

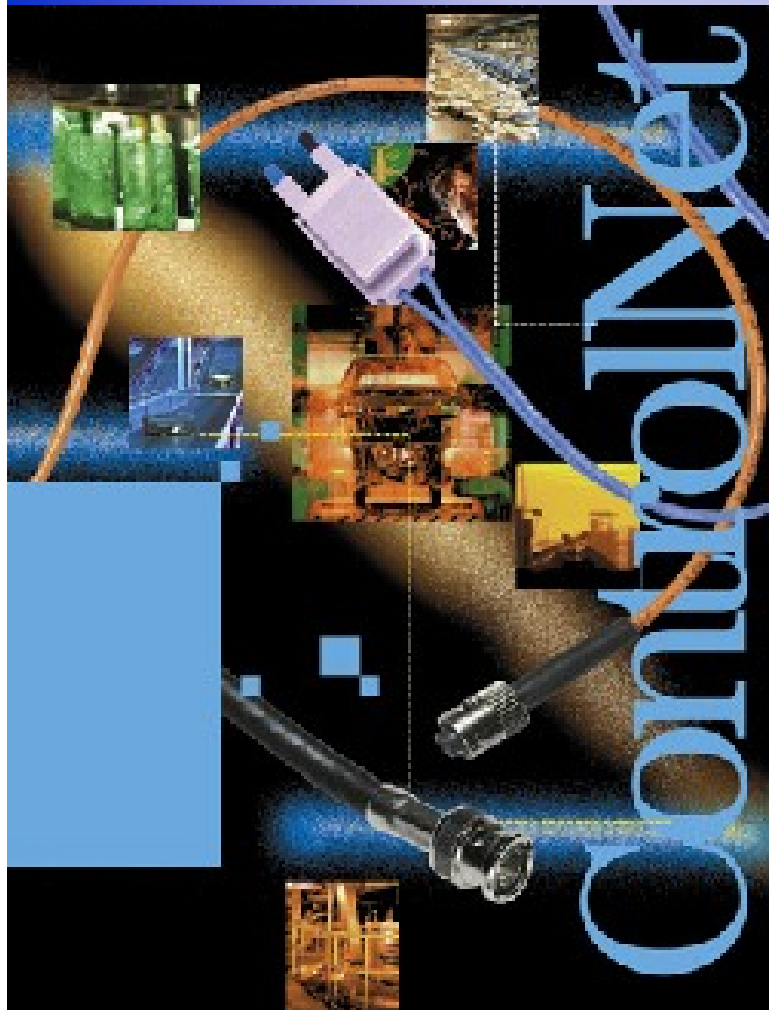


Corso Di Controllo Digitale

Anzalone Andrea

Bruno Francesco

Parretti Emanuele



ControlNet

- Specifiche
- Object Modeling
- Communication Model

Specifiche

Specifiche di rete

Alto through-put: 5 Mbit/sec

Combina I/O control e programmazione sullo stesso mezzo fisico

Facile configurazione con elevata diagnostica

Distribuzione dei dati deterministica e ripetibile

Diversi controllori I/O indipendenti l'uno dall'altro sullo stesso collegamento fisico

Interlocking schedulato punto-punto tra tutti i controllori nel collegamento

Capacità multicast: più controllori che condividono dati di input e dati interlocking punto-punto per aumentare l'efficienza e ridurre i requisiti di programmazione

Specifiche

Programmazione e configurazione di rete semplificate

Online feedback dell'utilizzo della banda passante della rete

Configurazione I/O e PLC senza programmazione in Ladder

Software di configurazione della rete per avere una visione grafica della rete stessa

Tempi di aggiornamento selezionabili a seconda dell'applicazione

Specifiche

Architettura flessibile

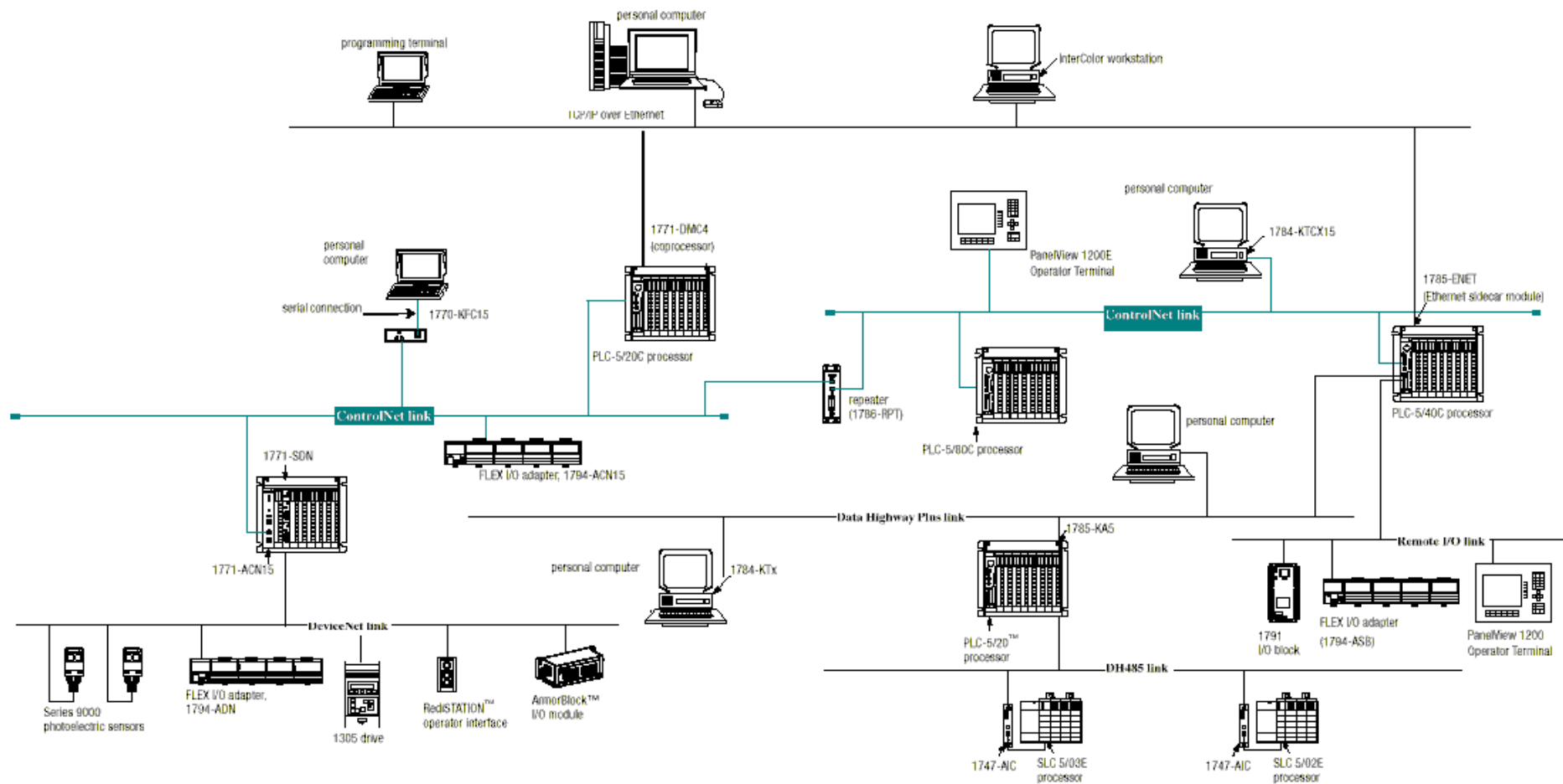
Distanza di 30 Km o più tramite repeaters (stella, albero, o bus).

Progetto semplificato: formule facili per calcolare le lunghezze dei cavi da usare.

ampia scelta dei cavi, tra cui la fibra ottica.

Controllori PLC con ControlNet, DH+, e porte I/O remote; possibilità, inoltre, di utilizzare le reti Ethernet e DeviceNet.

Possibile configurazione...



The ControlNet Mission...

L'obiettivo della rete ControlNet è fornire un **trasporto**

- **sicuro**
- **veloce**

di due tipi di base di **informazioni applicative**

- **control** e **I/O** data (**priorità più alta**)
- dati di messaggi **non-time critical** legati al sistema controllato

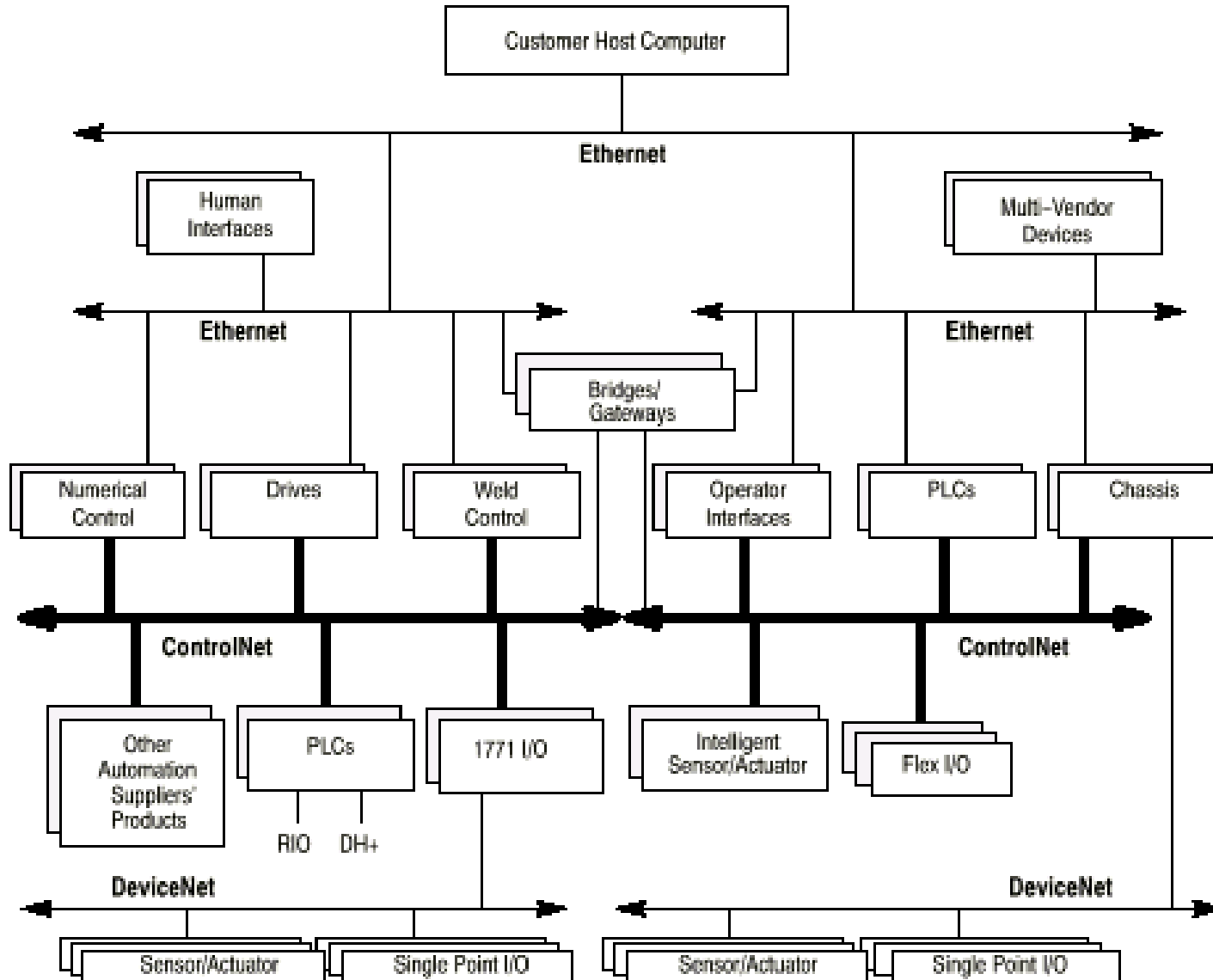
Altre informazioni, come programmi, aggiornamento di parametri, operazioni di download non interferiscono con il trasporto di control o I/O data.

...and Goals

- rete ad alta velocità sia per dati control che I/O
- trasferimento deterministico dei dati
- transparent media redundancy
- combinazione delle funzioni delle reti RIO e DH+ in un'unica LAN
- semplice
 - configurazione
 - manutenzione
 - troubleshooting

Environment

Figure 1.1
ControlNet-based Architecture



Object Modeling

La rete ControlNet è progettata attraverso l'**object modeling**, un metodo che organizza i dati e le procedure in un'unica entità: l'**oggetto**.

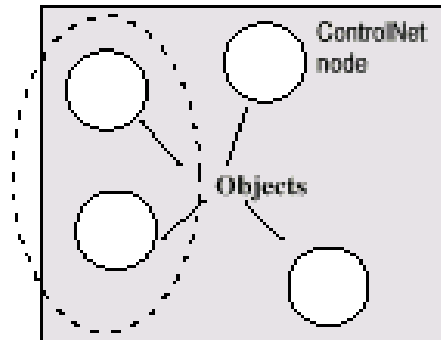
Un **oggetto** è una *collezione* di:

- **servizi**: le *procedure* che un oggetto esegue
- **attributi**: le *caratteristiche* di un oggetto rappresentate attraverso *valori che variano nel tempo*; spesso gli attributi forniscono *informazioni sullo stato* di un oggetto o *governano* le sue operazioni; il valore associato ad un attributo può, o meno, influire sul *comportamento* dell'oggetto, ovvero sulle sue risposte a determinati eventi.

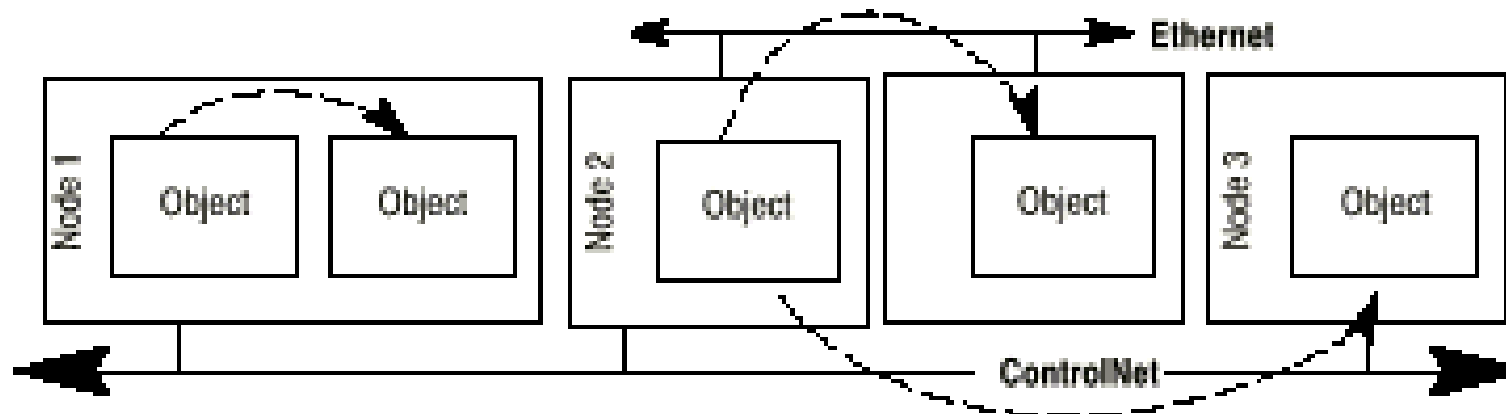
Le **classi** classificano oggetti, ovvero, definiscono un particolare tipo di oggetto e le caratteristiche condivise da tutti gli oggetti nella classe.

Gli oggetti all'interno di una classe sono detti **object instances**. Un object instance è l'attuale rappresentazione di un oggetto in una classe, ogni instance di una classe ha lo stesso insieme di attributi ma ha il proprio set di valori degli attributi, che rende ogni instance unica nella classe.

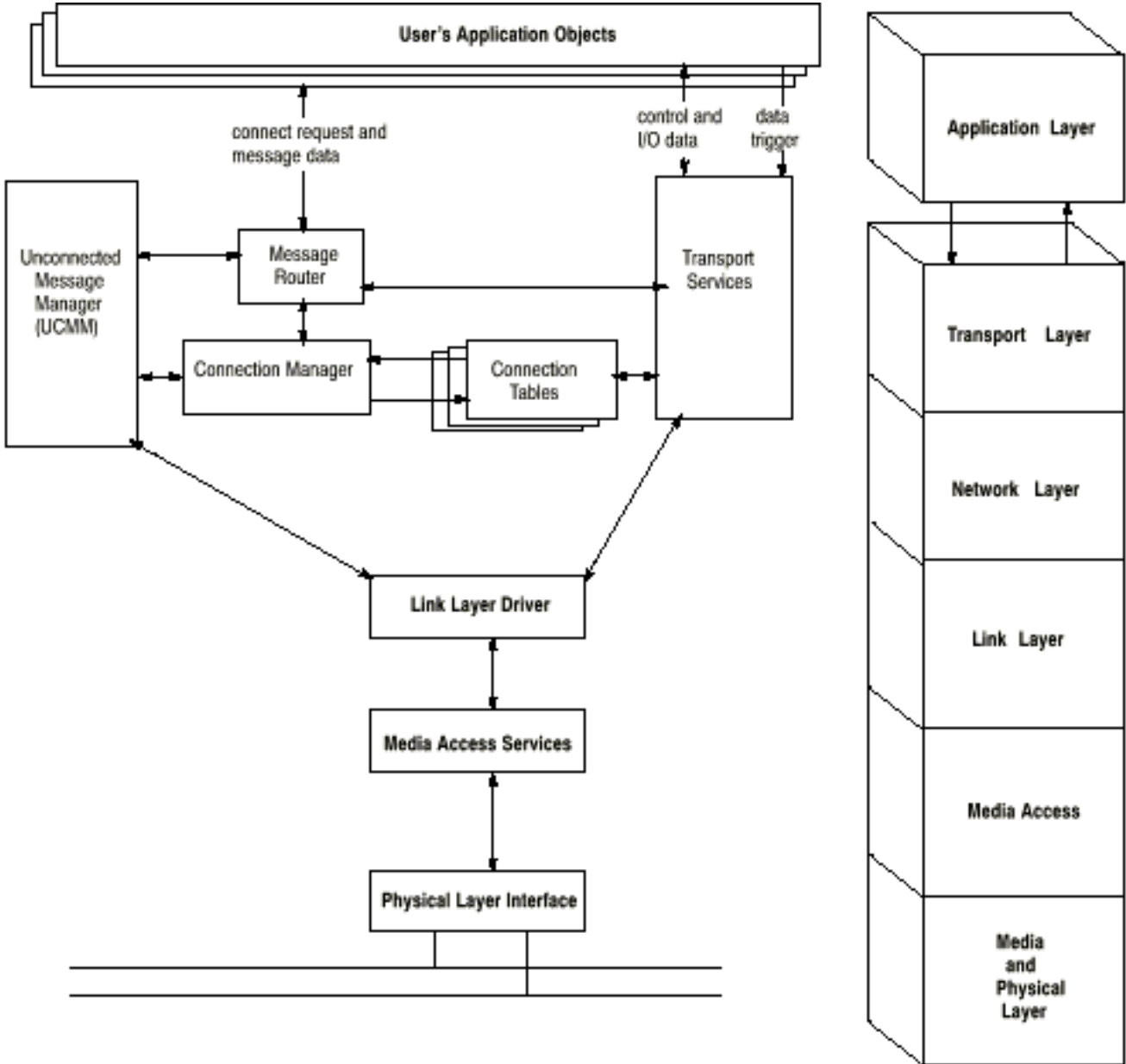
Una Classe di Oggetti



Gli oggetti **applicazione** comunicano fra loro scambiandosi dei **messaggi** (linee tratteggiate)



Communication Model



Physical Layer Interface: componenti hardware necessari per interfacciarsi con il mezzo fisico

- fornisce i componenti transceiver per le porte redundant coax media
- fornisce i componenti transceiver per Network Access Port (NAP)

Media Access Service: permette ad un'applicazione di trasmettere sulla rete

- controllo dei dati per la ricerca di errori
- aggiunta dell'header e del trailer ai pacchetti trasmessi
- eliminazione dell'header e del trailer dai pacchetti ricevuti
- controllo del switch-over algorithm per il redundancy media
- provvede a trasmettere e ricevere dati sul flusso di controllo su e fuori il media

Link Layer Driver: assembla i dati nel corretto formato frame ControlNet

- setta il Media Access Service
- muove i dati dal/al Media Access Service
- controlla la trasmissione e la ricezione del flusso dei dati del Media Access Service
- mantiene i dati ricevuti in una memoria temporanea fino al controllo per errori del Media Access Service

Unconnect Message Manager (UCMM): fornisce la possibilità di spedire un messaggio **senza** aver attivato una connessione

- ricezione i messaggi UCMM in arrivo
- spedizione a/ricezione da oggetti UCMM su altri nodi di messaggi non connessi
- spedizione al/ricezione dal Message Router locale di messaggi non connessi

Message Router (MR): permette ad un applicazione di aprire connessioni verso oggetti attraverso lo stesso nodo

- interpreta la parte di messaggio che indica l'oggetto destinazione locale
- instrada il messaggio verso l'oggetto destinazione

Connection Manager (CM): apre e chiude le connessioni mantenendo una tabella delle connessioni della rete

- setta la connessione attraverso il suo nodo
- processa tutte le richieste di connessione spedite sul servizio locale
- inoltra un servizio aperto sulla connessione al nodo successivo del cammino della connessione, attraverso l'UCMM
- instaura una connessione con il nodo obiettivo

Connection Tables: mantiene le informazioni riguardanti **tutte** le connessioni in cui il nodo partecipa

Transport Service: definisce il tipo di trasmissione dati richiesto per un oggetto applicazione

- notifica all'applicazione trasmittente dell'arrivo dei dati
- Individuazione della consegna di pacchetti duplicati

Quando una connessione è instaurata, oggetti come MR, UCMM, CM non sono più necessari, i dati possono andare direttamente all'oggetto destinazione

User's Application Object: le funzioni per cui i dati sono trasmessi o ricevuti

- opera richieste di connessione per stabilire un cammino che permetta lo scambio di informazioni tra oggetti applicazione
- seleziona il tipo di connessione che definisce *how many* gli oggetti applicazione possono usare i dati
- decide la priorità associata alla connessione che definisce la *time-critical nature* dei dati trasmessi
- definisce il *trigger mode*, che determina quando possono spediti nuovi dati
- sceglie il servizio di trasporto, che definisce la *qualità* richiesta alla trasmissione
- genera i dati richiesti da altre applicazioni

ControlNet

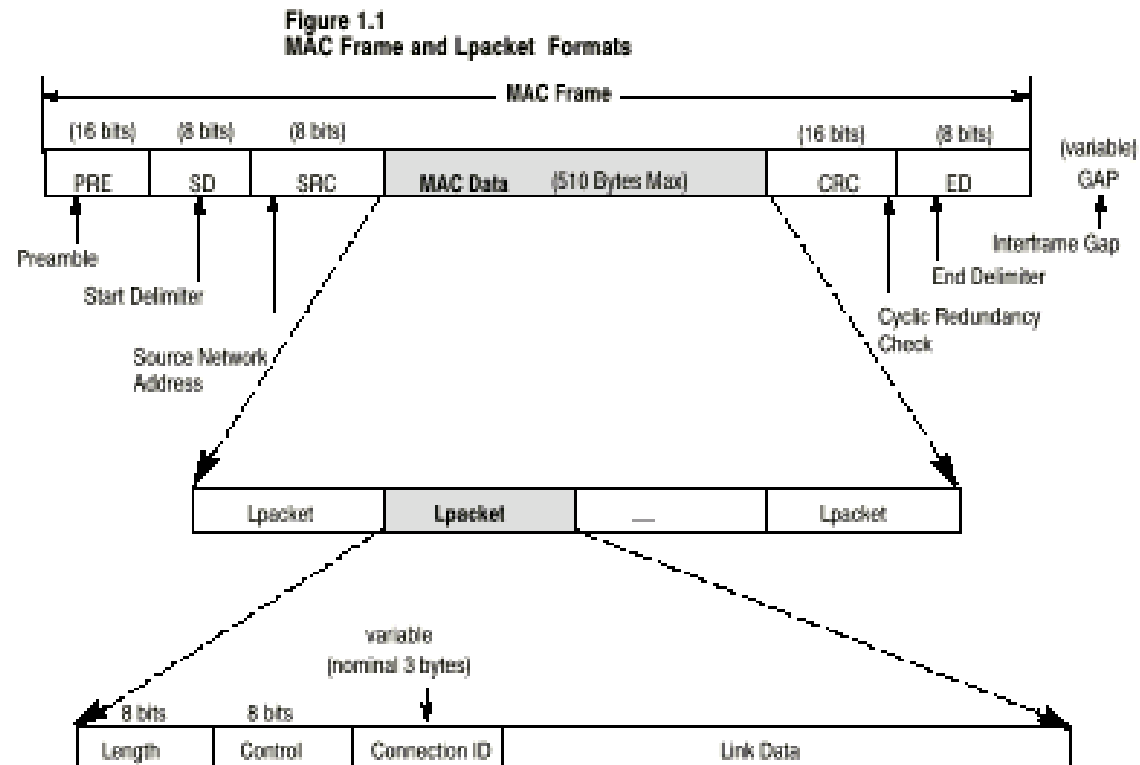
Communications

Il Protocollo di Comunicazione di ControlNet

ControlNetwork Packet Format

Media Access Control (MAC) frame: la forma in cui un nodo trasmette un insieme di dati, raggruppati in Lpackets; un singolo MAC frame può contenere più Lpackets.

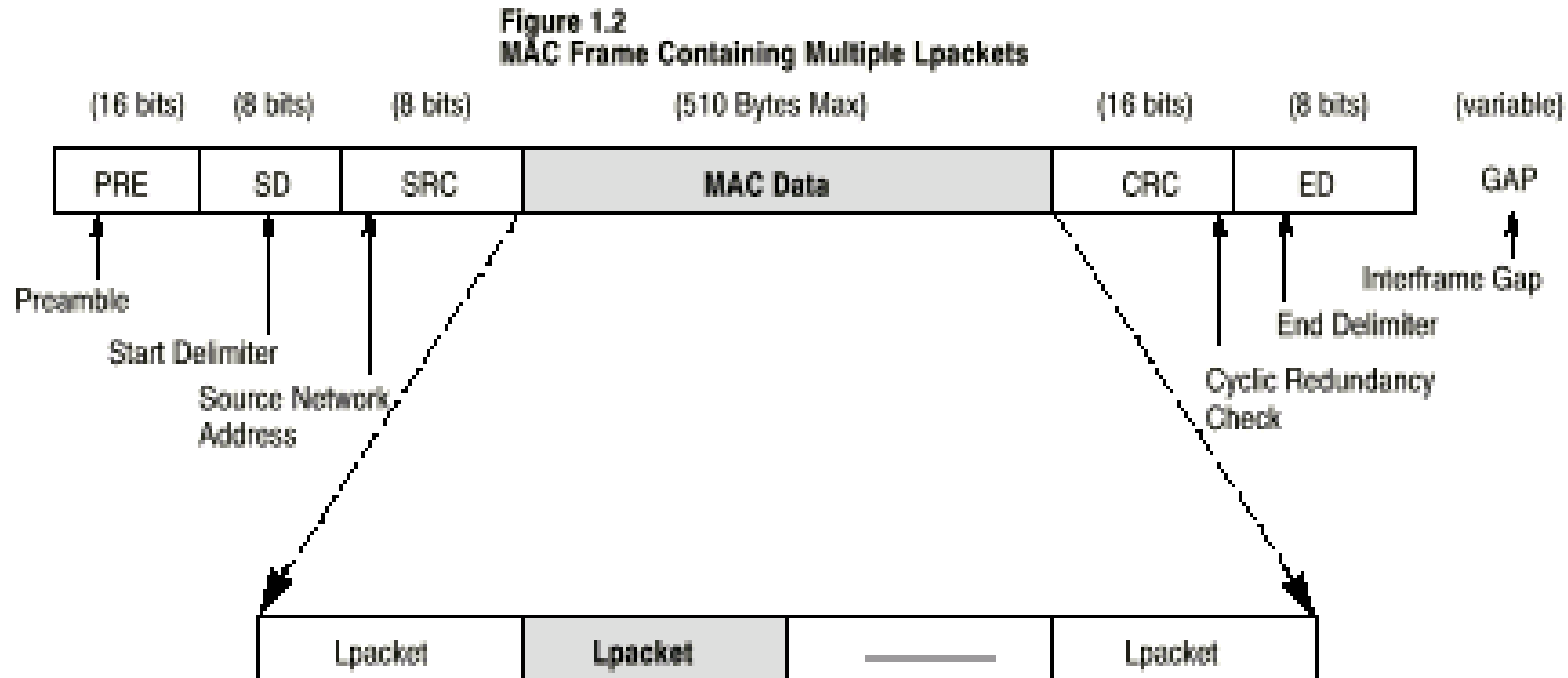
Lpackets: dati impacchettati ed etichettati da un nodo, in vista di una trasmissione.



MAC Frame Format

- preamble
- start delimiter
- source network address
- CRC
- end delimiter

Ogni nodo può spedire solo un Mac frame, massimo di 510 bytes, in ogni trasmissione

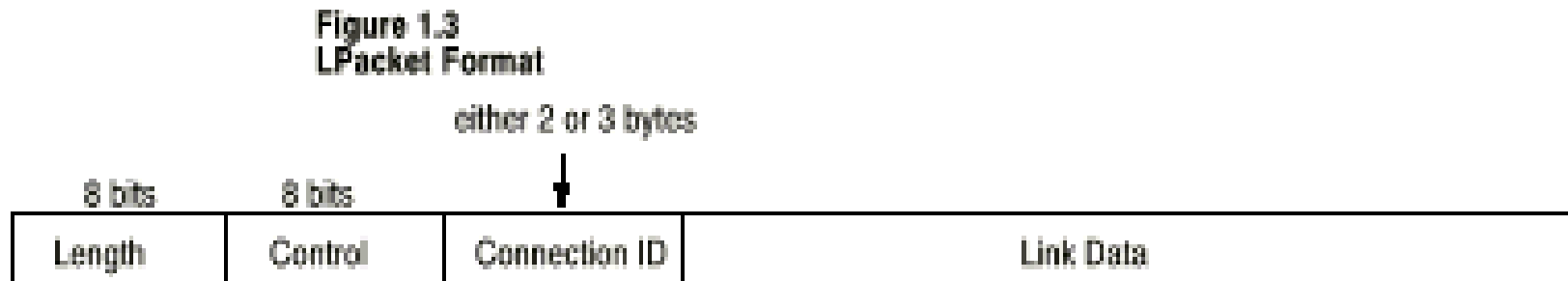


LFrame Format

- Un **Connection ID (CID)** è un identificatore numerico di una rete.

Ogni LPacket contiene una parte dell'informazione di un'applicazione, destinata ad uno o più nodi della rete.

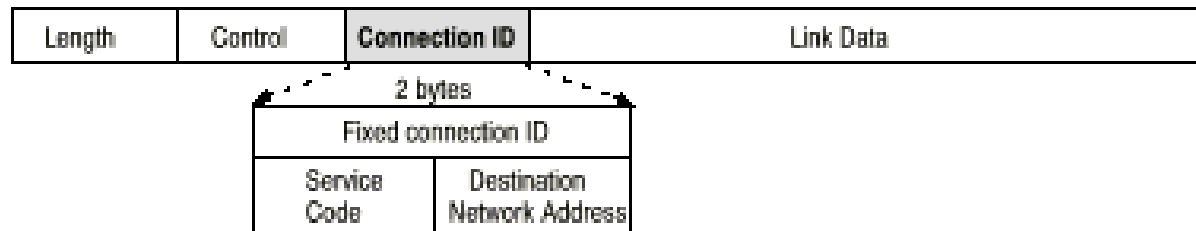
Un'applicazione utilizza il CID per determinare se un LPacket è a lei destinato.



L'utilizzo di un CID, rappresenta un metodo efficace per riferirsi ad un particolare object message; può essere di due tipi:

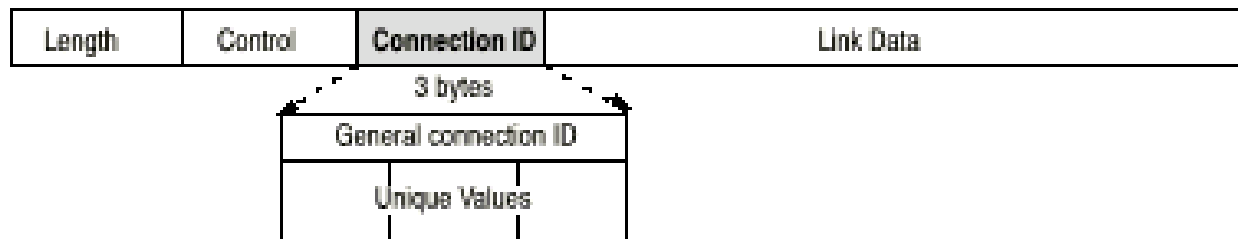
- **Fixed Connection ID** (2 bytes), contenente *service code* che indica il servizio richiesto, e *destination network address byte* che indica l'indirizzo di rete per il recapito

Figure 1.4
Fixed CID Format



- **General Connection ID** (3 bytes), contenente un numero utilizzato per identificare un data packet; un general CID deve avere un *unico valore* in una rete ControlNet

Figure 1.5
General CID Format



Connections

Le connessioni fra sorgente e destinazione sono di tipo **a circuito virtuale** (analogia con i sistemi fisici stabiliti dal sistema telefonico)

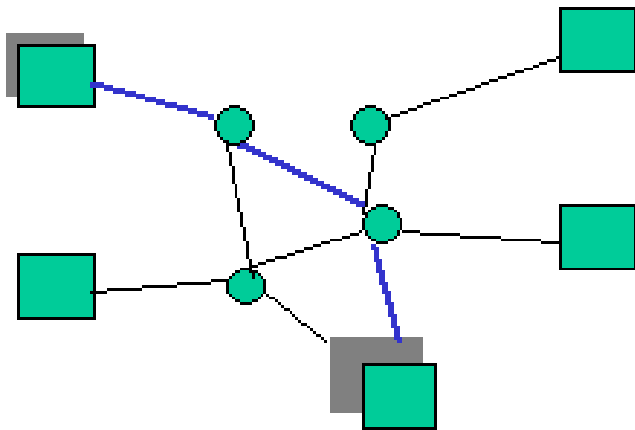
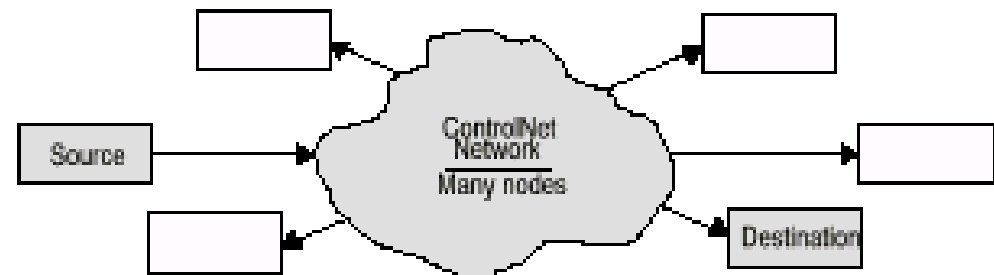


Figure 1.6
Virtual Circuit



Fra i possibili viene scelto un percorso che viene seguito da tutti i pacchetti

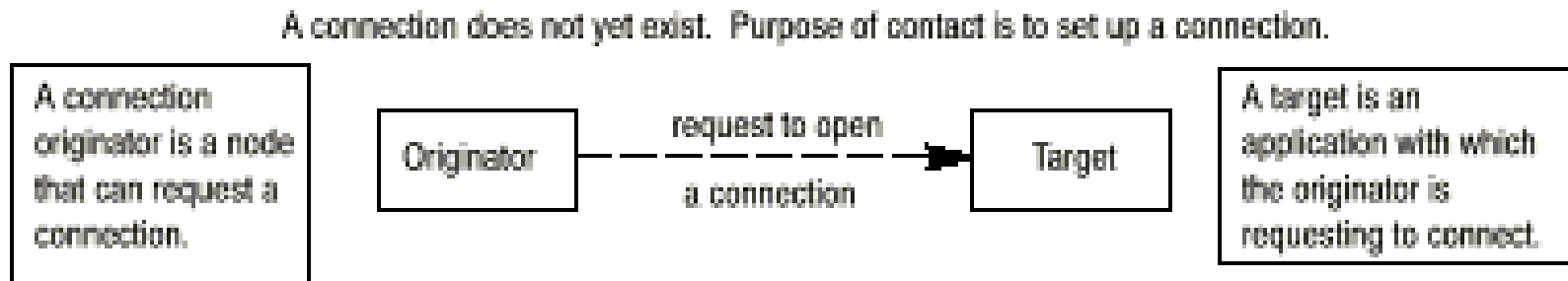
Instaurazione di una connessione

Ogni nodo contiene le seguenti applicazioni:

- **Unconnected Message Manager (UCMM)**
- **Message Router (MR)**
- **Connection Manager (CM)**
- **ControlNet Object**
- **Identity Object (ID)**

Un **connection originator** è un nodo che richiede una connessione; contiene un **Connection Scheduler (CS) Object**

Un **target** è un'applicazione a cui il connection originator sta richiedendo di essere connesso



Unconnected Message Manager (UCMM)

- Facilita lo scambio di informazioni utilizzate per *stabilire, aprire, chiudere* una connessione fra applicazioni
- Convoglia i non-repetitive & non-time critical data su un singolo link

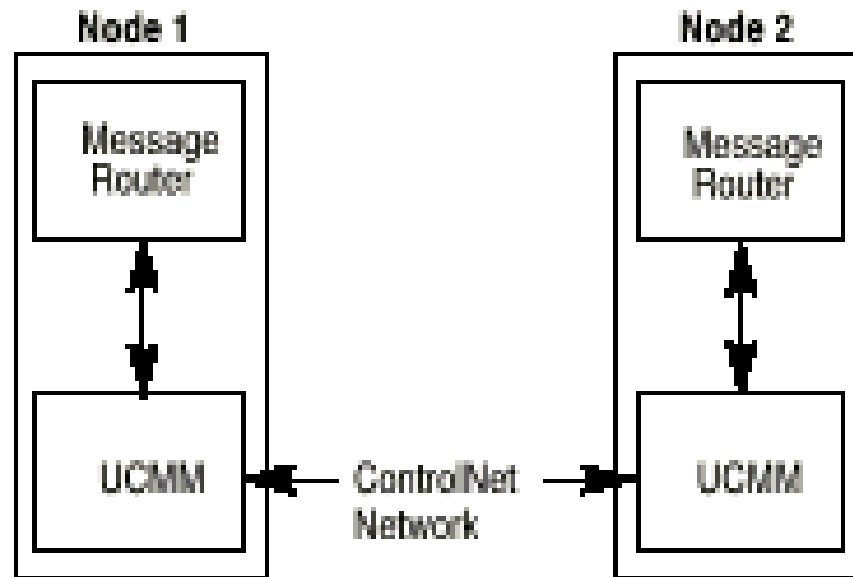
Analisi del funzionamento:

- Il Connection Manager fornisce all'UCMM il **network address** ed il **path** per il **target node**
- Una volta che la connessione è stabilita, il network address ed il path **non sono più richiesti** (esiste un percorso virtuale fra i due nodi connessi)
- L'apertura di una connessione genera un **CID** utilizzato per lo scambio delle informazioni

Altre funzionalità:

- **Duplicate Detection**
- **Automatic Retries**
- **Message Time-Out**

Figure 1.7
UCMM and Message Router Interaction



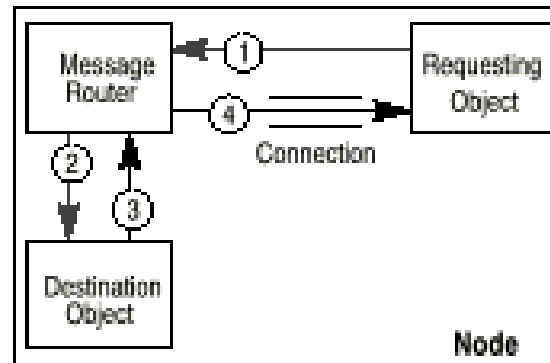
I messaggi UCMM sono sempre spediti nella porzione UNSCHEDULED del network interval

Message Router (MR)

- Permette ad un'applicazione di aprire **una** connessione ad oggetti multipli attraverso lo stesso nodo (come una sorta di interruttore interno per gli oggetti di un nodo).

Funzionamento

Figure 1.8
Message Router Functions



- MR determina quale oggetto deve essere eseguito per il servizio richiesto, interpretando ed individuando porzione del messaggio
- Il messaggio è instradato all'oggetto destinazione
- Riceve una risposta dall'oggetto destinazione per l'oggetto richiesto
- MR instrada tale risposta su una connessione instaurata

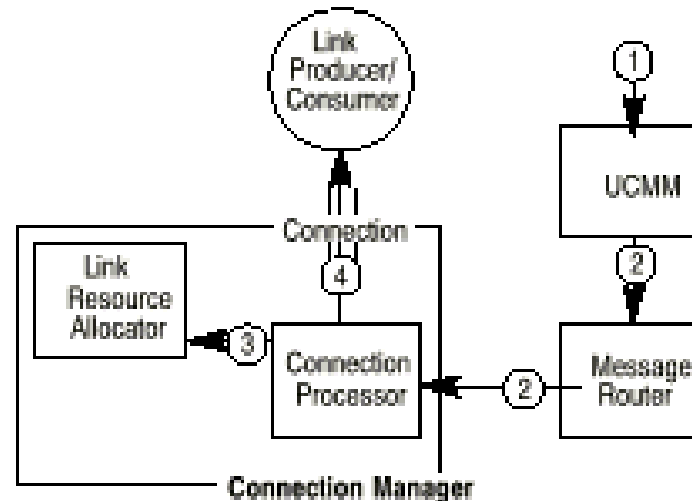
Le connessioni possono essere stabilite senza una connessione ad un MR

Connection Manager (CM)

Alloca le risorse interne necessarie per ogni connessione, la cui richiesta può essere originata da:

- altri nodi via UCMM
- un'applicazione su un nodo

Figure 1.9
Object Components of the Connection Manager



- L'UCMM del richiedente contatta il l'UCMM target con una richiesta di connessione
- La richiesta è instradata attraverso l'MR target al CM
- Il CM alloca le risorse necessarie
- Una connessione è instaurata al nodo richiedente

The Producer/Consumer Model

La rete ControlNet utilizza il modello *Producer/Consumer* per lo scambio delle informazioni fra le applicazioni.

Componenti di base:

- **object messages**
- **connection ID (CID)**
- **producer/consumer connection types**
- **transport services**
- **transport connection types**

Alcune definizioni:

object message: una parte di informazione che interessa uno o più nodi sulla rete

producer: nodo trasmittente

consumer: nodo ricevente

Confronto

Formato dei pacchetti



Figure 1. Modello sorgente/destinatario

- Richiede più pacchetti per spedire lo stesso messaggio a più destinatari
- I dati arrivano a differenti destinatari in tempi diversi
- Crea traffico inutile, peggiorando le prestazioni
- Richiede differenti reti per i messaggi e I/O deterministico



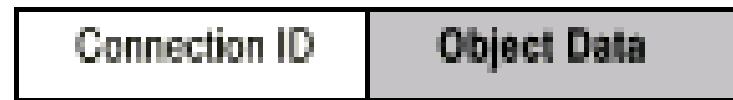
Figure 2. Modello di rete produttore/consumatore

- Nodi multipli possono consumare lo stesso dato di un singolo produttore
- I nodi possono essere sincronizzati (multicast)
- Banda passante ottimizzata per migliori prestazioni
- Stessa rete per la programmazione e la comunicazione

Object Message

Trasporta un valore od un insiemi di valori, con una descrizione del loro significato. La rete ControlNet li utilizza per trasportare informazioni tra nodi produttori e consumatori.

La struttura è molto semplice, con l'obiettivo di raggiungere minimi tempi di processamento, elevate performance e code di dimensioni ridotte. Contiene **solo la parte dei valori di un oggetto che cambia nel tempo.**



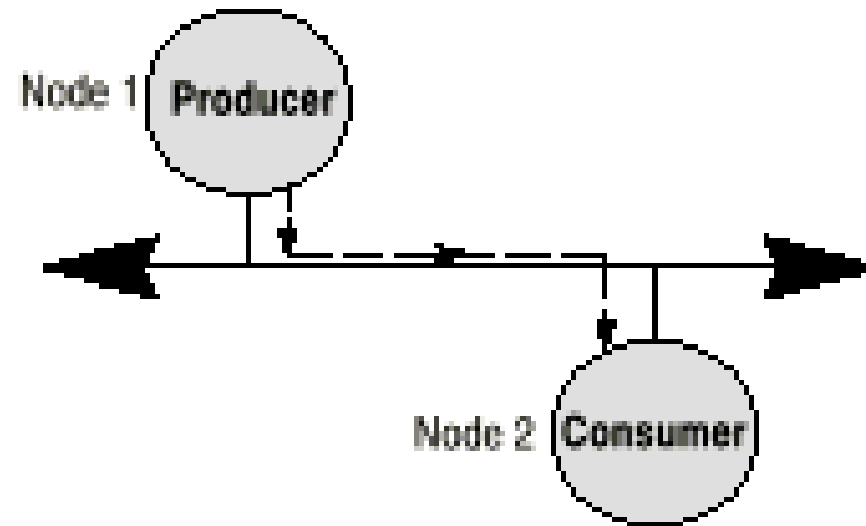
- I nodi aspettano alcuni CID trasmessi dai nodi **producer**
- Quando un nodo in attesa riconosce un CID desiderato, *consuma* il messaggio divenendo un nodo **consumer**.

La rete assume che ogni object message abbia esattamente un **unico significato**, ma che possa avere uno o più consumatori

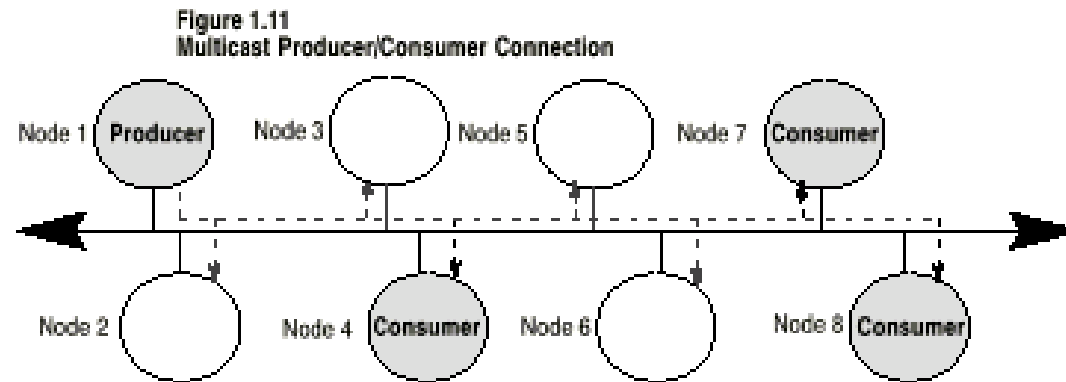
Producer/Consumer Connection Types

- **point-to-point** connection: un producer, un consumer

Figure 1.10
Point-to-Point Producer/Consumer Connection



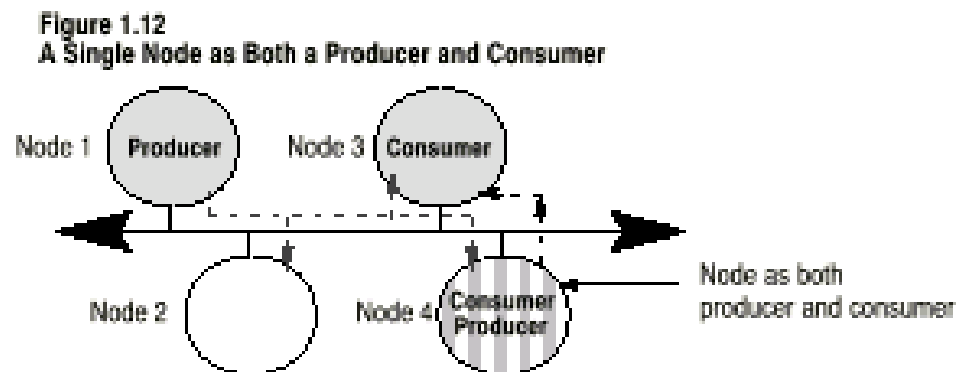
- **multicast** connection: un producer, più consumer



- Il Nodo 1 *produce* il dato e lo pone sulla rete
- I Nodi 4, 7, 8 *consumano* il messaggio
- I Nodi 2, 3, 5, 6 vedono il messaggio ma non essendone interessati, non lo consumano

I nodi possono essere *consumer, producer* o *entrambi*

- Il Nodo 4 potrebbe voler spedire un object message al Nodo 3, basato sull'informazione che ha appena consumato dal Nodo 1



Transport Services

In ControlNet sono previste due classi di trasporto general-purpose, che forniscono differenti *livelli* di servizio, che permettono le comunicazioni fra le applicazioni.

Le classi di trasporto con numero più alto, includono i servizi previsti dalle classi di trasporto con numero più basso.

L'applicazione che richiede la connessione deve determinare la classe di trasporto che meglio soddisfa le esigenze di un particolare trasferimento dati

Class Number

Class Name

1

Duplicate Detection

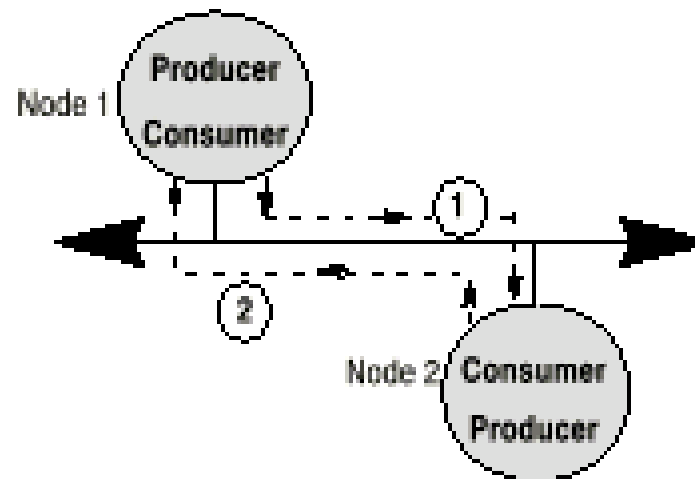
3

Verified

Transport Class 1 (T1): supporta il minimo livello di servizio, duplicate data detection

Funzionamento/Utilizzo

- usa una connessione per la consegna di dati applicativi su una base ciclica
- fornisce un contatore di header sequence per individuare consegne di pacchetti dati duplicati
- non appesantisce l'applicazione target della duplicate detection
- è utilizzata per il trasferimento di dati ciclici
- usa una seconda connessione per il cammino inverso dei dati o heartbeat

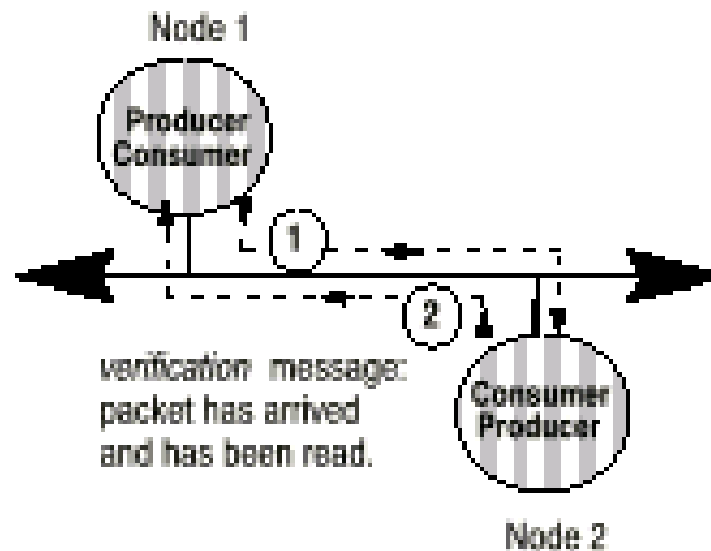


1. indica la consegna del messaggio iniziale
2. indica il cammino inverso per i dati di applicazione o heartbeat

Transport Class 3 (T3)

Funzionamento/Utilizzo

- usa una connessione per la consegna dei dati applicativi
- impiega una seconda connessione per *verificare* che i dati trasmessi siano stati ricevuti e letti dal consumer
- usata per il trasferimento di dati riguardanti *cambiamenti di stato* o il *trigger* di applicazioni



1. indica la consegna del messaggio iniziale
2. indica il cammino inverso dei dati per la notifica della consegna

Transport Connection Types

La rete ControlNet supporta **due** tipi di connessioni:

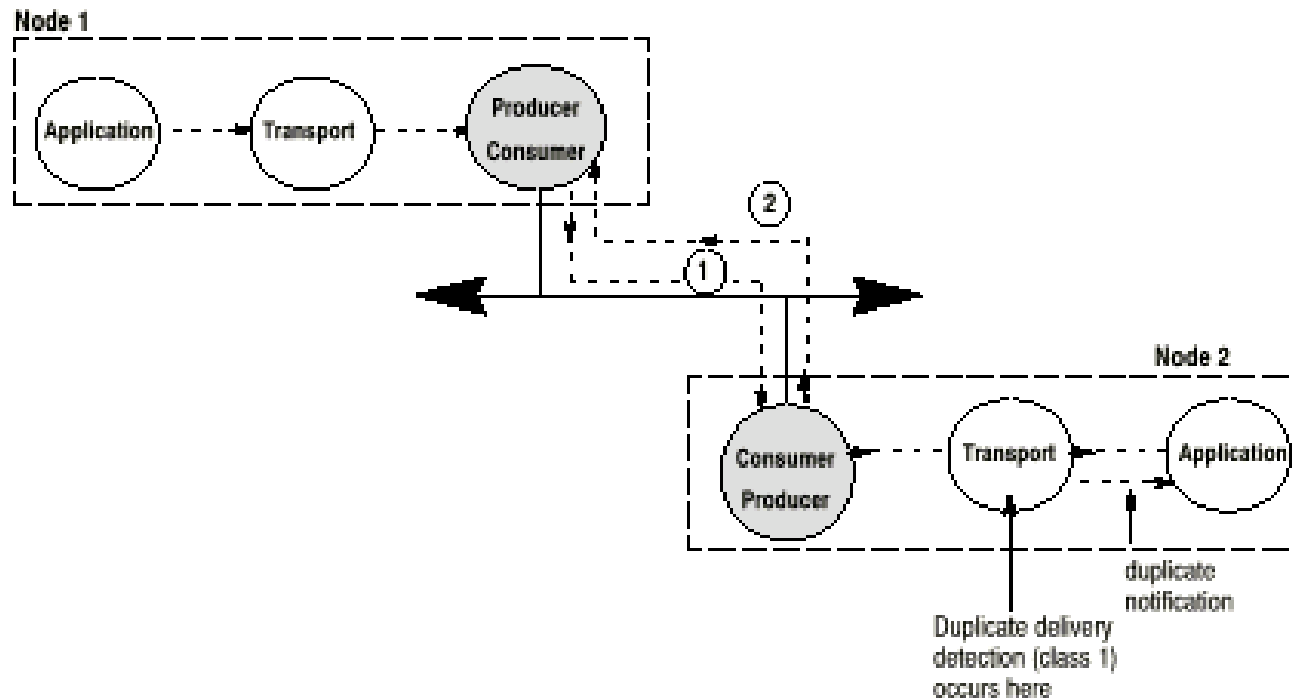
- **point-to-point**: un solo producer, un solo consumer, nessuna connessione può essere ulteriormente aggiunta
- **multicast**: le connessioni permettono un producer di dati con più di un consumer

Entrambi i tipi di connessione possono essere definiti dalle applicazioni, secondo i particolari servizi che queste richiedono.

- **Point-to-Point Class1**
- **Point-to-Point Class3**
- **Multicast Class1**

Point-to-Point Class1

Di norma utilizzata per trasferimenti di dati I/O ciclici, non è previsto nessun altro servizio oltre alla consegna dei dati e all'individuazione di pacchetti duplicati.

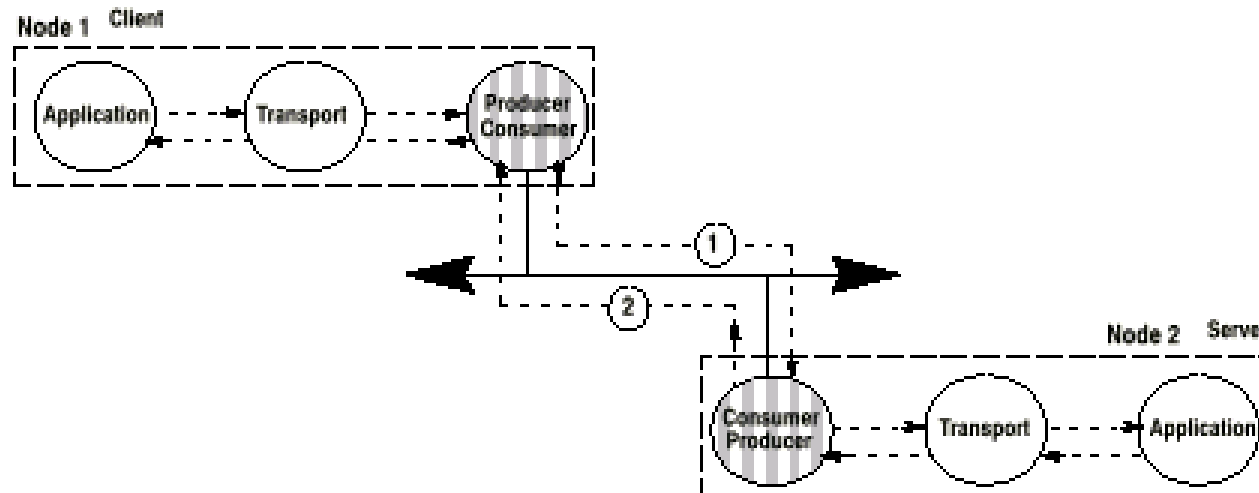


1. indica la consegna del messaggio iniziale
2. indica la consegna heartbeat

Le linee tratteggiate indicano connessioni logiche, quelle piene connessioni fisiche

Point-to-Point Class3

Un tipico uso di tale connessione è lo scambio di messaggi *client/server*



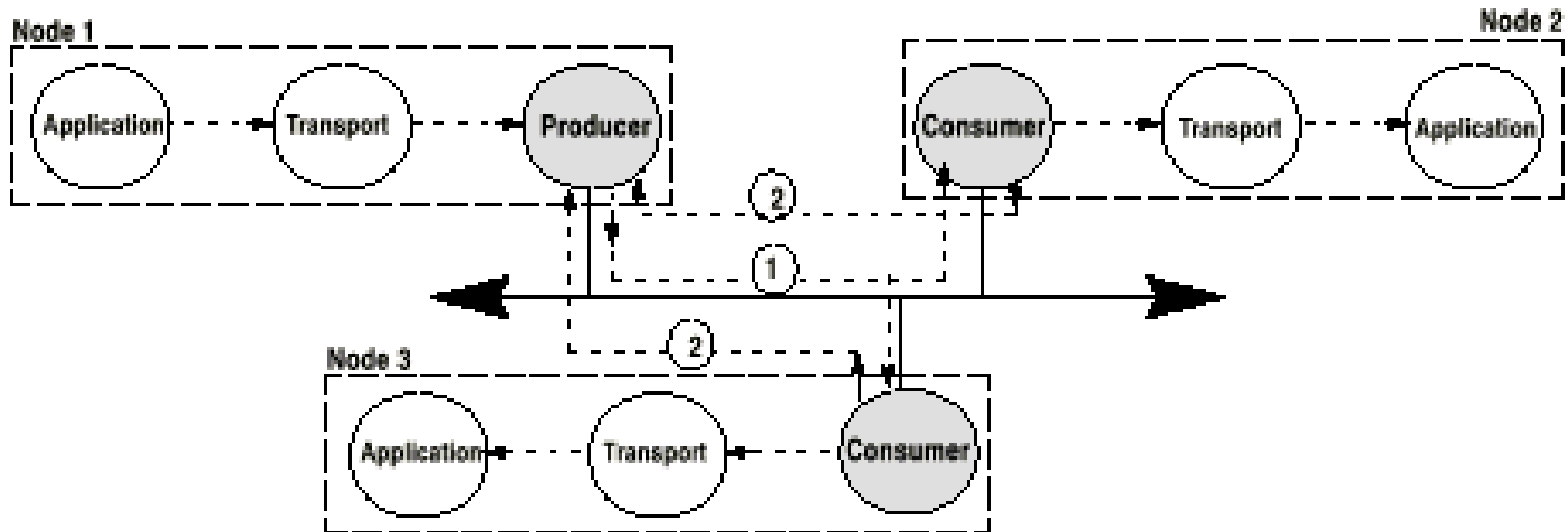
1. Indica la consegna del messaggio iniziale
2. Indica il cammino inverso per la notifica della consegna

L'esempio mostra come la verifica di consegna viene utilizzata per la verifica di messaggio

**La verifica di consegna non è requisito di una connessione point-to-point,
solo una possibile aggiunta**

Multicast Class1

Un uso comune potrebbe essere un adapter sending inputs verso multiple scanners



1. Indica la consegna del messaggio iniziale
2. Indica la consegna heartbeat

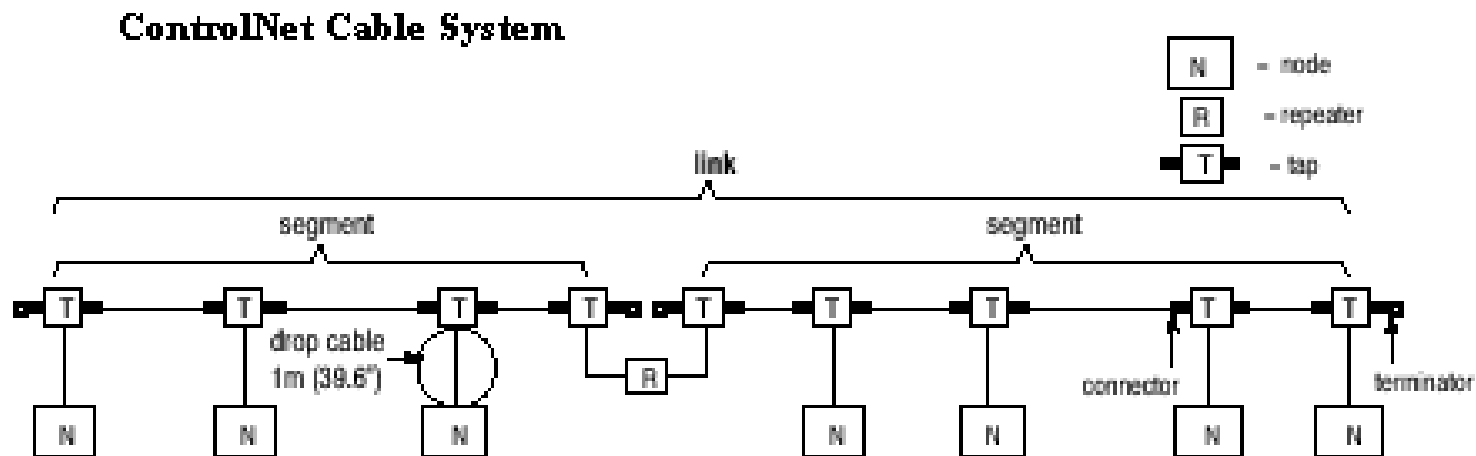
ControlNet

Physical Media

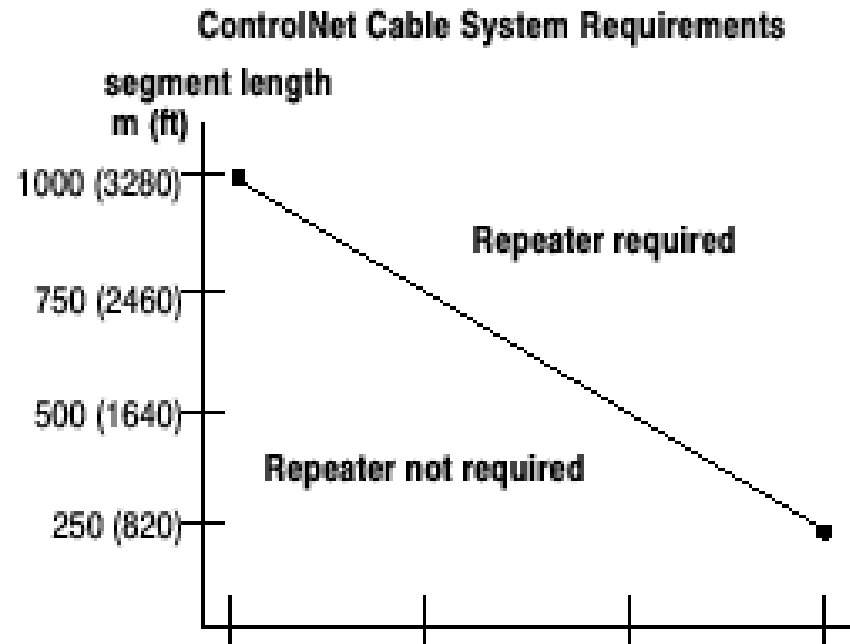
Il mezzo fisico primario per la rete ControlNet è il *cavo coassiale*, la rete fisica è costituita dal cavo e da una combinazione di connettori, transceiving e dispositivi terminali.

Il mezzo fisico secondario è costituito da un dispositivo *ripetitore a fibra ottica* e cavi che supportano lunghe distanze.

La rete ControlNet è **intrinsically safe**.



Specifications



Lunghezza Massima di un Segmento

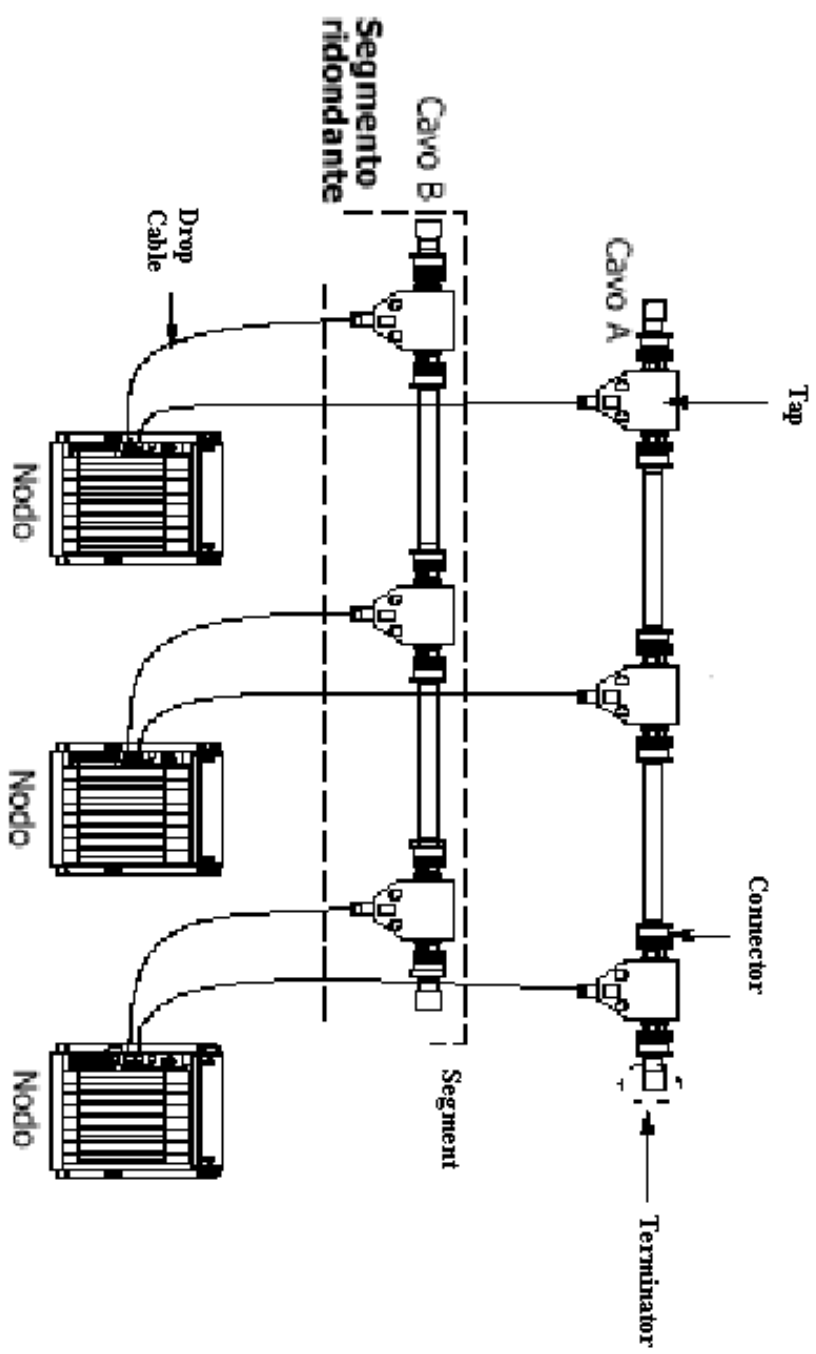
$$1000 \text{ m} - 16.3 \text{ m} \times [\text{numero} \text{ _ } \text{nodi} - 2]$$

Parameters

Parametro	Limite
Massimo Numero di nodi per link	99
Massimo numero di repeaters in una serie di link	Dipende dalla quantità di cavo utilizzata
Data Rate	5.0 Mbit/sec (1,6 μ sec/Byte)
Undetected Error Rate	< 1 errore in 20 anni

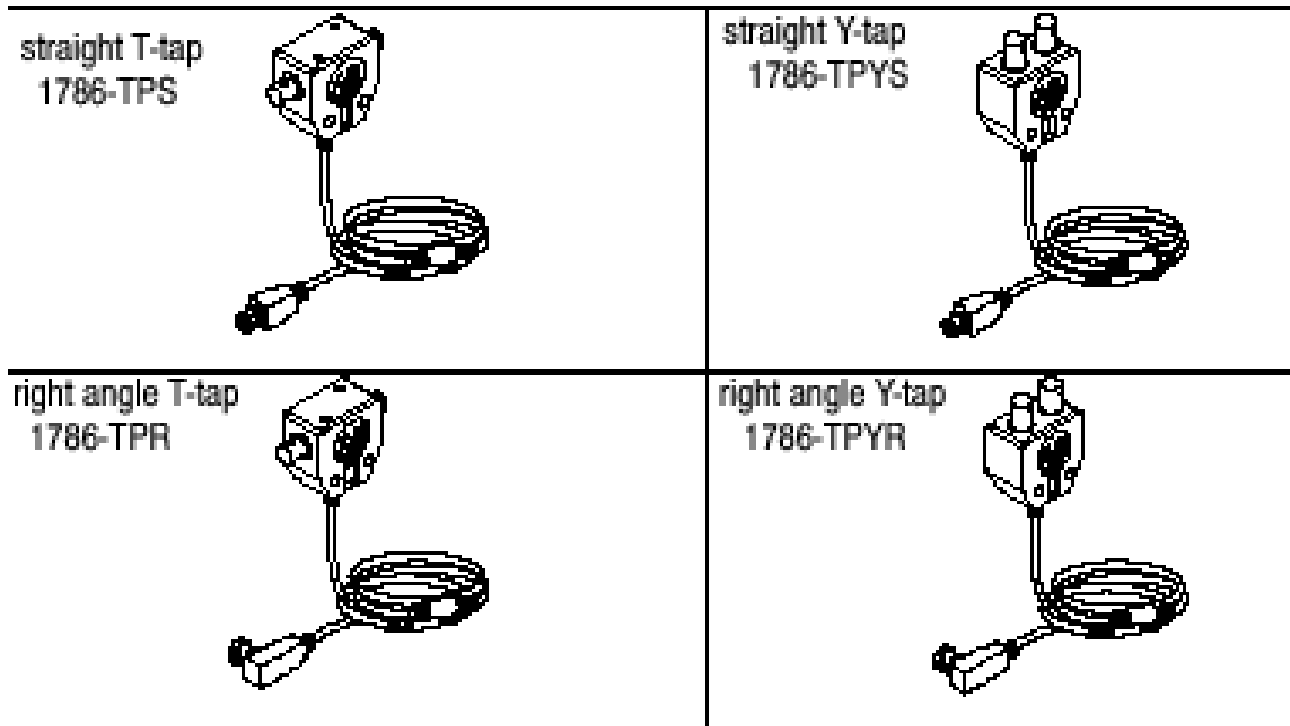
Media

- **trunk-cable:** cavo coassiale (generalmente) fibra ottica
- **segment:** sezione del trunk-cable con terminators alle estremità
 - *non include repeaters*
- **terminators:** resistori da 75-ohm (BNC) posti alla fine di un segmento per evitare riflessioni di segnale
- **drop cable:** cavo che connette un nodo al trunk-cable
- **node:** porta di un dispositivo fisico che lo connette alla rete, richiede un *indirizzo di rete*
- **taps:** connette componenti al trunk-cable; è richiesto
 - *per ogni nodo*
 - *in entrambi i lati di un ripetitore*
- **connectors:** permettono l'attacco del trunk-cable ai taps
- **link:** una collezione di nodi con indirizzo unico nel range **1...99**
 - segmenti connessi da repeaters formano un link
 - più links connessi da bridges formano una *network*



Tap Types

La rete Control Net supporta *quattro* tipi di tap passivi



Physycal Layer Repeaters

Dispositivo *physical-layer* con *due porte attive* che ricostruisce e trasmette tutto il traffico che ascolta su un segmento, sull'altro.

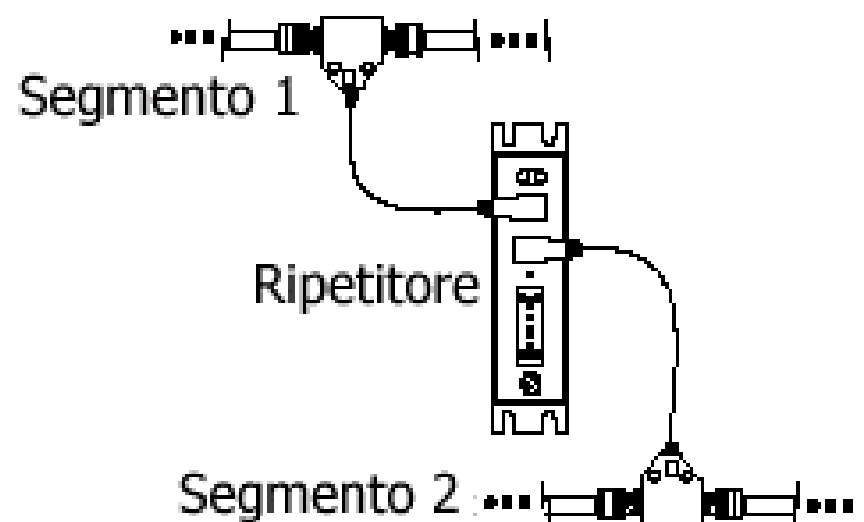
Funzione:

- *aumentare il numero di taps* possibili su un link quando il sistema ne richiede **più di 48**
- *estendere la lunghezza totale di un link*

Non richiedono un indirizzo di rete

**Lunghezza massima del segmento, contenente un repeater, ammissibile:
250 m circa (267,5)**

Connettore per cavi coassiali



Redundant Media

La rete ControlNet fornisce la possibilità di installare un secondo cavo fra i **nodi**.

Con il *redundant media*, i nodi trasmettono lo *stesso* segnale su due *segmenti separati*.

Il nodo ricevente, in modo continuo, *confronta* la qualità dei segnali selezionando il miglior cavo per la ricezione del messaggio successivo.

Questa possibilità fornisce, inoltre, un cavo di backup nel caso in cui uno dei due sia:

- installato impropriamente
- non connesso
- guasto

I cavi su un segmento di cavo ridondante sono definiti da:

- **Numero segmento**
- **Lettera del cavo ridondante**

Alternate Network Connection

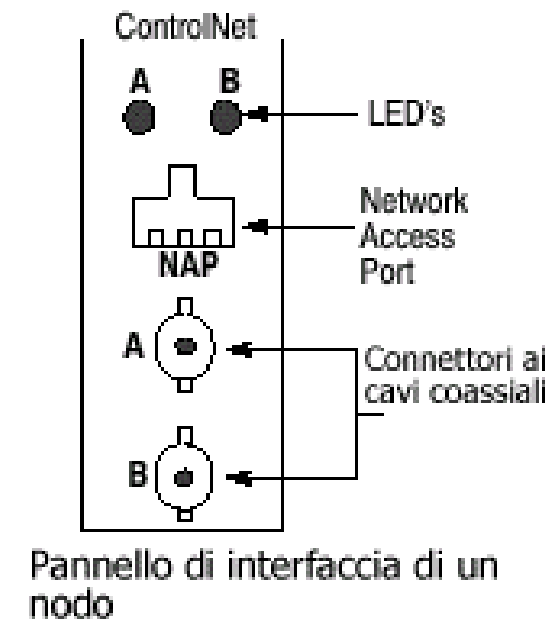
Tutti i nodi di una ControlNet, eccetto i ripetitori, hanno una **Network Access Port (NAP)**.

Questa caratteristica fornisce la possibilità di creare una connessione di rete

- senza tap
- full-speed
- temporanea,

per tutti i nodi della rete.

Ogni connessione usa un cavo modulare, con connettori per l'accesso al sistema coassiale della rete, della lunghezza massima di 10m.



ControlNet

Network Protocol

Media Access Method

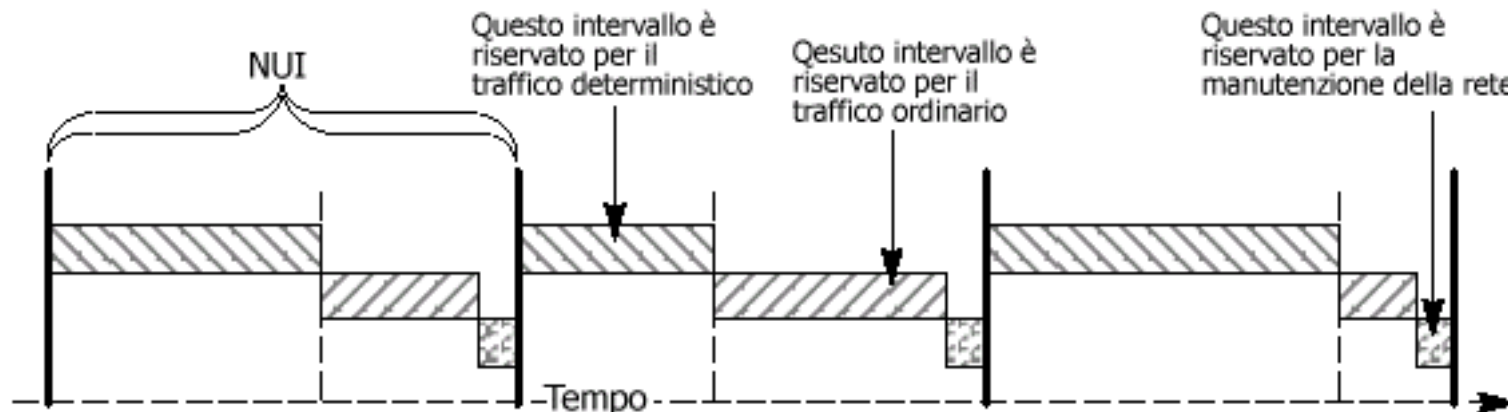
L'accesso alla rete è determinato dal **tempo**. Ogni nodo può trasmettere soltanto durante il suo **turno**, che cade entro un time frame specificato.

Un algoritmo **Concurrent Time Domain Multiple Access (CTDMA)** regola l'opportunità di trasmettere dei vari nodi, che si *ripete a precisi intervalli (determinismo)*.

Il **Network Update Interval (NUI)** è l'intervallo di tempo in cui i dati possono essere spediti in rete. Il NUI è suddiviso in tre sezioni:

- Scheduled (Traffico *deterministico*)
- Unscheduled (Traffico Ordinario)
- Guardband (Manutenzione della rete)

Il **Network Update Time (NUT)** è il *noto e fisso* rate con cui il NUI si ripete.



Scheduled Service...

La prima porzione del NUI è riservata per lo *scheduled traffic*, ovvero *time-critical data* che devono essere spediti in un rate *fisso e ripetitivo*.

La consegna è **deterministica** e **ripetibile**.

SMAX: il più grande indirizzo di rete che può riservarsi una porzione di banda nella porzione scheduled del NUI.

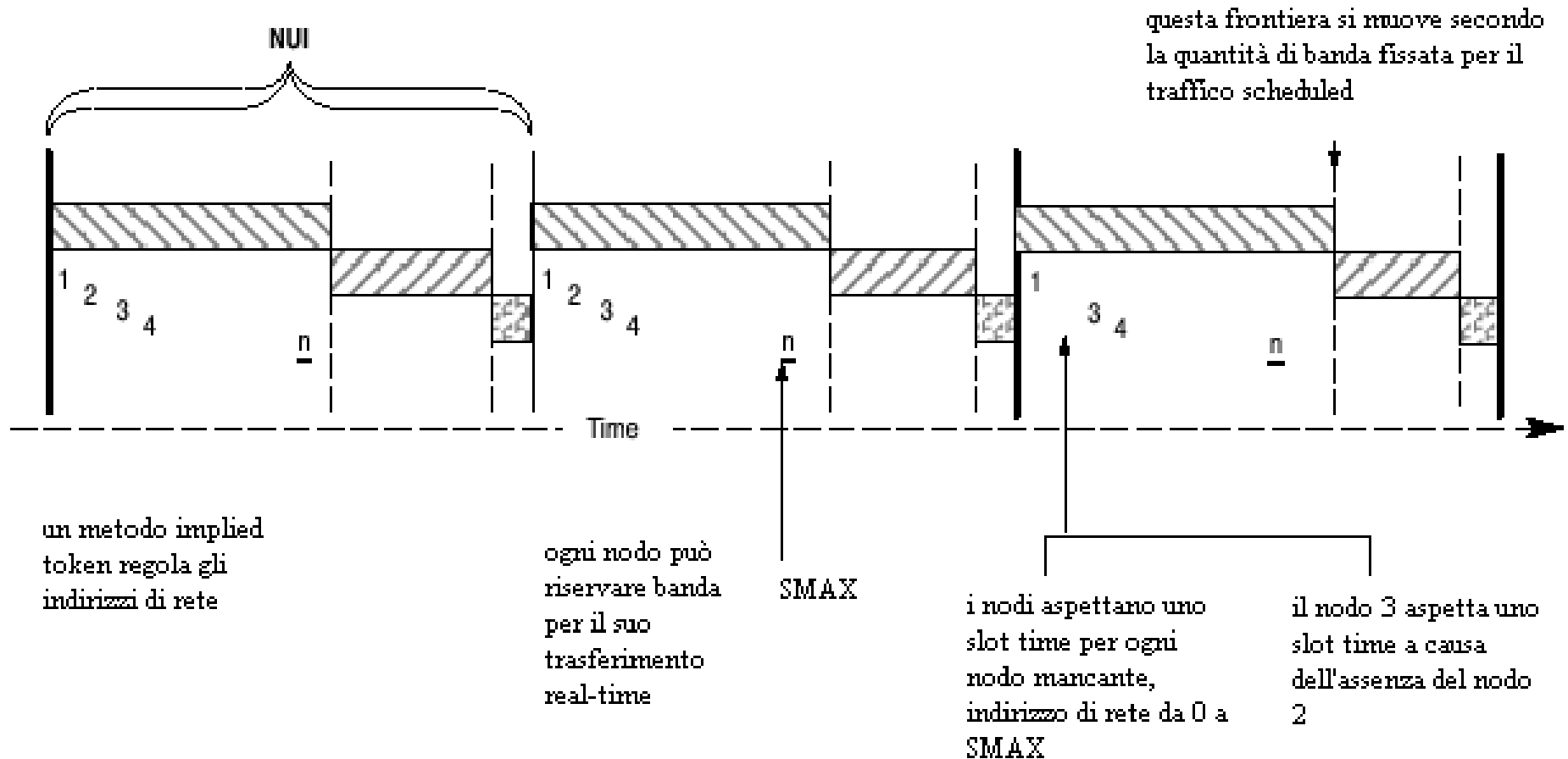
Ogni nodo il cui indirizzo di rete sia compreso fra 1 e SMAX ha esattamente una opportunità di trasmettere per NUT.

Ogni nodo può trasmettere fino a 510 bytes durante il suo turno, la banda in questa porzione del NUI è configurata in modo da supportare un trasferimento dati *real-time*. Tipici messaggi di tipo scheduled sono:

- Dati digitali
- Dati analogici
- peer-to-peer interlocking data

**Nodi con indirizzo superiore a SMAX
NON spediscono messaggi durante la porzione scheduled dell'intervallo**

ControlNet Scheduled Media Access Service



Slot Time: il tempo che un nodo deve attendere per ogni indirizzo di rete assente, prima che arrivi il suo turno di trasmissione. Il tempo reale è dovuto alla lunghezza del cavo ed al numero di ripetitori

...Implied Token

Implied Token: è il metodo con cui un indirizzo di rete determina quando trasmettere in relazione agli altri nodi presenti sulla rete.

In realtà non circola alcun token, il suo passaggio è **basato sul tempo**

Ogni nodo

- o aspetta di ascoltare la fine della trasmissione del nodo precedente
- o uno slot-time per ogni nodo mancante prima di spedire il suo messaggio.

Ogni nodo rimane silenzioso fino alla sua possibilità di trasmissione.

L'indirizzo di rete 0 è riservato per usi futuri: un nodo **non** può utilizzare tale indirizzo.

Unscheduled Service

La porzione **unscheduled** del NUI inizia dopo che tutti i nodi che necessitavano di trasmettere traffico scheduled hanno avuto la possibilità di farlo. Il tempo rimanente prima dell'inizio della porzione per la manutenzione è disponibile **sequenzialmente a rotazione** per tutti i nodi con indirizzo compreso fra 0 e **UMAX** e per la trasmissione dell'**unscheduled traffic**, dati privi di vincoli temporali critici.

Tale rotazione continua fino all'inizio della guardband.

Il diritto di trasmettere per primo nella porzione unscheduled **ruota un nodo per NUI**.

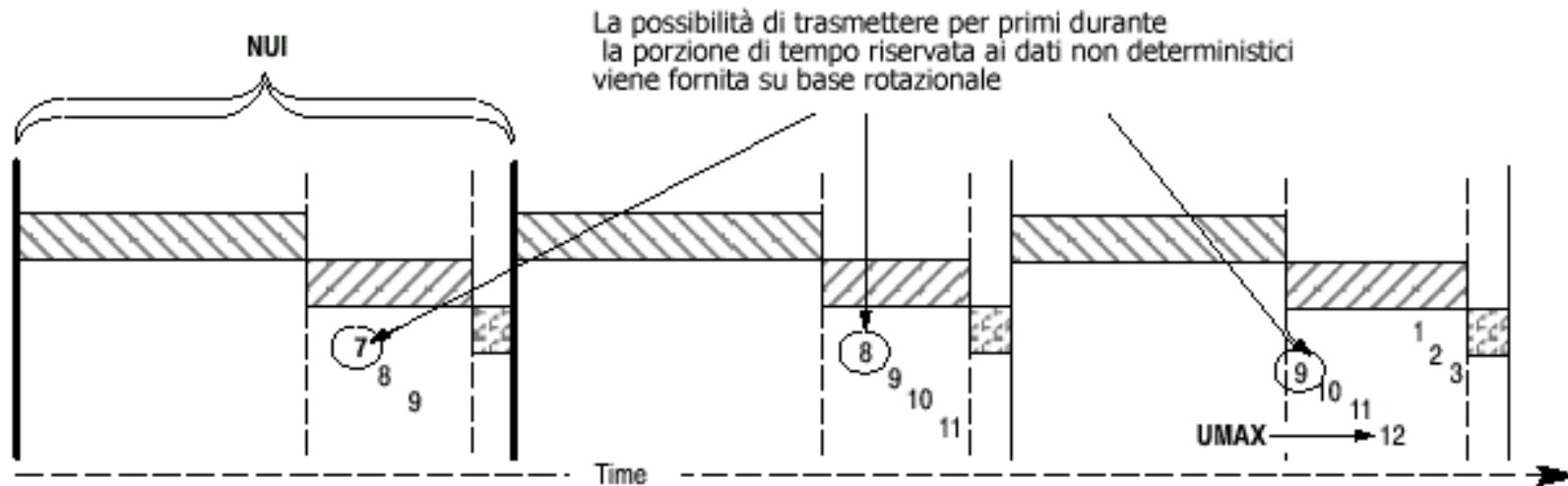
UMAX: il più alto indirizzo di rete che può comunicare durante la porzione unscheduled del NUI, il default è

$$UMAX = SMAX + 8$$

Un nodo può avere l'opportunità di trasmettere PIU' volte durante la porzione unscheduled di un NUI, ma ad un nodo NON è garantita un'opportunità ogni NUI

Tipici unscheduled data:

- instaurazione di una connessione
- messaggi peer-to-peer
- programmi (upload & download)



- Il servizio unscheduled va da 0 ed UMAX
- $UMAX \geq SMAX$
- $SMAX \leq [\text{indirizzo_di_rete}] \leq UMAX$, questo nodo può solo trasferire messaggi unscheduled
- $[\text{indirizzo_di_rete}] \leq SMAX$, questo nodo può spedire sia messaggi scheduled che unscheduled
- $[\text{indirizzo_di_rete}] > UMAX$ può **non** comunicare sulla rete ControlNet

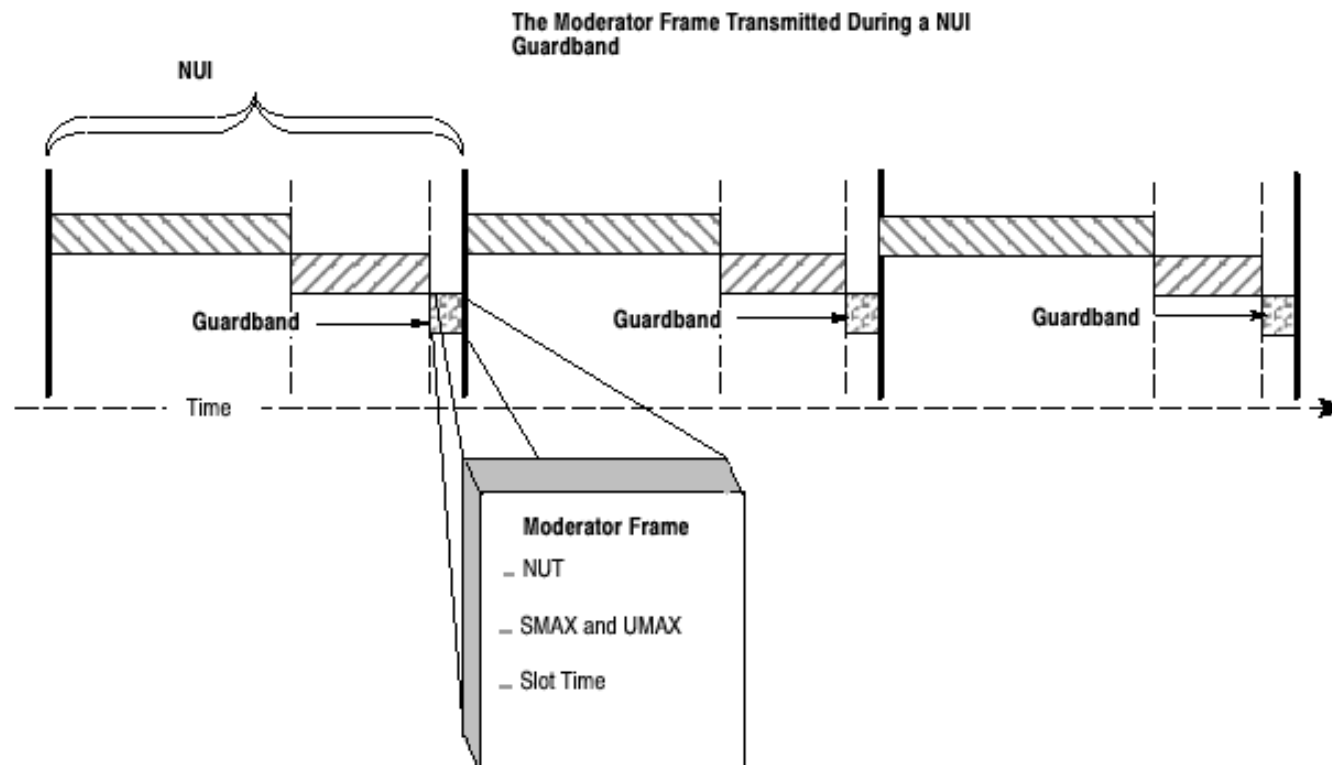
La consegna unscheduled è:

- non deterministica
- non ripetibile

Guardband

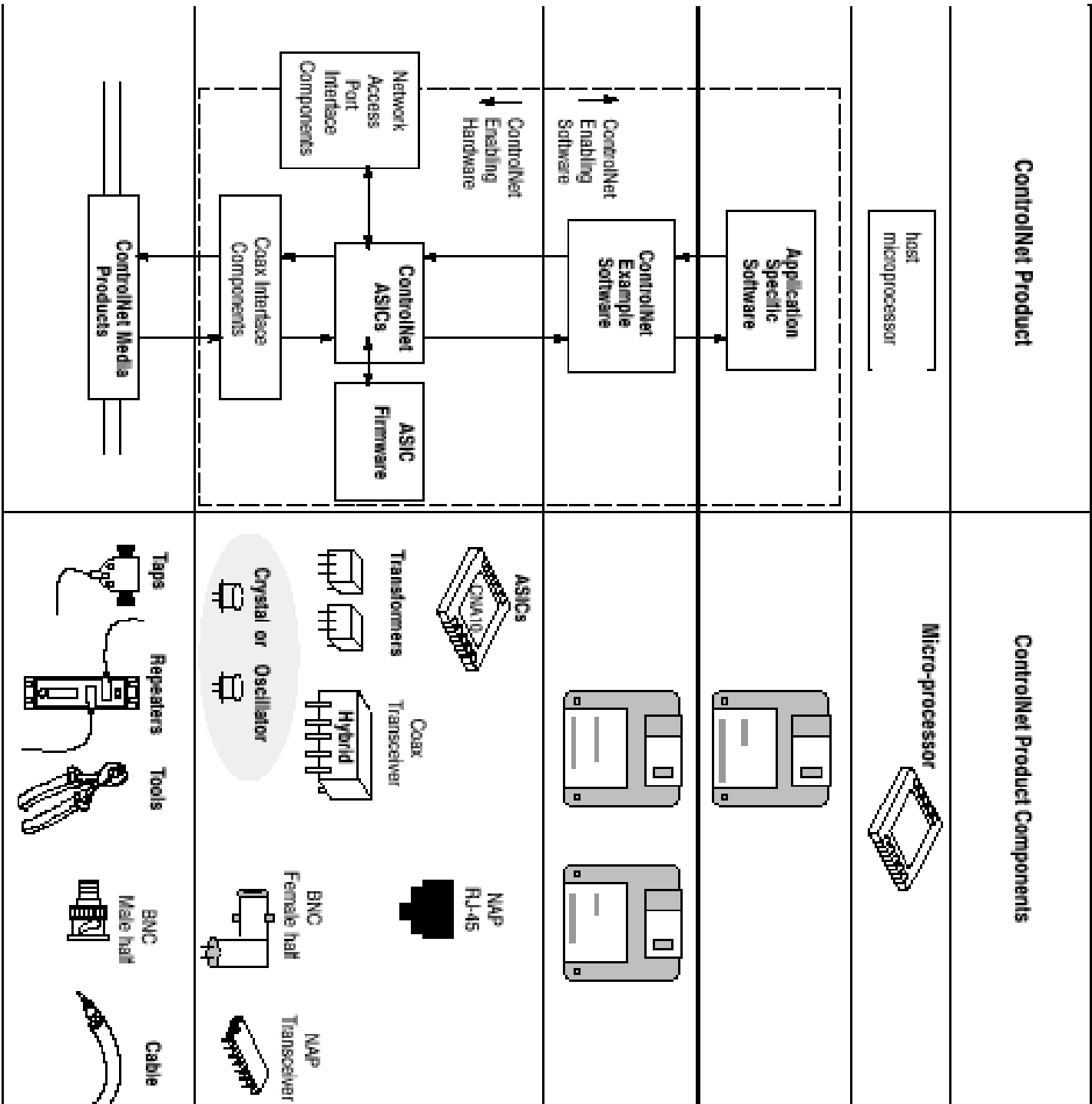
Guardband è la parte finale del NUI, riservata per la manutenzione della rete.

Durante questa porzione di tempo, il nodo **moderatore**, il nodo con il **più basso**, indirizzo di rete trasmette un'informazione, il **moderator frame**, con l'obiettivo di tenere **sincronizzati** tutti i nodi. Se il corrente nodo moderatore cessa di funzionare, il nodo con l'indirizzo immediatamente più alto, prende il suo posto.



ControlNet

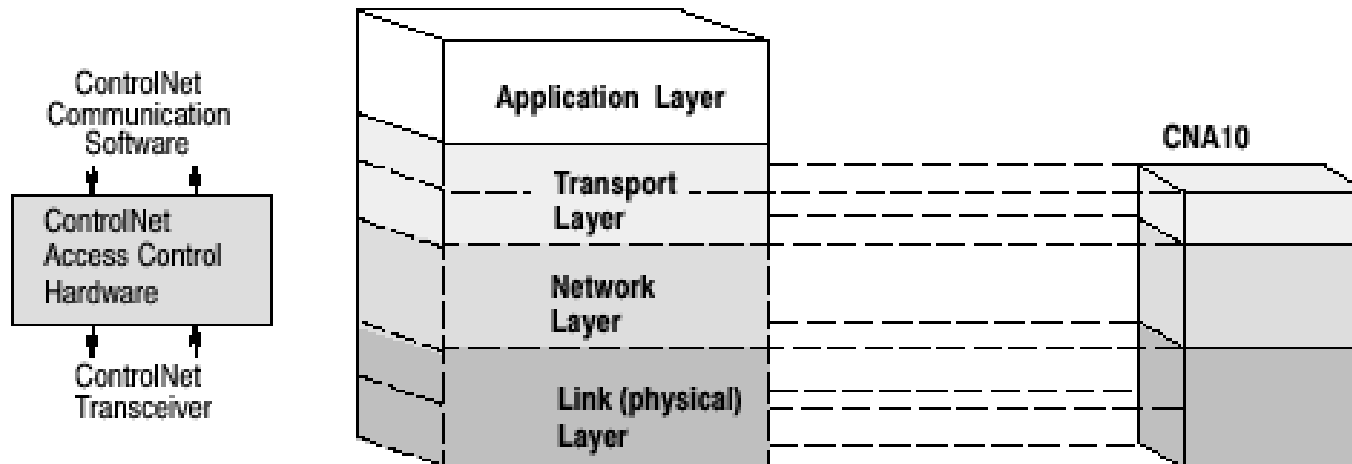
Enablers



ASIC CNA10

L'ASIC (**A**pplication **S**pecific **I**ntegrated **C**ircuit) della ControlNet, il **CNA10**, insieme ad uno specifico Firmware, fornisce le funzionalità dei livelli:

- collegamento
- rete
- trasporto



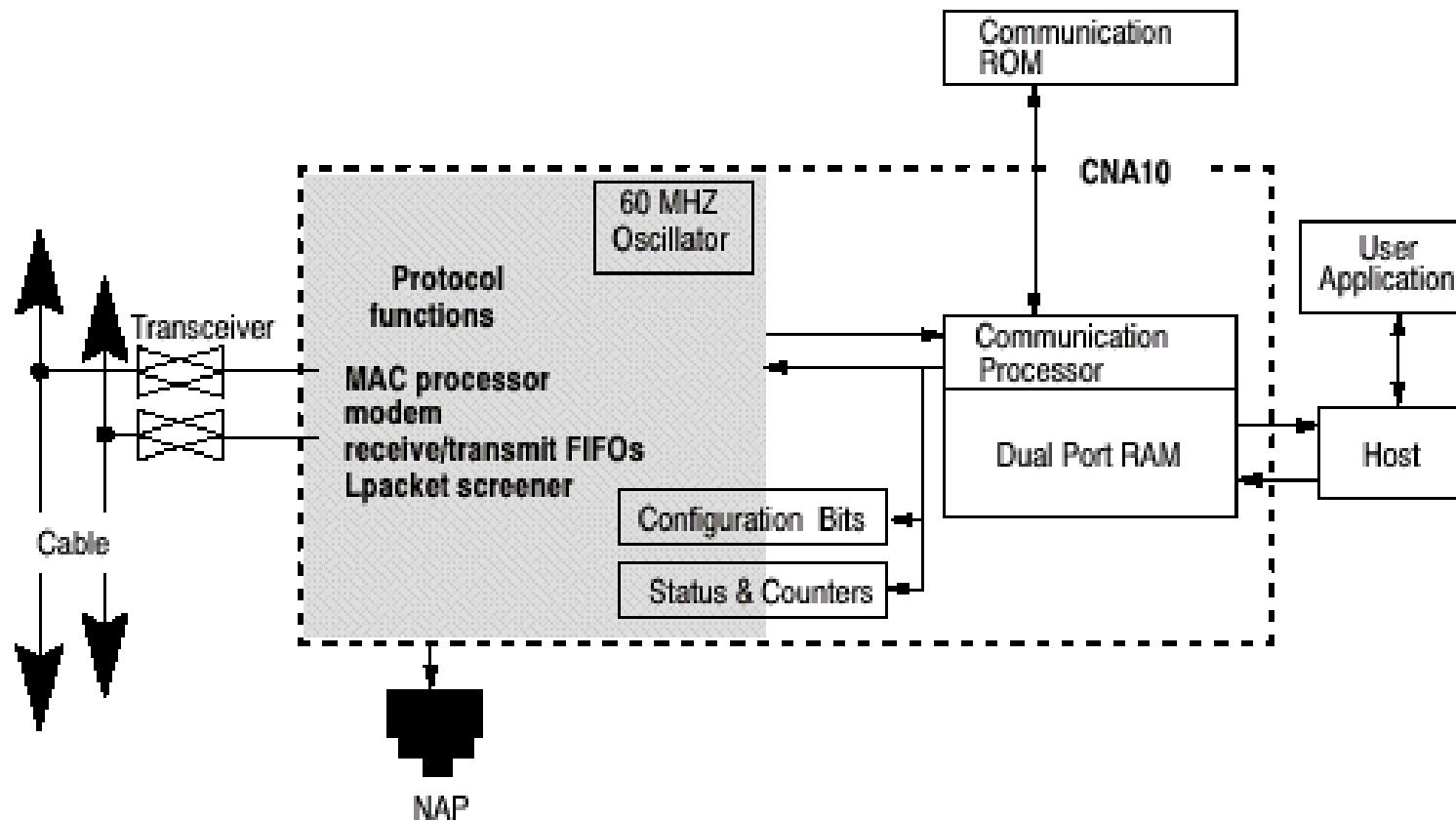
L'interfaccia CNA10 ha le seguenti caratteristiche:

- processore a 16-bit
- 3KB dual-port RAM interface
- supporto hardware per 31 canali connessi
- servizio di quarantena per i dati
- servizi di trasporto

funzioni:

- media access controller
- ricevere i dati dal processore host e dalla rete
- trasmettere dati via modem ed un transceiver sulla rete
- filtrare i dati ricevuti dalla rete
- mantenere i dati da trasmettere o ricevuti in buffers
- supportare il redundant media

Diagramma a blocchi del CNA10



Protocol Functions:

- MAC processor
- modem services
- transmit/receive FIFOs
- LPacket screeners
- cable redundancy
- NAP
- signal integrity checking (CRC)

Funzionamento

Il CNA10 modem spedisce e riceve dati nella forma di MAC frames.

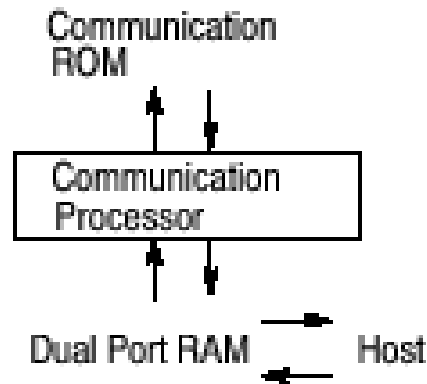
Il suo protocol controller costantemente individua il successivo nodo che deve trasmettere e gestisce il processo di trasmissione e ricezione.

Quando un pacchetto attende di essere spedito, è posto nella *transmit FIFO*.

Prima che un LPacket ricevuto sia processato, è analizzato da *LPacket screener*: viene letto il CID e messo a confronto con quello interno, se avviene il match lo screener attribuisce un *indice* a LPacket e lo manda al *communication processor*.

Communication Processor

- 16-bit microprocessor
- implementa le funzioni di trasporto
- trattiene i pacchetti ricevuti nella *receive FIFO* fino alla verifica del CRC
- spedisce e riceve dati dalla dual-port RAM: **all'host, il CNA10 appare come una RAM!**



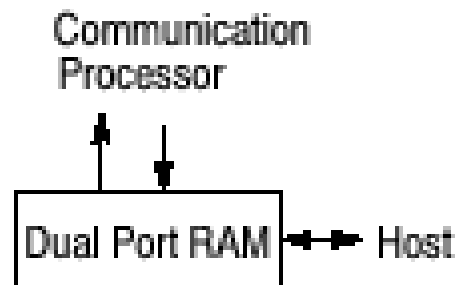
Il CNA10 fornisce un **transmit ring buffer** ed un **receive ring buffer** che supportano un trasporto UCMR con 31 canali. Questi buffers sono usati per *messaggi unconnected* come richieste apri/chiodi e comunicazioni client/server, mentre i canali a trasporto connesso sono utilizzati per trasferimenti real-time I/O.

Dual-Port RAM: è il punto in cui il processore host si connette fisicamente e logicamente con l'unità CNA10.

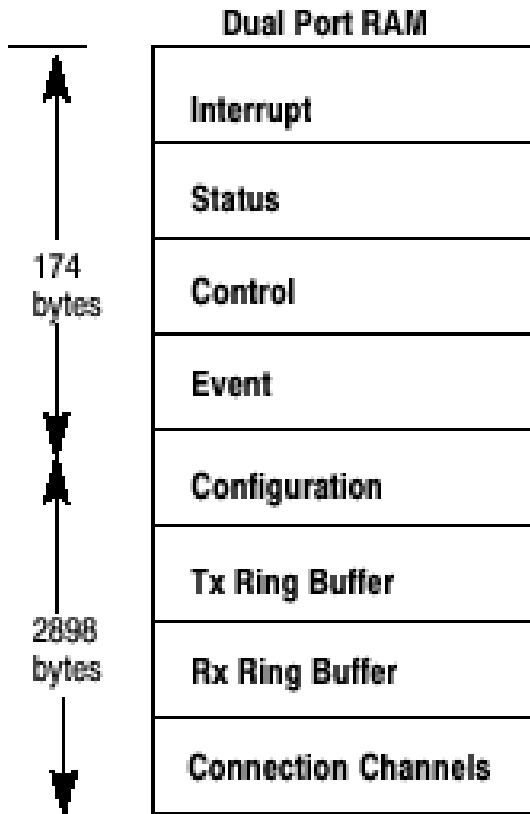
- Dimensione: 3KB

Fornisce buffer per

- configurazione
- interrupt control
- communication services
- un receive ring buffer (UCMM) ed un transmit ring buffer (T3)
- ognuno dei 31 canali di connessione (2 canali per ogni connessione T1 ed un canale per ogni connessione T3 i cui dati passino per il ring buffer)

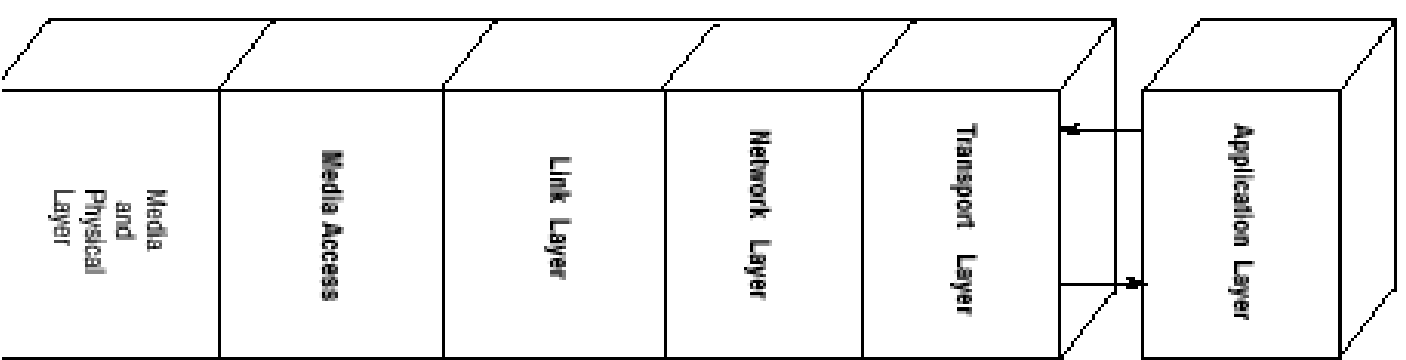
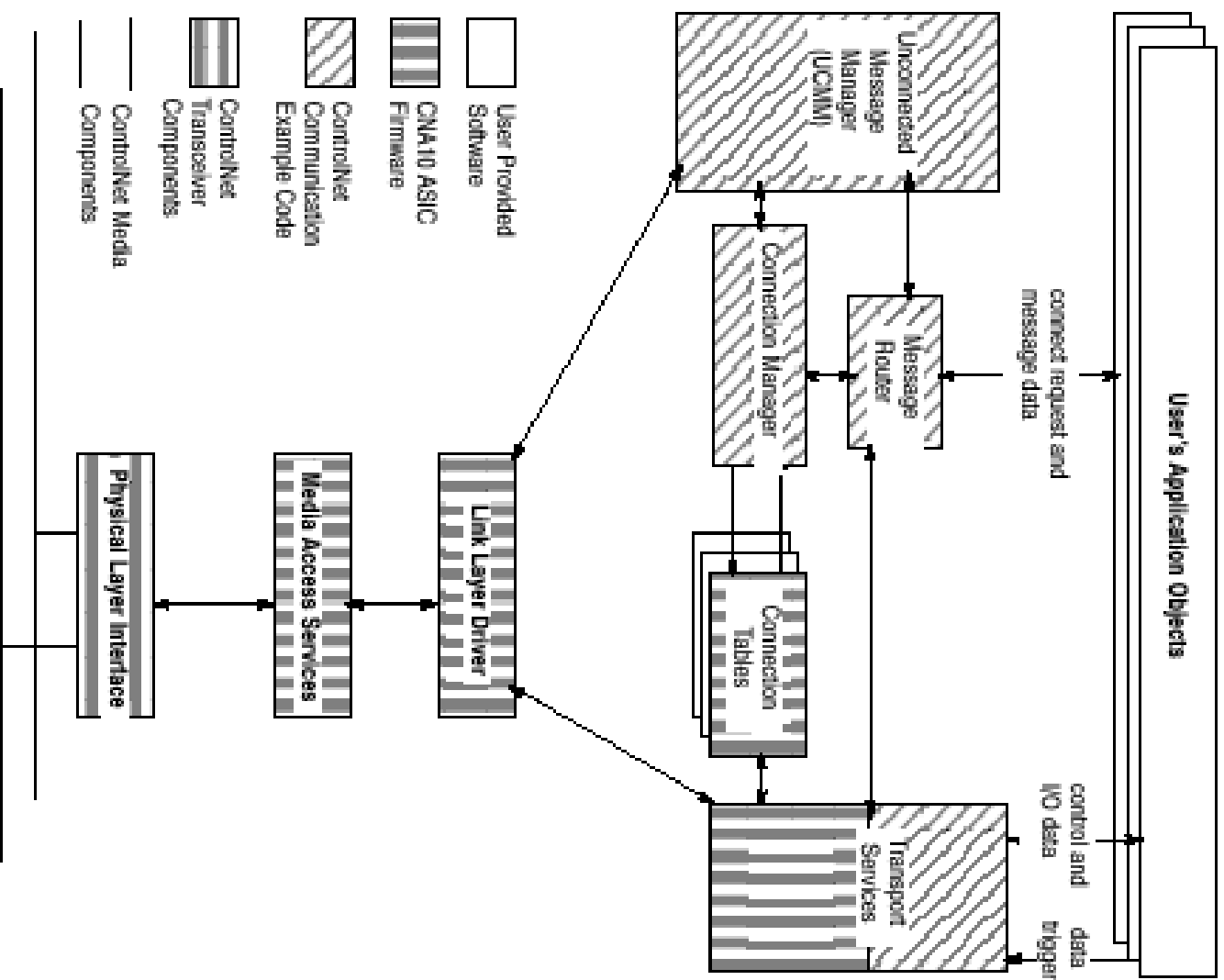


Dual-port RAM



Buffer	Minimum	Maximum	Default
31 connected channels	4 words per channel	252 words	-----
UCMM Rx	260 words	----	260words
UCMM Tx	1 word	----	33 words

Communication Code



La communication code supporta un insieme di oggetti applicazione ed interfacce, che differiscono dal tipo di prodotto che deve essere sviluppato, ma che devono supportare lo scambio di informazioni fra le diverse classi di oggetti.

Messaging Class: supporta solo messaggi di tipo *unscheduled* per tutti i prodotti della classe; i prodotti delle altre classi supporteranno anche traffico *unscheduled*. Un prodotto di questa classe è initiator o responder di una connessione T3 e scambia messaggi *unconnected* (UCMM). Questa classe è usata esclusivamente per applicazioni **non-time critical**, poiché il servizio **non è deterministico**.

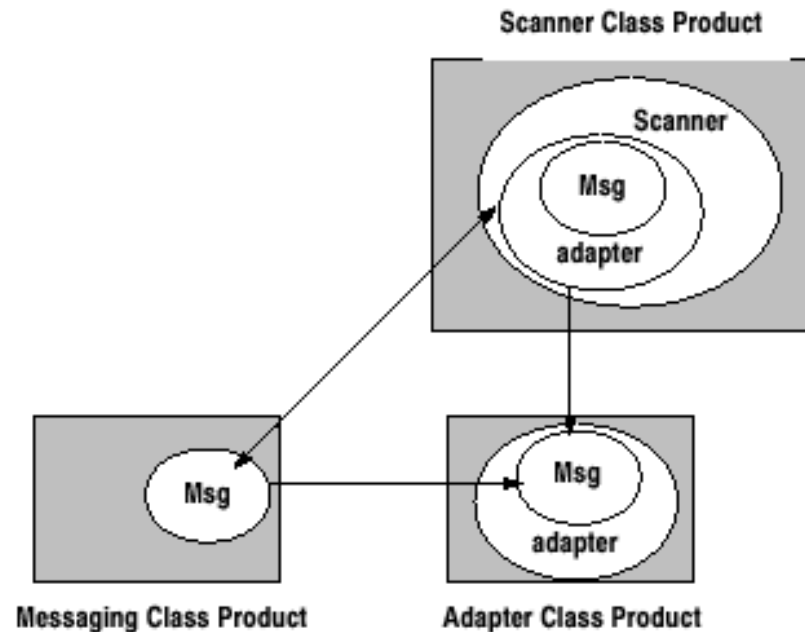
- monitoraggio di dispositivi
- prodotti software di supervisione
- dispositivi di interfaccia con l'operatore umano
- programmi
- interfacce PCMCIA o altre interfacce PC
- calibration tools

Adapter Class: un prodotto di questa classe emula funzioni di un tradizionale rack-adapter. Questo tipo di nodo scambia informazioni **real time I/O** con uno Scanner Class Product (ad esempio un PLC scanner) , generalmente non inizia una connessione ma può comunque supportare messaggi unconnected come server, potendo in questo modo scambiare informazioni unscheduled con i prodotti delle altre classi.

- rack adapters
- drives
- weigh scale
- operator interface devices
- welders
- robots

Scanner Class: un prodotto di questa classe scambia dati scheduled con prodotti Adapter Class e Scanner Class. Questo tipo di nodo può rispondere a richieste di connessione e può iniziare una connessione. Supporta anche unconnected traffic sia come client che come server

- PLC processors
- I/O scanners
- drives
- motion controllers
- robots



ControlNet

e

PLC

ControlNet ↔ PLC: overview

Consideriamo la modalità di scambio di informazioni fra la rete ControlNet e i PLC.

I PLC utilizzano un ciclo a **copia massiva di input ed output**:

- scansione di tutti i dati di input
- esecuzione del programma in LADDER (gli ingressi non variano)
- aggiornamento di tutte le uscite

La **trasmissione** e la **ricezione** dei dati avviene in maniera **continua** e del tutto **asincrona** rispetto al ciclo di lettura e scrittura a copia massiva. Quando tale ciclo prevede l'aggiornamento degli ingressi, questi vengono presi da un buffer di memoria privato e spostati in un file di input del PLC; alla stessa maniera, i dati in uscita alla fine del ciclo vengono spostati verso il buffer di memoria e resi disponibili per la trasmissione sulla rete.

Sulla rete ControlNet bisogna sempre specificare dove i dati di input/output devono essere scritti o letti: questa operazione viene chiamata **mapping I/O**; le informazioni relative al mapping sono organizzate in una tabella di Input/Output che prevede massimo 128 records. Ogni record è dedicato ad un trasferimento di dati real-time. La tabella di I/O è conservata nella dual port RAM, nella sezione dedicata alla configurazione, e non è accessibile alle applicazioni utente.

I dati di I/O non-discreti sono salvati in file di interi, *distinti* per l'input e l'output.
Ogni record della tabella di input/output definisce un *offset* in questi file, dove i dati vengono letti o scritti.
Sono usati file diversi per i dati discreti e per quelli non-discreti: questo permette la gestione dei dati non-discreti in maniera continua e asincrona rispetto al processo di scansione interno ai PLC.

Invio di dati Schedulati da un PLC-5

Il massimo nodo schedulato è il nodo più alto che può inviare dati in questa fase.

ControlNet riserverà banda passante per tutti i nodi fino allo specificato massimo nodo schedulato.

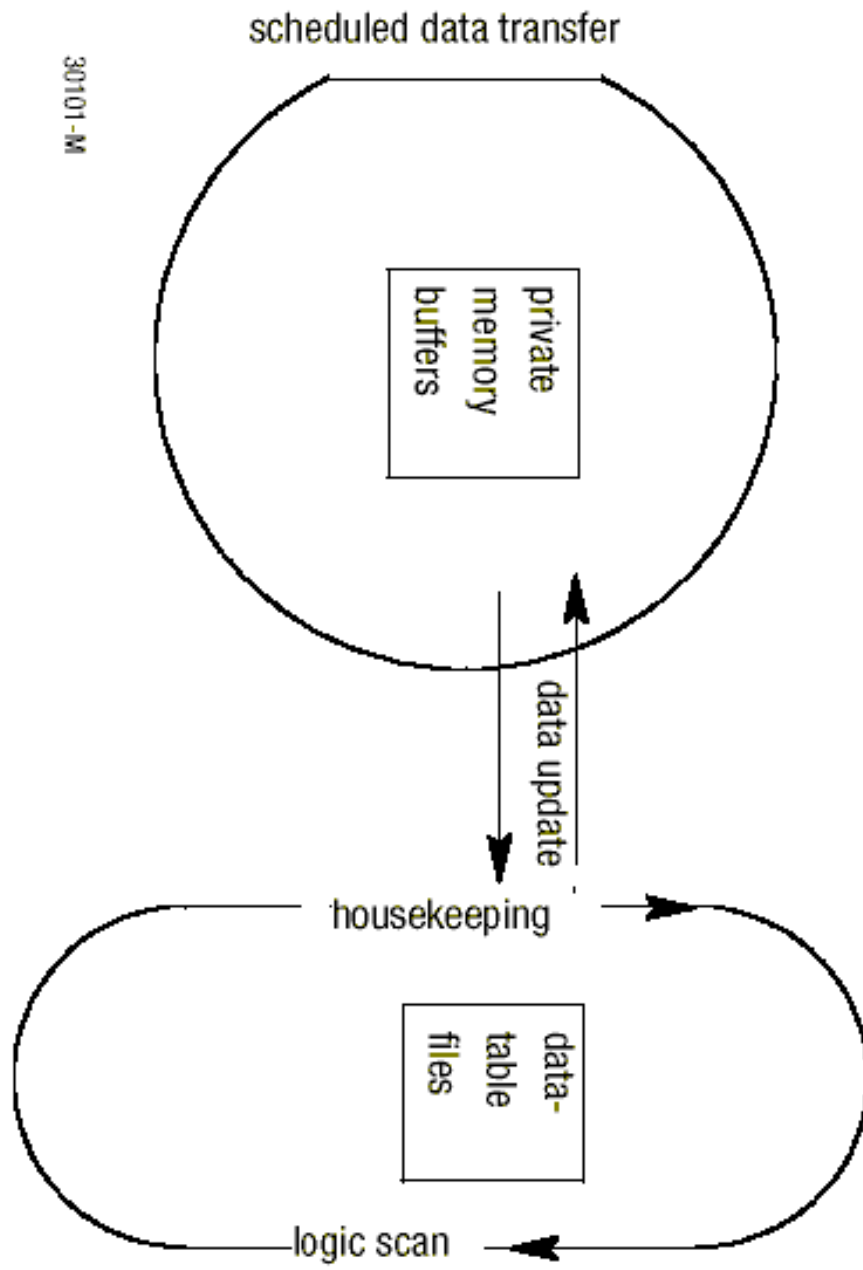
Per motivi di efficienza, conviene assegnare gli indirizzi dei nodi in maniera sequenziale, partendo da 01, e settare il massimo nodo schedulato al più alto per cui è necessario inviare dati in modo Scheduled.

Il trasferimento dati schedulati di ControlNet:

- è continuo
- asincrono rispetto allo scan del programma in Ladder
- avviene ad una velocità maggiore o uguale alla velocità specificata in una I/O map-table entry

- L'immagine degli ingressi è spostata da un buffer della memoria privata all'input-image file del processore, in vista della successiva scansione del programma logico
- I dati dell'output-image file sono posti nel buffer della memoria privata e spediti nella successiva comunicazione schedulata

30101-M



Invio di dati schedulati da e verso un PLC-5

Possibili operazioni con i PLC-5/20C, -5/40C, -5/80C

- **Discrete I/O data transfer.** Eseguito in maniera deterministica e ripetibile, asincrona e indipendente con lo scan del programma Ladder; configurabili in per-node basis nella I/O map-table.
- **Non discrete I/O data transfer.** Considerato con la stessa priorità del precedente. E' possibile aggiornare i dai **analogici** senza aggiornare istruzioni di block-transfer in ladder, includendo le relative configurazioni nella I/O map-table.
- **Peer to peer communication.** Consente ad un processore ControlNet di comunicare con un qualsiasi altro processore ControlNet sulla rete ControlNet con la stessa priorità dei metodi discussi sopra.

Tutti i trasferimenti di dati schedulati devono essere mappati su una rete ControlNet. E' necessario specificare la sorgente da cui vanno letti e la destinazione su cui occorre scrivere. Il fine è di stabilire la relazione tra i processori, gli adattatori di I/O, e gli indirizzi dei data-table files, tramite la creazione e il mantenimento di una I/O map-table.

Una map-table è richiesta per ogni trasferimento di dati schedulati. E' registrata nella sezione di memoria riservata alla configurazione, e non è accessibile dai programmi.

Gli I/O data non discreti di ControlNet sono registrati in files di interi da specificare nello schermo di configurazione:

- **DIF : Data Input File**
- **DOF : Data Output File**

Ogni map-entry per un trasferimento dati non discreti definisce un offset nei DIF e DOF in cui il dato è registrato.

L'uso di files separati per i trasferimenti di dati non discreti, permette al processore di trattarli alla stessa stregua di quelli discreti, trasmessi in maniera continua e asincroni rispetto agli image files del programma in Ladder.

Altri processori ControlNet

Una comunicazione schedulata punto-punto di ControlNet tra processori ControlNet richiede una map-entry per ogni messaggio.

E' possibile instaurare su una rete ControlNet una comunicazione punto-punto tra processori di qualsiasi tipo. Ciò è reso possibile dai seguenti messaggi scheduled punto-punto (1-240 words):

- **receive data from**
- **send data**

Invio di dati Non Schedulati da e verso un PLC-5

Un collegamento ControlNet permette di usare messaggi unscheduled quando non è richiesta una delivery deterministica.

Le operazioni unscheduled includono:

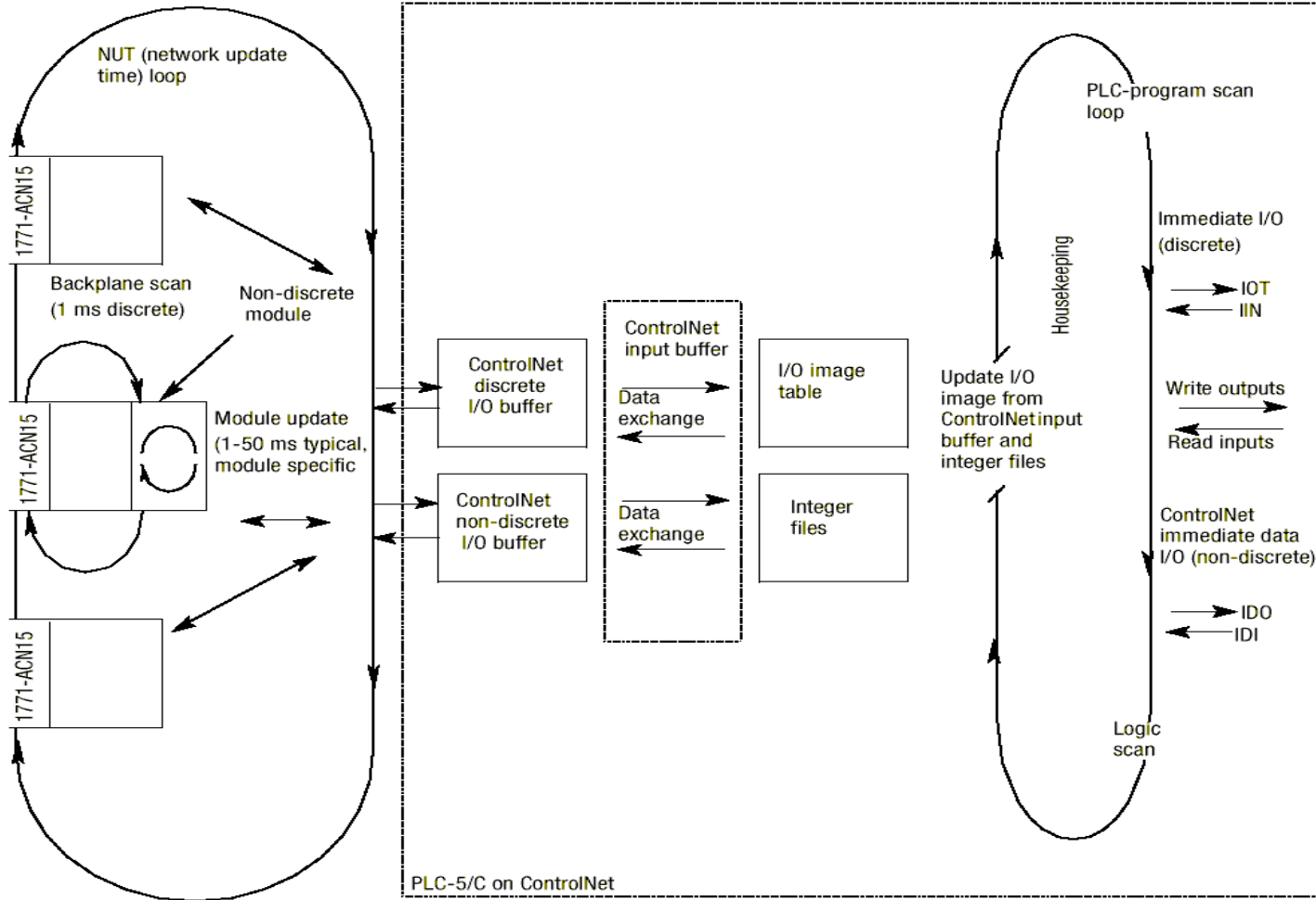
- unscheduled I/O data transfers, attraverso istruzioni ControlNet I/O functions (**CIOs**) nel programma in ladder nel PLC.
- Peer-to-peer messaging, attraverso istruzioni di messaggio (**MSGs**) nel programma in ladder nel PLC.

I trasferimenti unscheduled avvengono nell'intervallo unscheduled.

Lo scambio di messaggi unscheduled in una rete ControlNet è non-deterministico. E' la specifica applicazione e la configurazione assegnata a determinare il tempo relativo.

N.B.: RSNetWorx riserva tempo per almeno un massimo trasferimento unscheduled per ogni NUI. A seconda del tempo assegnato, ogni nodo potrebbe non avere la possibilità di spedire dati unscheduled ad ogni NUI.

I/O Scanning



Invio di Immediate Data

L'invio di immediate data in ControlNet è simile ai remote-I/O immediate I/O transfers. Lo scan logico è temporaneamente interrotto mentre lo stato più recente (fino a 64 words) è letto o scritto sul buffer della memoria privata.

001
—i IIN }—

Immediate I/O: trasferisce un word di dati I/O discreti.

IIN: Immediate Input : usa la più recente copia della input word specificata, usata nell'ultimo trasferimento I/O discreto, dal corrispondente chassis I/O. Il valore è spostato dal buffer di memoria privata alla data table di lavoro, ed è usata nelle susseguenti istruzioni ladder.

Questo dato potrebbe riferirsi all'ultimo aggiornamento I/O asincrono, e potrebbe non riflettere realmente l'ultimo stato della word di input.

001
—(IOT)—

IOT : Immediate Output : lo stato corrente della output word specificata è copiato nel buffer della memoria privata, ed usato nel prossimo aggiornamento degli output dello chassis di I/O.

Il reale aggiornamento non è comunicato fino al prossimo aggiornamento I/O asincrono.

Invio di Immediate Data: IDI & IDO

ControlNet Immediate Data I/O

IDI

IMMEDIATE DATA INPUT

Data file offset 232

Length 10

Destination N11:232

IDO

IMMEDIATE DATA OUTPUT

Data file offset 175

Length 24

Source N:12:175

ControlNet immediate data I/O : trasferisce 64 words di dati non discreti.

Lavorano allo stesso modo delle precedenti.

IDI: il dato più recente è copiato dal buffer della memoria privata all'indirizzo specificato di data table.

Questo dato potrebbe riferirsi all'ultimo aggiornamento I/O asincrono, e potrebbe non riflettere realmente l'ultimo stato della word di input.

IDO: il dato è copiato dall'area specificata nel buffer di memoria e mandato nel successivo I/O update.

Il reale aggiornamento non è comunicato fino al prossimo aggiornamento I/O asincrono.

Invio di Dati

Invio di forced discrete I/O data: Il forcing di ControlNet avviene come negli altri processori. Il processore effettua il forcing ed invia i dati forzati nelle tabelle di I/O. E' possibile forzare tutti i dati discreti nell'immagine I/O.

Mapping ControlNet I/O data: I trasferimenti di dati schedulati devono essere mappati in una rete ControlNet. E' necessari specificare le locazioni in cui i dati devono essere letti, scritti, o mappati. Così facendo, si instaura una relazione fra i processori, gli adattatori I/O, e gli indirizzi dei data table files tramite la creazione e il mantenimento di una map table, registrata nella sezione di memoria riservata alla configurazione, enon modificabile dalle applicazioni.

Tramite un software di programmazione, è possibile configurare e mappare automaticamente i nodi della propria rete ControlNet.

Non ControlNet I/O

Apparati I/O locali e remoti non ControlNet possono usare solamente image locations fisse, basate sul numero di rack, per il trasferimento di dati I/O discreti.

Input discreti da nodi ControlNet possono essere mappati in una qualsiasi locazione non usata della Input Image Table, ossia il **Data Input File (DIF)**. Analogamente, per gli output esiste la stessa possibilità nel **Data Output File (DOF)**.

Prima di mappare la propria ControlNet I/O, bisogna configurare ogni processore locale I/O ed ogni rack remoto I/O presenti su canali non ControlNet.

Questo fatto consente al programma di riservare spazio per tutti gli apparati non ControlNet.

ControlNet non può mappare in un rack number usato dal rack un cui è montato il processore

Number of words reserved

Addressing mode	4 slots	8 slots	12 slots	16 slots
2-slot	8	8	8	8
1-slot	8	8	16	16
1/2-slot	8	16	24	32

Notizie dalla AB in rete

[ControlNet Network](#)

[ControlNet to Foundation Fieldbus Linking Device](#)

[ControlNet Computer Interface and Interface Media Select](#)

[ControlNet Software Selection Chart](#)