

ANALIZZATORE DI PROTOCOLLO: HP BSTS

A.1 INTRODUZIONE.

Per la realizzazione delle prove di collaudo funzionale per la nuova interfaccia, la Ericsson Lab Italy di Pagani ha acquistato l'analizzatore di protocollo BSTS (**Broadband Series Test System**) della Hewelett & Packard.

Quest'ultimo è disponibile in due possibile piattaforme:

- E4210B Form-13 : chassis con 11 slots disponibili;
- E4200B Form-7: trasportabile con 5 slot disponibili con tastiera e monitor integrati.

L' HP BSTS, rappresentato in figura 1, è una piattaforma modulare UNIX_based costituita da un cestello VXI.

I moduli disponibili nella configurazione acquistata dalla Ericsson sono:

- 1 controller;
- 1 modulo SCSI;
- 2 Optical Line Interface a 155 Mb/s (LIF);
- 2 Cell Protocol Processor (CPP);

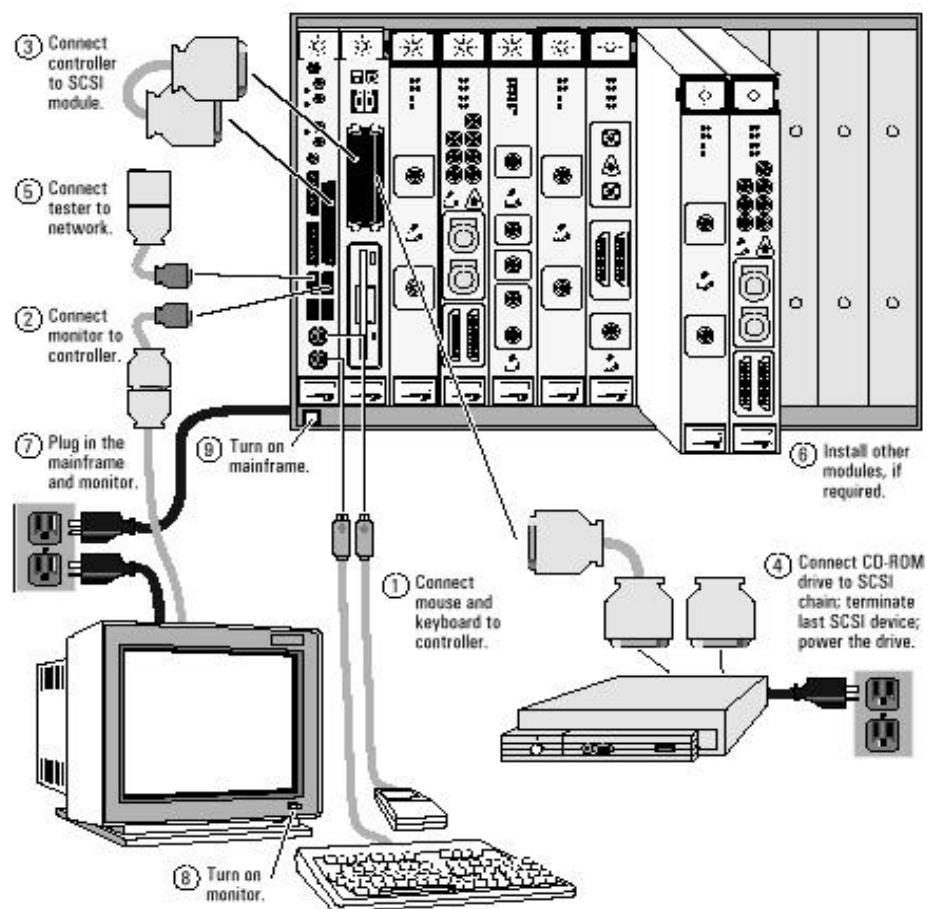


Figura 1: Analizzatore di protocollo HP BSTS.

Alcuni di questi moduli devono essere collocati, all'interno del cestello, in posizioni prestabilite e non modificabili.

In particolare, il controller deve essere necessariamente posizionato nello slot 0 mentre il modulo SCSI può essere posizionato in un qualsiasi slot, tuttavia onde evitare che il cavo che lo connette al controller attraversi altri moduli, lo si posiziona nello slot ad esso adiacente.

La CPP, che per funzionare deve essere necessariamente utilizzata in coppia con una LIF, va sempre posizionata alla sinistra di quest'ultima ed inoltre bisogna accertarsi che tra di essi non vi siano slot vuoti (figura 2).

Module Type	Controller	SCSI disk	CPP	LIF	LIF	CPP	LIF	T1-E1	CPP	NEM	LIF	155 Optical LIF	Timing Reference
VXI Address	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	89
VXI Slave Address												7	
Slot Number	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VXI Mainframe													

Figura 2: Posizione dei moduli all'interno del cestello.

L'indirizzo logico di ogni modulo è determinato dalla sua posizione all'interno del cestello VXI. Tali indirizzi, che vanno settati come rappresentato in figura 3, devono essere modificati soltanto quando la posizione dei suddetti moduli viene modificata o quando se ne aggiungono di supplementari. L'indirizzo logico 0 è riservato al controller .

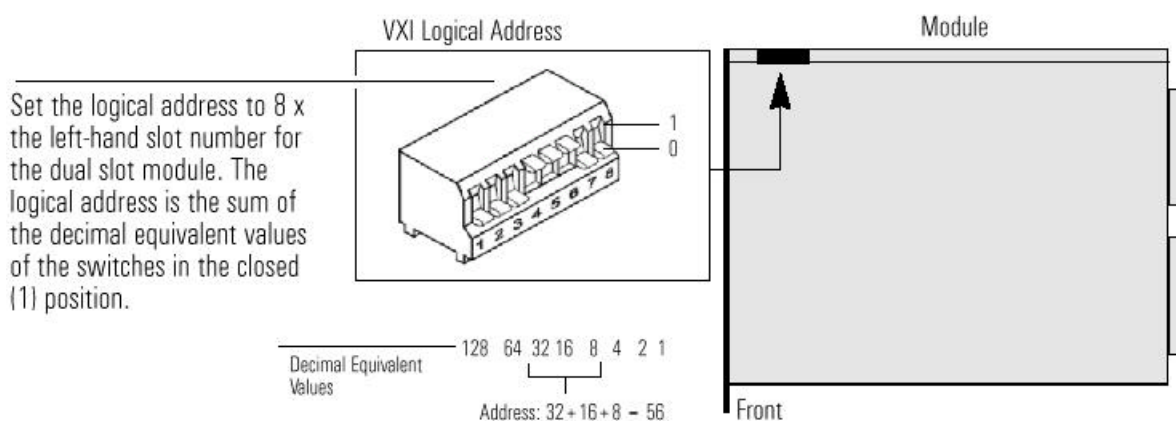


Figura 3: Modalità per il settaggio degli indirizzi logici

La strumentazione può essere configurata per:

- Monitorare due nodi della rete: questa configurazione consente di monitorare i messaggi scambiati dalle due centrali e richiede due coppie di CPP/LIF, ognuna delle quali cattura ed analizza i dati inviati da uno dei due nodi.
- Emulare un nodo della rete: questa configurazione consente di emulare la centrale e per la sua realizzazione è richiesta una sola coppia di CPP/LIF, la quale si occuperà di creare i segnali da inviare alla centrale ed analizzare i messaggi proveniente da quest'ultima.
- Emulare due nodi della rete: con questa configurazione si possono emulare le due centrali in collegamento utilizzando due coppie di CPP/LIF, ognuna delle quali emulerà uno dei nodi.

Nella figura 4 sono rappresentati le tre configurazioni soprascritte.

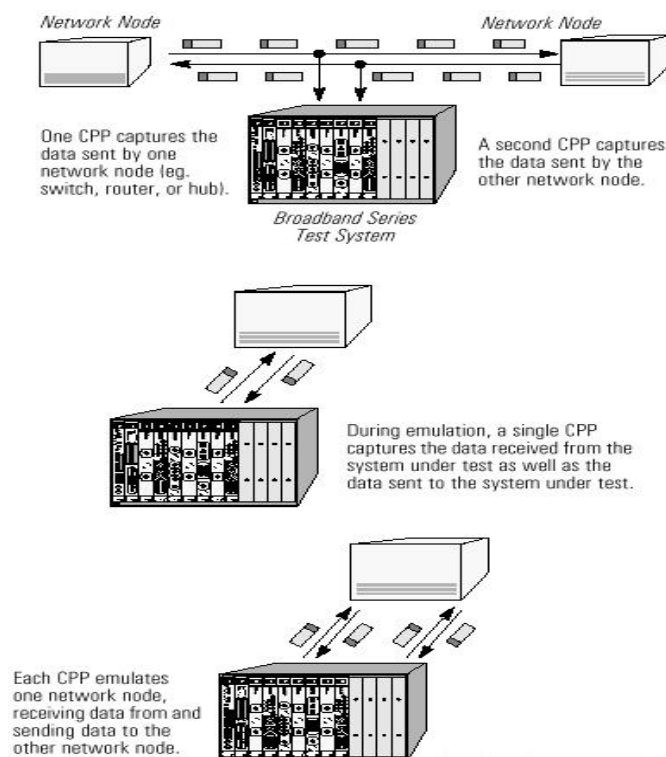


Figura 4: Configurazioni dell'HP BSTS.

Quando dal HP BSTS viene lanciata la sessione di test, sul video apparirà la finestra grafica rappresentata in figura 5; sull'interfaccia grafica si possono poi selezionare i moduli hardware (LIF e CPP) da utilizzare che vanno opportunamente configurati, e i protocolli da testare.

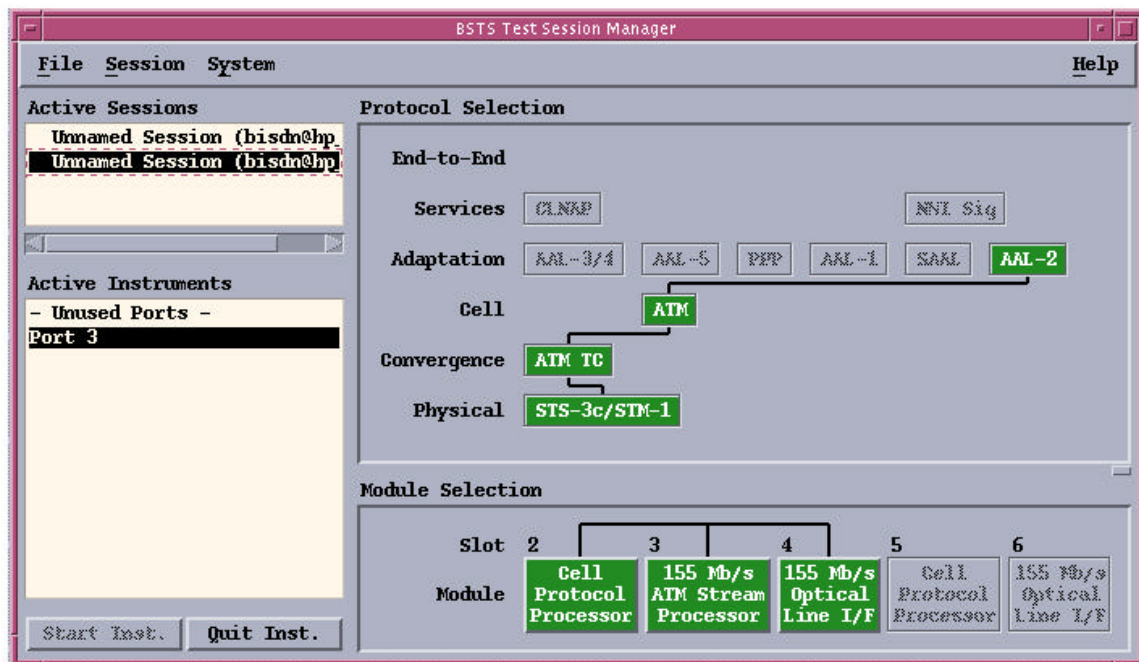


Figura 5: Interfaccia grafica del HP BSTS.

Nel presente capitolo saranno descritte le funzionalità dei moduli LIF, CPP. Inoltre verranno analizzate le caratteristiche dell'ATM Stream Processor(ASP) e del software ATM Policing and Traffic specifici per l'analisi del traffico e per la realizzazione di una serie di statistiche off-line o real-time.

A.2. FUNZIONALITÀ DELL'OPTICAL LINE INTERFACE (LIF).

Vedere paragrafo 3.2.1.

A.3 CELL PROTOCOL PROCESSOR (CPP).

La CPP, che va utilizzata necessariamente in coppia con una LIF, fornisce maggiori potenzialità di calcolo al BSTS, consentendo pertanto di poter gestire tutti i livelli di adattamento del protocollo B-ISDN e, nell'eventualità in cui sono acquistati i pacchetti software, anche i livelli superiori. Il suo pannello frontale è rappresentato nella figura 9.

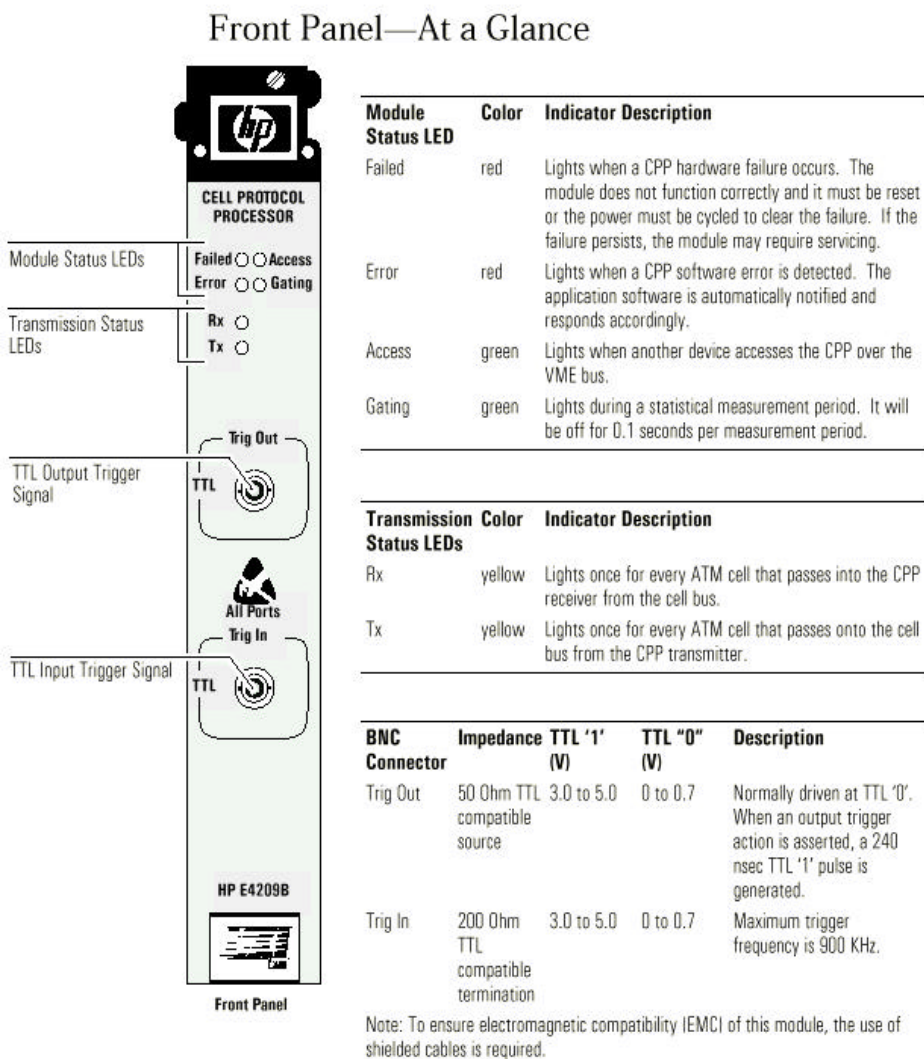


Figura 6: Pannello frontale della CPP.

Il pannello di controllo della CPP fornisce l'accesso a tutte le funzioni ed è rappresentato in figura 10.

Control Panel—At a Glance

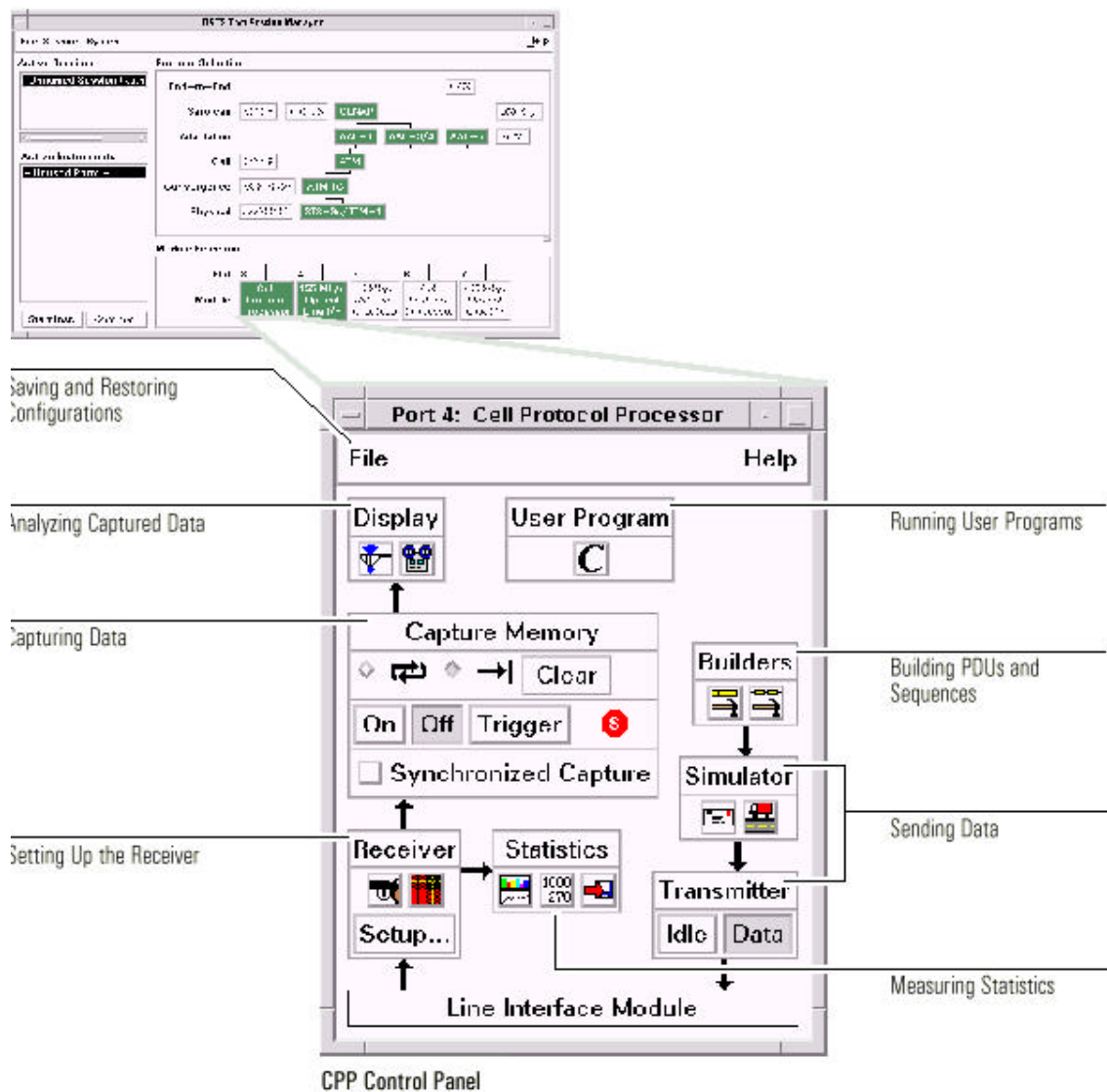


Figura 7: Pannello di controllo della CPP.

Sul pannello di controllo sono presenti le seguenti finestre:

- **Builders:** consente di costruire PDU e sequenze di PDU.
- **Simulator:** permette di trasmettere le PDU o le sequenze precedentemente costruite su di un canale trasmissivo. È inoltre possibile impostare la distribuzione del traffico che può essere costante, variabile o di tipo burst. Infine, si ha la possibilità anche di trasmettere traffico su canali di background.
- **Receiver:** è utilizzato per configurare in ricezione la CPP. Con esso è possibile costruire filtri che permettono alla CPP di poter ricevere solo celle ATM o PDU specifiche. Infine, si possono definire dei pattern, che lasciano passare solo le celle ATM o le PDU contenenti particolari dati o appartenenti a canali specifici, e dei trigger, con i quali è possibile controllare l'inizio e la fine della cattura del flusso informativo.
- **Capture Memory:** questa finestra consente di attivare e disattivare la cattura dei dati sia manualmente (attraverso i tasti ON e OFF) che automaticamente (settando particolari trigger) e di memorizzarli in un buffer di 8 MB. Durante l'emulazione, degli 8 MB di memoria RAM messi a disposizione, 7MB vengono utilizzati per dati di traffico consentendo di memorizzare fino a 114688 celle ATM, e la restante parte per i messaggi di segnalazione.
- **Display:** consente di visualizzare in real-time il flusso di dati trasmesso e ricevuto. In particolare, quando lo strumento emula la centrale sul display possono essere visualizzati i tre tipi di informazione seguenti:
 - dati trasmessi dallo strumento e inviati al nodo della rete;
 - dati ricevuti dallo strumento e inviati dal nodo della rete;
 - informazioni riguardanti lo stato dello strumento.

La figura 11 mostra come questi tre tipi di dati sono catturati e immagazzinati nella memoria RAM mentre nella figura 12 è rappresentata la visualizzazione del display.

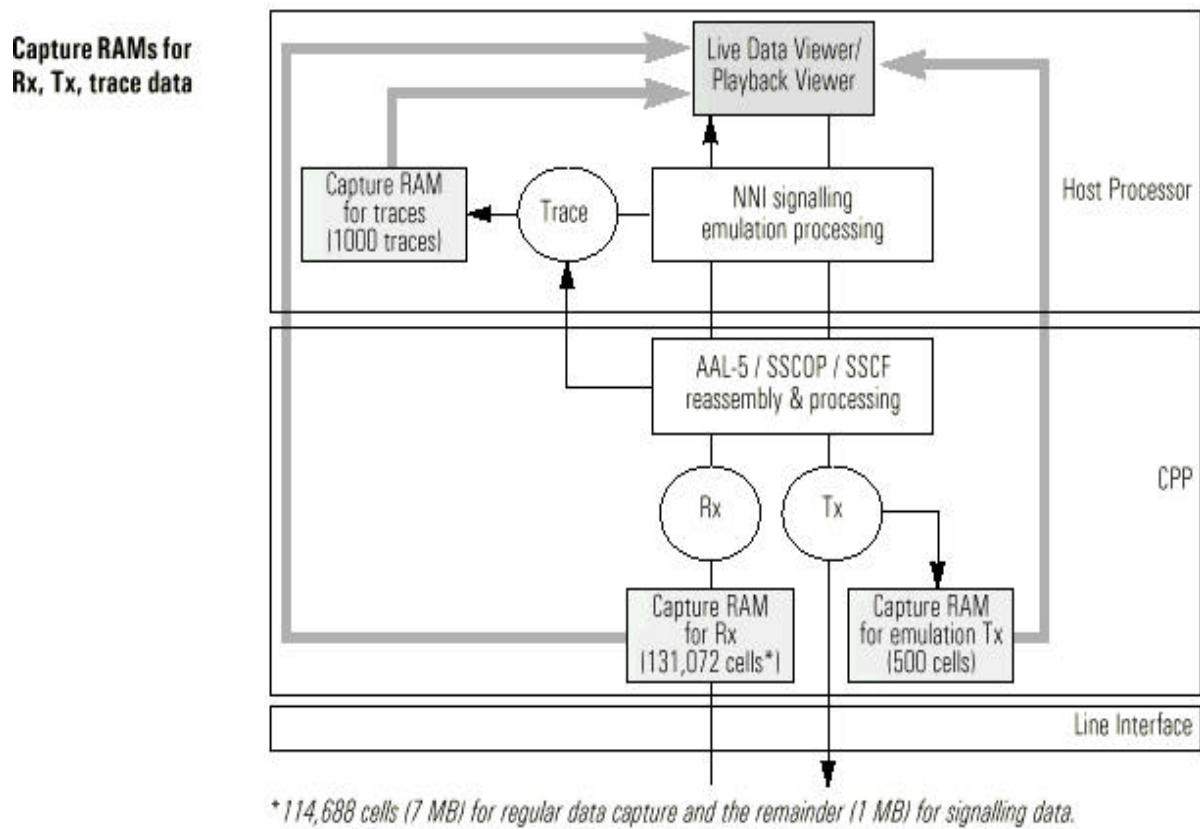


Figura 8: Schema di funzionamento relativo alla cattura dei dati.

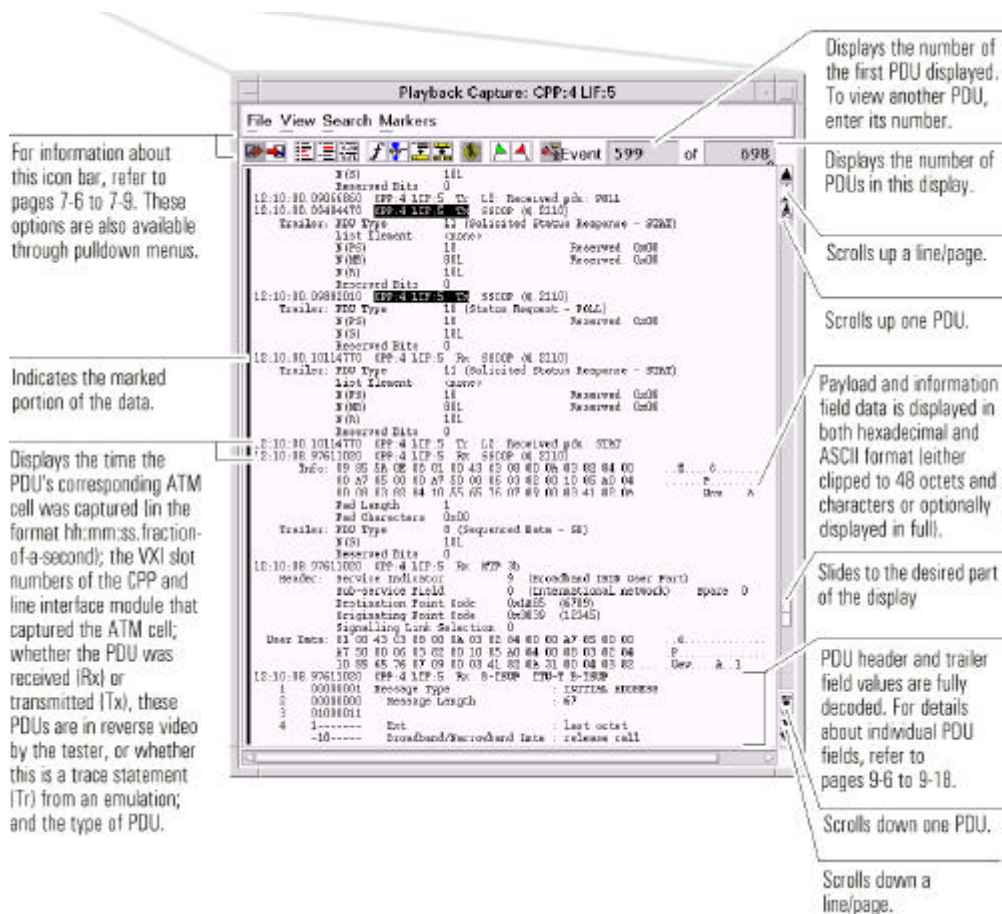


Figura 9: Visualizzazione del display.

- **Statistics:** questa funzione consente di conteggiare e visualizzare in real-time le celle catturate e riassemblate. E' possibile visualizzare le misure mediante un grafico a barre o a linee e realizzare un conteggio numerico delle celle.
- **User Program:** questa finestra consente di eseguire dei programmi in C per l'automatizzazione dei testcase.

A.4 ATM POLICING AND TRAFFIC.

L'ATM Policing and Traffic è un pacchetto software che ci permette di progettare test di controllo e di verificare il raggiungimento di determinate prestazioni. Nella fig. 13 sono rappresentati gli elementi principali interessati da questo software.

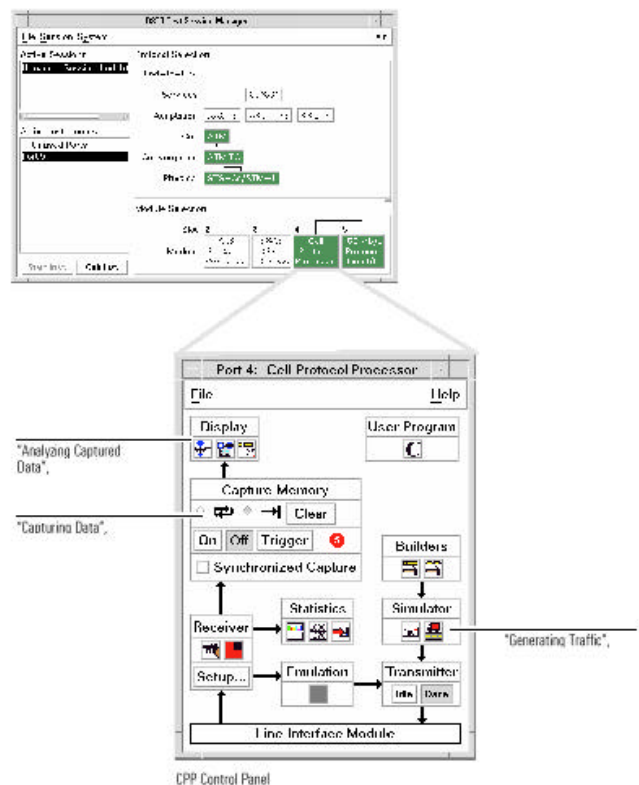


Figura 13:Elementi di interesse nel pannello di controllo della CPP

Come risulta evidente anche dalla fig.13 questo software è parte integrante della CPP che ci permette di analizzare più in profondità tutta la parte del QoS del collegamento instaurato. Tutto questo viene poi integrato attraverso il blocco ATM Stream Processor, come vedremo in seguito, introducendo tutta una serie di statistiche real-time che ci permettono di avere istante per istante la situazione sotto controllo sia in termini di statistiche che in termini di congestione cui la rete può trovarsi.

Naturalmente per poter effettuare tutte le statistiche di QoS occorre generare il traffico; ciò è possibile cliccando nel blocco **Simulator** su :



Il risultato sarà l'apertura della schermata di generazione di traffico (Fig.14) che ci permette di attivare un numero massimo di otto flussi (stream) di dati.

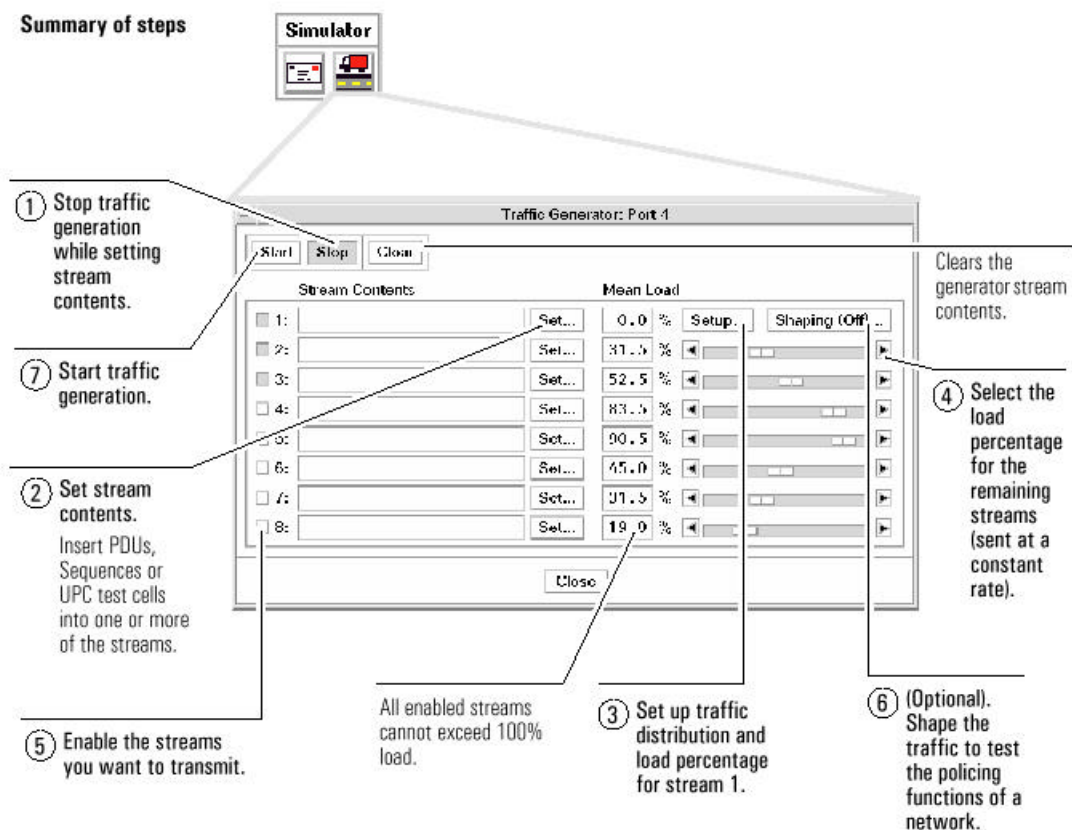


Fig.14:Generazione del traffico

Attraverso il pulsante **Set** possiamo impostare il contenuto dei vari flussi : PDU, sequenze o celle test UPC (Usage Parameter Control).

A questo punto è necessario fare una parentesi sull'UPC; questo è un meccanismo responsabile del monitoraggio del traffico. Celle che arrivano troppo presto possono essere etichettate o scartate (a seconda che il proprio CLP=0 o che CLP=1) per proteggere le celle di altre connessioni da perdite o da ritardi elevati.

Il formato di queste celle è il seguente:

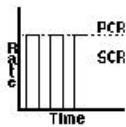
UPC Test Cell Format

SN ₀₊₁	RES	SL ₀₊₁	SL ₀	OCLP	SN ₀	VN	CRC-16
3	32	3	3	1	3	1	2
# of bytes							

SN ₀₊₁	The number of previous UPC test cells in the sequence.
RES	Reserved bytes, set to 0.
SL ₀₊₁	The total number of UPC test cells in the sequence (either 512 or 1024).
SL ₀	The total number of CLP=0 UPC test cells in the sequence.
OCLP	The original setting of the CLP bit in the cell header. The higher order 7 bits are set to 0.
SN ₀	The number of previous UPC test cells in the sequence with CLP=0.
VN	The version number of the test cell (set to 0).
CRC-16	An error code used to provide protection and validation of the encoded payload information. The CRC-16 uses the polynomial $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$.

Ritornando al discorso sulla generazione del traffico notiamo che diversi flussi possono contenere diversi VPI/VCI. Inoltre, come si vede anche dalla Fig.14, sul primo flusso è possibile impostare varie opzioni aggiuntive assenti sugli altri sette. Col comando **Setup** abbiamo la possibilità di impostare il tipo di distribuzione del primo flusso in termini di velocità. **Stream 1** può essere configurato con una distribuzione **Generic Cell rate Algorithm (GCRA)**, **Costante**, **Arrivi di Poisson**, **Burst** o **Sawtooth**. Ognuna di queste distribuzioni richiede un diverso set di parametri. Vediamone singolarmente le caratteristiche:

- **GCRA**



Distribution Parameters			
GCRA		SCR CLP=0+1, PCR CLP=0+1	Optimize Cell Rate
SCR CLP=0+1			
SCR	59.1552	Mb/s	39.5 %
MBS	20	cells	
PCR CLP=0+1			
PCR	90.6048	Mb/s	60.5 %
CDVT	0	us	

Sono supportate le due seguenti combinazioni GCRA:

- PCR CLP=0+1 (single leaky bucket)
- SCR CLP=0+1, PCR CLP=0+1 (dual leaky bucket)

Per la prima distribuzione GCRA si può specificare la velocità di picco delle celle (**PCR**) e la tolleranza nella variazione del ritardo delle celle (**CDVT**).

Invece per la seconda distribuzione è possibile specificare anche la velocità media delle celle (**SCR**) e la dimensione massima del burst (**MBS**).

E' possibile ottimizzare la distribuzione GCRA basandosi sulla velocità delle celle o sulle dimensioni del burst. Traffico che ottimizza la velocità delle celle consiste di traffico generato alla massima velocità possibile. Le celle vengono generate alla massima velocità possibile finché la velocità totale delle celle generate è uguale alla velocità di picco richiesto o a quella media a seconda che la distribuzione sia PCR CLP=0+1 o SCR CLP=0+1,PCR CLP=0+1.

Invece il traffico che ottimizza le dimensioni del burst consiste di burst ripetuti della massima dimensione possibile. Lo spazio fra i burst sarà il minimo possibile per mantenere il traffico conforme.

- **Constant**

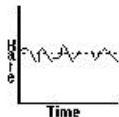


Distribution Parameters

Mean Load: Mb/s %

Viene trasmesso traffico ad una velocità di cella costante. Dei vuoti (gaps) vengono inseriti tra le celle trasmesse per ottenere la velocità indicata dal **Mean Load**. Questi vuoti sono poi riempiti con celle idle o dati di altri flussi. Notiamo che gli altri sette flussi possono essere configurati solo con questa distribuzione.

- **Arrivi di Poisson**

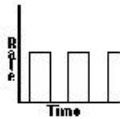


Distribution Parameters

Mean Cell Inter-Arrival: cell slots

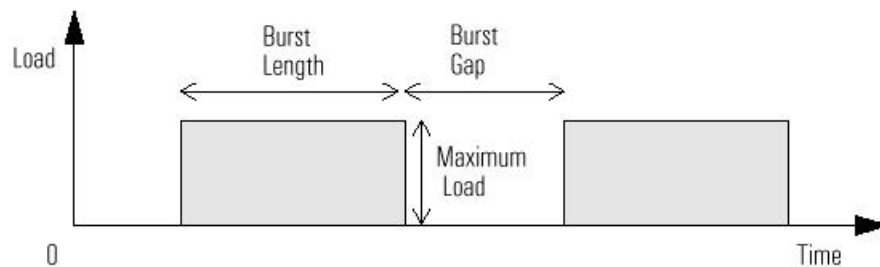
Consiste nel trasmettere traffico ripetutamente, variando il tempo di interarrivo di ogni cella secondo il processo degli arrivi di Poisson. Il processo degli arrivi di Poisson ha uno spazio degli interarrivi di M celle, dove M è specificato nella finestra indicata sopra. Per interarrivi intendiamo il tempo fra l'inizio di una singola cella trasmessa e l'inizio della successiva; quindi una cella trasmessa con un Mean Cell Inter-Arrival di 2 celle sarà trasmessa approssimativamente per il 50% del tempo.

- **Burst**



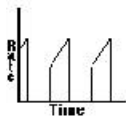
Distribution Parameters			
Max. Load:	0	Mb/s	0.0 %
Burst Gap:	0	cell slots	

Questa distribuzione consiste nel trasmettere una PDU o una sequenza ripetutamente con dei vuoti (gap) tra i burst. Ogni burst consiste delle selezionate PDU o sequenze. Non sono inviate celle del flusso durante questo gap. I dati sono trasmessi nel seguente modo:



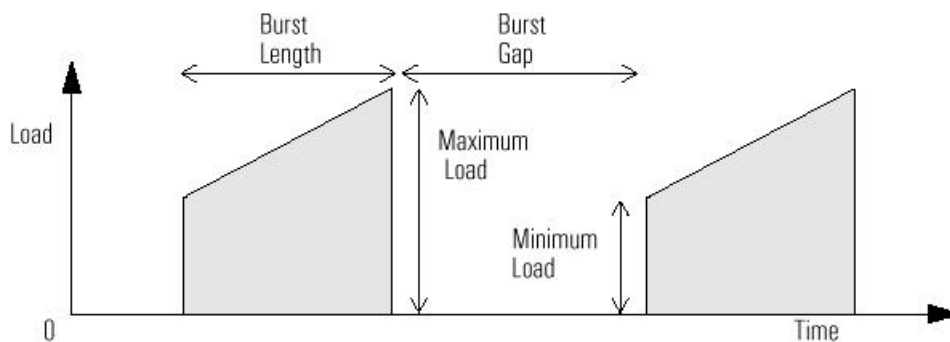
$$\text{Burst Length} = [\# \text{ of cells in the selected PDU or sequence}] * 100 / \text{Maximum Load Value}$$

- **Sawtooth**



Distribution Parameters			
Min. Load:	0	Mb/s	0.0 %
Max. Load:	0	Mb/s	0.0 %
Burst Gap:	0	cell slots	

Il burst inizia alla velocità indicata dal Minimum Load ed aumenta in modo tale che quando finisce si trova al Maximum Load.



Quanto visto finora riguarda la generazione del traffico. Una volta generato il traffico e instradato verso un SUT (System Under Test che, nell'ambito del nostro lavoro, è l'ALI) nasce l'esigenza di effettuare delle misure sui dati acquisiti dal sistema sotto osservazione (chiudendo così il loop di misura). L'ATM Policing and Traffic permette la misura **off-line** (nel senso che attraverso il blocco **Capture Memory** effettuiamo manualmente o, attraverso un trigger, la cattura del traffico e solo una volta interrotta la cattura è possibile effettuare le misure) di una serie di parametri, riguardanti le celle, orientati verso il QoS. Vedremo in seguito che l'analizzatore di protocolli BSTS contiene un altro blocco denominato **ATM Stream Processor (ASP)** che consente invece l'analisi **real-time** di una serie di misuratori di QoS, sempre relativi alle celle.

Dunque una volta effettuata la cattura del traffico è possibile effettuare misure premendo il pulsante:

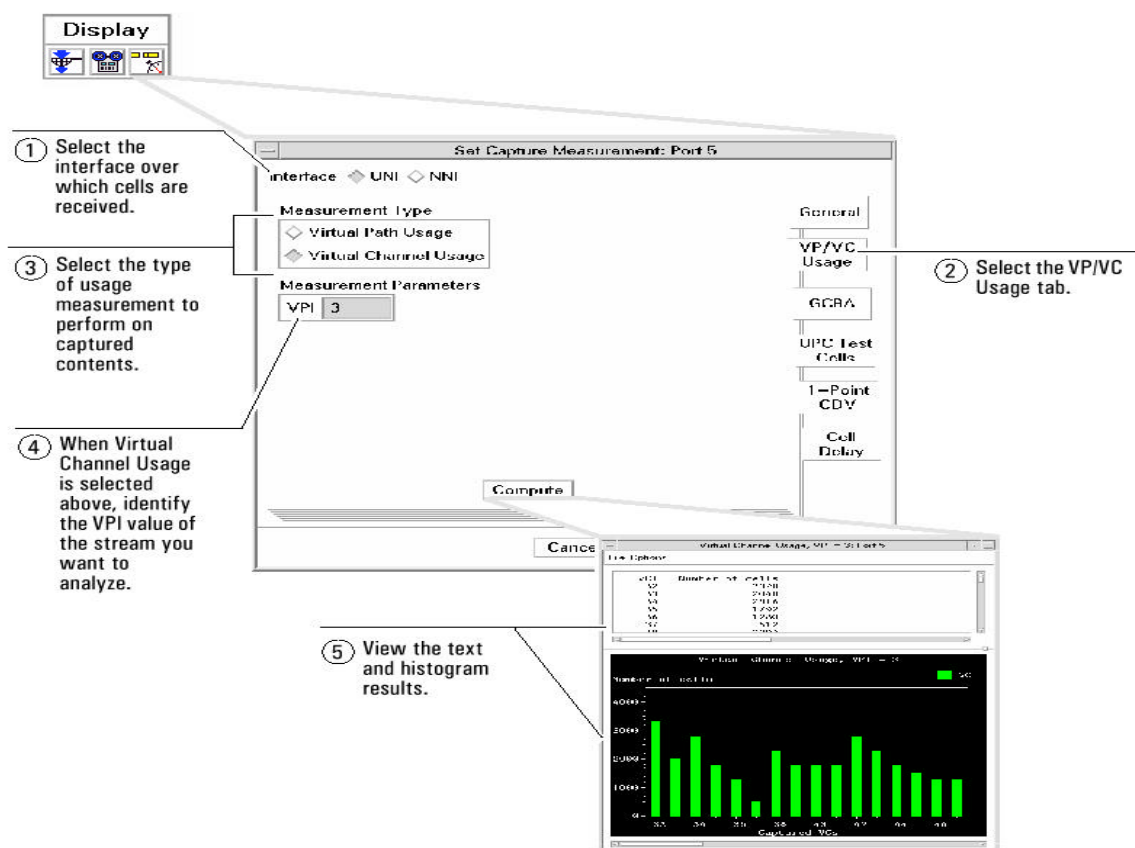


Possiamo effettuare una serie di misure generali quali :

- **Tempo di arrivo delle celle** : misura il tempo di arrivo relativo della cella rispetto al tempo di arrivo della prima cella catturata.
- **Tempo di interarrivo delle celle** : misura il tempo tra le celle catturate.
- **Conteggio del CLP** : conta il numero di celle catturate con CLP=0 ed il rapporto rispetto al numero totale di celle catturate.

Per tutte queste misure è possibile specificare se si vuole realizzarle su tutte le celle catturate o su quelle giunte su uno o più VPC/VCC selezionati.

E' possibile effettuare delle misure sull'uso dei VP/VC, cioè possiamo visualizzare il numero di celle catturate per ogni Virtual Channel Connection (VCC) e Virtual Path Connection (VPC). La figura successiva mostra il caso in cui si visualizza l'uso del Virtual Channel avendo scelto un VPI=3 (vengono visualizzati il numero di celle per ogni VCI caratterizzato da un VPI=3):



Inoltre esiste un altro insieme di misure del tipo **GCRA** (Generic Cell Rate Algorithm) che permette di calcolare il rapporto delle celle non conformi all'interno di un virtual path o di un virtual channel. Il termine non conformi è riferito rispetto ai parametri di conformità che imponiamo per un dato VP/VC. E' possibile effettuare le misure fino al massimo di quattro canali.

Le misure su celle test UPC includono il calcolo di parametri per determinare le prestazioni del sistema sotto osservazione. Le misure possono essere effettuate su un VPI e un VCI definito dall'utente. In questo ambito i parametri che vengono calcolati sul VPI/VCI sono i seguenti:

- **Conteggio del numero di celle con CLP=0**
- **Conteggio del numero di celle perse con CLP=0**
- **Conteggio del numero di celle con CLP=1**
- **Conteggio del numero di celle perse con CLP=1**
- **Conteggio del numero di celle etichettate** (numero di celle che per problemi di trasmissione cambiano il loro CLP da 0 a 1 e cioè da alta a bassa priorità)
- **Conteggio del numero di celle nel canale selezionato che hanno cambiato il CLP da 1 a 0** (questo è possibile solo se c'è un errore nel sistema sotto test)
- **Conteggio del numero di celle che sono state inserite erroneamente nel canale che si sta analizzando** (si calcola la velocità in cell/sec)

In effetti attraverso un'istogramma si rappresenta il conteggio delle celle con CLP=0 e quelle perse con CLP=0; analogamente per quelle con CLP=1 ed infine il conteggio delle celle etichettate. Il resto dei parametri sono disponibili in formato numerico.

L'algoritmo usato per misurare le celle perse, inserite erroneamente ed errate è rappresentato nel flowchart di Fig.15. Questo algoritmo è basato sull'algoritmo contenuto nella raccomandazione **O.191** dell' ITU-T.

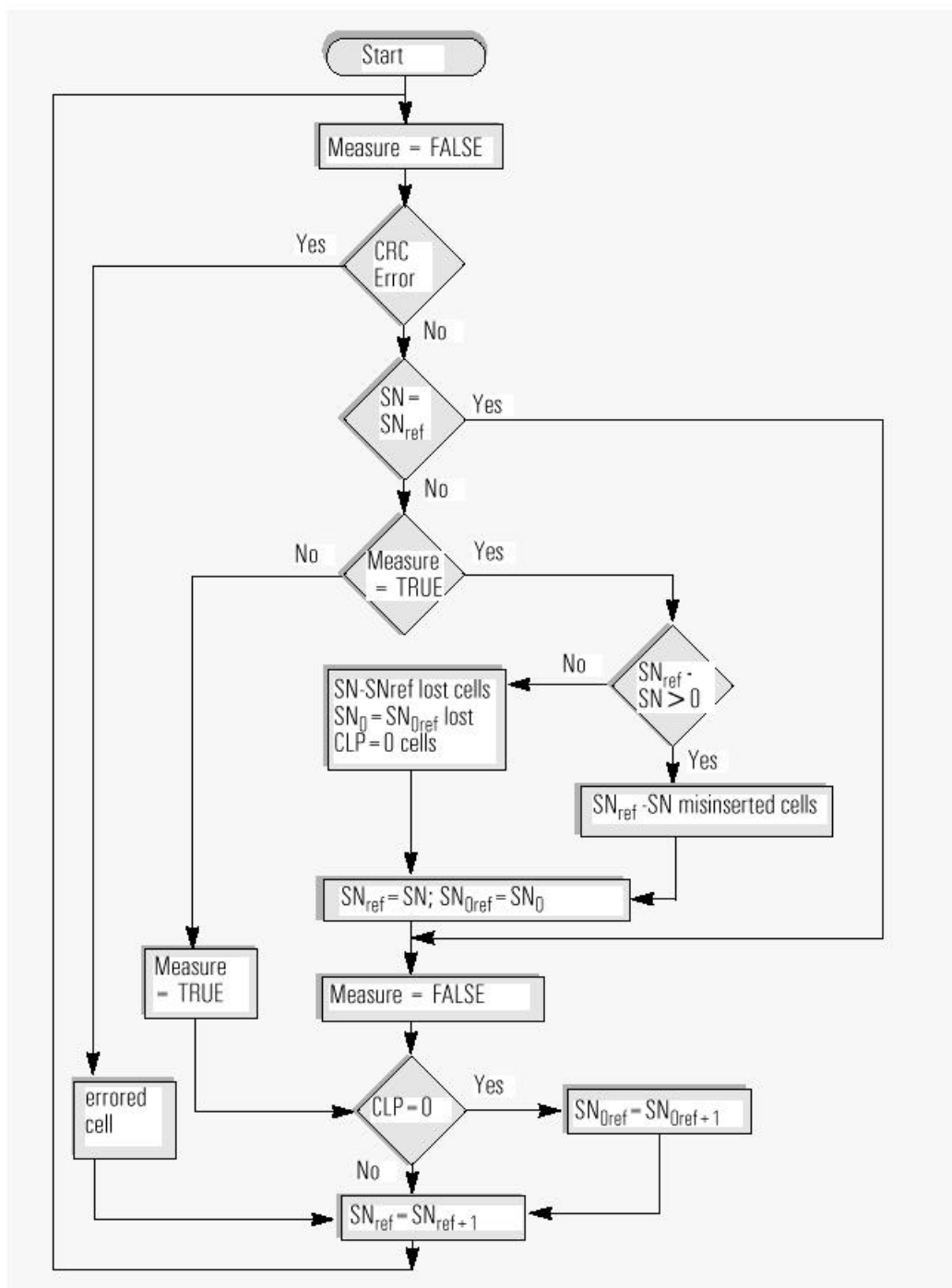


Fig.15:Algoritmo UPC

Un altro insieme di misura che possiamo effettuare è la variazione nell'arrivo delle celle (**1-POINT CDV**): questo descrive la variazione nel tempo di arrivo delle celle comparato al PCR negoziato. Valori positivi di questo parametro indicano celle che arrivano prima, viceversa per valori negativi. Questo tipo di misura può essere

effettuata all'interno di un virtual path o di un virtual channel ed è possibile fare ciò fino a quattro canali.

Infine possiamo effettuare delle misure sul ritardo delle celle catturate su un virtual path o un virtual channel. Per effettuare questo tipo di misure è necessario che il canale prescelto sia costituito da celle contenenti timestamp (istante in cui la cella è trasmessa) e, come in precedenza, è possibile selezionare contemporaneamente quattro canali. Questa etichetta alle celle è possibile applicarla attraverso la LIF.

*A.5 ATM STREAM PROCESSOR (**ASP**).*

L'ATM Stream processor è una unità indipendente dalla CPP che permette di espletare tutta una serie di misure, anche in real-time, sulla bontà di un collegamento instaurato. Tale elemento ci permette di costruire 8 flussi di dati che possono contenere 16,384 canali. Questo ulteriore blocco, che si presenta sulla HP-BSTS come una terza scheda al fianco di una CPP e di una LIF, permette l'analisi della situazione di traffico sul sistema sotto test (SUT) attraverso tutta una serie di parametri che possono essere analizzati sia in forma grafica che numerica.

La caratteristica che però rende questa scheda indispensabile è quella di poter analizzare determinati indicatori di QoS a livello di celle in tempo reale, individuando oltre le cause di un eventuale guasto, anche l'istante in cui questo è avvenuto.

Oltre alla LIF, che naturalmente è l'elemento indispensabile da accoppiare all'ASP per permettere la trasmissione fisica dei dati, l'ASP può lavorare anche in simbiosi con una CPP aggiungendo altre potenzialità a quelle già anticipate.

I parametri misurabili con l'ASP, li possiamo dividere in tre categorie:

- **Transmit link measurements**
- **Receive link measurements**
- **Connection measurements**

Per tutte le tre categorie di misure è possibile ottenere i parametri in tre unità di misura diverse : **cell/sec**, **bit/sec** e **cell count** .

Questo è un limite dell'ASP in quanto ci permette di effettuare real-time solo statistiche a livello di celle (o di bit) e non a livello di frame (pacchetti di celle) e ciò, naturalmente, è un problema, come è stato ampiamente chiarito nel capitolo 2.

Per quanto riguarda le misure in trasmissione possiamo misurare la quantità totale di dati generati (conteggiando anche un eventuale flusso generato dalla CPP attraverso l'**ATM Policing & Traffic**) oppure solo il traffico generato dall'ASP; infine è possibile etichettare uno degli otto flussi e ottenere delle misure in trasmissione solo su questo.

Ogni stream di dati che è possibile generare con l'ASP è caratterizzato da un proprio livello di priorità; ciò comporta che nella situazione in cui le risorse del collegamento non sono sufficienti a soddisfare tutti i flussi di dati è automaticamente stabilita una politica di priorità nella trasmissione di questi.

Le misure che è possibile fare in ricezione sono le seguenti:

- 1) **sul totale di celle ricevute (celle ATM e celle del physical layer).**
- 2) **sulle celle ATM (sono escluse celle idle e unassigned).**

L'ASP fornisce la possibilità di trasmettere flussi al di sopra dei 155,52 Mb/sec scaricando le celle in eccesso nella CPP. Celle selezionate per essere scaricate nella CPP sono inserite in un buffer FIFO. Distribuzioni di traffico in eccesso nel buffer portano alla eliminazione delle celle (il che viene segnalato attraverso la spia di errore DOVL Drop Overflow).

Detto ciò possiamo introdurre un'altra classe di misure:

- 3) **sulle celle scaricate dall'ASP nella CPP.**

Il terzo insieme di misure riguarda il collegamento particolare; è possibile selezionare in ricezione due canali (VPI/VCI) su cui è possibile effettuare in maniera dedicata tutte le misure fatte in ricezione.

E' possibile inoltre per ogni VPI/VCI abilitare in ricezione l'opzione *capture* che permette di catturare tutte le celle che arrivano e visualizzarle nell'area *display captured data*.

Le potenzialità introdotte dunque dall'utilizzo combinato di una CPP e dell'ASP sono le seguenti:

- E' possibile generare ulteriore traffico attraverso il software **ATM POLICING & TRAFFIC** (in più il traffico generato con la CPP ha una priorità maggiore rispetto a quello dell'ASP)
- Come già detto in precedenza la CPP può essere usata dall'ASP per scaricare al suo interno (in particolare in un buffer FIFO) il traffico in eccesso rispetto alla capacità del canale)
- La CPP ci permette di simulare i livelli superiori del modello B-ISDN
- Possiamo sfruttare il software di QoS della CPP per misurare parametri diversi da quelli messi a disposizione dall'ASP (si veda il paragrafo A.4).

E' da notare che buona parte delle risorse dell' ASP sono rivolte verso l'AAL5 nel senso che molte misure del QoS sono rivolte verso questo livello.