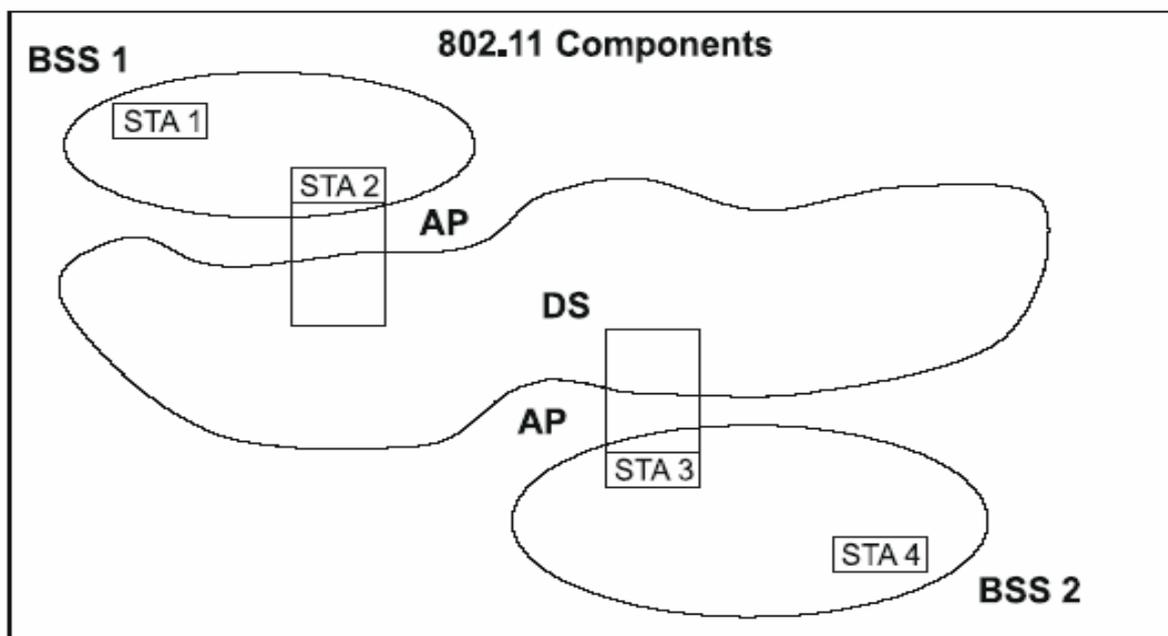


L'associazione tra una Stazione e un BSS è gestita dal **DSS** (**Distribution System Service**) ed è **DINAMICA**, nel senso che una stazione può entrare o uscire da un BSS (cioè può essere "**ASSOCIATA**" a un BSS).

Componenti (II)

- Il **sistema di distribuzione (DS)** è l'elemento dell'architettura che connette più BSS.
 - Più BSS possono essere uniti per aumentare l'estensione spaziale della rete (altrimenti limitata dal mezzo di trasmissione).
 - Il mezzo di trasmissione è *LOGICAMENTE* diviso in
 - "Wireless Medium" (WM) [connette più Stazioni in un BSS]
 - "Distribution System Medium" [connette le BSS]
 - Il DS fornisce i servizi logici che consentono di integrare senza soluzioni di continuità più BSS.
- **Punto di Accesso (Access Point -AP)** è una stazione che fornisce l'accesso al DS [e fornisce al BSS i servizi del DS).

Componenti (III)



Componenti (IV)

- Il DS e i BSS permettono di ottenere reti wireless di dimensione arbitraria, chiamate **ESS (Extended Service Set)**
- Al livello LLC superiore un ESS appare esattamente come un BSS.

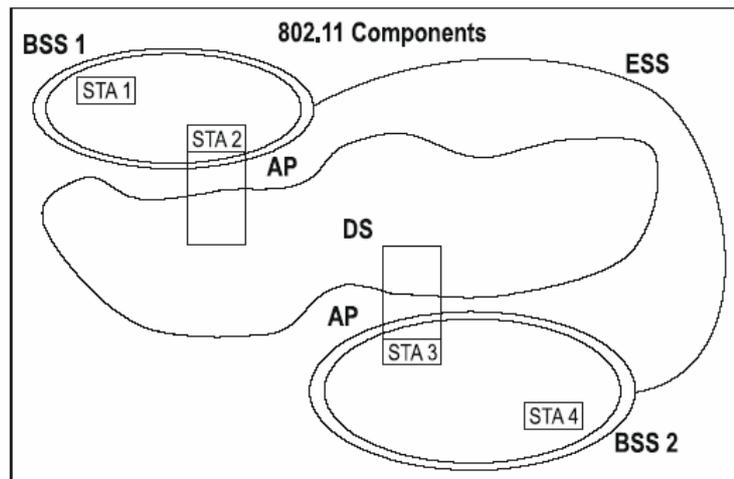
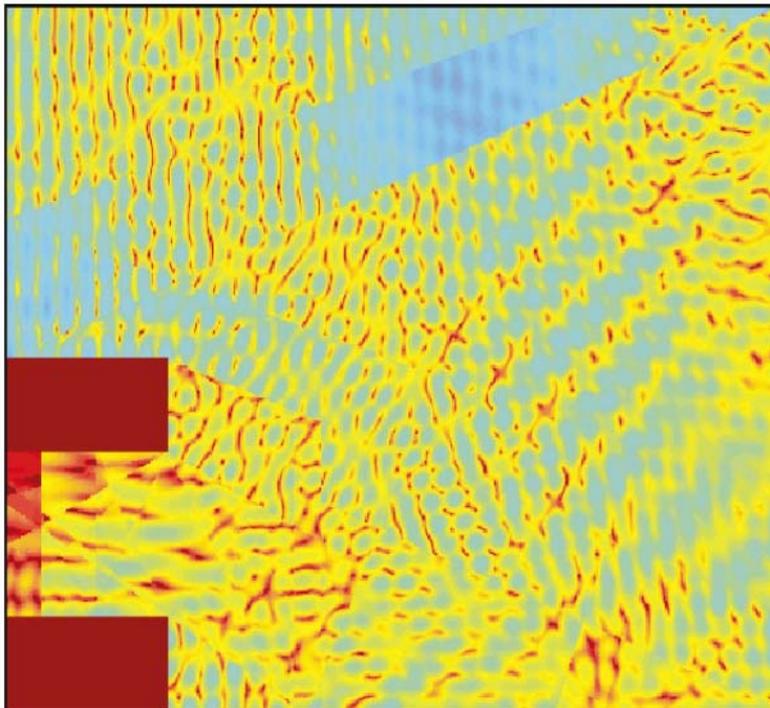


Figure 3—Extended service set

Una stazione puo' anche connettere la WLAN a una LAN "wired" (su filo). In tal caso la stazione si chiama "PORTALE".

Area di copertura

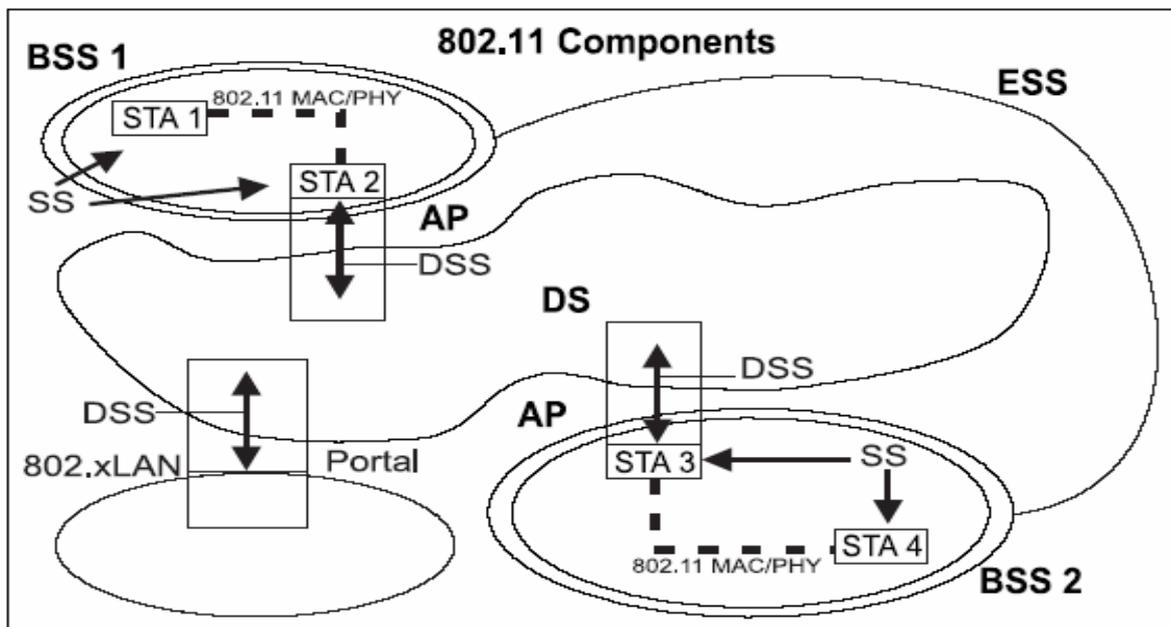


- Intensità del campo in una stanza quadrata con tavoli metallici e porta aperta (TX fuori della porta)
- Forti fluttuazioni del campo nello spazio e nel tempo
- L'area di copertura non è una regione ben circoscritta ne stabile nel tempo.

Servizi

- Lo standard IEEE 802.11 esplicitamente non dice come è realizzato il DS: puo' essere WLAN o LAN
- Lo standard specifica i **SERVIZI**
- **Servizi forniti dalla Stazione (SS):**
 - Autenticazione; De-autenticazione
 - Assicurazione Privacy
 - Invio MSDU
- **Servizi forniti dal Sistema di Distribuzione (DSS):**
 - Associazione; De-associazione; Ri-associazione
 - Distribuzione
 - Integrazione

Architettura 802.11 completa



Servizi (I)

- **Dei 9 servizi:**
 - 6 supportano la trasmissione delle MAC Service Data Unit (MSDU)[le minime unità di dato portate dal livello MAC] tra due stazioni.
 - 3 controllano l'accesso e la confidenzialità
- **Distribuzione**
 - E' un servizio del DS: indica qual'è l'indirizzo nel DS del punto di accesso del BSS della stazione di destinazione.
- **Integrazione**
 - Indica se il destinatario è un nodo della LAN integrata, e deve essere quindi raggiunto tramite un portale [DSS]

Tipi di mobilità della stazione

- **Nessuna Transizione:** due possibilità
 - 1. Stazione ferma
 - 2. mobilità locale: le stazioni si muovono nell'ambito della portata del mezzo di trasmissione fisico.
- **Transizione di BSS**
 - Una stazione si muove da un BSS a un altro nell'ambito dello stesso ESS.
- **Transizione di ESS**
 - La stazione si muove da un BSS in un ESS a un altro BSS in un *DIVERSO* ESS.

Servizi (II)

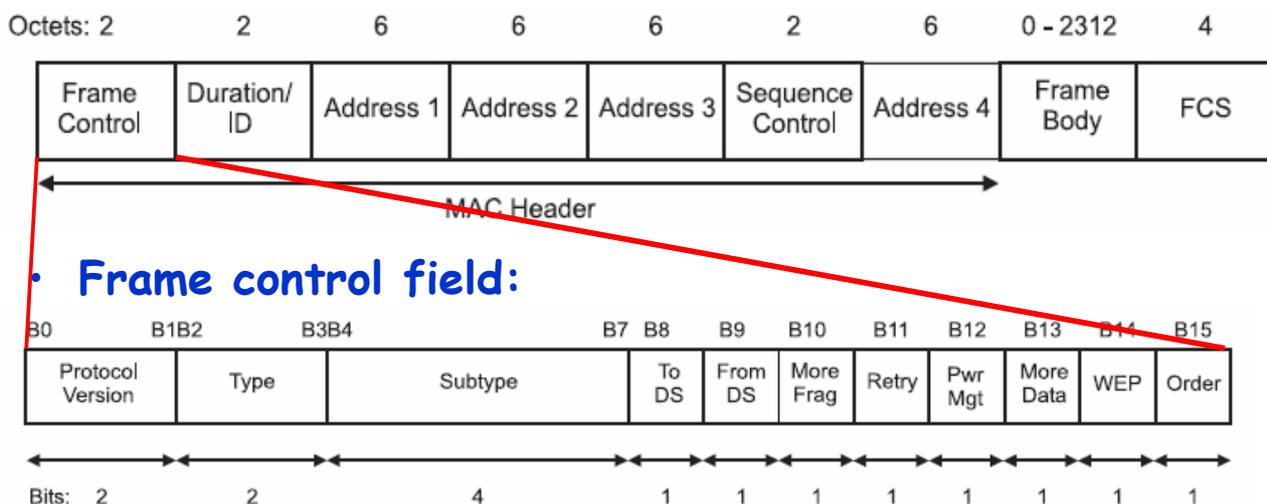
- **Associazione**
 - Una stazione chiede di essere associata a un punto di accesso (AP). Il servizio di associazione comunica al DS a chi è stata associata una certa stazione. [DSS]
 - Una stazione può essere associata *ad un solo AP*.
 - Un AP può avere tante stazioni associate.
- **Ri-associazione**
 - Una stazione comunica al DS di aver cambiato AP di associazione (caso di mobilità di BSS).[DSS]
- **De-associazione**
 - Una stazione o l'AP comunicano al DS che una certa associazione non è più valida.

Servizi (III)

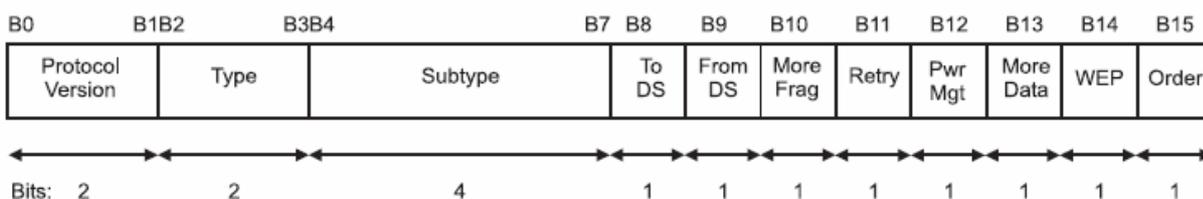
- **Autenticazione**
 - Ogni STA deve essere autenticata preventivamente con tutte le altre STA con cui intende comunicare [SS].
 - Il protocollo di autenticazione non è specificato
 - L'autenticazione può essere "OPEN", cioè senza filtri.
- **De-Autenticazione**
 - Notifica che una precedente autenticazione non è più valida [SS]
- **Assicurazione della privacy**
 - Cifratura dei dati trasmessi da una stazione all'altra [algoritmo WEP wired equivalent privacy "sicurezza equivalente al collegamento con filo"]

Formato delle trame MAC

- Intestazione MAC
- Frame Body di lunghezza variabile
- Frame Check Sequence (FCS): CRC a 32 bit

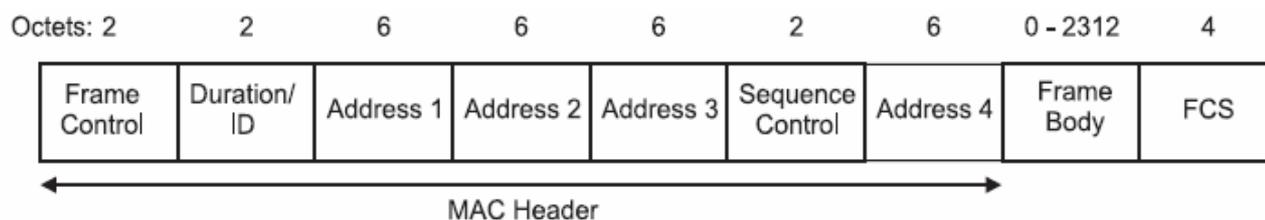


Frame control field



- Versione del protocollo:
- Tipo (2 bit): controllo, dati, gestione
- Sottotipo
- Flag "To DS" (=1 destinato al DS, cioè a un AP)
- Flag "From DS" (=1 proveniente dal DS)
- Flag "More fragment" (=1 segue ulteriore frammento della MSDU)
- Flag Retry (=1 ritrasmissione)
- Flag Power Mgt (1 = power save)
- Flag More Data (segnala che altri dati stanno arrivando per la stessa STA in power save)
- Flag WEP (Wired Equivalent Privacy) (1 = cifrato)
- Flag Order (1 = MSDU trasmesso "in ordine")

Struttura della trama (frame)



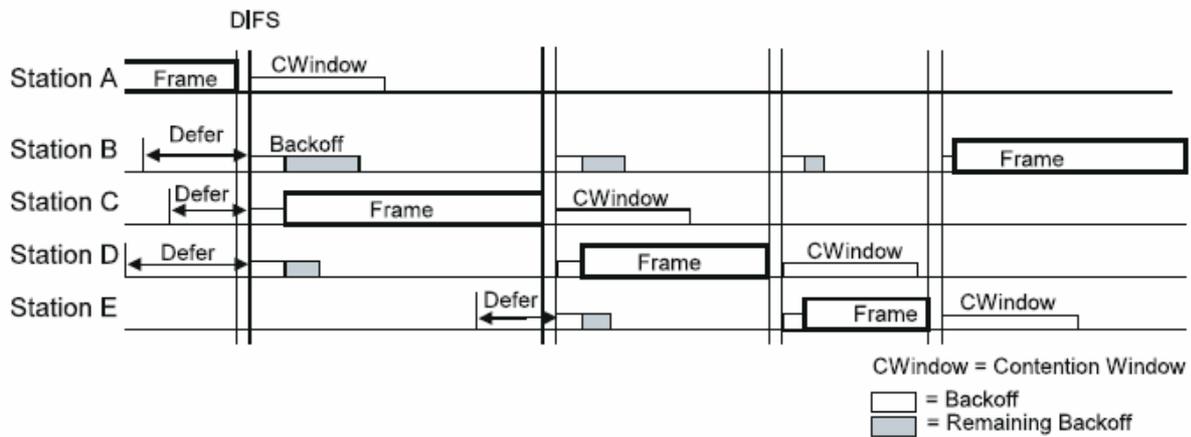
- **Duration/ID:** trame di controllo: ID stazione mittente; altre trame: durata
- **Address:** indirizzi IEEE a 48 bit (individuale o di gruppo). A seconda del *tipo* di frame: BSSID, mittente, destinatario, trasmettitore, ricevitore.
- **Sequence control:** 4 bit = numero di frammento, 8 bit = numero di sequenza

Livello Fisico (PHY)

- **Due Sottolivelli:**
 - **PLPC - Physical Layer Convergence Procedure:** Mappa le MPDU sul livello fisico
 - **PMD - Physical Medium Dependent System:** definisce la trasmissione dei dati tra stazioni sul mezzo fisico
- **Interazioni tra livello fisico e MAC:**
 - Primitive di servizio per le interazioni peer-to-peer
 - Primitive di servizio di significato "locale"

Carrier-Sense/Clear Channel Assessment

- Una stazione che vuol cominciare a trasmettere ascolta se il mezzo di trasmissione è occupato
- Se sì, aspetta finché il mezzo è libero, poi aspetta un tempo (DIFS), poi genera un **random backoff period** e aspetta per il tempo corrispondente.



Frequency-Hopping Spread Spectrum (FHSS)

- 2.4 -2.48 GHz
- 1-2 Mbps
- PLCP: mappa i MPDU nel formato dei frame per i ricetrasmittitori FHSS

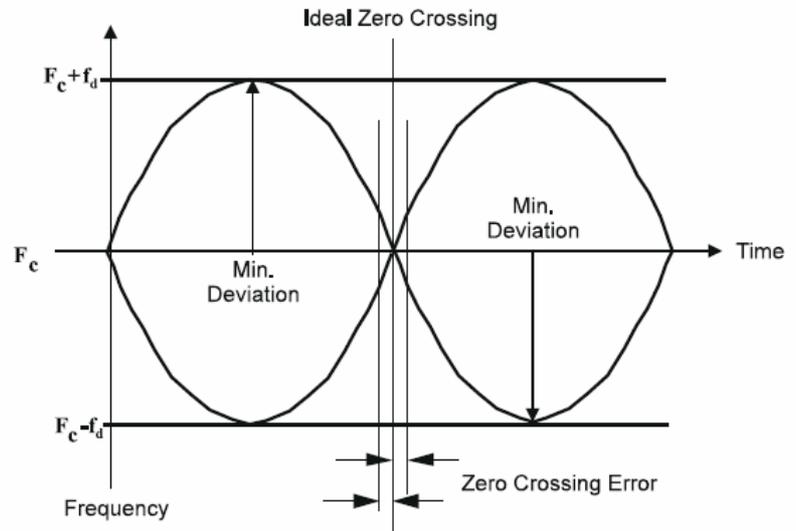
PLCP Preamble		PLCP Header			Whitened PSDU
Sync	Start Frame Delimiter	PLW	PSF	Header Error Check	
80 bits	16 bits	12 bits	4 bits	16 bits	Variable number of octets

- Preambolo: Sync: sequenza 0-1
- PSDU (dati cifrati per avere numero di 0 e 1 confrontabile - no bias)

Frequency Hopping Spread Spectrum

- Banda 2.4-2.4835 GHz
- 79 Frequenze di hopping separate di 1 MHz
- Sequenza pseudorandom di hopping

- Modulazione GFSK (
- 1 Msymbol/s
- $\Delta f > 110$ KHz
- Pmax 10 mW EIRP
- Sensibilità: -80 dBm per FER del 3% con PSDU di 400 byte
- 1 Mbit/s



2 Mbit/s

- GFSK su 4 livelli: 2 bit per simbolo. 1 Msymbol/s

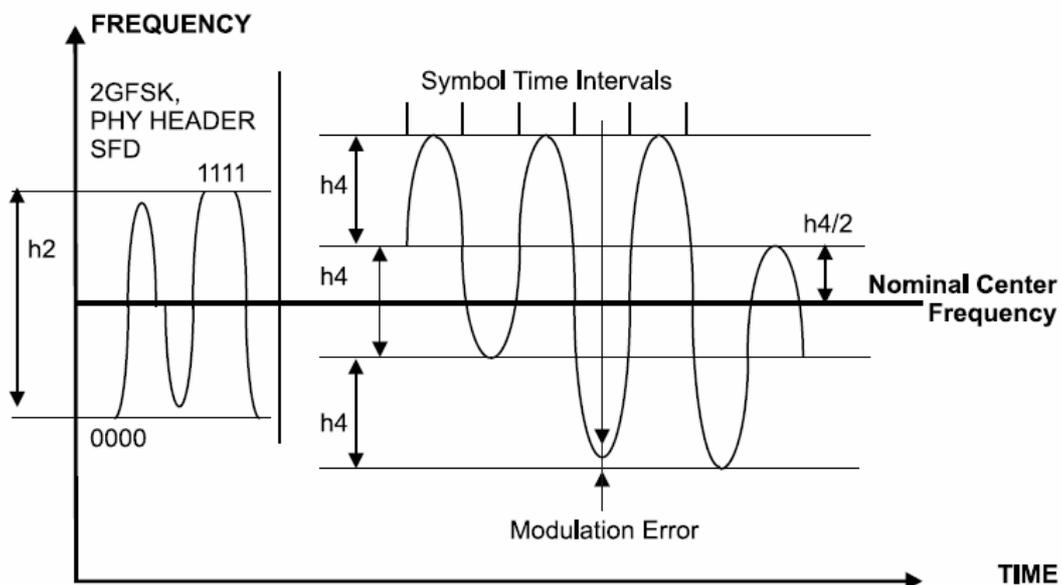
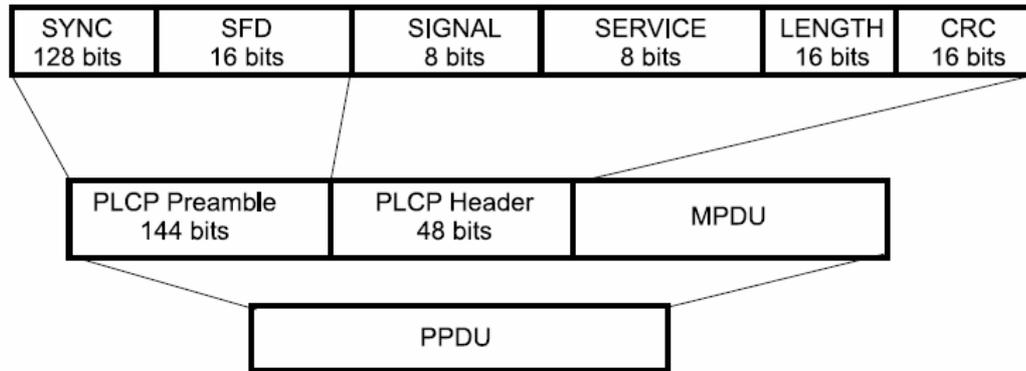


Figure 85—Four-Level GFSK transmit modulation

Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

- 2.4 - 2.835 GHz
- PLCP

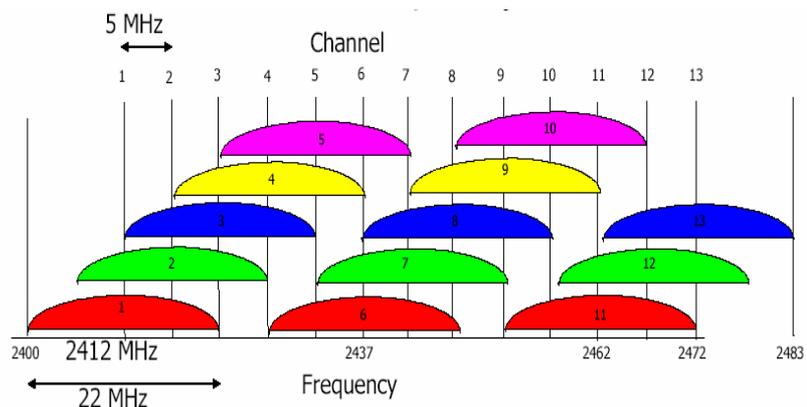


- 1 Mbps - DBPSK; 2 Mbps - DBPSK

Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

- 11 canali sovrapposti in US, 13 in Europa, separati di 5 MHz
- Sequenza di Barker a 11 bit:
+1, -1, +1, +1, -1, +1, +1, +1, -1, -1, -1
- Ogni bit è moltiplicato per la sequenza di barker

Ogni canale occupa circa 22 MHz.



DSSS (III)

- + DBPSK (1 Mbit/s) o DQPSK (2 Mbit/s)
- $P_{max} = 100$ mW EIRP
- Sensitivity: -80 dBm per FER < 8% per MPDU = 1024 byte
- Richiede la LINEARITA' del ricetrasmettitore RF su 11 MHz.
- Lo "sparpagliamento dello spettro" porta un guadagno nel rapporto S/N al ricevitore
- Meno immune alle interferenze del FHSS

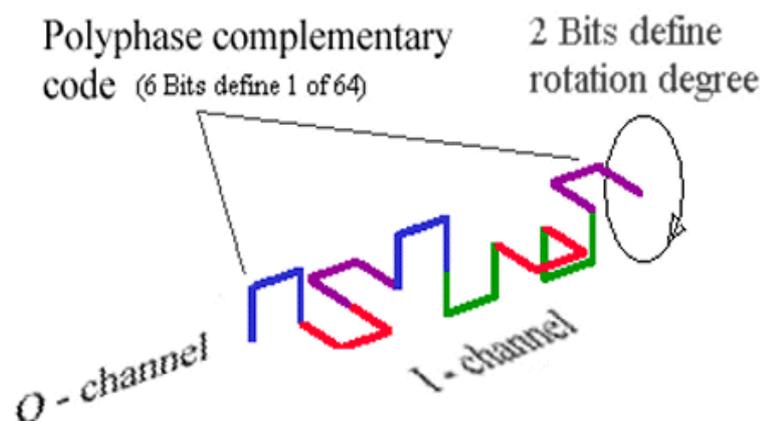
Altri standard

- **IEEE 802.11 (1997)**
- **IEEE 802.11b (1999)**
 - 2.4-2.4835 GHz
 - 5.5 Mbps - 11 Mbps → DSSS CCK
- **IEEE 802.11a (1999)**
 - 5.15-5.825 GHz
 - 6-54 Mbps → DSSS OFDM
- **IEEE 802.11g (2003)**
 - 2.4-2.4835 GHz
 - 32-64 Mbps → DSSS OFDM

IEEE 802.11b

- 5.5 Mbps: 4 bit per simbolo:
 - 2 bit codificati DQPSK
 - 2 bit codificati con 8 Complementary Code Keying
- 11 Mbps: 8 bit per simbolo:
 - 2 bit codificati con DQPSK
 - 6 bit codificati con 8 CCK

**CCK sparpaglia
lo spettro
(-11 MHz
, + 11 MHz)**



IEEE 802.11a

- 5.15-5.25, 5.25-5.35, 5.725-5.825 GHz
- **Orthogonal Frequency Division Multiplexing**
- Data Rate 6,9,12,18,24,36,48,54 Mbps
- 52 sottoportanti (48 per i dati),
 - spaziate 20 MHz/64
 - modulate BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM
 - Forward error correction coding
- 54 Mbps: 64 QAM - FEC $\frac{3}{4}$ - 6 bit per sottop.
- 288 (=48x6) bit codificati per simbolo
- OFDM (216 dati (=288X3/4) per simbolo).
- Un simbolo ogni 4 us → 54 Mbps