

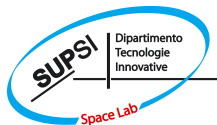
AX.25

Amateur Radio Protocol

M. Maiolo D. Vosti

Stage presso SUPSI-SpaceLab

agosto 2006



Outline

- 1 Introduzione
 - Dati
- 2 Layers
 - Single Link
 - Multiple Stream
- 3 Frames I
 - U,I,S frames
 - U e S frame
 - I frame
 - Note
- 4 Frames II
 - S frames
 - U frames

Dati

- **Half-Full duplex Amateur Radio Protocol**
- Connessione diretta tra 2 radio oppure tra una stazione e un multiport-controller
- Permette l'autoconnessione
- Assume che i devices siano DTE
- Funziona anche senza i layers superiori

Dati

- Half-Full duplex Amateur Radio Protocol
- Connessione diretta tra 2 radio oppure tra una stazione e un multiport-controller
- Permette l'autoconnessione
- Assume che i devices siano DTE
- Funziona anche senza i layers superiori

Dati

- Half-Full duplex Amateur Radio Protocol
- Connessione diretta tra 2 radio oppure tra una stazione e un multiport-controller
- Permette l'autoconnessione
- Assume che i devices siano DTE
- Funziona anche senza i layers superiori

Dati

- Half-Full duplex Amateur Radio Protocol
- Connessione diretta tra 2 radio oppure tra una stazione e un multiport-controller
- Permette l'autoconnessione
- Assume che i devices siano DTE
- Funziona anche senza i layers superiori

Dati

- Half-Full duplex Amateur Radio Protocol
- Connessione diretta tra 2 radio oppure tra una stazione e un multiport-controller
- Permette l'autoconnessione
- Assume che i devices siano DTE
- Funziona anche senza i layers superiori

Single Link

Modello

Data Link	Segmenter	Management Data Link
	Data Link	
	Link multiplexer	
Physical Link	Phisycal	
	Silicon/Radio	

Multiple Stream

Modello

Data Link	Segmenter	Management	Segmenter	Management
	Data Link	Data Link	Data Link	Data Link
Link multiplexer				
Physical Link	Phisycal			
	Silicon/Radio			

[Next]

Segmenter

[back]

Segmenter

- Accetta inputs dai layers più alti tramite DLSAP^a
- Se l'input eccede la capacità del frame il segmenter lo frammenta
- I segmenti vengono riassemblati dai layers superiori attraverso il DLSAP
- Non cambia il segnale

^aData Link Service Access Point

Data Link

[back]

Data Link

- Fornisce la logica per stabilire e rilasciare la connessione
- Permette lo scambio di informazioni in *connectionless* e *connection-oriented*
- Per ogni Data Link ci vuole una *data-link-machine* indipendente
- Non cambia il segnale

Management data link

[back]

Management data link

- Fornisce la regolazione dei parametri
- Uno per ogni data link

Link multiplexer

[back]

Link multiplexer

- Permette a 1 o più data link di condividere lo stesso canale fisico
- Uno per ogni link multiplexer

Physical Link

[back]

Physical Link

- Manipola il trasmettitore e il ricevitore
- Uno per ogni canale fisico
- 2 standard: half e full duplex

Frames

[Back]

Ci sono 3 tipi principali di frames:

- Information frame (I frame)
- Supervisory frame (S frame)
- Unnumbered frame (U frame)

Tutti i campi vengono trasmessi dal LSB al MSB tranne FCS.

Frames

[Back]

Ci sono 3 tipi principali di frames:

- Information frame (I frame)
- Supervisory frame (S frame)
- Unnumbered frame (U frame)

Tutti i campi vengono trasmessi dal LSB al MSB tranne FCS.

Frames

[Back]

Ci sono 3 tipi principali di frames:

- Information frame (I frame)
- Supervisory frame (S frame)
- Unnumbered frame (U frame)

Tutti i campi vengono trasmessi dal LSB al MSB tranne FCS.

Frames

[Back]

Ci sono 3 tipi principali di frames:

- Information frame (I frame)
- Supervisory frame (S frame)
- Unnumbered frame (U frame)

Tutti i campi vengono trasmessi dal LSB al MSB tranne FCS.

Frames

[Back]

Ci sono 3 tipi principali di frames:

- Information frame (I frame)
- Supervisory frame (S frame)
- Unnumbered frame (U frame)

Tutti i campi vengono trasmessi dal LSB al MSB tranne FCS.

U e S frame

La trama

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

I frame

La trama

Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	8 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Flag

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Flag

- Delimita il frame
- Tra 2 frames 1 solo Flag
- Il messaggio 7E non può apparire da nessun'altra parte

Flag

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Flag

- Delimita il frame
- Tra 2 frames 1 solo Flag
- Il messaggio 7E non può apparire da nessun'altra parte

Flag

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Flag

- Delimita il frame
- Tra 2 frames 1 solo Flag
- Il messaggio 7E non può apparire da nessun'altra parte

Flag

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Flag

- Delimita il frame
- Tra 2 frames 1 solo Flag
- Il messaggio 7E non può apparire da nessun'altra parte

Address

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Address

- Source e Destination
- Command e Response information
- Composto da Callsign (caratteri alfanumerici) e SSID (4 interi che identificano i Callsign uguali)

Address

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Address

- Source e Destination
- Command e Response information
- Composto da Callsign (caratteri alfanumerici) e SSID (4 interi che identificano i Callsign uguali)

Address

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Address

- Source e Destination
- Command e Response information
- Composto da Callsign (caratteri alfanumerici) e SSID (4 interi che identificano i Callsign uguali)

Address

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Address

- Source e Destination
- Command e Response information
- Composto da Callsign (caratteri alfanumerici) e SSID (4 interi che identificano i Callsign uguali)

Control

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Control

- Tipo di frame
- Attributi della connessione di livello 2

Control

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Control

- Tipo di frame
- Attributi della connessione di livello 2

Control

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Control

- Tipo di frame
- Attributi della connessione di livello 2

PID

Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	8 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

PID

- Identifica il protocollo di livello 3 (se presente)

PID

Flag	Address	Control	PID	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	8 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

PID

- Identifica il protocollo di livello 3 (se presente)

Info

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Info

- Solo nei frame I/UI/XID/TEST/FRMR
- Default 256 bytes, passato in modo trasparente
- Non deve passare la sequenza 7E → bit stuffing

Info

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Info

- Solo nei frame I/UI/XID/TEST/FRMR
- Default 256 bytes, passato in modo trasparente
- Non deve passare la sequenza 7E → bit stuffing

Info

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Info

- Solo nei frame I/UI/XID/TEST/FRMR
- Default 256 bytes, passato in modo trasparente
- Non deve passare la sequenza 7E → bit stuffing

Info

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

Info

- Solo nei frame I/UI/XID/TEST/FRMR
- Default 256 bytes, passato in modo trasparente
- Non deve passare la sequenza 7E → bit stuffing

FCS

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

FCS

- Controlla gli errori di trasmissione

Il frame non è considerato valido se:

- FCS errato
- Il frame non è lungo un numero intero di bytes
- non è chiuso da 2 Flags
- compresi i Flags la lunghezza è < 136 bits

FCS

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

FCS

- Controlla gli errori di trasmissione

Il frame non è considerato valido se:

- FCS errato
- Il frame non è lungo un numero intero di bytes
- non è chiuso da 2 Flags
- compresi i Flags la lunghezza è < 136 bits

FCS

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

FCS

- Controlla gli errori di trasmissione

Il frame non è considerato valido se:

- FCS errato
- Il frame non è lungo un numero intero di bytes
- non è chiuso da 2 Flags
- compresi i Flags la lunghezza è < 136 bits

FCS

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

FCS

- Controlla gli errori di trasmissione

Il frame non è considerato valido se:

- FCS errato
- Il frame non è lungo un numero intero di bytes
- non è chiuso da 2 Flags
- compresi i Flags la lunghezza è < 136 bits

FCS

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

FCS

- Controlla gli errori di trasmissione

Il frame non è considerato valido se:

- FCS errato
- Il frame non è lungo un numero intero di bytes
- non è chiuso da 2 Flags
- compresi i Flags la lunghezza è < 136 bits

FCS

Flag	Address	Control	Info	FCS	Flag
01111110	112/224 bits	8/16 bits	$n \cdot 8$ bits	16 bits	01111110

FCS

- Controlla gli errori di trasmissione

Il frame non è considerato valido se:

- FCS errato
- Il frame non è lungo un numero intero di bytes
- non è chiuso da 2 Flags
- compresi i Flags la lunghezza è < 136 bits

N.B.

N.B.

- Se un frame viene abortito vengono inviati 15 '1' senza bit stuffing
- Se si lascia la trasmissione aperta senza inviare frames, vengono inviati continui e contigui Flags

Codifica dell'Address

Senza repeater

A1-A6	SSID	A8-A13	SSID
6 bytes	CRRSSID0 ^a	6 bytes	CRRSSID1 ^b

^aC=Command/Response,R=Reserved

^bbit a '1' segnala la fine dell'Address

Con repeater (max 2)

A1-A6	SSID	A8-A13	SSID	A15-A20	SSID	A22-A27	SSID
6 bytes	CRRSSID0	6 bytes	CRRSSID0	6 bytes	HRRSSID0 ^a	6 bytes	HRRSSID1

^aH=has-been-repeated

Codifica dell'Address

Senza repeater

A1-A6	SSID	A8-A13	SSID
6 bytes	CRRSSID0 ^a	6 bytes	CRRSSID1 ^b

^aC=Command/Response,R=Reserved

^bbit a '1' segnala la fine dell'Address

Con repeater (max 2)

A1-A6	SSID	A8-A13	SSID	A15-A20	SSID	A22-A27	SSID
6 bytes	CRRSSID0	6 bytes	CRRSSID0	6 bytes	HRRSSID0 ^a	6 bytes	HRRSSID1

^aH=has-been-repeated

Control Field I

Modulo 8 (max 7 connessioni alla volta)

bit	7 6 5	4	3 2	1	0
I	N(R)	P	N(S)		0
S	N(R)	P/F	SS	0	1
U	MMM	P/F	MM	1	1

modulo 128 (max 127 connessioni alla volta)

bit	15-9	8	7-2	1	0
I	N(R)	P	N(S)		0
S	N(R)	P/F	0000SS	0	1

Control Field I

Modulo 8 (max 7 connessioni alla volta)

bit	7 6 5	4	3 2	1	0
I	N(R)	P	N(S)		0
S	N(R)	P/F	SS	0	1
U	MMM	P/F	MM	1	1

modulo 128 (max 127 connessioni alla volta)

bit	15-9	8	7-2	1	0
I	N(R)	P	N(S)		0
S	N(R)	P/F	0000SS	0	1

Control Field II

Definition

N(S) = sequence number (numero di questo frame)

N(R) = receive sequence number (numero del prossimo frame atteso)

S = supervisory function bits (serve da ack o richiesta ritrasmissione)

M = unnumbered frame modifier bits

P/F = Poll/Final bit (Poll: command, richiesta di risposta immediata; Final: risposta al Poll)

Receive Ready (RR)

Command & Response

RR

- il mittente è in grado di ricevere I frames
- ack della ricezione di I frame $(N(R)-1)$
- ripulisce un RNR
- con $P=1$ richiesta di trasmissione dello stato del TNC^a

^aTerminal Node Controller

Receive not Ready (RNR)

Command & Response

RNR

- TNC occupato, non accetta I frames
- ack della ricezione di I frame $(N(R)-1)$
- i frame $N(R)$ e seguenti da riinviare
- con $P=1$ richiesta di trasmissione dello stato del TNC
- Ripulito con UA/RR/REJ/SABM(E)

Reject (REJ)

Command & Response

REJ

- Richiesta trasmissione di I frame da $N(R)$
- ack della ricezione di I frame $(N(R)-1)$
- Ripulito con la ricezione del I frame $N(R)$
- con $P=1$ richiesta di trasmissione dello stato del TNC

Selective Reject (SREJ)

Command & Response

SREJ

- Richiesta ritrasmissione del I frame $N(R)$
- Con $P/F = 1$: ack della ricezione di I frame $(N(R)-1)$
- Ripulito con la ricezione del I frame $N(R)=N(S)$
- È permesso più SREJ con $N(R)$ differenti

Set Asynchronous balanced Mode (SABM)

Command

SABM

- Mette i 2 TNC in modalità Asynchronous balanced (modulo 8)
- Senza campo Information
- Chi riceve un SABM conferma la sua ricezione e accettazione con UA, se rifiuta DM
- È permesso più SREJ con $N(R)$ differenti

Set Asynchronous balanced Mode Extended (SABME) Command

SABME

- Mette i 2 TNC in modalità Asynchronous balanced extended (modulo 128)
- Un TNC con una versione AX.25 < v2.2 risponde con FRMR

Disconnet (DISC)

Command

DISC

- Termina la sessione
- Senza campo Information
- La conferma di un DISC con UA, ricevuta l'UA la comunicazione si disconnette
- Gli I frame senza ack restano senza ack

Unnumbered Acknowledge (UA)

Response

UA

- Conferma e accetta un SABM(E) o un DISC
- Senza campo Information

Disconnect Mode (DM)

Response

DM

- Inviato da un TNC quando non riceve un SABM(E) o un UI durante la disconnessione
- Senza campo Information

Unnumbered Information (UI)

UI

- Scambio di informazioni bypassando i controlli
- Con campo PID e Information
- Non vengono ACK
- Con P=1 richiede una risposta (DM/RR/RNR)

Exchange Identification (XID)

XID

- Serve per farsi identificare
- Campo Information opzionale
- In risposta a XID: XID/UA/FRMR
- Nel campo Information (se presente) contiene parametri e identificatori

TEST (TEST)

TEST

- Test della connessione
- Si risponde con TEST
- Campo Information opzionale

Disassembler/Reassembler

- Solo con 2 TNC con AX.25 > v.2.2
- Permette la trasmissione di pacchetti più lunghi di N1 (parametro, default 256 bytes)
- Aggiunge < 1% di overhead
- attacca 2 bytes ad ogni segmento

Disassembler/Reassembler

- Solo con 2 TNC con AX.25 > v.2.2
- Permette la trasmissione di pacchetti più lunghi di N1 (parametro, default 256 bytes)
- Aggiunge < 1% di overhead
- attacca 2 bytes ad ogni segmento

Disassembler/Reassembler

- Solo con 2 TNC con AX.25 > v.2.2
- Permette la trasmissione di pacchetti più lunghi di N1 (parametro, default 256 bytes)
- Aggiunge < 1% di overhead
- attacca 2 bytes ad ogni segmento

Disassembler/Reassembler

- Solo con 2 TNC con AX.25 > v.2.2
- Permette la trasmissione di pacchetti più lunghi di N1 (parametro, default 256 bytes)
- Aggiunge < 1% di overhead
- attacca 2 bytes ad ogni segmento

Timers

- **13 Timers**
- Ack timer
- Response Delay timer
- Inactive link timer
- ...

Timers

- 13 Timers
- Ack timer
- Response Delay timer
- Inactive link timer
- ...

Timers

- 13 Timers
- Ack timer
- Response Delay timer
- Inactive link timer
- ...

Timers

- 13 Timers
- Ack timer
- Response Delay timer
- Inactive link timer
- ...

Timers

- 13 Timers
- Ack timer
- Response Delay timer
- Inactive link timer
- ...

Parameters

- Maximum Number of Octets in a I frame ($N1$) → negoziato tra TNC
- Maximum Number of Retries ($N2$)
- Maximum Number of I frames Outstanding (K) → 7 (modulo 8), 127 (modulo 128)
- ...

Parameters

- Maximum Number of Octets in a I frame ($N1$) → negoziato tra TNC
- Maximum Number of Retries ($N2$)
- Maximum Number of I frames Outstanding (K) → 7 (modulo 8), 127 (modulo 128)
- ...

Parameters

- Maximum Number of Octets in a I frame ($N1$) → negoziato tra TNC
- Maximum Number of Retries ($N2$)
- Maximum Number of I frames Outstanding (K) → 7 (modulo 8), 127 (modulo 128)
- ...

Parameters

- Maximum Number of Octets in a I frame ($N1$) → negoziato tra TNC
- Maximum Number of Retries ($N2$)
- Maximum Number of I frames Outstanding (K) → 7 (modulo 8), 127 (modulo 128)
- ...

Sommarrio

done

Il progetto è stato inviato

La documentazione è stata raccolta

Il codice è scritto in C per MSP430 su CrossStudio

to do

Il codice non è completo!

Sommarrio

done

Il progetto è stato inviato

La documentazione è stata raccolta

Il codice è scritto in C per MSP430 su CrossStudio

to do

Il codice non è completo!

Bibliografia

-  AX.25 Link Access Protocol for Amateur Packet Radio, Tucson Amateur Packet Radio Corporation (TAPR), v.2.2, July 1998
-  mailing-list:
<https://lists.tapr.org/cgi-bin/mailman/listinfo/ax25-layer2>

