



Politecnico di Milano

Scuola di Ingegneria Industriale e dell'Informazione

Il Protocollo HDLC



HDLC

High-level Data Link Control

- ❑ Standard ISO degli anni 60
- ❑ Caratteristiche:
 - Orientato al bit
 - Può operare in molti modi differenti e con diversi meccanismi di controllo d'errore e di flusso
 - Half-duplex o full-duplex
 - Master-slave o peer-to-peer



Livello di collegamento dati

- Tipo di stazione
 - *Primaria*: responsabile del collegamento, emette comandi
 - *Secondaria*: asservita alla primaria, emette risposte
 - *Combinata*: emette sia comandi, sia risposte

- Configurazione del collegamento
 - *Sbilanciata*: 1 primaria, ≥ 1 secondarie
 - *Bilanciata*: 2 stazioni combinate

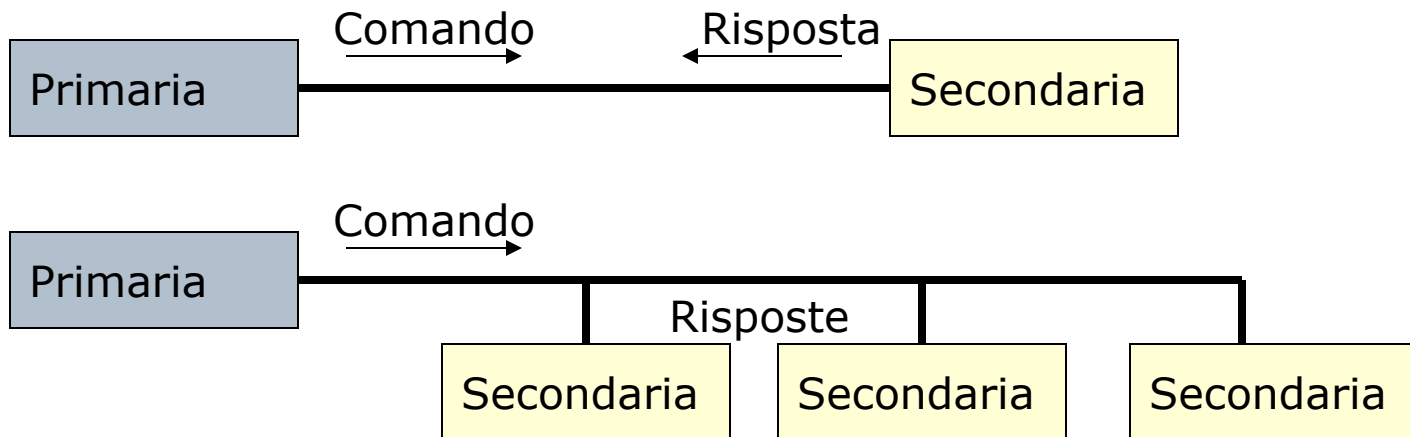
- Modi di trasferimento
 - *Asynchronous Balanced Mode (ABM)*: configurazione bilanciata
 - 2 stazioni combinate
 - Trasmissione di tipo full-duplex
 - *Normal Response Mode (NRM)*: configurazione sbilanciata
 - 1 stazione primaria e almeno 1 stazione secondaria
 - Trasmissione di tipo half-duplex
 - *Asynchronous Response Mode (ARM)*: configurazione sbilanciata
 - Come NRM ma il secondario può iniziare la trasmissione senza permesso



HDLC: Modalità di funzionamento

□ *Normal Response Mode (NRM)*

- Una stazione primaria è collegata a una o più stazioni secondarie in modalità *half-duplex*.
- Solo la stazione primaria può inviare i comandi e le stazioni secondarie trasmettono solo a seguito di un permesso (*polling*) esplicito inviato dalla stazione primaria: *half-duplex*





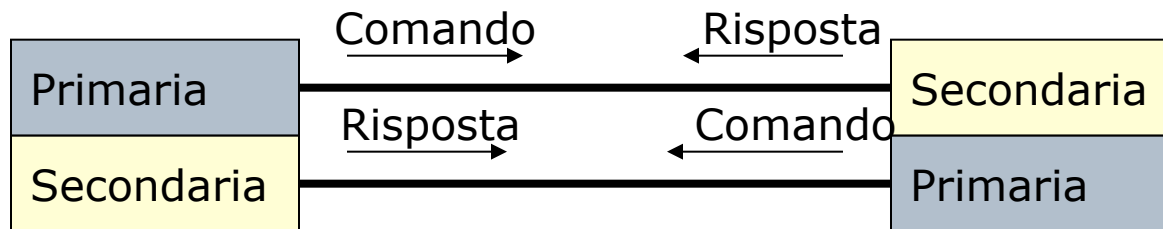
HDLC: Modalità di funzionamento

- *Asynchronous Response Mode (ARM)*
 - Anche in questo caso come nel NRM il colloquio è di tipo sbilanciato, ma la stazione secondaria ha la possibilità di iniziare una trasmissione senza il permesso esplicito della stazione primaria iniziando così un colloquio *full-duplex*.
(poco usata)



HDLC: Modalità di funzionamento

- *Asynchronous Balanced Mode (ABM)*
 - Fornisce una modalità di funzionamento bilanciato su configurazioni punto-punto tra stazioni combinate che possono, in modalità *full-duplex*, inviare informazioni in modo indipendente ed asincrono.





Trama HDLC:Flag

1 byte

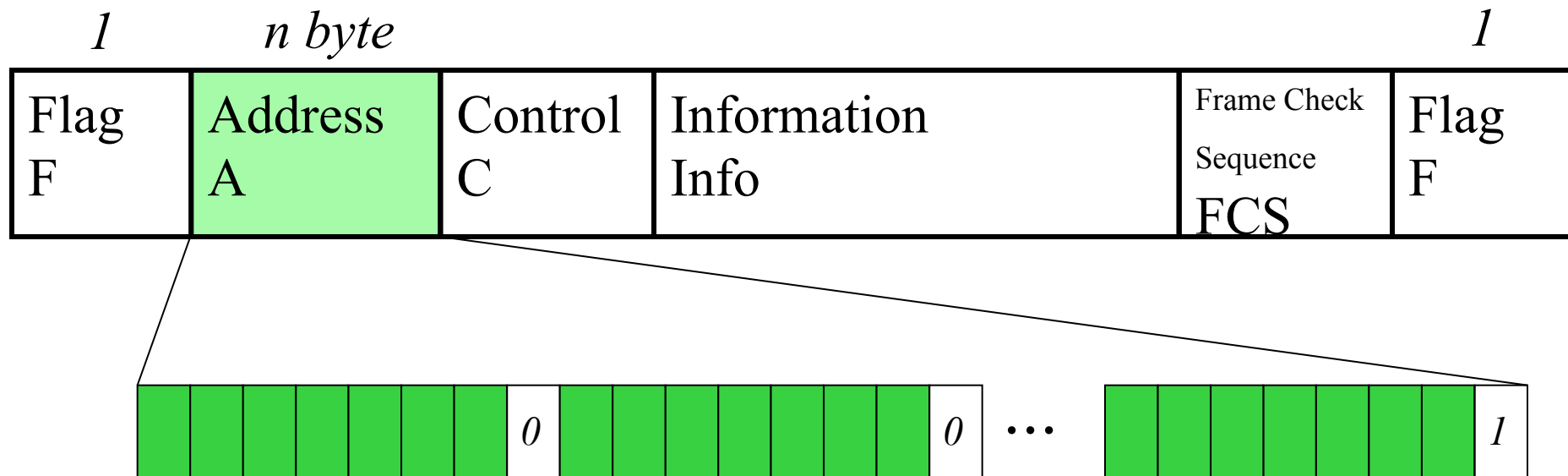
1 byte

Flag F	Address A	Control C	Information Info	FCS	Flag F
-----------	--------------	--------------	---------------------	-----	-----------

- Flag: 01111110
- Uso del bit stuffing
- Di solito in caso di mancanza di informazione si esegue l'invio continuo dei flag



Trama HDLC: Indirizzo



- ❑ Normalmente di 8 bit, ma può essere esteso a *n* byte (modalità EXTENDED)
- ❑ L'ultimo bit di ogni byte è usato per indicare se segue un ulteriore byte del campo A



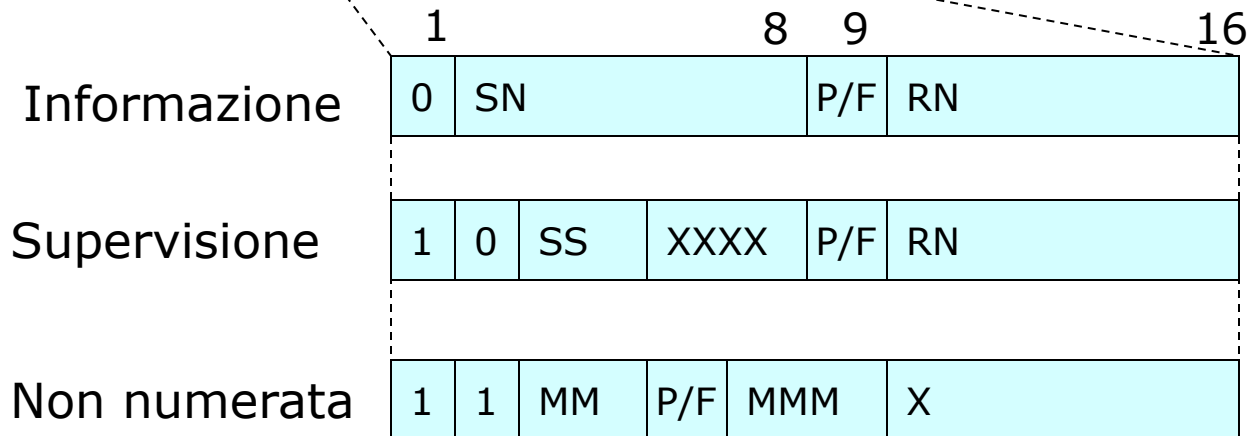
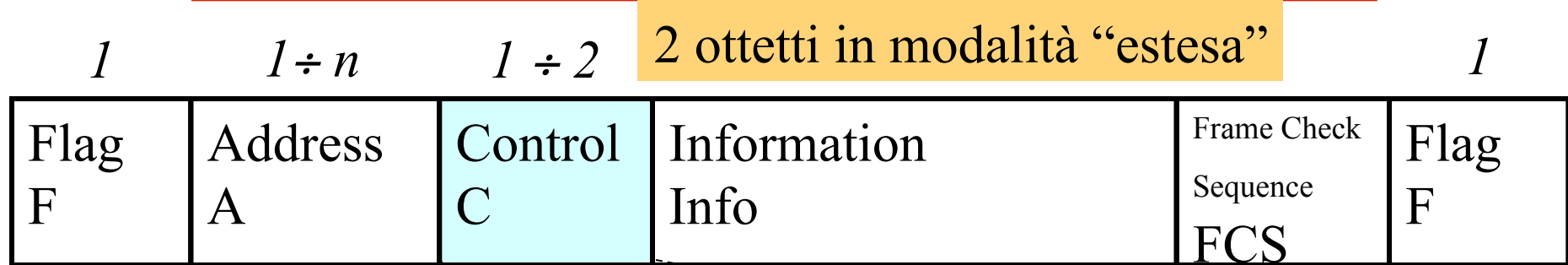
Trama HDLC: indirizzo

l	$l \div n$				l
Flag F	Address A	Control C	Information Info	Frame Check Sequence FCS	Flag F

- L'indirizzo contenuto può essere quello della stazione destinataria o quello della stazione sorgente
 - Nelle modalità sbilanciate (NRM, ARM) è sempre quello della stazione secondaria
 - Nella modalità ABM è quello della stazione destinataria



Trama HDLC: Campo di controllo

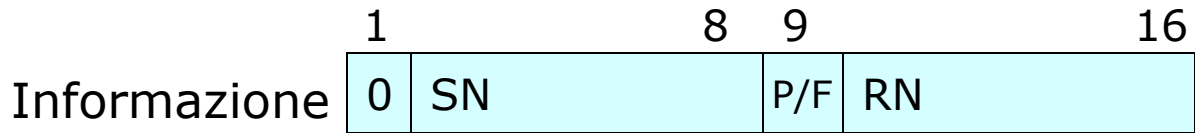


SN - Send Number
 RN - Request Number
 P/F - Polling bit

SS - indicatore trame di supervisione
 M - Modificatore di funzione



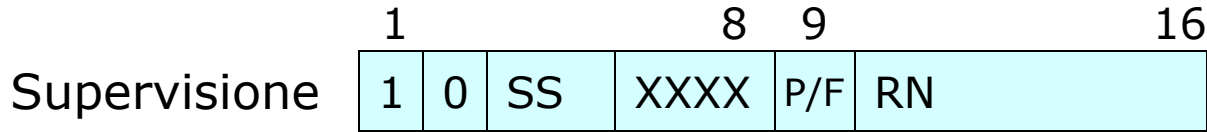
Trame di informazione (I)



- Sono trame numerate per la trasmissione di informazione d'utente contenuta nel campo Info
- Consentono il riscontro delle trame ricevute in modalità piggybacking
- Consentono il polling (bit P alzato)
- ... e la chiusura (bit F (Final) alzato) della controparte



Trame di supervisione (S)

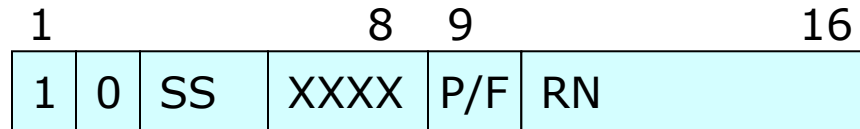


- ❑ Sono trame numerate per il controllo dell'invio del flusso di informazione: ACK, NAK e controllo di flusso.
- ❑ Usate per ACK e NAK quando una stazione non ha nulla da trasmettere
- ❑ Non c'è il campo Info

Comandi		SS
RR	Receiver Ready	00
RNR	Receiver Not Ready	10
REJ	Reject	01
SRJ	Selective Reject	11



Trame di supervisione (S)



- ❑ **RR (Receiver Ready)**, è normalmente usato come ACK e il campo RN contiene la prossima trama attesa (riscontro delle trame fino a RN-1)
- ❑ **RNR (Receiver Not Ready)**, serve a bloccare l'invio di trame da parte dell'altra stazione (controllo di flusso) e, contemporaneamente a riscontare le trame fino a RN-1
- ❑ **REJ (Reject)**, serve a richiedere la ritrasmissione delle trame da RN in avanti e, contemporaneamente, a riscontrare le trame fino a RN-1 (NAK)
- ❑ **SREJ (Selective Reject)**, è usato per richiedere la ritrasmissione della sola trama con numero RN (NAK)



Trame non numerate (U)

	1				8	9		16
Non numerata	1	1	MM	P/F	MMM	X		

- Sono usate per l'invio di informazione di controllo (ad esempio per l'instaurazione delle connessioni) o per l'invio di informazione in modalità senza connessione.
- Bit MM indicano il tipo di trama



Trame non numerate (U)

Utilizzate per l'instaurazione e il controllo della connessione

Comandi	Risposte
SNRM Set Normal Response Mode SARM Set Asynchronous Response Mode SABM Set Asynchronous balanced Mode SNRME SNRM estesa SARME SARM estesa SABME SABM estesa SIM Set Initialization Mode DISC Disconnect	UA Unnumbered Ack DM Disconnect RIM Request Inizialization Mode
RSET Reset	FRMR Frame
XID Exchange Identification	XID Exchange Identification RD RejectRequest Disconnect

Utilizzate per scambio di informazione

UI UP	Unnumbered Information Unnumbered Poll	UI Unnumbered Information
----------	---	---------------------------



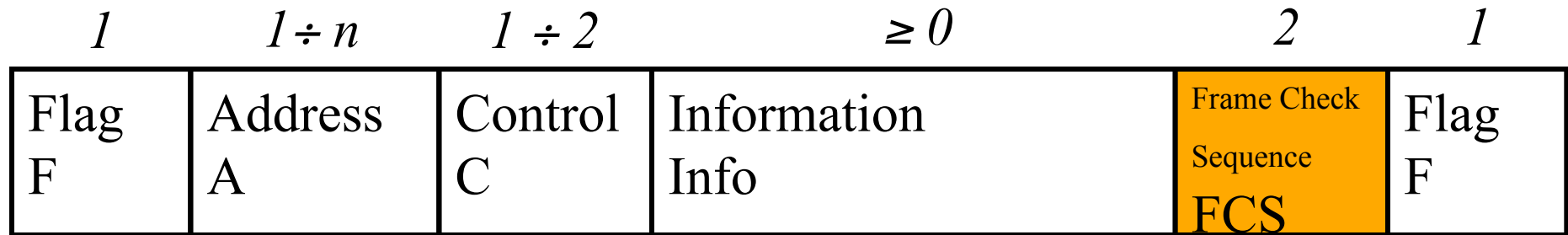
Trama HDLC: campo di informazione

l	$l \div n$	$l \div 2$	≥ 0	l	
Flag F	Address A	Control C	Information Info	Frame Check Sequence FCS	Flag F

- Contiene l'informazione d'utente (dei livelli superiori)
- Può non essere presente
 - E' presente solo nella trame I e nella trame UI usate per trasferimento di informazione in modalità connectionless
- Lunghezza variabile



Trama HDLC: campo di parità



- Contiene il codice rivelatore d'errore usato per riconoscere le trame errate



HDLC Funzioni

□ *Frame check sequence*: verifica la correttezza degli altri campi eccetto i *flags*

- Campo da proteggere $P(X)$ a n bit
- Campo FCS a k bit
- Trama trasmessa $P'(X)$ a $n+k$ bit
- Rivelazione di errore basata sull'aritmetica modulo 2

$$\bullet \frac{P(X) \cdot X^k}{D(X)} = Q(X) + \frac{R(X)}{D(X)}$$

CCITT-ITU:

$$D(X) = X^{16} + X^{12} + X^5 + 1 \text{ con } k=16$$

USA:

$$D(X) = X^{16} + X^{15} + X^2 + 1 \text{ con } k=16$$

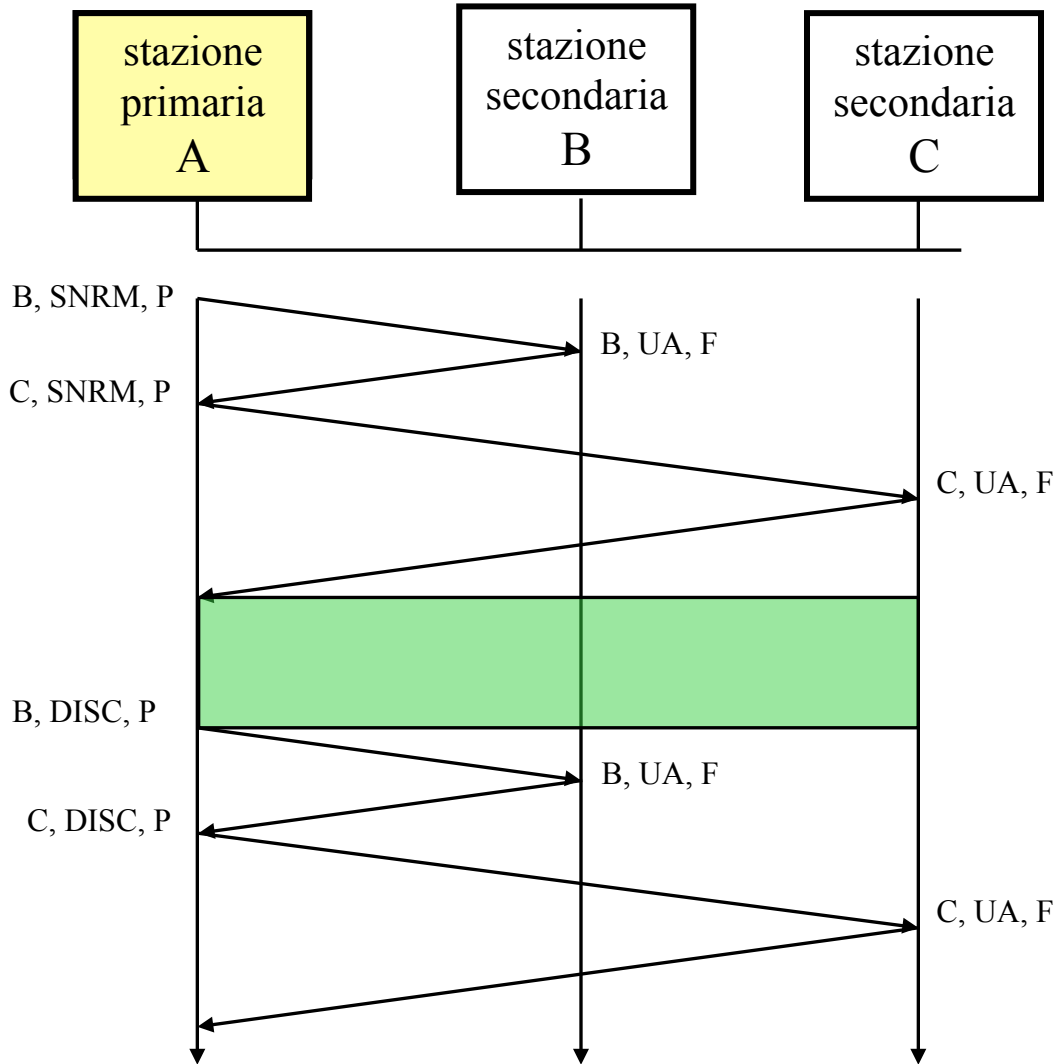
Trama TX → $\bullet P'(X) = P(X) \cdot X^k + R(X)$

Trama RX → $\bullet \frac{P'(X)}{D(X)} = \frac{P(X) \cdot X^k}{D(X)} + \frac{R(X)}{D(X)} = Q(X) + 2 \frac{R(X)}{D(X)} = Q(X)$

- Errore rivelato se la divisione in ricezione produce resto $\neq 0$
- Protezione da
 - Errori su singolo bit se $D(X)$ ha almeno due termini
 - Errori su un numero dispari di bit se $D(X)$ è esprimibile come fattore di $X + 1$
 - Errori a burst con lunghezza di burst $< k$



Instaurazione della connessione: modalità NRM

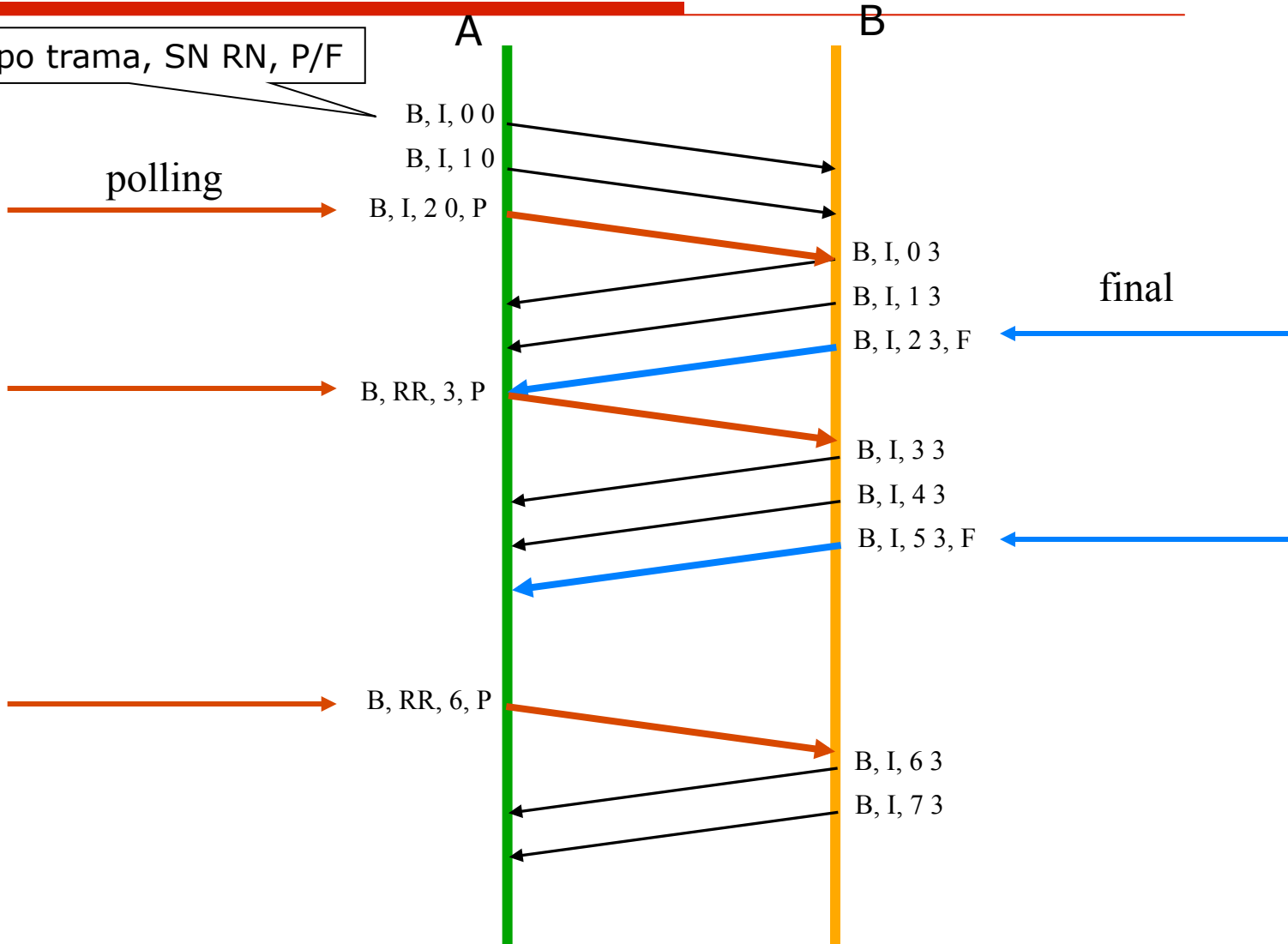


- Il bit P/F serve per passare il controllo dalla stazione primaria a quella secondaria e viceversa (Polling/Final)



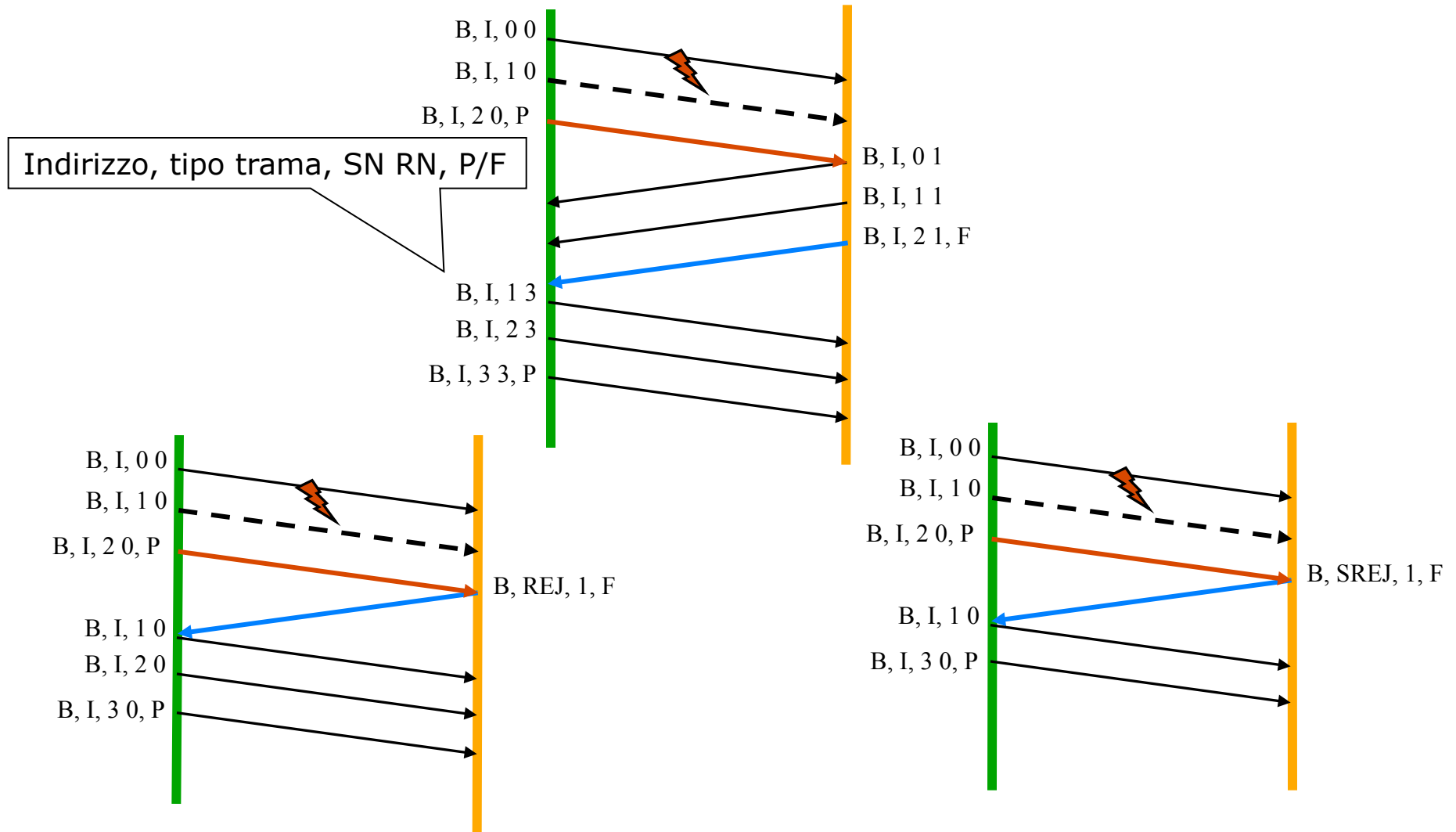
Modalità NRM (half-duplex)

Indirizzo, tipo trama, SN RN, P/F



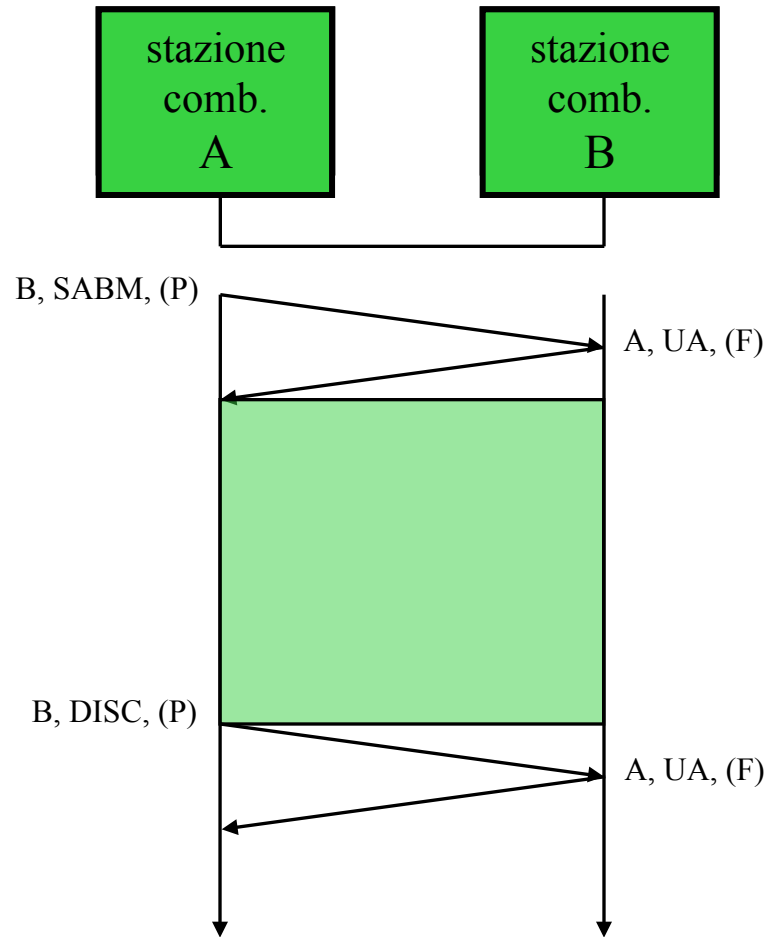


Esempi di trasferimento dell'informazione: modalità NRM



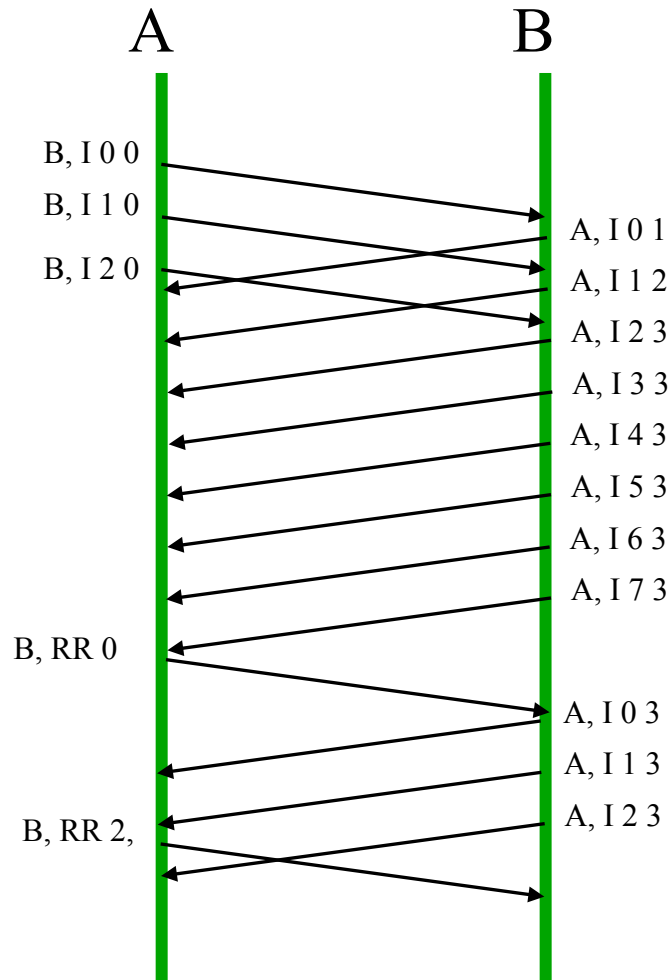


Instaurazione della connessione modalità ABM





Esempi di trasferimento dell'informazione: modalità ABM

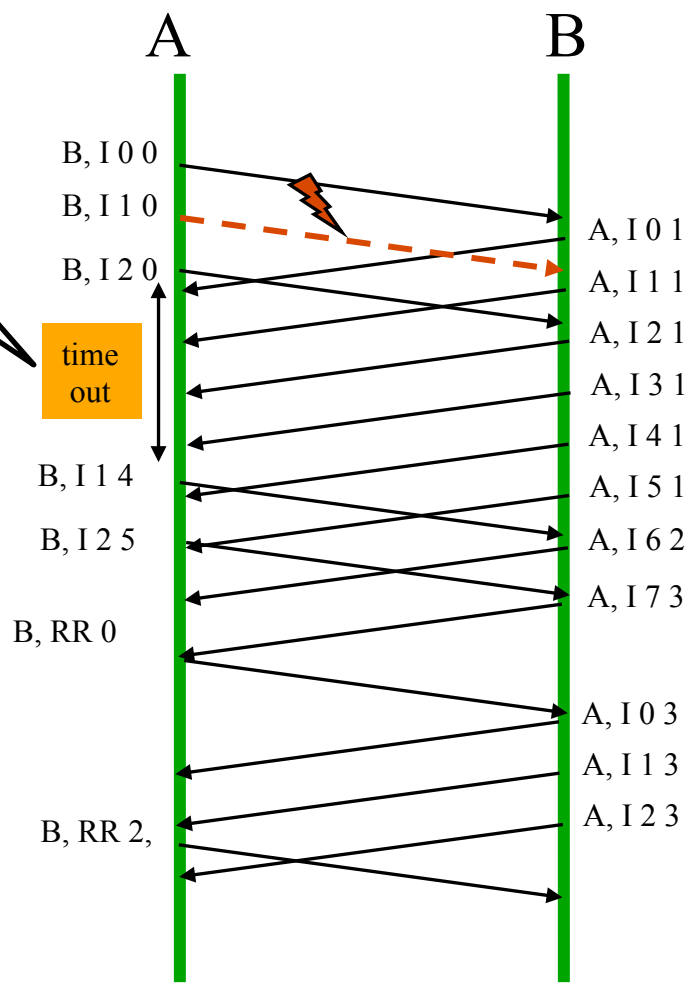


Modalità full-duplex

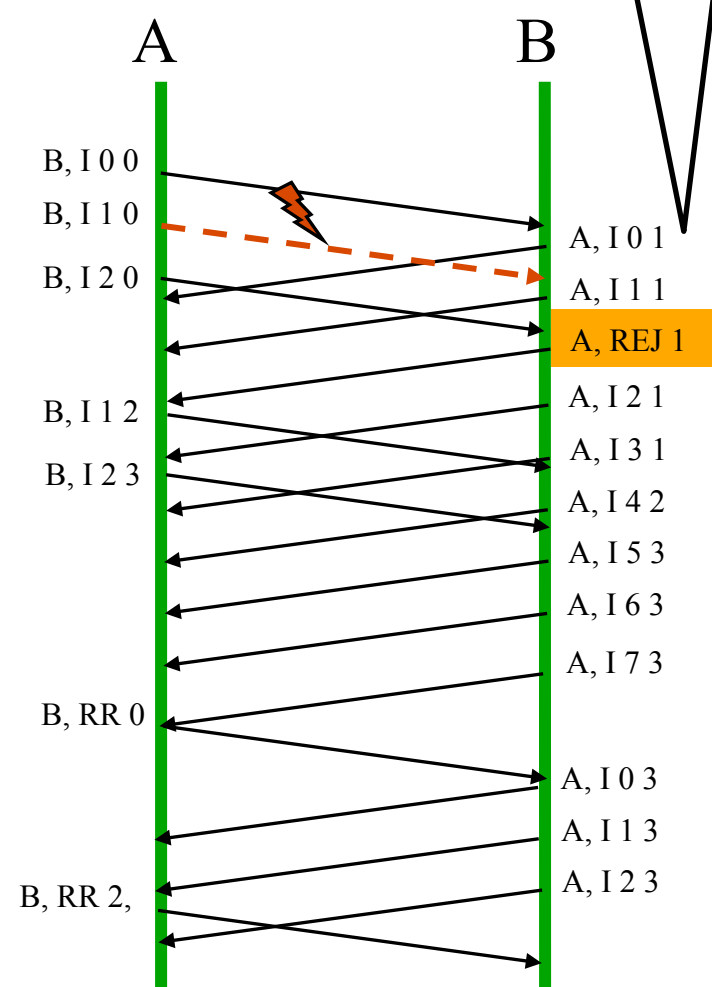


Esempi di trasferimento dell'informazione: modalità ABM

Finestra negoziata in fase di apertura.
Dimensione massima dipende dai bit del SN: 7 modalità estesa, 3 modalità normale



Errore segnalato da fuori ordine





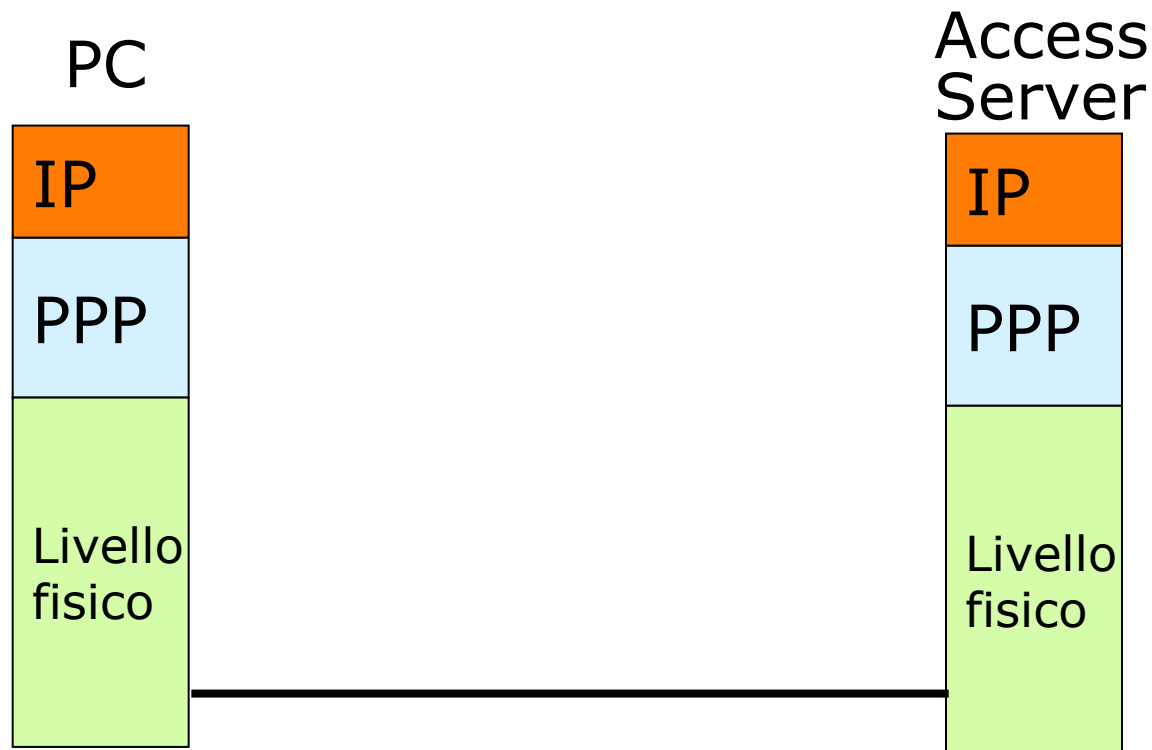
Limitazioni di HDLC

- ❑ Non presenta identificatore di sessione
 - No sessioni multiple tra due endpoints
- ❑ Non presenta identificatori dei SAP per il livello superiore
 - Non consente la multiplazione
- ❑ Non consente di identificare la coppia mittente-destinatario
 - Problemi di sicurezza



Il protocollo PPP (Point to Point Protocol)

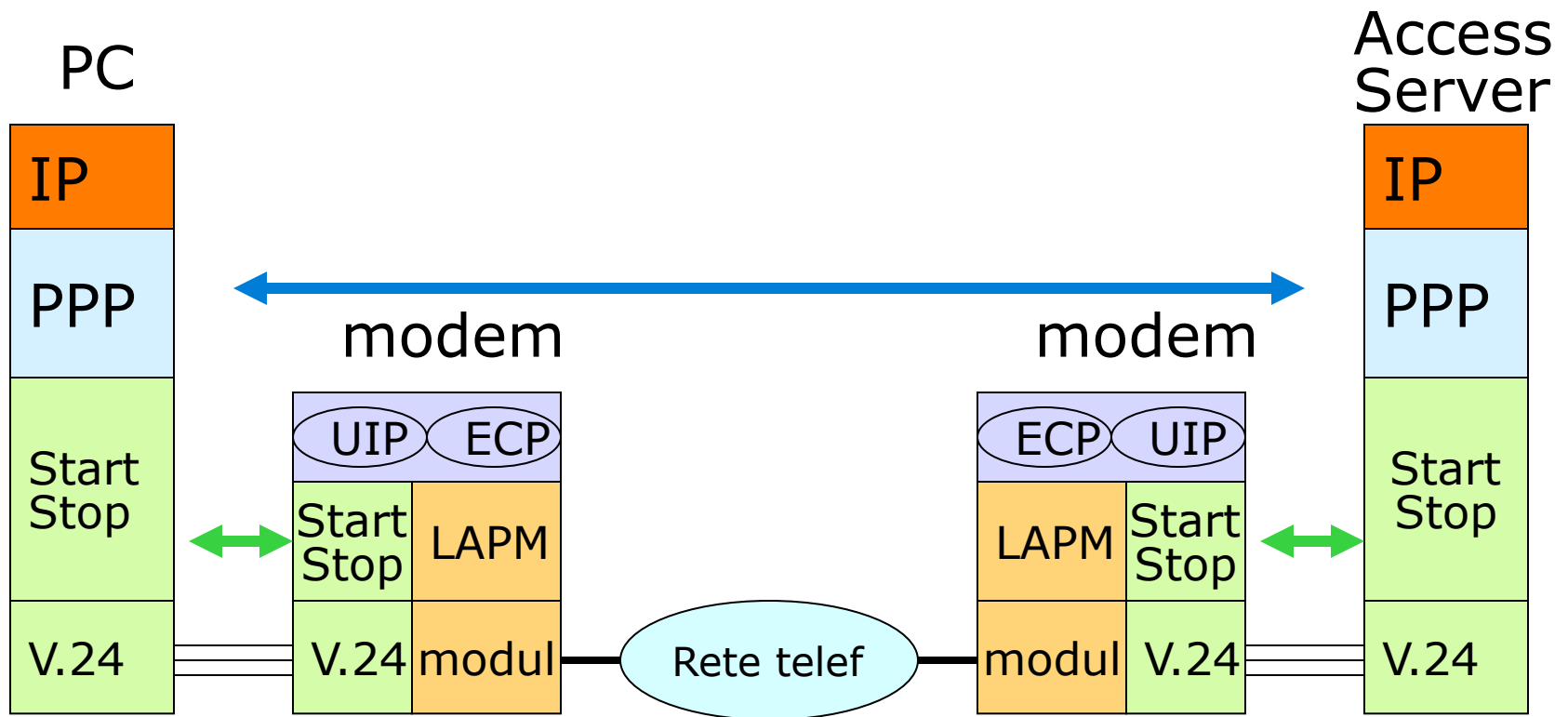
- E' nato in ambito IETF per connessioni punto-punto su collegamenti senza errori e per consentire procedure di ingresso in Internet





Il PPP su modem

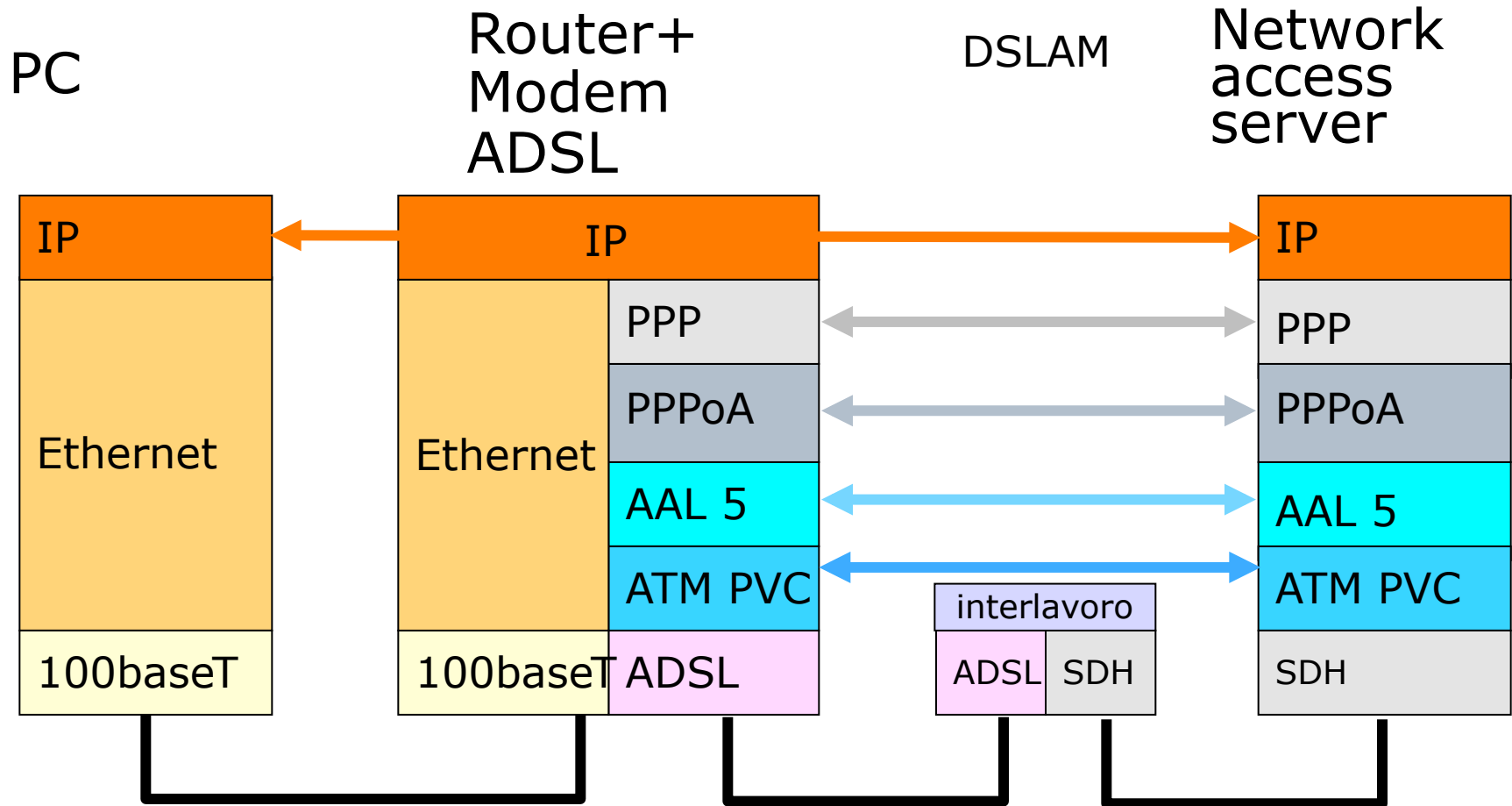
- Viene anche usato con connessioni fisiche ottenute attraverso i modem e la rete telefonica





II PPP su ADSL

- Viene anche usato per accesso ADSL con router in modalità MPOA



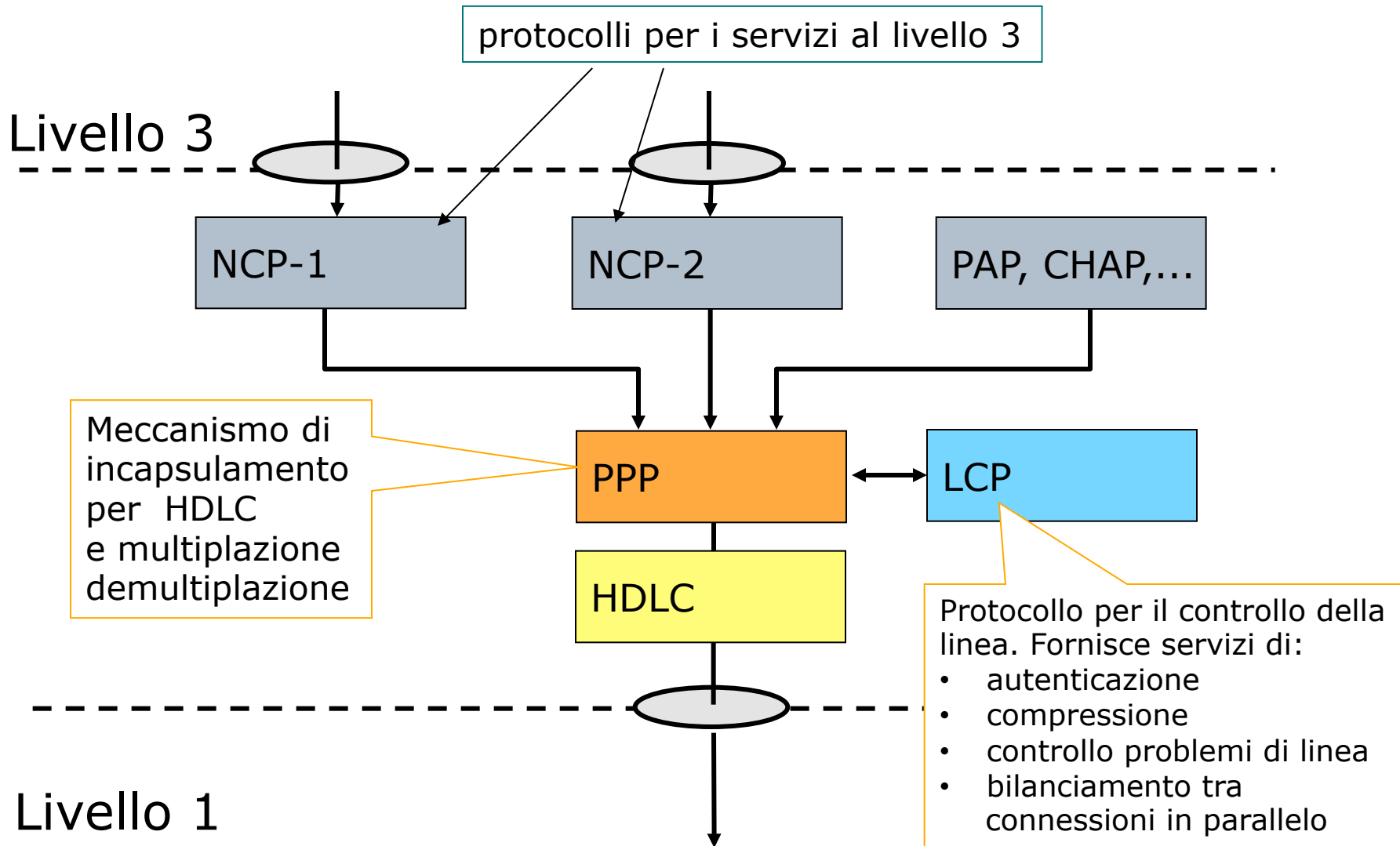


Il protocollo PPP

- ❑ E' in realtà un insieme di protocolli diversi per supporto ai protocolli di livello 3 ed effettuare la negoziazione degli indirizzi IP e l'autenticazione
- ❑ Fanno uso di incapsulamento HDLC, utilizzato *solo come tramatura*
- ❑ Con aggiunta di un livello (header) per moltiplicare vari flussi di livello superiore
- ❑ La gestione della linea è effettuata da un protocollo diverso da HDLC: LCP

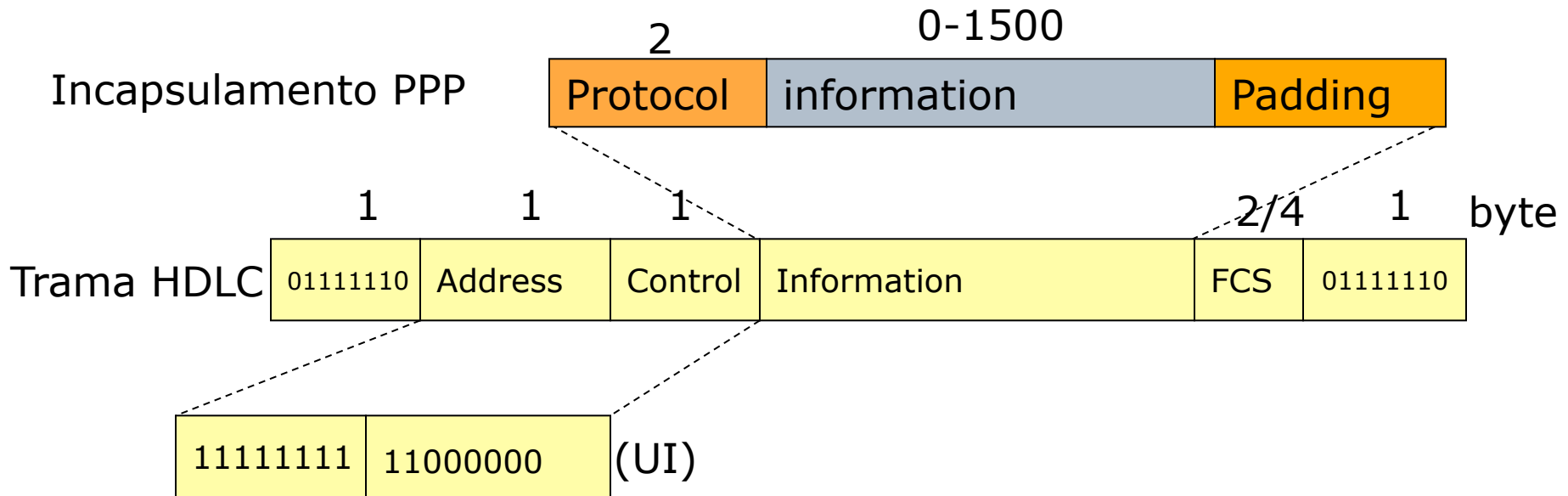


PPP: architettura protocollare





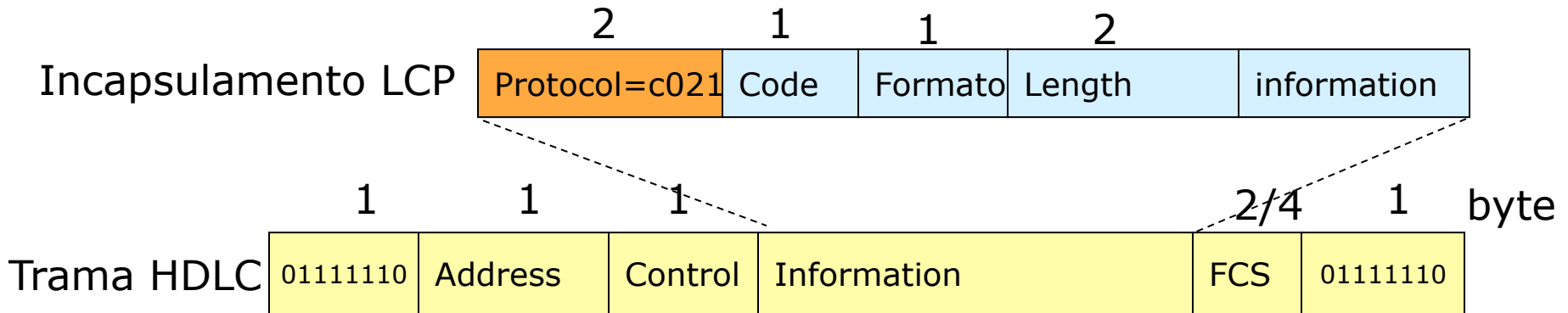
PPP-Trama e Incapsulamento



- ❑ Il campo address contiene (praticamente) sempre 11111111
- ❑ Il campo Control contiene sempre 11000000 ovvero l'indicazione di trama UI (datagram e niente recupero d'errore)
- ❑ Information: campo protocol + PDU degli altri protocolli



PPP-Link Control Protocol

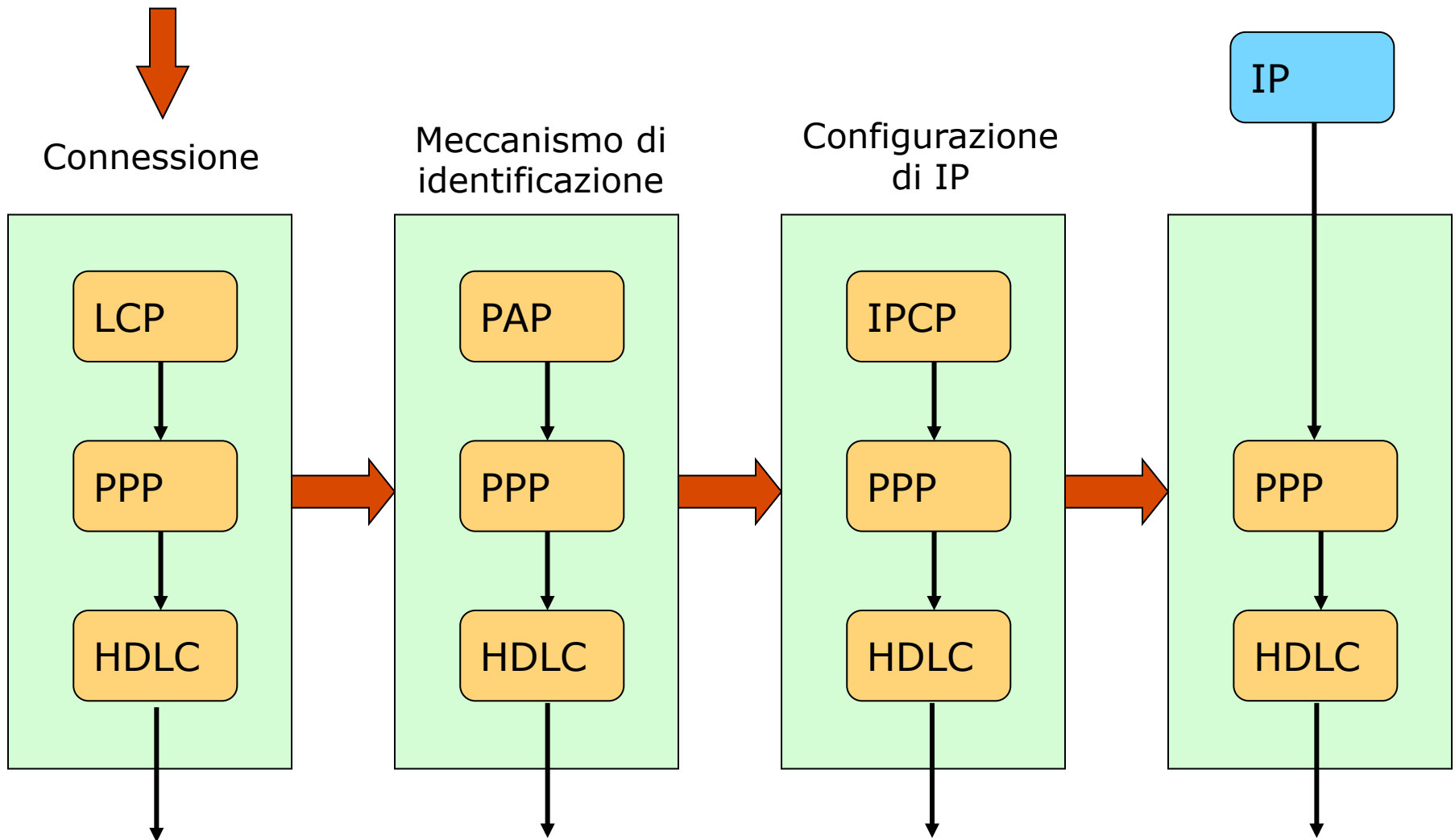


Usa i seguenti messaggi di comando

1. Configure-Request
2. Configure-ACK
3. Configure-NAK
4. Configure-Reject
5. Terminate-Request
6. Terminate-ACK
7. Code-Reject
8. Protocol-Reject
9. Echo-Request
10. Echo-Replay
11. Discard-Request



PPP: uso dei diversi protocolli





PPP: protocolli ausiliari

- Dopo la connessione si hanno le seguenti possibilità

c023 Password Authentication Protocol

c025 Link Quality Report

c223 Challenge Handshake Authentication Protocol

- poi si passa ai NCP per i protocolli di livello 3



NCP: IP Control Protocol (IPCP)

- ❑ E' il protocollo NCP che gestisce il trasporto e il controllo di IP
- ❑ Il protocollo di controllo stabilisce una connessione in cui si decide
 - ❑ L'assegnazione dinamica dell'indirizzo IP
 - ❑ (Opzionalmente) L'assegnamento del DNS server
 - ❑ Il tipo di compressione
- ❑ Il protocollo di trasporto incapsulato:
 - ❑ 0021 IP non compresso
 - ❑ 002d TCP/IP compresso
 - ❑ 002f TCP non compresso