

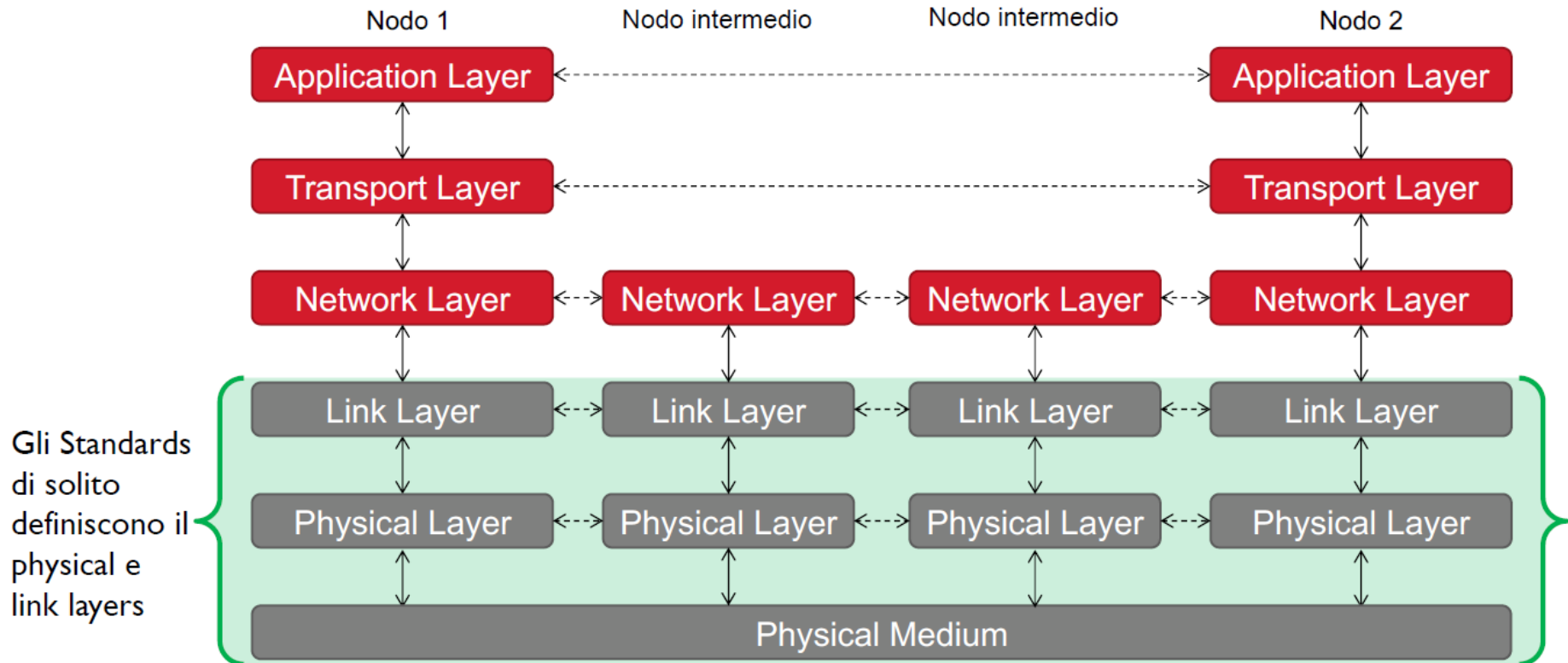
Wi-Fi introduction + NetAnim



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Andrea Lacava

Stack protocollare



IEEE 802.11 Wi-Fi

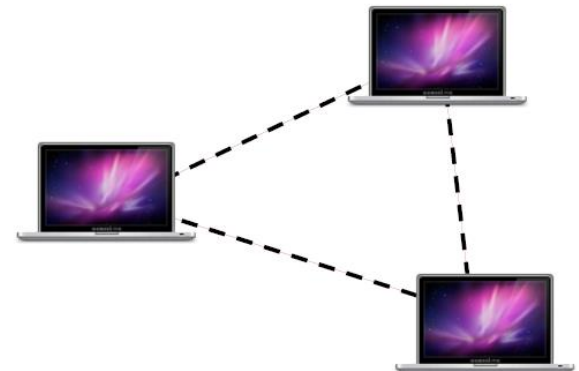
Due modi operazionali (operating modes):

- **Infrastructure Mode:**
 - Ogni nodo è associato ad un Access Point (AP), attraverso il quale tutti i frames sono inviati;
 - Vari APs possono essere connessi tra di loro, di solito attraverso una rete cablata, per creare un 802.11 network esteso (e.g., Sapienza wifi / eduroam / etc.)
- **Ad hoc Mode:**
 - I nodi comunicano direttamente tra di loro, senza nessun AP da tramite;

Infrastructure Mode



Ad hoc Mode



IEEE 802.11 Stack protocolare

Logical Link Sub-layer Medium Access Control Sub-layer								
802.11 (Legacy)	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n	802.11ad	802.11ac (WiFi 5)	802.11ah	802.11ax (WiFi 6)
Frequency hopping, Spread Spectrum	OFDM with 48+4 carriers	Spread Spectrum + QPSK, CCK	OFDM with 48+4 carriers	MIMO + OFDM	256 QAM	Downlink MU-MIMO OFDM 256QAM	MU-MIMO OFDM 256QAM	DL & UL MU-MIMO OFDMA 1024 QAM
2.4 GHz and infrared	5 GHz	2.4 GHz	2.4/5 GHz	2.4/5 GHz	60 GHz	2.4/5 GHz	0.9 GHz	2.4/5 GHz
22 MHz	20 MHz	22 MHz	20 MHz	20/40 MHz	+2 GHz	20/40/80/160 MHz	1/2/4/8/16 MHz	20/40/80/160 MHz
1-2 Mbps	6 to 54 Mbps	1, 2, 5.5 and 11 Mbps	6-54 Mbps	Up to 150 Mbps/ stream, up to 4 streams	Up to 7 Gbps	Up to 866 Mbps/ stream, up to 4 streams	Up to 86 Mbps/ stream, up to 3 streams	Up to 1201 Mbps/ stream, up to 8 streams
1997-1999	1999	1999	2003	2009	2012	2013	2016	2020

Wi-Fi Physical Layer

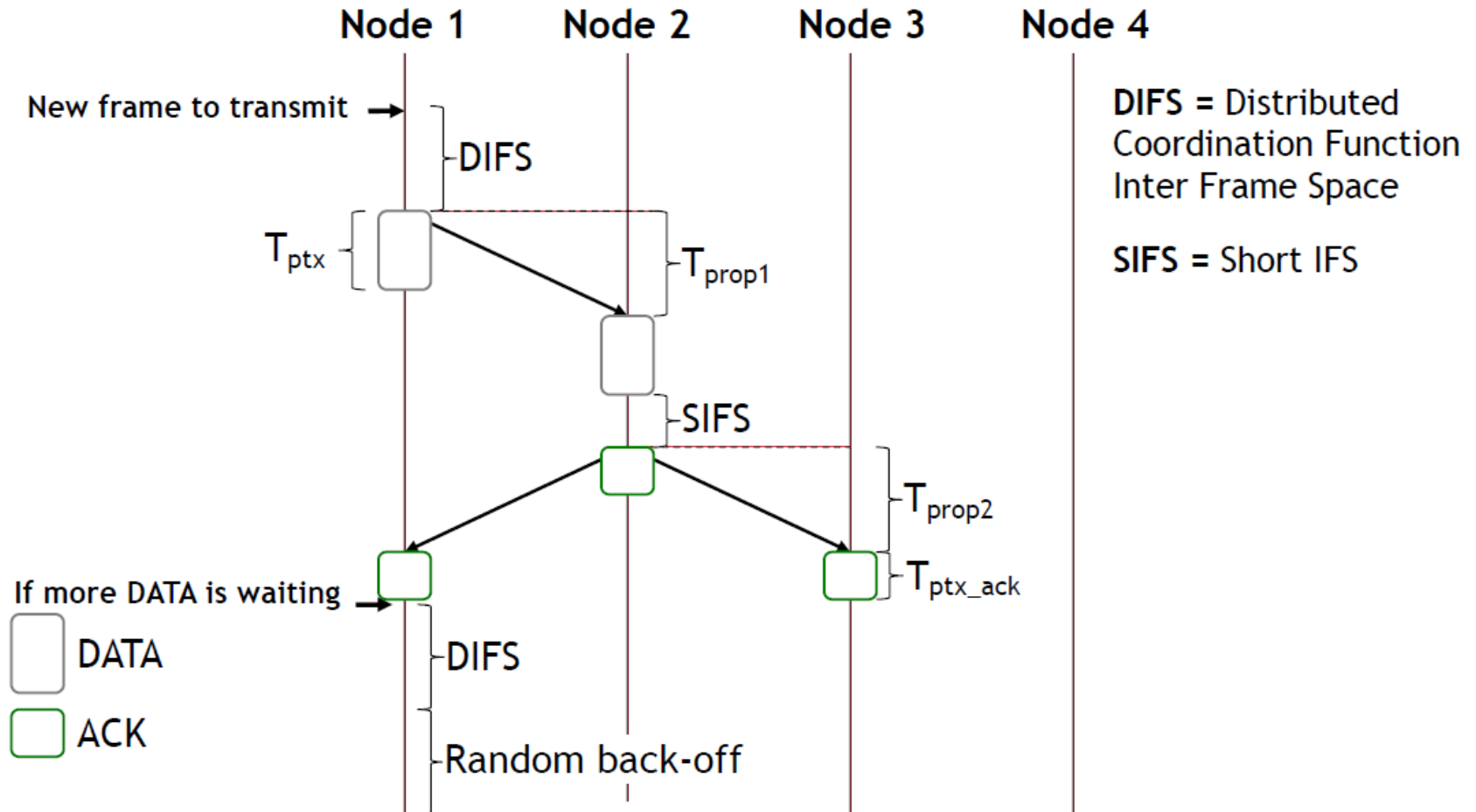
- Tutti i vari standard operano in una banda ISM (900 MHz, 2.4 GHz, 5 GHz, 60 GHz)
- Tutti i vari standard supportano la trasmissione a diversi livelli di data-rates e/o fanno **data rate-adaption**:
 - Il tasso di trasmissione non è fisso, ma è negoziato in base alle condizioni attuali del canale

Wi-Fi Medium Access Control Layer

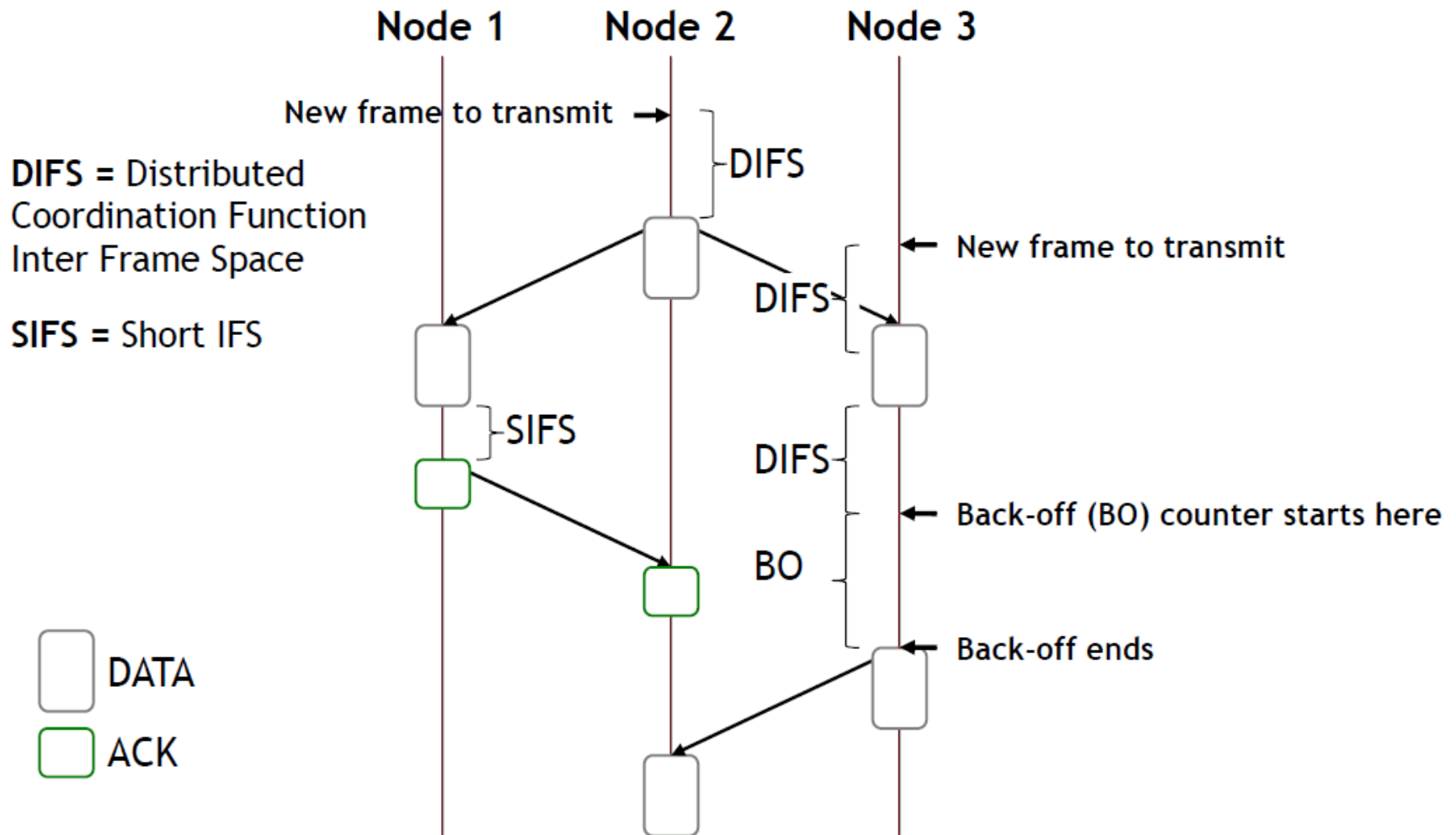
Due diversi modalità:

- **Distributed Coordination Function:** CSMA/CA with (optional) RTS/CTS
- **Point Coordination Function:** l'Access Point funziona come un coordinator centralizzato con meccanismo di polling

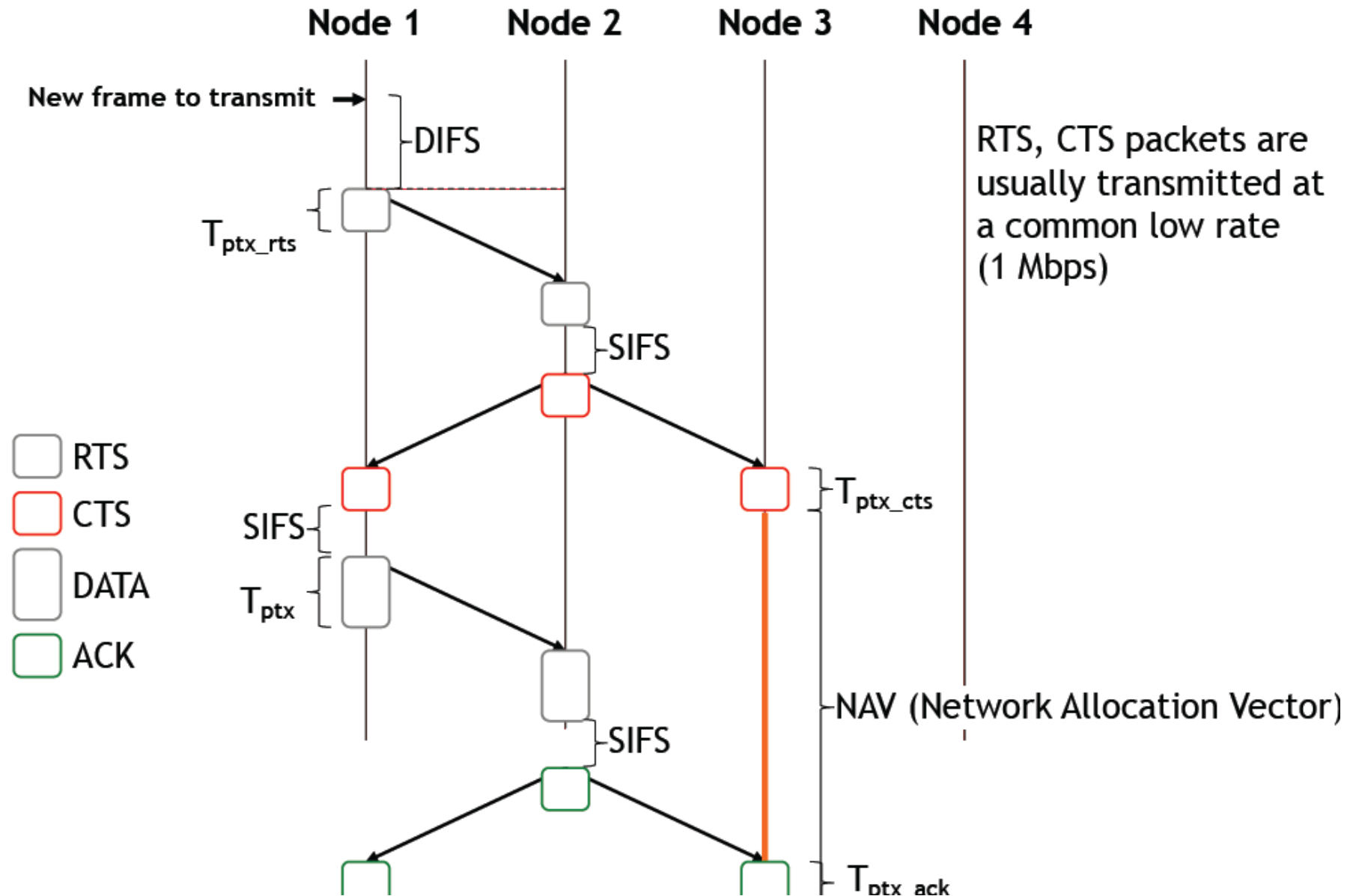
Distributed Coordination Function (without RTS/CTS)



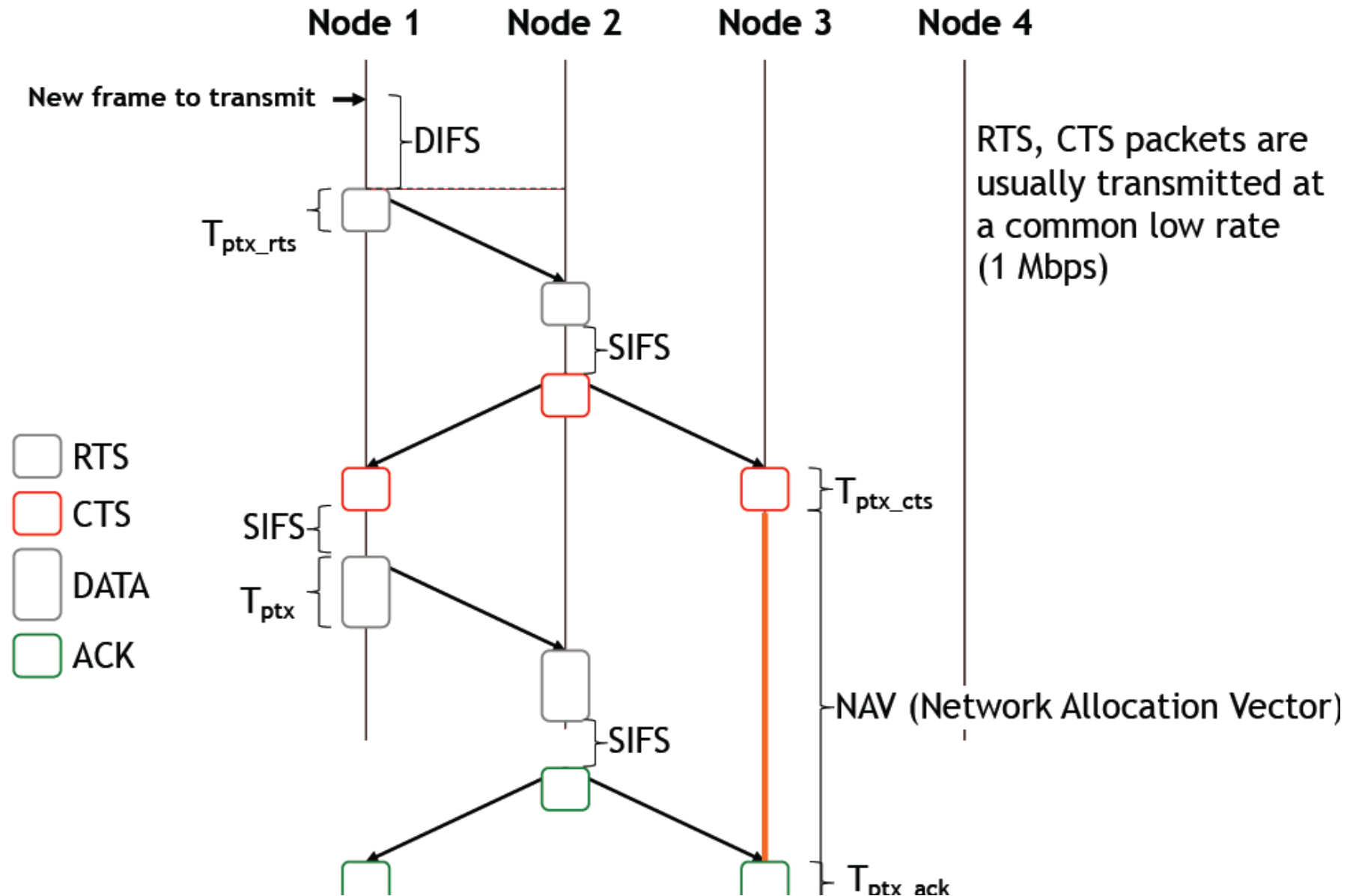
Distributed Coordination Function (without RTS/CTS)



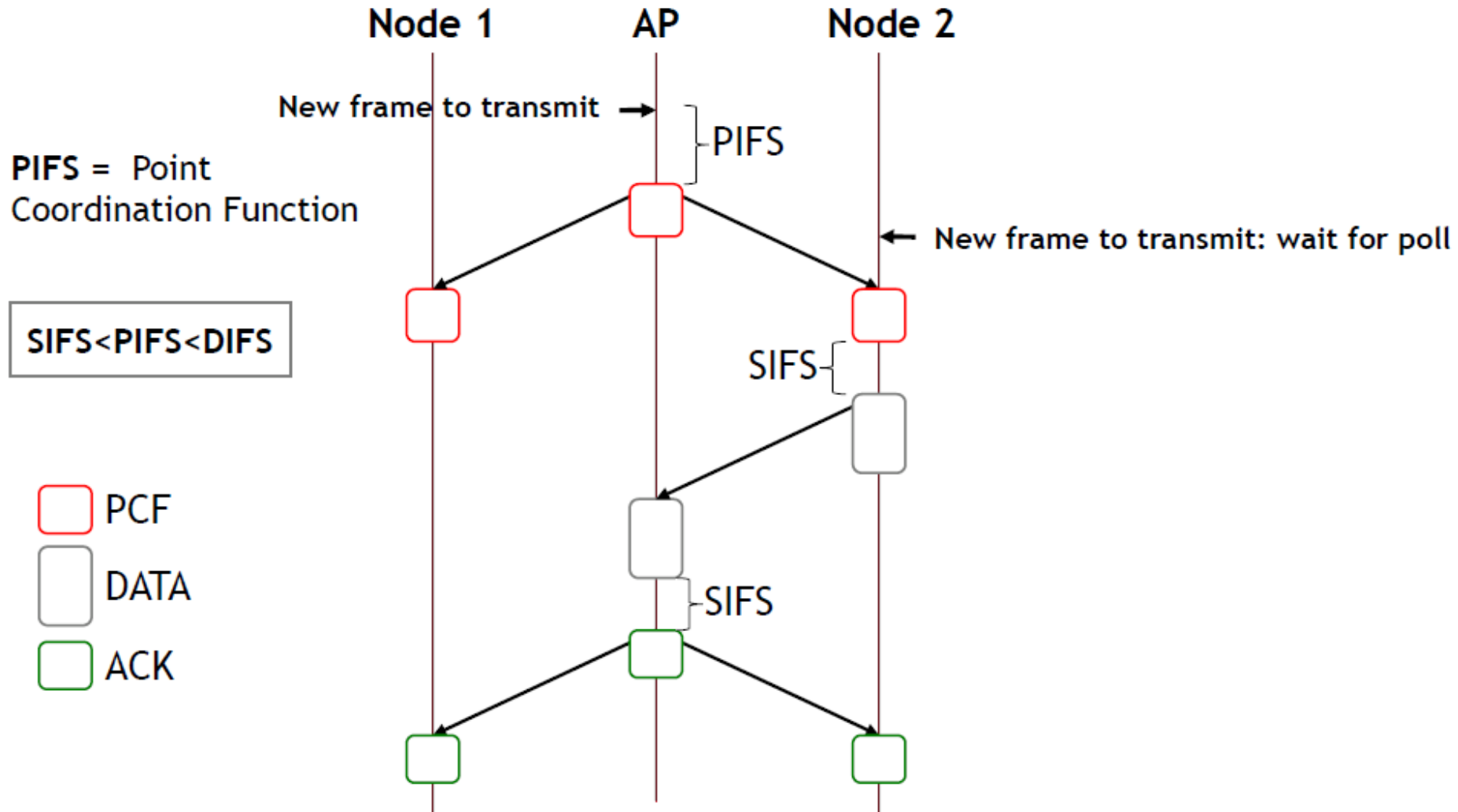
Distributed Coordination Function (with RTS/CTS)



Distributed Coordination Function (with RTS/CTS)



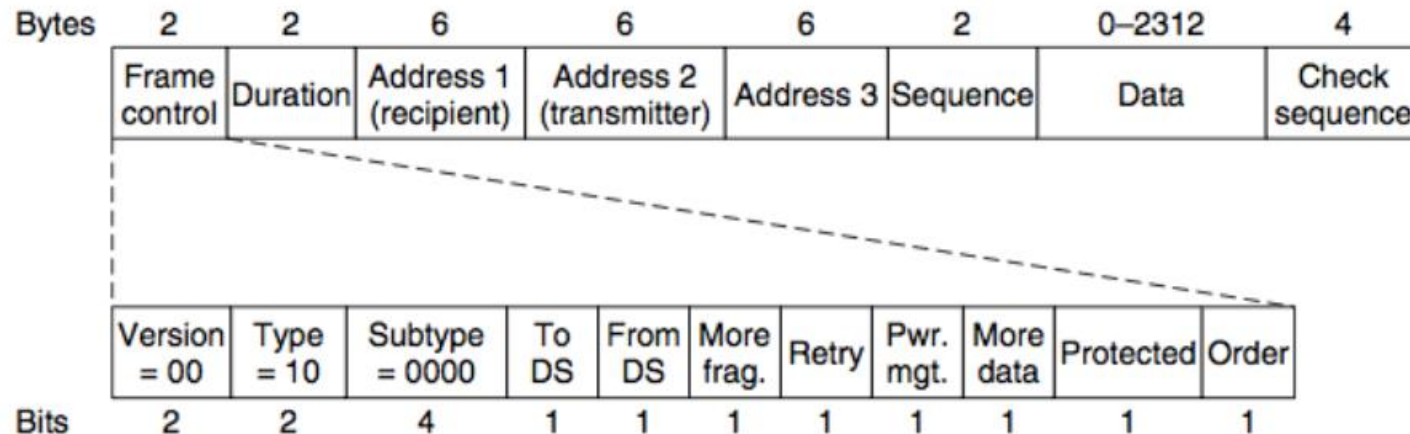
Pointed Coordination Function



Funzionalità aggiuntive

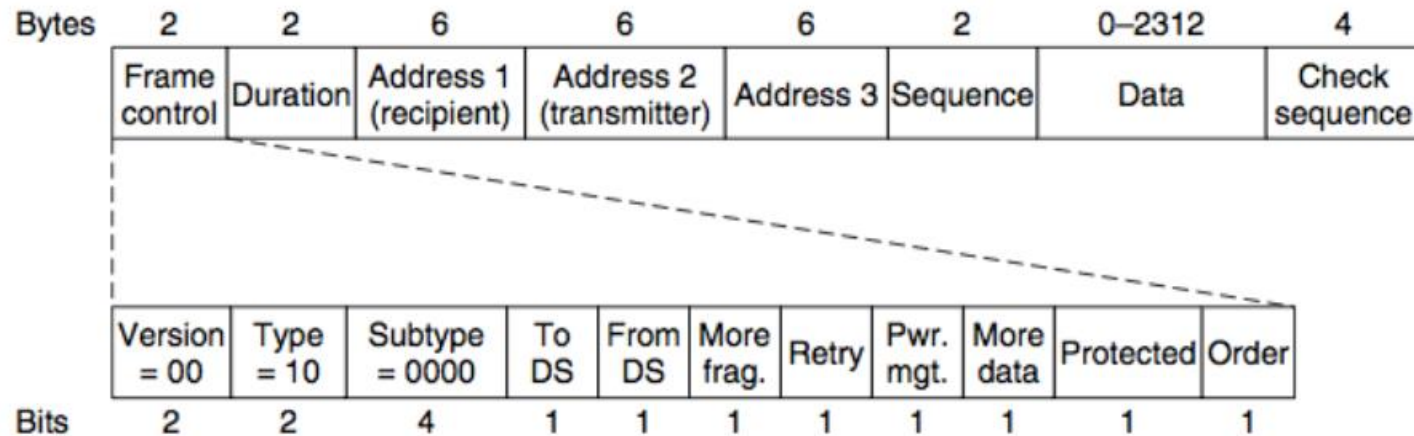
- **Frammentazioni:**
 - Frames piccoli hanno più probabilità di essere ricevuti correttamente
 - I Frames possono essere divisi smaller frames, each with its own checksum
 - Stop-and-wait flow control is used for each sub-frame
- **Energy Saving:**
 - **Modalità Risparmio energetico:** I nodi che non hanno nulla da mandare o ricevere possono entrare in modalità sleep
 - L'AP salva il traffico verso tali nodi bufferizzandolo
 - L'AP invia dei beacon frames periodici con le info riguardo l'AP, la sicurezza (Password, etc), e anche se c'è del traffic in attesa di delivery per particolari nodi (usando una struttura a bit-map)
 - Il nodo quando si sveglia può fare polling verso l'AP per il dati e poi mettersi di nuovo in modalità sleep
- **Traffic Prioritization:**
 - **Arbitration Inter Frame Space (AIFS):** si possono definire diversi time frames per dare diverse priorità a diversi tipi di traffico.
 - **SIFS<AIFS1<DIFS<AIFS2<EIFS**
 - **Extended Inter Frame Spacing (EIFS):** time frame usato da una station che ha appena ricevuto un frame non decodificato correttamente (malevolo o semplicemente errato)

Struttura del frame Wi-Fi



- **Frame control:**
 - Protocol version (solo 00 per adesso)
 - Type (data, control, or management)
 - Subtype fields (e.g., RTS or CTS)
 - To DS and From DS (to or from the network after the AP)
 - More fragments -> A questo fragment ne seguiranno altre
 - Retry -> Indica se è una retransmission
 - Power management -> Chi manda questo frame sta per entrare in power-save mode
 - More data -> Chi manda questo frame has dei frames addizionali per il ricevente
 - Protected Frame -> Il payload del frame è stato been cifrato per sicurezza
 - Order -> Ordine -> informa il ricevente che i layer superiori si aspettano che la sequenza dei frames arrive in ordine (no ordering upper layer va gestito qua)

Struttura del frame Wi-Fi



- **Duration control:**
 - Per quanto il frame ed il suo acknowledgement occuperanno il canale (NAV)
- **Address 1, 2, 3:**
 - receiver, transmitter, final destination
- **Sequence:**
 - numero del frame in modo da trovare i frames duplicati
- **Data:**
 - Il vero e proprio payload, up to 2312 bytes
- **Frame check sequence:**
 - 32-bit CRC

Servizi del Wi-Fi

- Definiti dallo standard:
 - Association:
 - per connettersi ad un AP
 - Reassociation:
 - per connettersi ad un altro AP nella stessa rete
 - Disassociate:
 - per disconnettersi dall' AP
 - Autenticazione:
 - diversi metodi disponibili
 - WEP (Wired Equivalent Privacy):
 - password condivisa che cifra tutti i messaggi, molto facile da rompere
 - WPA2 (WiFi Protected Access 2):
 - L'AP può parlare con un authentication server che ha un database di username e password delle the stations e decide se si possono ammettere alla rete
 - In alternativa, una pre-shared key può essere configurata

NetAnim

- Step di installazione sulla VM
 - `sudo apt install qt5-default mercurial`
 - `hg clone http://code.nsnam.org/netanim`
 - `cd netanim`
 - `make clean`
 - `qmake NetAnim.pro`
 - `make`
- Link utili:
 - https://www.nsnam.org/wiki/NetAnim_3.108