Amateur Packet Radio

LE BASI DELLA RETE

Definizione di rete: Un collezione di apparati linkati insieme in modo che una stazione possa parlare con ogni altra stazione della rete. (Rete locale = LAN o Rete mondiale = INTERNET)

Nel più semplice dei casi, una rete packet per radioamatori è composta da poche stazioni poste entro un raggio diretto di comunicazione con le altre, su una singola frequenza. (Vedi Fig. 1)

Una rete più complessa implica il **Digipeating** (ripetitore packet) per estendere il raggio di comunicazione di una stazione, ed il **Gateway** per permettere l'accesso di stazioni aventi diverse capacità.

(Vedi Fig. 2)

Amateur Packet Radio

LA RETE SEMPLICE

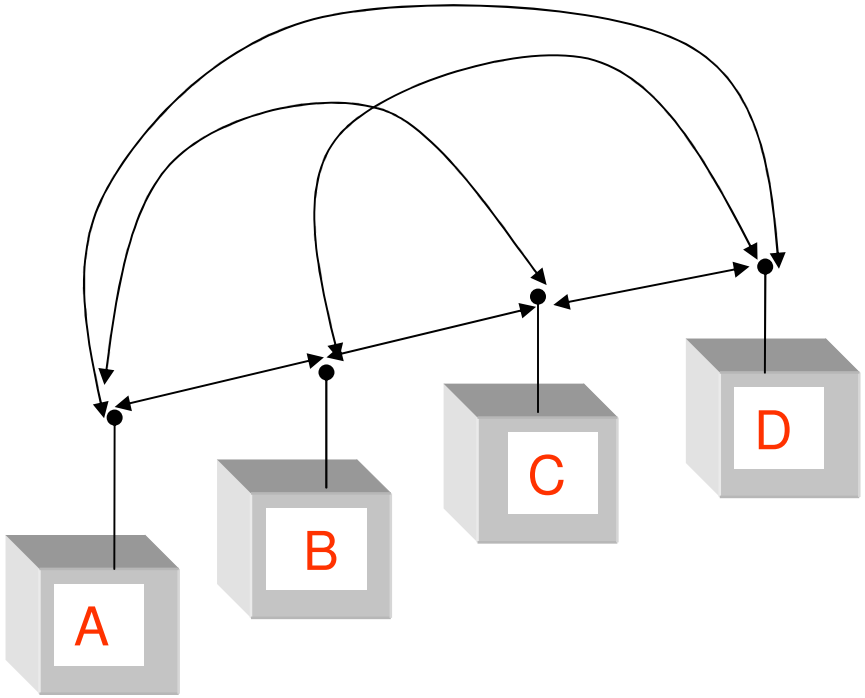


Fig. 1 - Diagramma di una rete semplice nella quale tutte le stazioni possono comunicare direttamente con le altre.

Amateur Packet Radio

LA RETE PIU' COMPLESSA

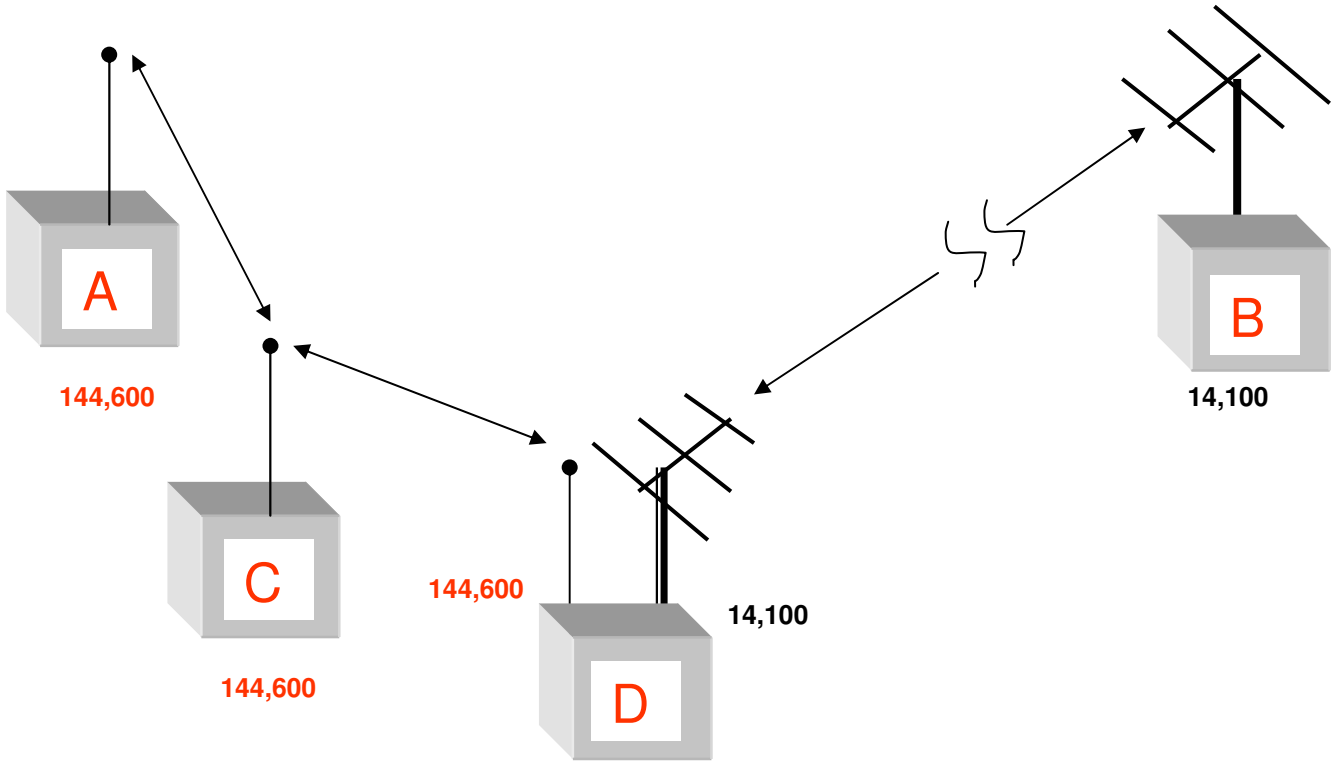


Fig. 2 – Diagramma di una rete più complessa nella quale sono utilizzati un digipeater (C) ed un gateway (D) per permettere alla stazione (A) sui 2 metri di comunicare con la stazione (B) sui 20 metri.

Amateur Packet Radio

LA STORIA

Il **packet radio**, come il **CW**, l'**RTTY**, la **fonia**, hanno delle procedure standard per iniziare e scambiare le informazioni durante il QSO.
Il **protocollo** è l'insieme delle procedure.

In packet radio i radioamatori utilizzano per la maggior parte il protocollo **AX.25**.
Ogni **TNC** (Terminal Node Controller) ha al suo interno questo protocollo.

AX.25 ha iniziato la sua vita come parte del protocollo (strato LINK) **CCITT X.25** usato per lo scambio dati su rete dati che in Italia si chiama **ITAPAC**.
Un altro nome dato allo strato di Link di questo protocollo è **LAPB** (Link Access Protocol Balanced)

Il **LAPB** da solo fa parte di una classe di procedure conosciute come **HDLC** (High-level Data Link Control) che sono divenute uno standard internazionale **ISO** (International Standard Organization)

Amateur Packet Radio

LA STORIA

HDLC è un protocollo sincrono, molto usato nella telematica. Non usa i bit di start e di stop per ogni carattere come fa la RTTY sia in ASCII che in Baudot, ed è pertanto più efficiente a spese di una maggiore complessità circuitale.

X.25/LAPB/HDLC viene usato nelle reti **punto a punto** (point to point) diverse dal canale radio di tipo broadcast, uno a molti.

Il **LAPB** non ha indirizzamento perché nel traffico punto a punto non serve.

Per rendere il **LAPB** utilizzabile in campo radio con un canale multiutente, vi è stata aggiunta la possibilità di indirizzamento dei messaggi (aggiunta dei nominativi) divenendo così **AX.25**.

Il canale radio così si è trasformato in una rete (**Network**) con pacchetti, scambiati tra le stazioni, che contengono e trasportano un indirizzamento.

In ambito commerciale tutto questo ci porta alla **LAN** (Local Area Networks – rete locale), la più famosa delle quali è **ETHERNET**.

Amateur Packet Radio

LA STORIA

Ogni pacchetto contiene l'indirizzo completo della sua sorgente e della sua destinazione e prende il nome di **Datagramma** (Datagram).
AX.25 ha due strati:
1° livello (lower sublayer – substrato più basso) cura l'indirizzamento pacchetto per pacchetto.
2° livello (upper sublayer – substrato più alto) permette la connessione, cura la trasmissione dei pacchetti, dei pacchetti perduti e crea i pacchetti di controllo necessari al QSO.

E' possibile evitare il livello più alto, il secondo, e quindi la costrizione di essere in connessione, usando solo il livello inferiore, il primo.
Ciò si verifica con la trasmissione di pacchetti di tipo **UI** (Unnumbered Information) in cui non c'e' la necessità di mettere un indirizzo del destinatario che debba darci la conferma di ricezione (ACK).

E' anche un modo di trasmissione di tipo **broadcast** (uno a molti) come i **Beacons** e i messaggi **Unproto** di un **BBS**, che sono rivolti a tutte le stazioni in rete locale ma che non sono in connessione.

Amateur Packet Radio

L.A.P.B. (Link Access Procedure Balanced)

AX.25 è basato sul **LAPB** (Link Access Procedure Balanced – Accesso link con procedura bilanciata)
Vediamo di spiegare cosa è il **LAPB**.

In una normale rete HDLC/ISO vi sono numerose stazioni "schiave" (slave) o utenti finali, tutti linkati ad un controllore centrale (Master) o sistema Host.
La stazione Master è generalmente più "intelligente" delle stazioni schiave e molto più abile nel gestire il link.
Questa configurazione di rete è "sbilanciata" poiché le stazioni non possiedono tutte le stesse capacità.

Nel packet radio per radioamatori tutte le stazioni devono avere le stesse capacità in una configurazione "bilanciata" eliminando il bisogno di una stazione Master o Host.
Questo tipo di configurazione viene fornito dal **LAPB** sotto **HDLC**.

Amateur Packet Radio

MULTIPLEXING 1

Il metodo che permette di condividere una comunicazione fra un gruppo di utenti si chiama **multiplexing**.

Esistono due forme di multiplexing:

FDM (Frequency Division Multiplexing) permette ad ogni utente che trasmette di avere un canale separato per le comunicazioni. La stazione occupa la frequenza fino a che non ha finito la trasmissione (FDM statico). Cioè le stazioni durante la connessione non cambiano la loro frequenza di trasmissione. Esempio: Stazioni radio in FM stereo.

TDM (Time Division Multiplexing) permette agli utenti la spartizione di un unico canale senza interferenze con gli altri. La frequenza viene suddivisa a tempo fra gli utenti con traffico da trasmettere (uso del **CSMA/CD** – Carrier Sense Multiple Access Collision Detection).

Amateur Packet Radio

MULTIPLEXING 2

Ma come fa una stazione a sapere quando deve trasmettere ?

Lo viene a sapere mediante i controlli di accesso ad un canale di trasmissione che sono di 3 tipi :

ACCESSO CASUALE (Random Access) usato dal packet radio con il metodo **CSMA/CD** (**Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection**). La stazione che deve trasmettere monitorizza il canale, lo esamina per vedere se è libero e in caso affermativo inizia a trasmettere, se no, attende. In caso di collisione tra due stazioni che trasmettono nello stesso tempo, esse non riceveranno la conferma (ACK) e dopo un tempo casuale inizieranno la ritrasmissione.

SELEZIONE (Polling) una stazione principale (Master) chiede alle altre stazioni della rete se hanno traffico da trasmettere. Il canale viene liberato dalla stazione principale dopo ogni trasmissione effettuata a turno. Le altre stazioni attendono il segnale di libero prima di trasmettere.

Amateur Packet Radio

MULTIPLEXING 3

CONTRASSEGNO PASSANTE (Token Passing o Token Ring) un codice elettronico (sequenza binaria) viene passato da una stazione all'altra fino a che esso arriva ad una che ha traffico da inviare che si impossessa del codice e inizia a trasmettere. La frequenza rimane libera in quanto solo alla stazione in possesso del codice è permessa la trasmissione. Finita la trasmissione passa il codice alla successiva stazione della rete.

PROTOCOLLI DEL PACKET RADIO

SCOPO : Elaborare i dati alla fonte fino alla sua destinazione nel modo più veloce, accurato ed efficiente possibile. Il protocollo deve essere in grado di determinare quando l'informazione non viene ricevuta correttamente, tenere traccia dello stato della connessione, trasferire i dati, assicurare la compatibilità degli apparati ecc.

Amateur Packet Radio

PROTOCOLLI C.O.P. e B.O.P.

C.O.P. (Character Oriented Protocol – Protocollo orientato al carattere) :
I dati da trasmettere debbono essere rappresentati come caratteri di lunghezza fissa, di solito 7 o 8 bits (1 byte)
Si ha un limite al tipo di informazione che può essere trasmessa.
Tutte le lunghezze della trasmissione dati devono essere un multiplo della lunghezza specificata del carattere.
COP è molto utile per trasmettere un testo,e meno utile nel packet radio che è destinato a trasmettere ogni tipo di dati digitali (caratteri con diversa lunghezza, grafici e formati particolari) nella forma più condensata possibile.

B.O.P. (Bit Oriented Protocol – Protocollo orientato al bit) :
Permette la trasmissione dei dati in ogni formato digitale
Viene usato dall'HDLC nello strato Data Link del packet radio per radioamatori.
Se l'informazione di controllo è lunga solo 3 o 4 bits, il BOP consumerà solo quelli e non 7 o 8 bits come fa il COP.

Amateur Packet Radio

ORGANIZZAZIONE DEL PROTOCOLLO OSI/RM

1

La **International Standard Organization (I.S.O.)** ha sviluppato un modello di riferimento per le reti conosciuto come **Open System Interconnection Reference Model (OSI/RM)** progettato per aiutare lo scambio delle informazioni tra i sistemi anche complessi come una rete a livello mondiale.
L'**OSI/RM** suddivide le funzioni di rete in livelli basati sul loro scopo.

Ogni livello **OSI/RM** trasferisce i dati a quello direttamente sopra e sotto di esso. Esso interfaccia i vari livelli e i dati prodotti nel livello più alto vengono passati serialmente in quelli più bassi.
Le informazioni vengono elaborate ad ogni livello fino al livello più basso.
Quando i dati vengono ricevuti, il percorso viene invertito ed essi vengono ritrasmessi ai livelli superiori.
Ogni livello elimina le informazioni aggiunte dal suo equivalente livello dalla stazione trasmittente.
Quando i dati giungono al punto di origine, sono esattamente come quando sono stati immessi nella rete.

Amateur Packet Radio

ORGANIZZAZIONE DEL PROTOCOLLO OSI/RM

Ogni livello opera indipendentemente ed ha un suo protocollo che può essere cambiato senza influenzare il resto.
I vari livelli ed i relativi protocolli formano l'architettura della rete.
La flessibilità e struttura dell' OSI/RM aiuta a mantenere la compatibilità tra i sistemi packet.
E' suddiviso in sette livelli, ognuno adatto a particolari compiti e sono nominati secondo le loro funzioni. (Vedi Fig. 3)

E' d'uso comune riferirsi ad un layer (strato) con un suo numero di livello, per esempio, "level 1" è sinonimo del livello fisico, "level 2" del livello LINK, e così via.

Amateur Packet Radio

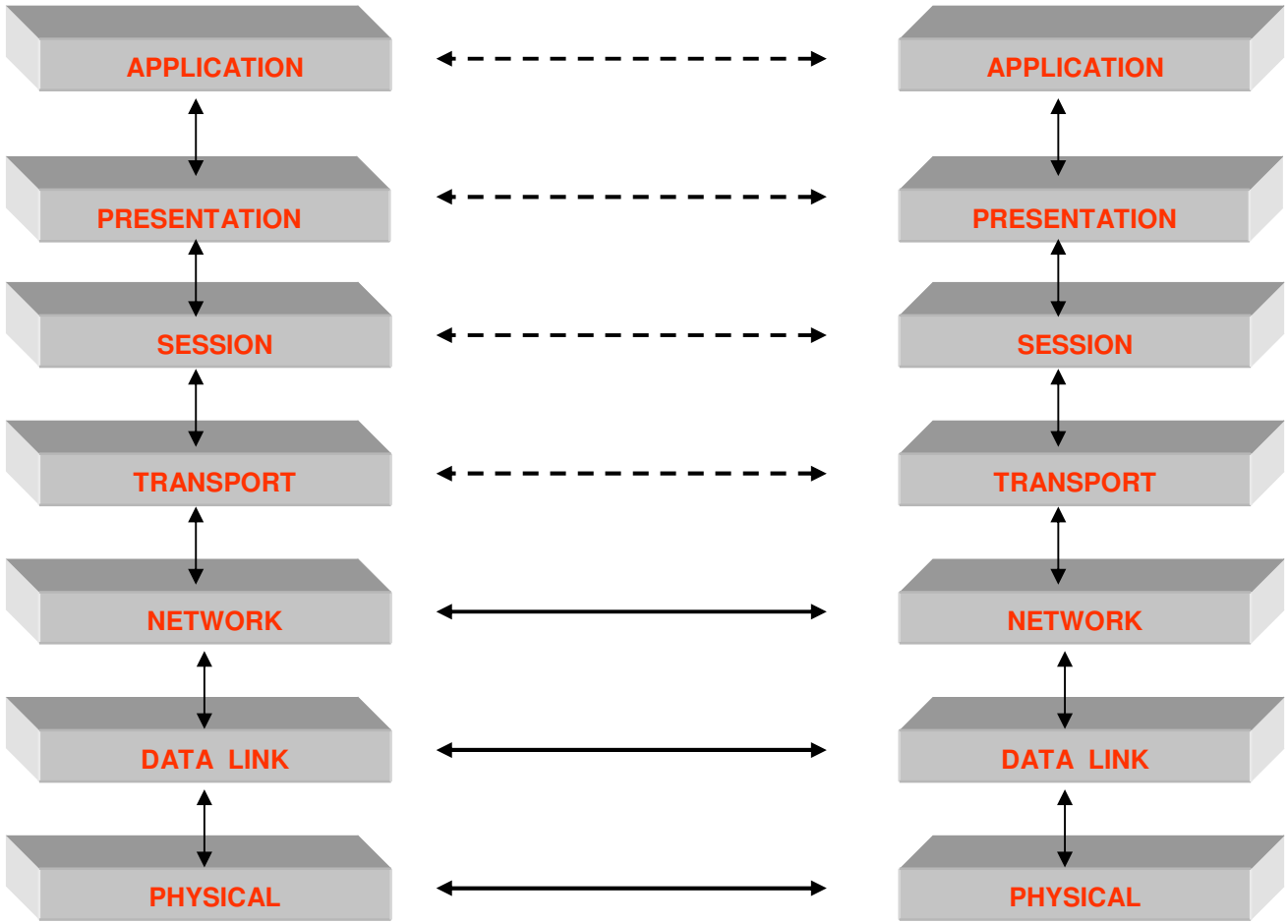


Fig. 3 – **Livelli del OSI/RM**. Le frecce in nero continuo, indicano gli strati che devono essere implementati ad ogni nodo. Gli strati indicati con le frecce segmentate devono essere implementati solamente nei nodi di origine e destinazione.

Amateur Packet Radio

LIVELLI DELL' OSI/RM X.25

LIVELLO 1 = Strato Phisical (Fisico)
La trasmissione dei dati avviene tramite la connessione fisica tra i vari dispositivi meccanici (cavi, modem), elettrici (livelli tensione e corrente), procedurali (regole, sequenze, tipo modulazione, velocità)

LIVELLO 2 = Strato Data Link (Collegamento)
Ha lo scopo di fornire la trasmissione fidata dei dati (rilevamento e correzione dell'errore).
Questo strato deve essere indipendente dai dati trasmessi e non può alterarli per nessun motivo.
Deve accettare i dati e spezzettarli in segmenti per la trasmissione e quando ad essi vengono aggiunte le informazioni di protocollo, si formano i pacchetti.
Ogni pacchetto deve essere delimitato (Flag - esame dell'inizio e fine del pacchetto) e trasparente (visto come una serie di bits)
Il pacchetto viene esaminato al momento della ricezione e se viene trovato un errore, viene ritrasmesso dall'ultima stazione.

Amateur Packet Radio

LIVELLI DELL' OSI/RM X.25

I pacchetti devono essere consegnati nello stesso ordine nel quale vengono trasmessi.
Il protocollo standard del livello 2 – strato Data Link – è l'HDLC (High-level Data Link Control).

LIVELLO 3 = Strato Network (Rete)
Provvede al trasferimento (trasmissione) trasparente di tutti i dati forniti dallo strato Transport, livello 4.
I sistemi possono essere connessi punto a punto (direttamente) oppure avere molti nodi lungo il percorso.
Questo strato fornisce le funzioni di instradamento (routing) che occorrono per trasferire i dati da un sistema all'altro.
Ogni sistema può agire da ripetitore.
Il protocollo standard dello strato Network è lo X.25 (AX.25 per i radioamatori).

Amateur Packet Radio

LIVELLI DELL' OSI/RM X.25

LIVELLO 4 = Strato Transport (Trasporto)

Controlla la funzionalità di rete tra i livelli a lui superiore ed inferiore.
Controlla la sequenzialità dei pacchetti (flow-control)
Controlla le comunicazioni tra mittente e destinatario (End to End).

LIVELLO 5 = Strato Session (Sessione)

E' responsabile dell'inizio e della fine delle comunicazioni fra le stazioni della rete.

LIVELLO 6 = Strato Presentation (Presentazione)

Manipola la trasformazione dei dati (conversioni Ascii-Baudot, compressione, encriptazione, forma di esposizione grafica sul terminale) e la sintassi di selezione.
Se i due sistemi usano apparati non compatibili, usa le conversioni necessarie per il trasferimento dei dati.

LIVELLO 7 = Strato Application (Applicativo)

Il suo protocollo esegue i preparativi per gestire i programmi applicativi (software dell'utente) o le funzioni del computer controllate dal sistema.

Amateur Packet Radio

OSI/RM E PROTOCOLLO AX.25

I livelli OSI/RM implementati per il packet radio per radioamatori sono tre: **Physical**, **Data Link** e diverse forme di strato **Network**.

STRATO PHYSICAL

Nello strato Physical sono molto usate :

1. le modulazioni standard Bell 202 e 103.
2. La interfaccia seriale asincrona RS232C
3. Altre modulazioni utilizzanti modem ad alta velocità (Es. 9600 baud G3RUH, 38400 baud Manchester 1 e 2)

Un'area dello strato Physical riguarda la tecnica della codificazione che definisce il formato del segnale modulato.
In RTTY e packet radio viene usato il formato bipolare in cui vengono usati due differenti livelli (toni) per rappresentare un 1 e uno 0 (zero).
Nella codificazione unipolare viene usato un singolo tono (presenza = 1, assenza = 0). Vedi Fig. 4.

Amateur Packet Radio

FORMATO E TECNICA DI CODIFICAZIONE

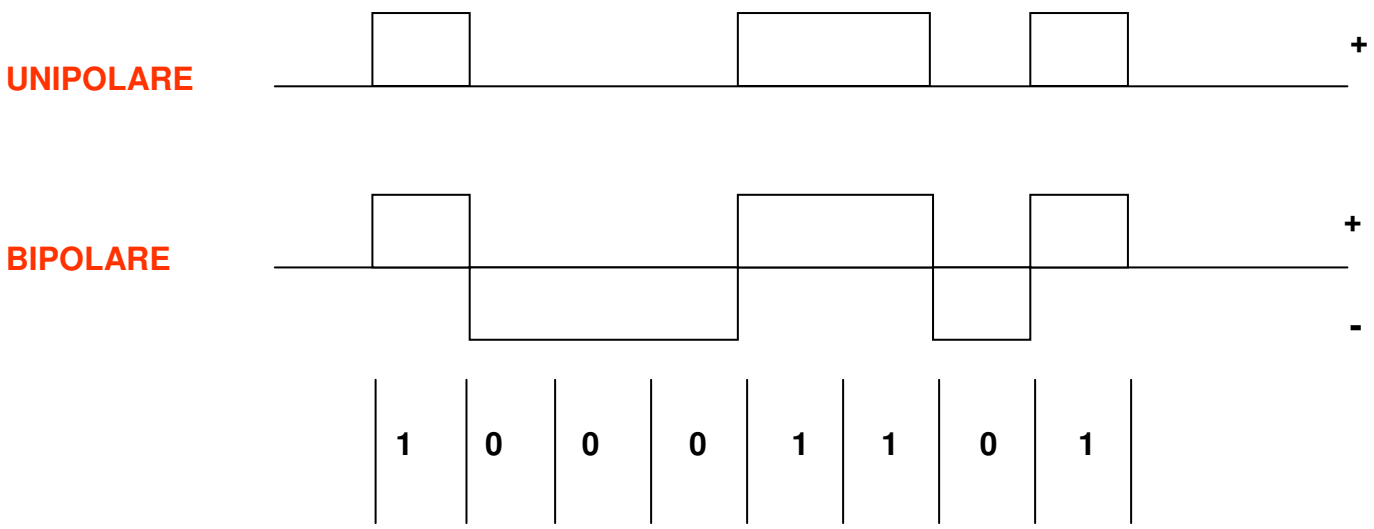


Fig. 4 - Tecniche di codificazione : Unipolare e Bipolare

Amateur Packet Radio

FORME DI CODIFICAZIONE BIPOLARE

NRZ (non return to zero) o **NRZ-L** (usato in RTTY e Amtor). Vedi Fig. 5

NRZ-I (NRZ-inverted) o **NRZ-S** (usato in packet radio e supportato da tutti i TNC). Vedi Fig. 5
Uno zero binario causa la variazione tra i livelli del segnale.
Un 1 binario rimane al normale suo livello.

NRZ-M è il contrario di NRZ-I

PPM - Pulse Position Modulation
PDM - Pulse Duration Modulation
MANCHESTER 1 e 2

Amateur Packet Radio

FORMATO E TECNICA DI CODIFICAZIONE BIPOLARE

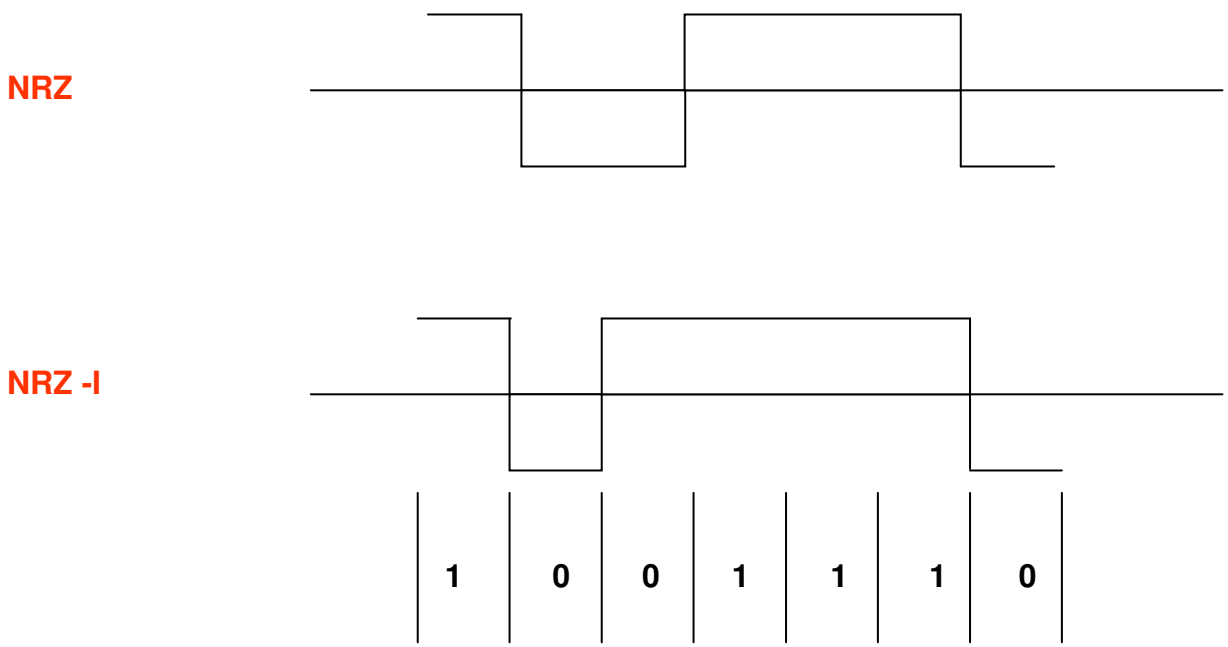


Fig. 5 - Tecniche di codificazione bipolare NRZ e NRZ - I

Amateur Packet Radio

OSI/RM E PROTOCOLLO AX.25

STRATO DATA LINK

Viene usato il protocollo **AX.25** che è sostenuto dalla maggioranza dei TNC.
Vi sono altri protocolli : **V1** e **V2** della **VADCG** (Vancouver Amateur Digital Communication Group)
Tutti e tre i protocolli sono basati sullo standard **HDLC/ISO**

HDLC

E' lo strato **Data Link dell'AX.25** ed è responsabile della consegna esente da errore delle informazione attraverso la rete.
I dati vengono ridotti in blocchi (frames) per la trasmissione.

HDLC ha 3 sottostrati che riguardano:

1) Trasparenza del flusso dei bits.
2) Formato del pacchetto.
3) Cooperazione fra le stazioni.

Amateur Packet Radio

OSI/RM E PROTOCOLLO AX.25

HDLC – 1° Sottostrato : Trasparenza del flusso di bits

Tutti i dati che debbono essere trasmessi vengono impacchettati nello stesso modo.
HDLC deve solo marcare l'inizio e la fine dei pacchetti (uso del flag-segnale)
Tutti i dati dovrebbero passare attraverso attraverso lo strato Physical senza alterazioni o elaborazioni.

Il flag (segnale) usato da HDLC è una sequenza binaria (01111110) che si trova all'inizio e alla fine del pacchetto.
Per distinguere i flag dai dati dell'utente, viene esaminata l'informazione e viene inserito uno 0 (zero) ogni 5 bit 1 consecutivi (Bit stuffing – riempimento dei bits)
La stazione ricevente corregge il pacchetto rimuovendo dall'informazione il bit inserito dopo ogni sequenza di 5 bit 1 se esso è uno 0 (zero);
Se invece il bit è un 1 non verrà rimosso poiché la sequenza di 6 bits 1 identifica un flag di inizio o fine pacchetto.

Amateur Packet Radio

OSI/RM E PROTOCOLLO AX.25

HDLC – 2° Sottostrato : Formato del pacchetto

Tutti i dati vengono segmentati (frames) e spediti in pacchetti delimitati dai flag.
Tra i 2 flag di inizio e di fine pacchetto vi sono i campi :
ADDRESS, CONTROL, DATA INFO e FCS (Frames Check Sequence – esame della sequenza dei frames) (Vedi Fig. 6)

ADDRESS: (Indirizzi) comprende l'indirizzo della stazione di origine e quella di destinazione.
AX.25 usa i nominativi, invece dei numeri, compresi i nominativi dei digipeaters (ripetitori digitali).

CONTROL : (Controllo dell'informazione) **HDLC** nell'**OSI/RM** definisce 3 tipi di pacchetti:

1) di Informazione
2) Supervisore
3) Non numerato

Amateur Packet Radio

Pacchetto di Informazione

FLAG (8)	ADDRESS (8)	CONTROL (8)	INFO (8x)	FCS (16)	FLAG (8)

Pacchetti Non Numerati e Supervisori.

FLAG (8)	ADDRESS (8)	CONTROL (8)	FCS (16)	FLAG (8)

Fig. 6 – Pacchetti HDLC - OSI/RM. I numeri tra parentesi indicano il numero totale di bit nel campo. Il campo Informazione è di solito un multiplo di 8 bit.

Amateur Packet Radio

OSI/RM E PROTOCOLLO AX.25

Nell'**AX.25** invece **HDLC** definisce 4 tipi di pacchetti:
1) di Informazione
2) Supervisore
3) Non numerato
4) di Informazione Non numerato

Pacchetto di Informazione

Viene usato per trasferire i dati.
Nel campo di Controllo **il 1° bit è uno 0 (zero)**
Il 2° bit fino al 4° rappresentano il n° di sequenza della stazione trasmittente (Transmit count)
Il 5° bit è il bit finale di selezione (Poll/Final bit)
Il 6° fino all' 8° bit rappresentano il n° di sequenza della stazione ricevente (**Receive Count**)

Amateur Packet Radio

Pacchetto Supervisore

Viene usato per controllare il flusso dei dati.
Nel campo di Controllo **il 1° bit è un 1**
Il 2° bit è uno 0 (zero)
Il 3° e il 4° bit rappresentano il tipo di pacchetto Supervisore.
Il 5° bit è il bit finale di selezione (Poll/Final bit)
Il 6° fino all' 8° bit rappresentano il n° di sequenza della stazione ricevente (**Receive Count**)

Pacchetto Non numerato

Viene usato per controllare il link (connessione).
Nel campo di Controllo il **1° e il 2° bit sono entrambi 1**
Il 3° e il 4° bit sono bit modificatori.
Il 5° bit è il bit finale di selezione (Poll/Final bit)
Il 6° fino all' 8° bit sono altri bit modificatori.

Ogni stazione in connessione mantiene dei contatori del numero dei pacchetti di informazione spediti e ricevuti. Questi contatori sono i numeri di sequenza che vengono messi nel campo di controllo di ogni pacchetto di informazione.

HDLC – 2° Sottostrato : Formato del pacchetto

DATA INFO: contiene i dati relativi all'informazione trasmessa (multipli di 8 bit).

FCS: (Frames Check Sequence – esame della sequenza dei frames)
E' un controllo ciclico della ridondanza (**CRC**) eseguito su un pacchetto.
Viene generato un carattere di controllo dividendo il valore binario numerico intero di un blocco di dati per un generatore polinominale.
Il valore di **FCS** viene trasmesso assieme ai dati e ricalcolato dai dati ricevuti dalla stazione ricevente.
Se l'**FCS** ricevuto è uguale a quello generato dai dati ricevuti, i dati sono considerati esenti da errore.
Il calcolo dello **FCS** parte col primo bit dopo il flag di inizio e termina con l'ultimo bit che precede l'**FCS**.

HDLC – 3° Sottostrato : Cooperazione fra le stazioni

Viene usato da pacchetti speciali, non numerati, riconosciuti da **HDLC** come comandi e risposte per stabilire la **connessione**, la conferma di ricezione dei pacchetti (**ACK**) ed eseguire la **disconnessione**.

Amateur Packet Radio

PROTOCOLLO AX.25

E' il protocollo standard a livello 2 (Data Link) nel packet radio per radioamatori.
La versione originale di AX.25 (versione 1) sviluppata dal **TAPR** (Tucson Amateur Packet Radio), è stata usata per un certo tempo con le varie incompatibilità esistenti fra le varie implementazioni.
Nel 1984 il Comitato sulle comunicazioni digitali per radioamatori della **ARRL** terminò una versione corretta chiamata AX.25 versione 2.
AX.25 segue lo stesso formato di pacchetto HDLC/ISO con alcune differenze.

Le principali differenze sono: (Vedi Fig. 7)

1) Il campo **ADDRESS** è stato esteso per permettere indirizzi con nominativi di radioamatori più eventuali **digipeaters** (massimo 10 nominativi)
2) Possono essere trasmessi pacchetti di **informazione non numerati**.
3) Nei pacchetti di informazione viene aggiunto un **campo (PID)** identificatore di protocollo che identifica il tipo di protocollo usato a livello di rete (Network).

Amateur Packet Radio

Pacchetti di Informazione e Non Numerati di Informazione.

FLAG	ADDRESS	CONTROL	PID	INFO	FCS	FLAG
(8)	(112 - 560)	(8)	(8)	(< = 2048)	(16)	(8)

Pacchetti Non Numerati e Supervisori

FLAG	ADDRESS	CONTROL	FCS	FLAG
(8)	(112 - 560)	(8)	(16)	(8)

Fig. 7 – Pacchetti AX.25 - I numeri in ogni campo indicano i bit.
Il campo Address può contenere da 112 bit (due nominativi da 56 bit ciascuno) a 560 bit (due nominativi più otto digipeaters).
Il campo di Informazione più lungo è di 2.048 bit.

Amateur Packet Radio

PROTOCOLLO AX.25

Il campo **CONTROL** (composto da 8 bit) viene usato per identificare il tipo di pacchetto: **informazione**, **non numerato**, **informazione non numerato** e **supervisore di controllo**.

Contiene :

1) I numeri di conteggio del pacchetto che vengono usati per le conferme (**ACK**)
2) Speciali segnali (**comandi e risposte**) per stabilire e mantenere le connessioni.

Il campo **INFO** contiene i dati utente che vengono trasmessi (massimo 256 byte = 2.048 bits).

Il campo **FCS** è uguale a quello usato dall'HDLC/ISO.

Amateur Packet Radio

AX.25 - Pacchetti non numerati e Supervisori

Il campo **CONTROL** dei pacchetti **non numerati,** sono sia comandi che risposte.
Servono per stabilire le connessioni, inviare i pacchetti di conferma, per disconnettere e trasferire i dati.
Quando **non è stata stabilita alcuna connessione** sono definiti 6 differenti pacchetti:

SABM (Set Asynchronous Balanced Mode – setta il modo asincrono bilanciato)
E' un **comando** che trasmette una richiesta di connessione e mette le due stazioni nel modo asincrono bilanciato, cioè connesse.

DISC (Disconnect – disconnetti)
E' un **comando** usato per trasmettere una richiesta di disconnessione.

DM (Disconnect Mode – Modo disconnesso)
E' una **risposta** trasmessa ogni volta che una stazione riceve pacchetti diversi dal SABM, oppure ad un pacchetto SABM che indica che la stazione non è disponibile.

Amateur Packet Radio

AX.25 - Pacchetti non numerati e Supervisori

UA (Unnumbered Acknowledge – ACK non numerato)
E' una **risposta** trasmessa a conferma di comandi di pacchetti non numerati.
Un comando ricevuto non viene eseguito fino a quando non viene trasmesso un pacchetto UA.

FRMR (Frame Reject – Respinta del pacchetto)
E' una **risposta** trasmessa quando una stazione riceve un pacchetto che non può essere elaborato.
Esempio:
1. Viene ricevuto un comando o una risposta non definiti nel protocollo,
2. Un pacchetto di informazioni il cui campo INFO supera la massima lunghezza ammissibile.

UI (Unnumbered Information – Informazione non numerata)
E' un pacchetto che permette che un campo **INFO** venga trasmesso senza che sia prima stabilita una connessione (Beacon e Unproto).
Il pacchetto non viene confermato.

AX.25 - Pacchetti non numerati e Supervisori

Quando è stata stabilita una connessione, per trasferire i dati esenti da errore tra due stazioni, vengono usati 3 pacchetti di **Supervisore**:

RR (Receive Ready – Pronto a ricevere)
E' una **risposta** che indica che la stazione trasmittente è pronta a ricevere i pacchetti di informazione, confermarne la ricezione e cancellare una risposta RNR in precedenza posta dalla stazione.

RNR (Receive Not Ready – Non pronto a ricevere)
E' una **risposta** che indica che la stazione trasmittente è temporaneamente occupata e incapace di accettare i pacchetti di informazione.

REJ (Reject – Respinta)
E' una **risposta** che richiede la ritrasmissione dei pacchetti di informazione ricevuti fuori sequenza.
La condizione REJ viene cancellata quando i pacchetti sono giustamente ricevuti.

Amateur Packet Radio

Esempio di collegamento tra due stazioni packet

1

Quando un utente batte “C I4AAA” e poi il tasto Return o Invio, il TNC prepara un pacchetto **SABM** contenente il nominativo dell’utente ed il nominativo I4AAA nel campo ADDRESS (indirizzo). Il TNC poi controlla per vedere se il canale è disponibile (CSMA/CD) e trasmette il pacchetto **SABM** se risulta libero. I4AAA riceve il pacchetto e trova il suo nominativo nell’indirizzo di destinazione.

Se il **CONOK (Connect OK)** è in **ON** ed il TNC è libero di stabilire una connessione, I4AAA trasmette un pacchetto **UA** alla stazione chiamante e viene connesso.
Se CONOK è in **OFF**, I4AAA trasmette un pacchetto **DM** alla stazione chiamante.
Ammettendo che I4AAA sia disponibile e che la stazione chiamante abbia ricevuto un pacchetto **UA** da I4AAA, essa viene connessa ed i pacchetti di informazione vengono usati per trasferire i dati tra loro.

Amateur Packet Radio

Esempio di collegamento tra due stazioni packet

Entrambe le stazioni tengono aggiornati i contatori di ricezione e trasmissione. Il pacchetto **RR** viene usato per confermare la ricezione di pacchetti di Informazione.

Se un pacchetto viene ricevuto fuori sequenza da una delle due stazioni, essa trasmette un **REJ** all'altra ed il pacchetto viene ritrasmesso.
Quando una delle stazioni vuole terminare la connessione, essa torna nel modo comando (cmd:) e batte una "**D**". Il suo TNC allora trasmette un pacchetto **DISC** all'altra stazione la quale, a turno, trasmette il suo pacchetto **UA** confermante la richiesta di disconnessione ed interrompe la connessione . Quando la prima stazione riceve il pacchetto **UA**, anch'essa si disconnette.

Amateur Packet Radio

AX.25 – INSUFFICIENZA DEL LIVELLO 2

Se una rete consiste in un unico canale, comune a tutti gli utenti, e tale da permettere la comunicazione tra di essi, non ci sarebbe nessun problema se il canale potesse sopportare il traffico di tutti a livello mondiale.

Anche un **satellite** "vede" al massimo metà del globo momento per momento; ha una banda passante limitata e richiede una attrezzatura non normale per l'acquisizione.

A **terra** il problema è peggiore; solo un ristretto numero di stazioni è normalmente nel range dei nostri ricetrasmettitori.
Occorre perciò avere una rete di stazioni ripetitrici, con la conseguenza di problemi come il **routing** (ovvero l'instradamento: scegliere la via, path, diretta o indiretta che garantisca il collegamento), **congestion control** (ossia controllo della densità di traffico: evitare o eliminare i problemi di collisioni multiple e simili nei punti caldi della rete) e **load sharing** (distribuire i carichi)

Amateur Packet Radio

AX.25 – INSUFFICIENZA DEL LIVELLO 2

I radioamatori stanno realizzando sempre più la piena implementazione pratica dell'obbiettivo: creare una larga rete di interconnessione allargabile fino alla scala mondiale.

AX.25 offre solo parzialmente con i **Digipeaters** la soluzione alla necessità di avere un canale accessibile a livello mondiale.
I **digipeaters** sono componenti molto semplici, non intelligenti (usano la loro CPU solo come sequenziatore di eventi);

Il loro Firmware non ha poteri decisionali estesi, non ricordano nulla tra un pacchetto e l'altro.

Quindi ogni pacchetto instradato attraverso un digipeater dovrà specificare l'indirizzo del digipeater stesso. (Es. C I5AAA Via IR4FA,IR5BBB ecc.)

Allora possiamo dire di avere in realtà una rete attraversata da pacchetti che contengono sorgenti di rotte "**source routes**" : la lista dei digipeaters inscritta dal mittente il pacchetto.

Amateur Packet Radio

AX.25 – INSUFFICIENZA DEL LIVELLO 2

Un livello network costituito solo da digipeater non è sufficiente perchè:
Il modo di rendere **ACK** (acknoweledgment - conferma) dell'**AX.25** è del tipo **end- to-end**.
Sono le due stazioni terminali a darsi l'un l'altra **ACK**, i digipeaters sono solo messaggeri.
Se un pacchetto si perde a metà strada in una catena di digipeaters, tutto deve riprendere dal punto di inizio a cura del mittente.
Fino a che sarà necessario questo tipo di riscontro il volume di dati trasferibile sul canale ne risentirà in maniera pesante, questo deteriora le caratteristiche della rete (in presenza di elevati tassi di errori il sistema collassa).
I **digipeaters** non avendo la possibilità di instradare automaticamente i pacchetti, costringe il mittente a specificare nel pacchetto tutti i digipeaters da transitarsi. Questo crea enormi **HEADER**, (intestazioni) per ogni pacchetto che finisce per avere una buona parte di se stesso occupata da informazioni di servizio (**Overhead**).

Amateur Packet Radio

AX.25 – INSUFFICIENZA DEL LIVELLO 2

Inoltre, il mittente non può conoscere al momento lo stato e/o l'esistenza di digipeaters per un dato percorso verso un dato punto di destinazione.

E' possibile costruire dei digipeaters (Nodi di rete) che scelgano con loro risorse il cammino ideale di instradamento in funzione di un dato indirizzo.

Il **LAPB** non è mai stato progettato per utilizzare questa possibilissima situazione.

I **digipeaters** sono da vedere come un passo intermedio verso la costruzione di dispacciatori intelligenti (smart "**packet switches**") che dovranno rimpiazzarli. (Nodi di rete)

Occorre quindi un protocollo a livello più alto (**livello 3 – Network**) supportato da questi nuovi dispacciatori.

Amateur Packet Radio

RETE PACKET IDEALE

Un grande, complesso, sistema (quale una rete tra computers) è più facilmente governabile, controllabile, se strutturata in modo gerarchico. **L'organizzazione gerarchica** di un sistema è applicabile a molti "componenti" hardware, software e a persone.

I **principi cardine** dell'organizzazione gerarchica sono:

DETAIL HIDING : ogni livello non si interessa dei dettagli aggiunti dai livelli soprastanti;

ENCAPSULATION : ogni livello si aspetta che l'informazione che passa ai livelli inferiori non venga variata da questi ultimi;

PROCEDURAL STANDARDIZATION : le procedure usate per la comunicazione devono essere comprensibili solo livello a livello;

INTERFACE STANDARDIZATION : ogni paio di livelli (strato o layer) adiacenti deve comprendere i servizi forniti ed i linguaggi usati per le comunicazioni attraverso i livelli .

Amateur Packet Radio

SVILUPPO DI AX.25

Da quanto abbiamo potuto osservare e riflettere possiamo dire che **"AX.25" livello 2** (Data Link) compia molto di più di quanto faccia supporre la sua definizione di **"link layer"**. La parte di AX.25 che si occupa di indirizzamento sembra corrispondere con ISO livello **Network** (Livello 3), mentre la porzione **LAPB** (la parte che si occupa della connessione ed alla ritrasmissione dei pacchetti perduti) corrisponde molto da vicino al livello **Transport** (livello 4).

Gli attuali "**packet switchers**" delle nostre reti, i **digipeaters**, **non hanno molto senso**; tra l'altro aumentano problemi già esistenti (sovrapposizione aree geografiche ecc.ecc.).

Una delle questioni è per esempio : "Quanto deve essere aggiunto ad ogni switcher per risolvere i problemi ?"

Per dare un Acknowledge (ACK) su base **hop-to-hop** (salto a salto), per esempio, lo switch (nodo-digipeater) deve mantenere al suo interno memoria di tutti i pacchetti, e ancora ritrasmetterli fino alla ricezione dell'acknowledge (ACK) da parte del prossimo switch (nodo-digipeater) direttamente indirizzato .

Amateur Packet Radio

SVILUPPO DI AX.25

Per eliminare la necessità di descrivere tutto il percorso in ogni pacchetto, lo **switch** (nodo-digipeater) deve mantenere una propria "**routing table**" (tavola degli indirizzi possibili per dati path).

Tale tabella potrebbe essere basata solo sull'indirizzo di destinazione e questo essere l'unico trasportato dai pacchetti ritrasmessi.

Inoltre la tabella determinerebbe quale delle possibili destinazioni è la migliore per l'instradamento dei pacchetti (utilizzando vari criteri, dipendenti anche dalle modalità di scansione per il controllo della tabella).

Potrebbe anche contenere indicazioni sulla fattibilità di collegamenti (ossia dati forniti leggendo le tabelle di altri nodi-digipeater).

A questo punto è inutile che ogni pacchetto contenga l'intero indirizzo.

Quanto questa affermazione è vera?

Amateur Packet Radio

SVILUPPO DI AX.25

Questo è un **tipo di rete** nota come "**datagram virtual circuit**"(Circuito virtuale di pacchetti).

In un **network a circuiti virtuali**, anche detto "**connection-oriented**" (a connessione orientata), ogni switcher (nodo-digipeater) deve conoscere gli altri suoi simili in rete;

ogni dispositivo deve quindi inviare e ricevere informazioni di "servizio" in rete.

I protocolli **CCITT**, come **X.75** e **X.25**, già appartengono a questa classe.

In un "**datagram network**" – connectionless – (rete a pacchetti senza connessione), i dispositivi intermedi di switching (nodi-digipeater) trasportano i pacchetti senza il minimo interesse circa ogni connessione **end-to-end** esistente a livelli superiori, tipicamente al livello 4 (Transport). **ARPA Internet Protocol** è in questa categoria.

Amateur Packet Radio

Digipeaters e Nodi di rete

Alcuni aspetti riguardanti lo strato **LINK** del protocollo **AX.25** possono sembrare non accordarsi con la descrizione riguardante lo strato DATA LINK. Ciò è dovuto all'aggiunta dei **digipeaters** ed all'uso delle **conferme End to End**.

I **digipeaters** sembrano cadere sotto il controllo dello strato **NETWORK** del protocollo, non sotto quello dello strato **DATA LINK**, e sotto molti aspetti questo è vero.

Comunque **i digipeaters** non sono i toccasana dei **nodi di rete a livello 3**, ma piuttosto un semplice arrangiamento aggiunto per permettere un rudimentale traffico di rete.

L'utente deve selezionare i digipeaters da usare.

Il **TNC** non contiene tavole di instradamento automatico o altri modi di selezione indipendente dei percorsi via digipeaters.

Amateur Packet Radio

Digipeaters e Nodi di rete

Nel **OSI/RM** le **conferme END to END** sembrerebbero avere la responsabilità dello strato TRANSPORT (livello 4).

Questo strato (**Transport**) è responsabile della giusta ricezione dei pacchetti da stazione a stazione attraverso una rete.

Nello AX.25 senza l'implementazione del protocollo di strato NETWORK, le **conferme Punto a Punto (Point to Point)** dello strato DATA LINK sono semplicemente estese al cammino con digipeaters

Con il maggior implemento del protocollo di strato NETWORK, i **nodi di rete** usano le **conferme Punto a Punto (Point to Point)** tra i nodi di rete e le conferme **End to End** di strato TRANSPORT tra le due stazioni terminali.

Amateur Packet Radio

AX.25 – INSTRADAMENTO E INDIRIZZAMENTO 1

AX.25 (livello 2) richiede all'utente di specificare tutto il "path" (percorso) lungo i **digipeaters** per ogni tentativo di QSO non in ambito locale.
Un network "vero" crea il percorso in modo automatico e trasparente all'utente rendendo quindi inutile la scrittura dell'indirizzo completo.

Gli switchers (**nodi** - livello 3) determinano in proprio il **routing** (cioè la "**ricerca ed esecuzione dell'instradamento per il miglior percorso**") e scambiano regolarmente queste informazioni con gli altri switchers (**nodi**).

Due sono le possibilità di indirizzamento :

1) Flat Addressing (Indirizzamento piatto) in cui ogni nodo deve mantenere una lista completa di ogni altra stazione e nodo presente in rete con anche il più prossimo salto (hop) per raggiungerla. Questo perché ogni nominativo non riporta in sé nessuna indicazione sulla localizzazione del proprietario; vi è libera trasportabilità della stazione mantenendo il nominativo. Non occorre tenere una grossa tavola di routing.
   Occorre solo che l'indirizzo abbia caratteristiche di **unicità**.

Amateur Packet Radio

AX.25 – INSTRADAMENTO E INDIRIZZAMENTO

2) Hierachical Addressing (Indirizzamento gerarchico) in cui nell'indirizzo viene codificata la approssimativa locazione di ogni stazione.
Esempio tipico è dato dalla rete telefonica (codice di area, stato, regione, provincia, città e utente)

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 – SISTEMI DISPONIBILI

I sistemi disponibili per il livello 3 (Strato Network – rete) sono:

1) **NET/ROM** - (livello impiegato 3 – 4 – 7) (Rete packet **ITANET**)
2) **GATOR** - (livello impiegato 3)
3) **COSI SWITCH** - (livello impiegato 3 - 4)
4) **TCP/IP** - (livello impiegato 3 – 4 - 7)
5) **PC/FLEXNET** (Rete packet Germania)
6) **SUPERVOZELJ** (Rete packet Slovenia)

Da quanto si e' visto la caratteristica del livello 2, risulta non essere efficiente oltre l'utilizzo di un digipeater in quanto esso si comporta come semplice ripetitore di quello che gli arriva e quindi gli errori sono visti e corretti solo dalle stazioni terminali (End to End).

L'efficienza scende al 30% con l'impiego di tre digi, con una velocità reale di scambio/dati di soli 45/50 Baud (quasi una RTTY).

La soluzione del problema.

E' quello di fare in modo che ogni digipeater deve essere in grado di essere certo che la sua ritrasmissione sia stata ricevuta aspettandosi quindi l'**ACK** dal corrispondente , digi o utente che sia. Questa tecnica è chiamata "**Store e Forward**" ed è tipica del livello 3.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3

Il livello 3 (strato Rete) opera il lavoro di instradamento dei messaggi in base a quanto specificato nei campi indirizzo degli stessi, utilizzando la tecnica dello "**Store e Forward**".

Il livello 3 controlla l'intestazione del messaggio dopo che questo è passato dal livello 2 (Link) e lo smista verso altro livello o lo ritrasmette di nuovo al livello 2 per farlo viaggiare verso un altro componente della rete.

Questo livello 3 verifica l'integrità dei dati e li mantiene memorizzati fino al prossimo ACK, per svolgere la funzione di "Store e Forward".

Se il link con l'altro digipeater viene a mancare, questo livello è in grado di cambiare il percorso (Path) senza alterare i dati né far perdere la connessione tra livelli più bassi. Questo lavoro viene chiamato "**Routing**"

Il "**Routing**" può essere di tipo rigido o flessibile (**Auto Routing**).
I TNC con software di RETE con **Routing automatico** sono chiamati **NODO**.
I TNC con software di RETE con **Routing Fisso** sono chiamati **SWITCH**.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3

Il livello 3 legge continuamente le intestazioni dei messaggi (**Header**) controllandone l'indirizzo sorgente e quello di destinazione.
Nel caso di **Routing automatico** il livello svolge anche il lavoro di monitoraggio sui possibili percorsi, li memorizza, se poi non li vede per un po' di tempo, li cancella, mantenendo sempre il quadro completo della situazione.(**Tabella di routing**)

L'aggiornamento della tabella di routing avviene tramite un frame AX.25 di tipo **UI** indirizzato a "**NODES**" con il **PID** ="**CF**".
(PID="F0"=livello 2, PID="FC"=livello 3)

Un sistema a livello 3 va posto in zone strategiche per permettere il traffico tra LAN distanti ed in sostituzione dei classici digipeater.

La differenza fondamentale tra il livello 2 ed il livello 3 è che nel livello 2 dopo il **PID** (Protocol IDentifier) arrivavano le informazioni del campo dati (**INFO**), mentre nel livello 3 dopo il **PID** seguono i campi **NETWORK** e **TRANSPORT**. (Vedi Fig. 8)

Amateur Packet Radio

Pacchetti di Informazione di "servizio" in rete.

FLAG	ADDRESS	CONTROL	PID	NETWORK	TRANSPORT	FCS	FLAG
(8)	(112 - 560)	(8)	(8)	(< = 2048)	(< = 2048)	(16)	(8)

Pacchetti Non Numerati e Supervisori

FLAG	ADDRESS	CONTROL	FCS	FLAG
(8)	(112 - 560)	(8)	(16)	(8)

Fig. 8 – Pacchetti AX.25 – (Implementazione del Livello 3 – Rete - Circuiti virtuali)

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : NET/ROM

NET/ROM è un firmware che trasforma un TNC2 TAPR (o compatibile) in un controllore di nodo di rete (**NNC**).
E' stato sviluppato da Ron Ralkes (**WA8DED**) e da Mike Busch (**W6IXU**) della società Software 2000.
Il nodo deve essere messo in una posizione strategica con ampia copertura.
Funziona come un digipeater normale ma in più ha sofisticate capacità di livello più alto.

Un utente del nodo può chiedere la lista degli altri nodi della rete, stabilire un circuito a livello transport con un nodo distante e connettersi con un altro utente o BBS che si trovano nelle vicinanze del nodo distante.

Il **routing** fra il nodo locale e quello distante avviene automaticamente ed include anche il routing alternativo nel caso di interruzione della rete.
La tecnologia di switching "**Store e Forward**" di NET/ROM facilita l'attraversamento della rete specialmente nei lunghi percorsi (Paths).

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : NET/ROM

NET/ROM supporta anche il **cross-frequency** e il **cross-band** di rete senza il bisogno di digipeater sofisticati multi-porta.
Per esempio: un nodo a due canali viene implementato semplicemente installando NET/ROM in un paio di TNC e unendoli insieme con un cavo RS232.

Un nodo a tre o quattro canali viene costruito connettendo più TNC insieme usando un semplice accoppiatore a matrice di diodi.

NET/ROM viene distribuito nella forma di **EPROM 27C256** che viene messa nello zoccolo ROM del TNC2 in sostituzione della ROM standard.

NET/ROM usa il protocollo standard **AX.25v2** per il link tra due nodi vicini e così da ogni nodo col suo utente locale.
Nell' AX.25v2 il controllo dell'errore viene usato per assicurare una trasmissione esente da errori e il controllo di flusso per gestire la congestione della rete.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : NET/ROM

NET/ROM incorpora anche un livello TRANSPORT "**sliding windows protocol**" che fornisce il controllo di errore End to End e il controllo di flusso per ogni circuito virtuale.
Il controllo di errore End to End protegge contro le perdite dei frames, i duplicati e dai frames fuori sequenza che risultano dalla caduta dei nodi e dai cambiamenti del routing dinamico. Esso è necessario anche per proteggere la rete contro i sovraccarichi causati da ogni circuito virtuale.

NET/ROM supporta operazione di **multi frequency** (ogni TNC viene usato per una frequenza)

Un utente del nodo NET/ROM deve specificare la destinazione desiderata, non il percorso. Ogni nodo tiene traccia degli altri nodi della rete ed i possibili percorsi che possono essere da loro usati per raggiungerli.

Quando viene aggiunto un nuovo nodo nella rete, gli altri nodi automaticamente incorporano il nuovo nodo nella struttura del routing di rete. (**Routing dinamico**)

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : NET/ROM

NET/ROM supporta tre modi di variazione della informazione di routing: Locale, remoto e automatico.
Nel modo locale, le informazioni iniziali di routing vengono inserite manualmente da un operatore tramite l'uso di un terminale locale.
Nel modo remoto, i cambiamenti del routing vengono fatte da lontano tramite un operatore di controllo ed una connessione normale packet.
Nel modo automatico, di norma ogni ora, il nodo NET/ROM trasmette l'informazione di routing agli altri nodi, abilitando la rete a incorporare i nuovi nodi e bypassando gli ostacoli in tempo reale ed automatico.

NET/ROM ha solo due comandi che l'utente deve imparare ad usare:
NODES per ottenere la lista degli altri nodi;
CONNECT per stabilire il crosslink con gli altri nodi (creazione dei circuiti virtuali) o il downlink alla stazione di un' altro utente.
NET/ROM supporta anche le funzioni di un normale digipeater AX.25.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : NET/ROM

L'utente di **NET/ROM** che vuole utilizzare a pieno la capacità di "store e Forward" del nodo, deve usare tre passi della procedura:

1. **Connettersi al nodo locale**
2. **Usare il comando Connect col nominativo del nodo lontano**
3. **Usare il comando Connect con il nome dell'altra stazione utente**.

Quando si esegue il secondo passo della procedura, si chiede al nodo locale di creare un circuito virtuale con l'altro nodo lontano.
Se i due nodi sono molto lontani il circuito potrebbe essere costretto a passare attraverso altri nodi; in ogni caso il routing viene eseguito dal nodo automaticamente.

Il livello **Transport** del protocollo usato da **NET/ROM** accetta i frames fuori sequenza e li risequenza al suo interno.
Può eseguire una richiesta selettiva della ripetizione di un frame perso senza la richiesta di ritrasmissione dei frames successivi.

LIVELLO 3 : NET/ROM

Il **Routing Manager** esegue il routing automatico che è controllato dalla sua **tavola di routing** (lista degli altri nodi conosciuti in rete).
Per ogni nodo conosciuto la tavola di routing contiene una o più strade (routes) “conosciute” per quel nodo.

La tavola di routing non contiene l’intera strada per ogni destinazione conosciuta (non è necessario e richiederebbe l’uso di troppa memoria), ma solo una lista dei nodi adiacenti raggiungibili con il prossimo salto verso la destinazione.

Se un nodo o un percorso diventa inusabile a causa di rotture di nodi o a scarsa propagazione, il Routing Manager automaticamente commuta su un percorso alternativo, se disponibile, per evitare l’inconveniente.

Ogni nodo **NET/ROM** identifica se stesso in rete ogni 9 minuti e 59 secondi mediante la trasmissione di un frame **AX.25** di tipo **UI** indirizzato “**ID**” e contenente il testo “**Nodo di rete**”

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : NET/ROM

Ogni **nodo multi canale** è anche un **digipeater multi porta**.
Ad ogni canale di frequenza viene assegnato un nominativo diverso.
(Per esempio: I4NET-1 sui 144 MHz e I4NET-11 sui 430 MHz)
La trasmissione **Cross-frequency** richiede solo di includere entrambi i nominativi come digipeater.(Esempio: C I5AAA via I4NET-1,I4NET-11,…)

Operazioni Dual-Channel e Multi-channel

Per realizzare una potente rete ad alto livello occorre minimizzare le interferenze tra il traffico locale (**uplink**/**downlink**) e il traffico da trasportare attraverso la rete (**crosslink**)

Occorre:

1. riservare una frequenza radio esclusivamente per il traffico inter-nodale
2. Fornire all'utente finale l'accesso ai nodi su una o più frequenze separate
3. Scoraggiare gli utenti finali dall'uso delle frequenze inter-nodo.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : NET/ROM

NET/ROM supporta l'operazione **multi-channel** senza l'uso di digipeater multi-porta.
Per esempio: **un nodo a due canali** consiste di due TNC con NET/ROM collegati dal cavo RS232. Ogni TNC ha la responsabilità del traffico su una singola frequenza.
Il traffico **cross-frequency** passa attraverso il cavo RS232 tra i due TNC, a relativa alta velocità.
In un **nodo multi-channel** ogni TNC con NET/ROM installato viene usato per una frequenza diversa e collegati tra loro tramite la porta RS232. L'interconnessione tra di loro in questo modo richiedo solo qualche diodo di isolamento.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : COSI-SWITCH

COSI-SWITCH (**C**onnection-oriented **O**pen **S**ystems **I**nterconnection) è un tipo di (switch) scambiatore packet scritto da Howard Goldstein (**N2WX**). Esso fornisce tutti i servizi di rete richiesti e necessari per interconnettere utenti remoti, così come sono definiti nel protocollo CCITT **X.123.**

COSI-SWITCH permette agli utenti di connettersi senza preoccuparsi delle connessioni **point to point**.
L'utente deve solo connettere il nodo locale e "chiamare" il suo corrispondente sul suo nodo. **E' simile al fare una chiamata telefonica**.

Il software di **COSI-SWITCH** è contenuto in una **Eprom 27256**
Esso instrada l'utente verso la sua destinazione senza preoccuparsi di come la rete compone le sue connessioni.
Aiuta l'utente nel determinare lo status degli utenti e dei nodi remoti.

Tutte le funzioni che sono disponibili sullo switch locale sono disponibili anche agli utenti remoti.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : COSI-SWITCH

La lista degli switch remoti può essere vista con il comando **Nodes**.
La rete usa i codici paese del **CCITT X.121** come base per il suo piano di numerazione, che è anche il piano usato nella rete telefonica.

COSI-SWITCH permette agli utenti di comporre il numero del nodo consistente in 6 caratteri.
Esso può avere una o più porte utenti (user-ports). Se vi sono più di una porta utente, lo switch esamina la lista “RX” e cerca la corretta porta.

Anche il **digipeating** ed il **cross-channel** digipeating sono supportati da questo software ma se ne scoraggia l’uso in quanto non necessari.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : GATOR

Il **GATOR** è un software scritto da **N2WX** che permette di operare sia a livello 2 (**AX.25**) sia come switch a livello 3 (**AX.75**).
Permette 3 nuovi modi di utilizzo del TNC2 per operare su rete con circuito virtuale:

1. **AX.25** Interfaccia a livello RETE
2. **AX.75** Switch di RETE
3. **AX.25** Interfaccia verso Switch di RETE

La principale modifica al software del TNC è la limitazione all'impiego massimo di 3 digipeater al posto degli 8 normalmente stabiliti.
Questo perché è sperabile che gli Switch vicini vengano posti a non più di 3 digipeater di distanza, per non degradare l'efficienza della rete.

Amateur Packet Radio

IL PROTOCOLLO A.R.P.A./RM

Il protocollo **ARPA**, U.S. Department Difense Protocol Reference Model, chiamato anche protocollo **IP** (Internet Protocol) ha solo quattro livelli : **Subnet**, **Internet**, **Host-Host** e **Application**.

Fin dalla sua nascita **ARPA** prevedeva il concetto di **Internet** non presente nella stesura originale dello ISO/RM.
In seguito ISO/RM ha iniziato ad arricchirsi di "**sublayers**" (sottostrati), particolarmente a livello 3 , detto **Networking**.
Il livello di **Subnet** ARPA corrisponde alla metà più bassa dell'ISO Network layer (livello 3A di rete) e più giù;
il livello **Internet** ARPA corrisponde alla metà più alta sempre dell'ISO Network layer (livello 3B di rete).
Il livello **Host-Host** ARPA compie le funzioni dei livelli 4 e 5 (Transport e Session);
il livello **Application** compie le funzioni dei livelli 6 e 7 (Presentation e Application) (Vedi Fig. 9)

Amateur Packet Radio

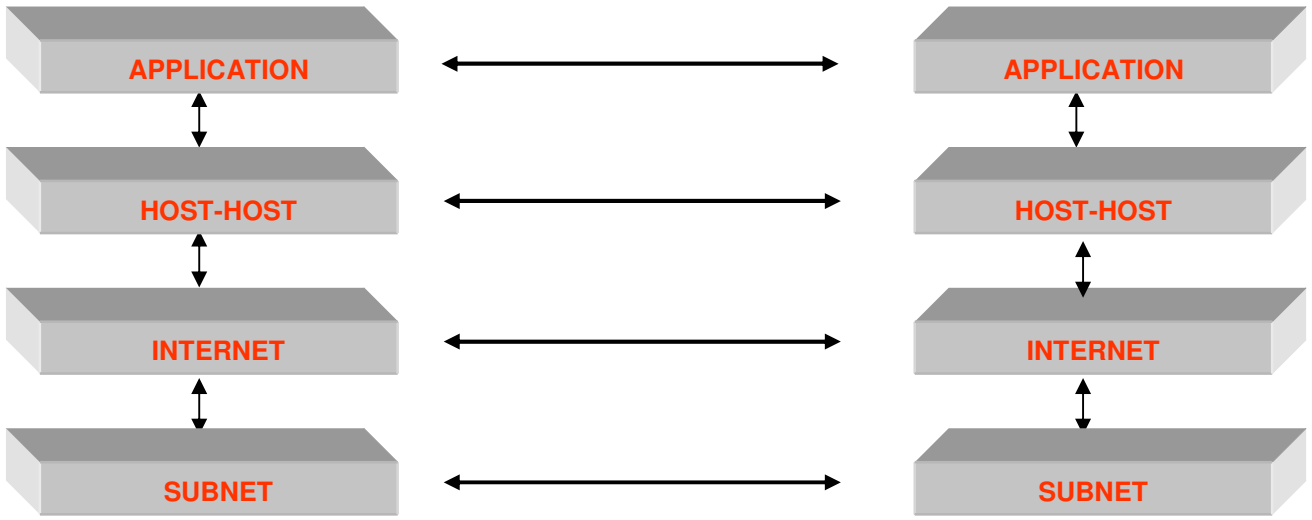


Fig. 9 – **Livelli A.R.P.A./RM**. (Internet Protocol **IP**)

Amateur Packet Radio

IL PROTOCOLLO A.R.P.A./RM

Internet consiste nell'interconnessione di sottoreti (subnetwork) diverse tra loro, ognuno con il suo protocollo interno, sottoposte nella gerarchia interna di ARPA ad ARPA stesso.

Il concetto fondamentale di ARPA è l'**Internetwork,** dove il concetto di gerarchia viene generalizzato al massimo e dove un intero **network** (rete) è trattato solo come "**link**" al più grande **INTERNETWORK**.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : TCP/IP

Il **TCP/IP** (**T**elecommunication **C**ontrol **P**rotocol/**I**nternet **P**rotocol) adattato al packet radio è stato sviluppato da un gruppo di persone tra le quali **KA9Q** Phil Karn dell'AMSAT.

Il software doveva permettere le seguenti operazioni:

1. Posta elettronica
2. Trasferimento di files
3. Aggancio tra Terminali e Host e tra Terminali e Terminali in modo remoto.

Possibilità di aggiungere altri servizi ai precedenti.

Il software contiene i seguenti protocolli:

1. **SMTP** (**S**imple **M**ail **T**ransfer **P**rotocol) per la posta elettronica
2. **FTP** (**F**ile **T**ransfer **P**rotocol) per il trasferimento dei files
3. **TELNET** Protocollo per comunicazioni Terminale/Terminale o Terminale/Host.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : TCP/IP

Tutti e tre questi protocolli lavorano insieme e permettono le operazioni simultanee sopradette.
E' un software complesso, molto potente e il suo funzionamento copre quasi tutti i livelli dell'ISO/OSI, arrivando anche al livello 5 (Sessione).

IP

IP (**I**nternet **P**rotocol) è il protocollo di Rete, livello 3.
E' stato progettato dai ricercatori del Dipartimento della Difesa degli USA.
Le caratteristiche sono:

1. Semplicità
2. Compatibilità con qualsiasi computer
3. Compatibilità con ogni link senza curarsi della qualità
4. Possibilità di trasferire ogni tipo di dati (files, voce, immagini ecc.)

La sua maggiore semplicità deriva dal fatto che non garantisce niente.
Il compito dell'**IP** è di cercare di trasferire quello che gli è stato ordinato.
Se non riesce a farlo, il suo compito è quello di avvisare il livello superiore perché non lo ha fatto.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : TCP/IP

La funzione principale dell'IP, nell'ambito del livello 3, è operare come **Switch**.
Uno switch IP è simile ad un digipeater, con la differenza che può accettare un instradamento sorgente (trasmetti questo a B via C,D,E) oppure può usare le sue tabelle di instradamento (trasmetti questo a B e cerca tu la strada, io non mi preoccupo).

All'**IP** non importa la qualità del livello sottostante (link) né la sua affidabilità.
Il **link** viene utilizzato per trasferire i pacchetti IP, siano AX.25, Ethernet, segnali di fumo, o di altro genere.
Se il link non è in grado di trasferire pacchetti di grandi dimensioni, **IP** li frammenta in pacchetti di dimensioni adatte al link, ricostruendo la reale forma al momento della ricezione.
AX.25 invece ha la limitazione a 256 Bytes per frame (campo dati).

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : TCP/IP

Che tipo di link può manipolare TCP/IP ?

TCP/IP usa 4 differenti drivers:

1. Driver **SLIP** (**S**erial **L**ine **I**nternet **P**rotocol) che consente collegamenti punto-punto tra due macchine (è usabile anche tra due sistemi che usano TNC2 messi in modo trasparente).
2. Driver **AX.25** che pilota un TNC2 dotato di Eprom KISS
3. Driver per scheda **PAC-COMM PC 100**
4. Driver per il controller **ETHERNET 3 COMM**

TCP

Il **TCP** esegue il servizio di **circuito virtuale di Trasporto** (livello 4), stabilisce il percorso da seguire, ricordando i dati trasmessi all'altra destinazione e nel caso essi vadano persi, li ritrasmette.
Sopra questo livello si entra nel campo della manipolazione dei dati, dove l'informazione viene utilizzata per svolgere funzioni applicative.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : TCP/IP

Il **TCP** fornisce un meccanismo, chiamato **SOCKET,** che permette la connessione delle applicazioni al servizio di trasporto**.**
Ogni Socket identifica in modo univoco una sessione tra due programmi, sia remoti che locali, combinando un numero di "porta" con l'indirizzo IP.

Poiché un indirizzo di porta è un numero a 16 bit, ci sono 65536 possibili combinazioni che permettono più di 28 trilioni di combinazioni possibili di Socket.
Questo rende facile trovare i servizi standard come **FTP,SMTP,TELNET**.

Per operare in **TCP/IP** con il TNC2 occorre inserire la **eprom "KISS**" al posto dell'originale.
Il protocollo **TCP** prevede il formato standard **AX.25** in quanto i frame **IP** vengono "incapsulati" in frame di tipo **UI** del livello 2.
Per il protocollo **IP** è possibile fare uso dei vari livelli 3 attualmente sviluppati e incompatibili tra loro.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : PC/FlexNet

PC/FlexNet è potente, flessibile e facile da usare con un PC funzionante in DOS o con il sistema operativo Windows 95.

Il software sorella del PC/FlexNet, il **RMNC/FlexNet**, è un software digipeater per il microcontrollore hardware RMNC. Esso è largamente usato nel centro Europa ed è famoso per la sua affidabilità.

CARATTERISTICHE

Velocità: Dipende dalla configurazione hardware, ma PC/FlexNet è molto più veloce degli altri applicativi AX.25. (Es. Net/Rom)

Flessibilità: E' modulare, ogni modulo (eccetto il Kernel) è opzionale così che si possono caricare solo i moduli che interessano.

Facilità d'uso: ha pochissimi parametri da settare, solo due per ogni canale. I parametri di accesso al canale vengono settati automaticamente secondo le caratteristiche d'uso del canale.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : PC/FlexNet

Compatibilità: lavora con ogni hardware che può essere usato come modem e con la maggior parte delle applicazioni sotto DOS.

Digipeater: Il Kernel di FlexNet contiene un semplice digipeater. Il modulo opzionale **FLEXDIGI** fornisce un digipeater completo con un protocollo proprietario di **routing** che è molto più affidabile e veloce di quello di NET/ROM. Le conferme (**ACK**) Hop-to Hop (Salto a Salto) di FlexNet riducono molto le perdite dei pacchetti e rendono possibile la connessione di oltre una dozzina di digipeaters.

Operazioni nascoste: FlexNet e i suoi drivers sono programmi **TSR** (**T**erminate and **S**tay **R**esident)

Le applicazioni di FlexNet sono di due specie: **TSR**e **non-TSR.**

FlexNet supporta qualsiasi numero di applicazioni TSR (finchè vi e' memoria sufficiente), ma solo una applicazione non-TSR (l'ultima).

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : PC/FlexNet

Estendibilità: Il concetto modulare di FlexNet rende facile il suo sviluppo. Al contrario delle soluzioni monolitiche, ogni autore deve solo conoscere il suo piccolo modulo. Questo aumenta la stabilità e la qualità di molti moduli.

(Vedi fig. 10)

FlexNet e' modulare,
configurazioni per la vostra applicazione.

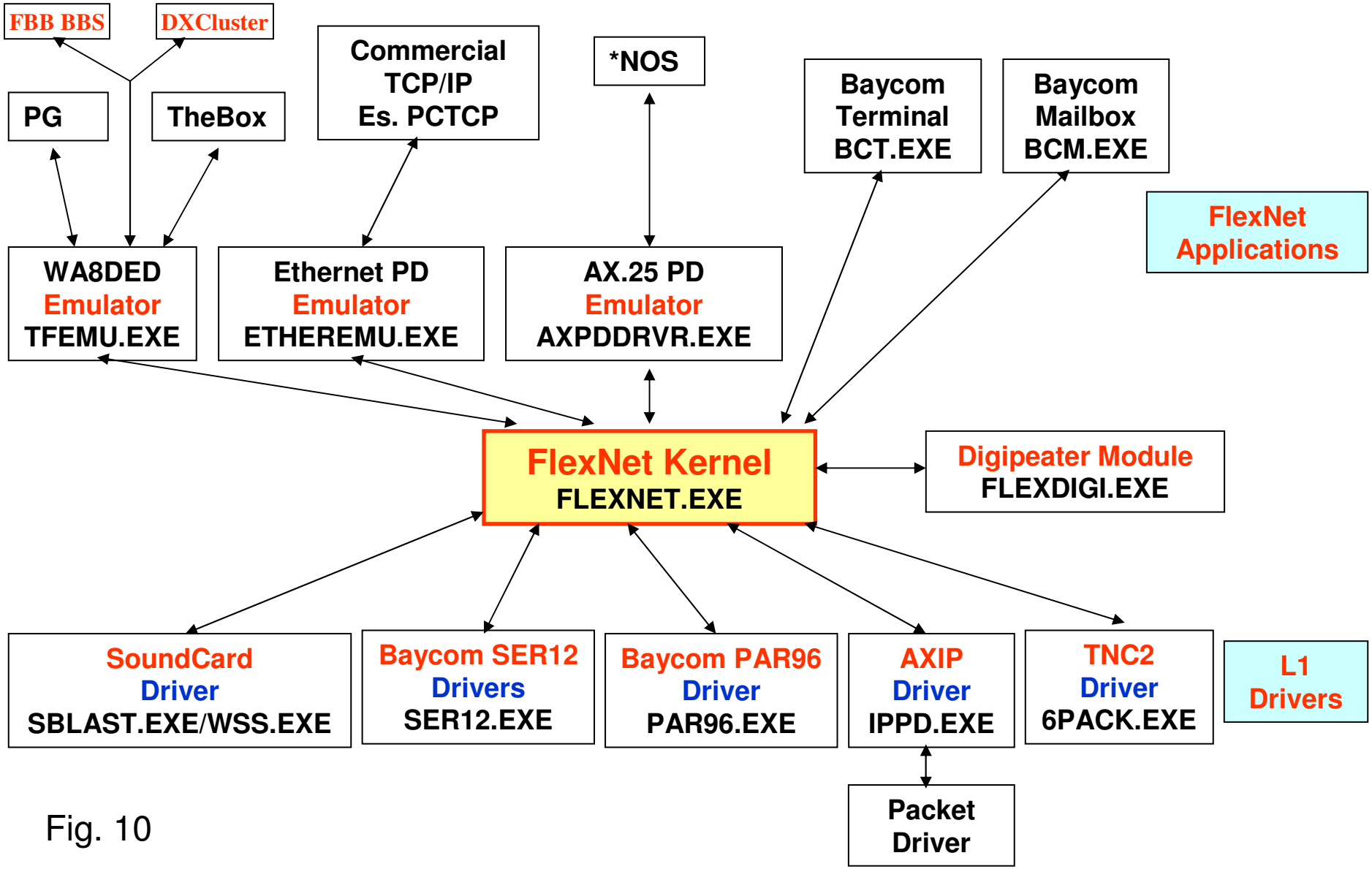


Fig. 10

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : PC/FlexNet

Il modulo più importante (e il solo non opzionale) è il **Kernel** di FlexNet, **FLEXNET.EXE**. Esso fornisce una interfaccia ai drivers di livello 1 (L1) e una interfaccia per le applicazioni.

Il **Kernel** usa i drivers di livello 1 (L1) per trasmettere e ricevere i pacchetti via aria (o tramite cavo).

Le applicazioni FlexNet usano il Kernel per gestire le connessioni in uscita e ascoltare le connessioni in ingresso.

I drivers L1 consentono all'hardware di trasmettere e ricevere i pacchetti.

I drivers L1 possono possono supportare più di un canale.

Il **Kernel** di FlexNet supporta fino a 16 canali.

Le applicazioni FlexNet che si interfacciano direttamente sono poche. Le più note sono Baycom Mailbox (**BCM**) e Baycom Terminal (**BCT**).

L'emulatore come il **TFEMU** (emulatore **WA8DED**) fornisce l'interfaccia standard per usare molti programmi.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : SuperVozelj

Supervozelj è stato sviluppato dal Dr. Matjaz Vidmar, **S53MV**.

Vi sono molti problemi con **TNC-2 10MHz** eseguendo velocità packet medie (19.200 e 38.400 baud), e nessuna soluzione facile è disponibile. La situazione è anche peggio su una rete pianificata ad alta velocità.

I nodi Supervozelj sono fatti con CPU 68010 e 68020 con tre chips SCC, che forniscono 6 canali, più una scheda DMA con due canali a 1.2288 Mega bps.

Ogni nodo ha un reset remoto dell'Hardware, e il software può essere caricato via aria.

Il software usa i drivers AX.25, gestisce la memoria, e il **routing** è simile a quello del nodo KA (Kantronics) o SP, proprio per renderlo funzionale agli utenti.

Il nodo tiene traccia dell'attività, così la maggior parte delle stazioni possono essere connesse semplicemente con "C CALL" da ogni nodo.

Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : SuperVozelj

Parecchi nodi Supervozelj hanno un nodo TheNET (Net/Rom), collegato ad una porta libera, che può essere usato per rendere compatibile le due reti (Supervozelj – TheNET). Vi sono fino a 8 porte per ogni nodo.

Alcuni **BBS** sono connessi direttamente al nodo Supervozelj usando il protocollo **KISS**.

Il protocollo **AX.25 level2** è implementato: Il parametro **Maxframe** è una variabile dinamica, diminuisce con ogni pacchetto **REJ** ed aumenta con ogni pacchetto **RR**.

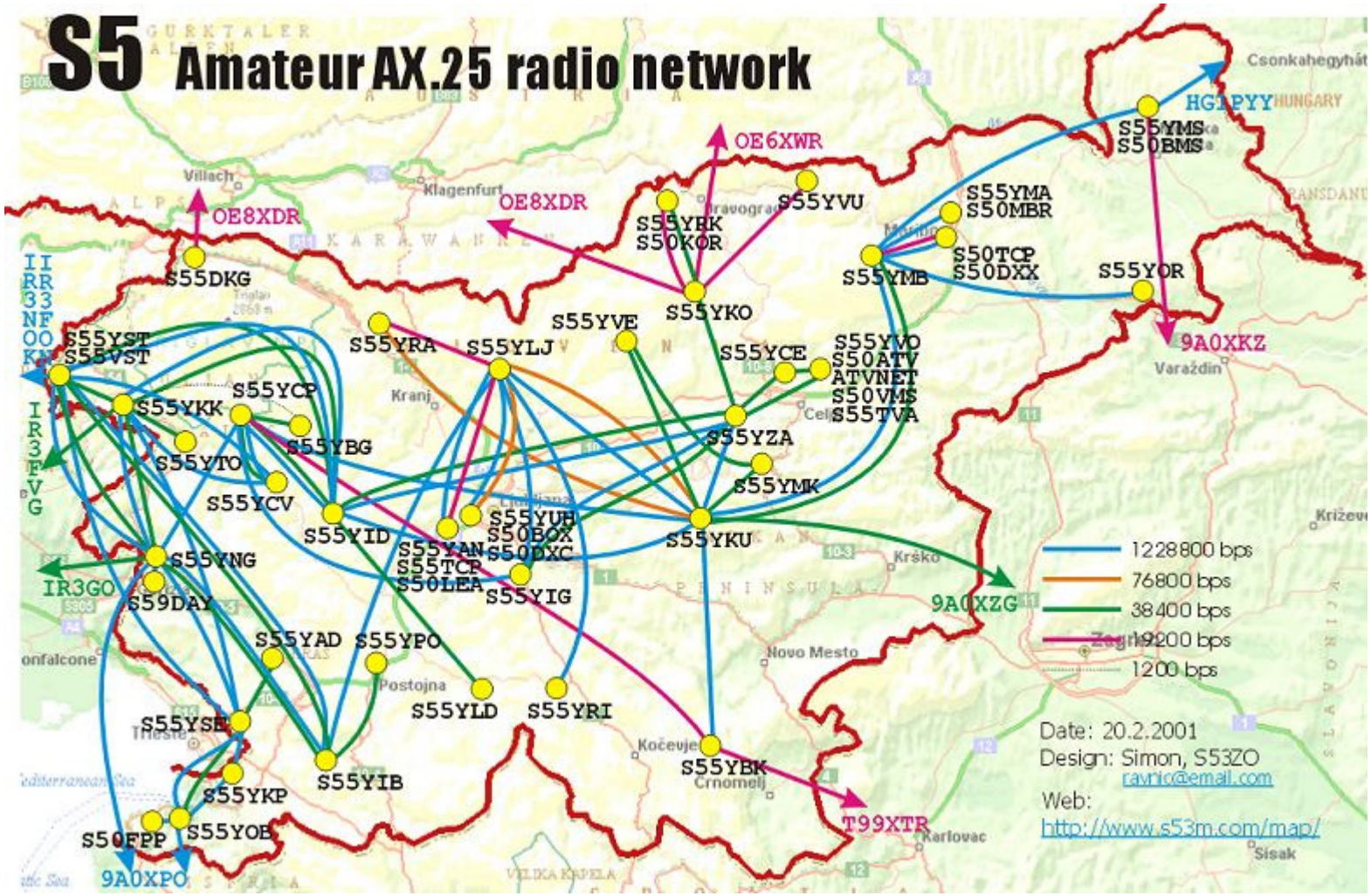
I comandi disponibili all'utente sono parecchi e la loro prima lettera è quella significativa.

In Slovenia molti nodi TheNET installati nel periodo 1993-1994, sono stati sostituiti con quelli Supervozelj.

Il nodo **S55YKO** fornisce tabelle **Flexnet** e molti radioamatori devono sapere cosa sono e come usarle.

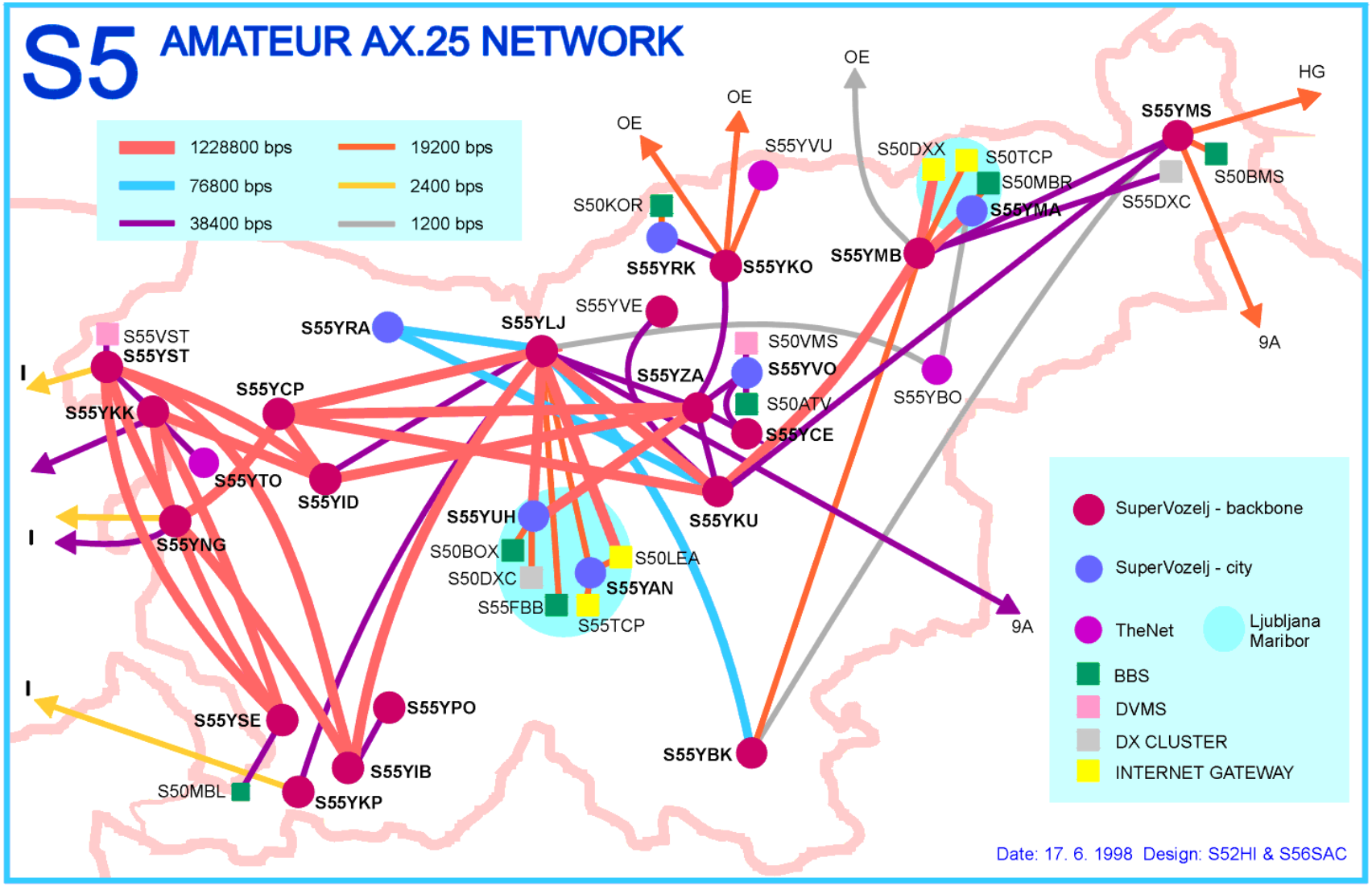
Amateur Packet Radio

LIVELLO 3 : SuperVozelj



Amateur Packet Radio

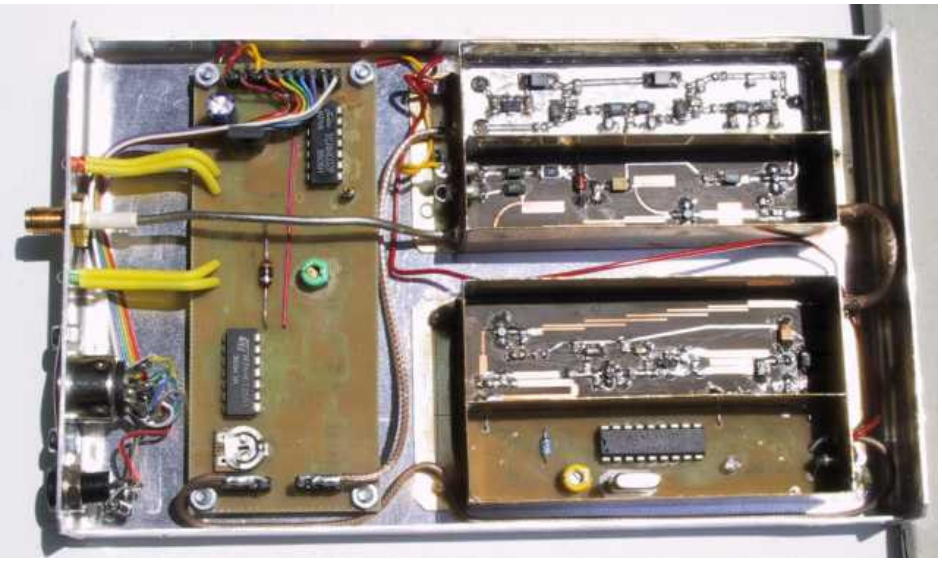
LIVELLO 3 : SuperVozelj



Amateur Packet Radio

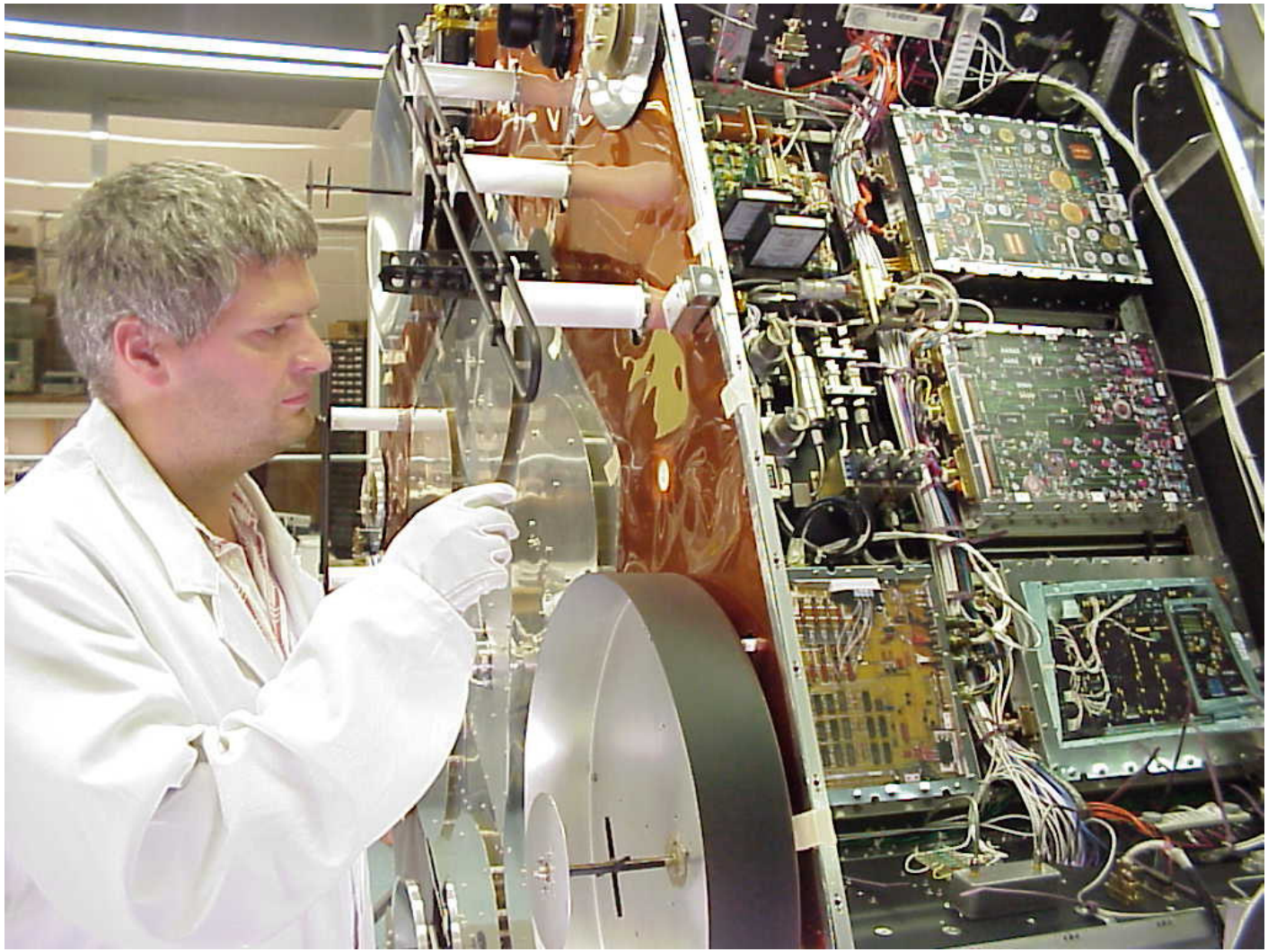
LIVELLO 3 : SuperVozelj

RTX di S53MV (Matjaz Vidmar) 10 Mbps, 5,7 GHz



Amateur Packet Radio

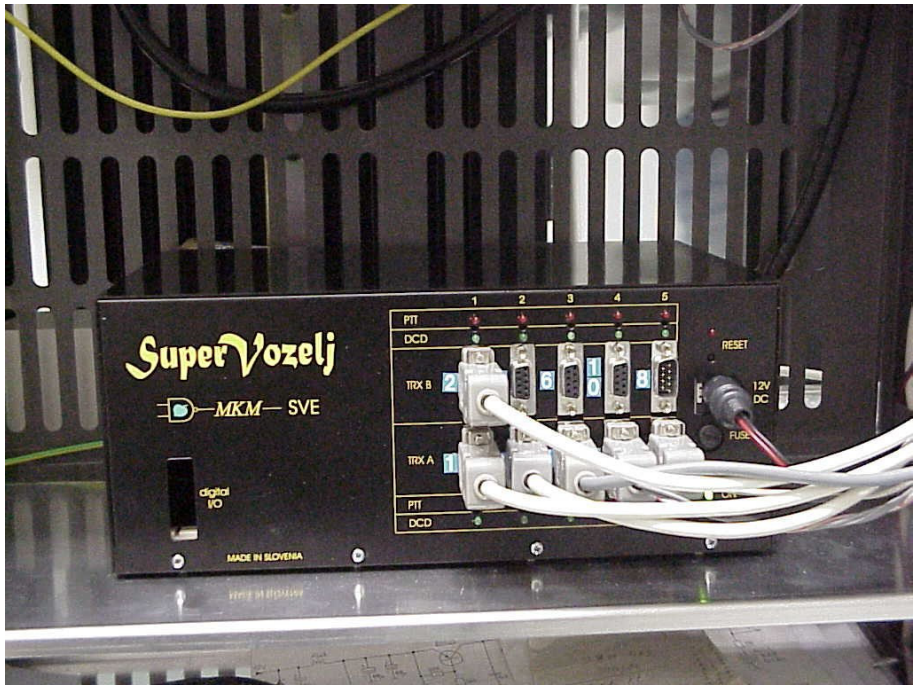
S53MV (Matjaz Vidmar) accanto al progetto Phase 3D



Amateur Packet Radio

S57MMK TNC 10 Mbps

S55YKU – NODO M.te Kum



F I N E