
Internet e Reti di Comunicazione

Prof. Stefano Bregni

II-A Appello d'Esame – 11 settembre 2012

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

NB1: In ogni esercizio, ogni risposta non giustificata adeguatamente, anche con pochissime parole, avrà valore nullo (esempi di risposte non accettabili: SI, NO, $T=5.43$). NB2: leggere le domande prima di rispondere!

Domanda 1

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (6 punti)

In una connessione TCP è trasferito un file lungo 253 kbyte da a partire dal tempo $t = 0$. Si assuma che:

- TCP Maximum Segment Size (MSS) = 1 kbyte;
- Round Trip Time (RTT) = 250 ms, costante durante tutto il trasferimento;
- valore base TIMEOUT = 2·RTT; nel caso di TIMEOUT scaduti consecutivamente, secondo Karn TIMEOUT = 4·RTT dopo 1 pacchetto non riscontrato, TIMEOUT = 8·RTT dopo 2 pacchetti consecutivi non riscontrati, TIMEOUT = 16·RTT dopo 3 o più pacchetti consecutivi non riscontrati;
- SSTHRESH($t = 0$) = 32 kbyte;
- RCVWND($t = 0$) = 16 kbyte; in seguito, il trasmettitore riceve dall'altro host la seguente dichiarazione:
 - RCVWND($t = 5.0$ s) = 4 kbyte;
 - RCVWND($t = 5.5$ s) = 16 kbyte;
 - RCVWND($t = 8.75$ s) = 4 kbyte;
 - RCVWND($t = 9.5$ s) = 16 kbyte;
- CWND($t = 0$) = 1 MSS;
- il trasferimento dei pacchetti in rete avviene senza errori o perdite; la capacità di trasmissione è abbastanza grande da rendere il tempo di trasmissione dei pacchetti trascurabile rispetto a RTT;
- il ricevitore riscontra immediatamente i segmenti ricevuti;
- la rete va fuori servizio negli intervalli di tempo aperti $t = (1.75 \text{ s}, 2.0 \text{ s})$, $t = (4.0 \text{ s}, 4.25 \text{ s})$, $t = (7.75 \text{ s}, 8.0 \text{ s})$;
- vengono trasmessi segmenti di lunghezza MSS; se SNDWND non è multiplo intero di MSS, si arrotondi il numero di segmenti trasmessi all'intero più vicino;
- la procedura di *congestion avoidance* abbia luogo per CWND \geq SSTHRESH.

Si tracci sul foglio allegato l'andamento nel tempo di CWND e SNDWND usando la notazione specificata in legenda. Si determinino in particolare:

- il tempo totale di trasferimento del file T_{END} [s] (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto alla ricezione dell'ultimo ACK);
- i valori di CWND quando diversi da SNDWND (anche per $t = T_{\text{END}}$);
- il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti gli ACK o no;
- i valori assunti da SSTHRESH durante il trasferimento.

Domanda 2

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (4 punti)

In un'azienda, 200 utenti effettuano chiamate di 5' mediamente ogni T ore (o minuti) verso l'esterno. Si assuma il modello di Poisson per gli istanti dei tentativi di chiamata. Il PABX è collegato alla rete pubblica attraverso un fascio di $C = 4$ linee telefoniche. Qual è il valore (massimo o minimo?) approssimativo del tempo medio T tra due tentativi di chiamata, affinché la probabilità che gli utenti non trovino una linea libera sia inferiore a 1%?

Per valutare la probabilità di rifiuto delle chiamate dati, si usi la distribuzione Erlang-B $E_{1,m}(A_0)$ allegata.

$$E_{1,m}(A_0) = \frac{A_0^m / m!}{\sum_{i=0}^m A_0^i / i!}$$

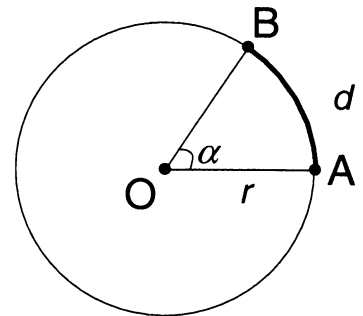
E' sufficiente stimare se T debba essere maggiore o minore di approssimativamente 10 minuti, 1 ora, 6 ore, 1 giorno, 5 giorni, o 1 mese, calcolando $E_{1,m}(A_0)$ per alcuni di questi valori.

$m=4$	T	A_0	ERL $E_{1,m}(A_0)$	
	10'	100 Erl	0.96	
	1 h	16.7 Erl	0.77	
	6 h	2.8 Erl	0.2	
	1 g	0.7 Erl	10^{-2}	$\Rightarrow T > 1 \text{ giorno}$
	5 g	0.14 Erl	10^{-4}	

Domanda 3

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (5 punti)

Un sensore B in un tunnel circolare di diametro $\frac{1}{4}$ km trasmette dati alla base A, attraverso un sistema di trasmissione via fibra ottica lungo l'arco AB che fornisce un canale libero da errori, eccetto quando diversamente indicato, di capacità $C = 2.5$ Gbit/s. A e B si trovano su una circonferenza di centro O, come rappresentato in figura. Sia α l'angolo formato da OB e OA.



Il protocollo di livello 2, che controlla la trasmissione delle trame su questo collegamento, sia così caratterizzato:

- pacchetti dati di dimensione fissa L_D , consistenti in 500 byte di carico utile e 50 byte di overhead;
- pacchetti di riscontro (ACK) di dimensione fissa $L_A = 50$ byte;
- tempo di elaborazione pacchetto dati da parte della stazione ricevente (tempo che intercorre tra la ricezione di un pacchetto dati e la trasmissione dell'ACK) trascurabile;
- tempo di elaborazione pacchetto ACK da parte della stazione ricevente (tempo che intercorre tra la ricezione di un pacchetto ACK e la trasmissione del pacchetto dati successivo) trascurabile.

Il protocollo sia di tipo *go-back-N*, con soli riscontri positivi (ACK), con dimensione della finestra di trasmissione pari a $W = 8$ pacchetti dati e Timeout di ritrasmissione $TO = 50 \mu s$ (il trasmettitore interpreta come NACK lo scadere del TO senza che sia ricevuto l'ACK; se il TO scade durante la trasmissione di un pacchetto, la trasmissione viene interrotta per ritrasmettere il pacchetto perso).

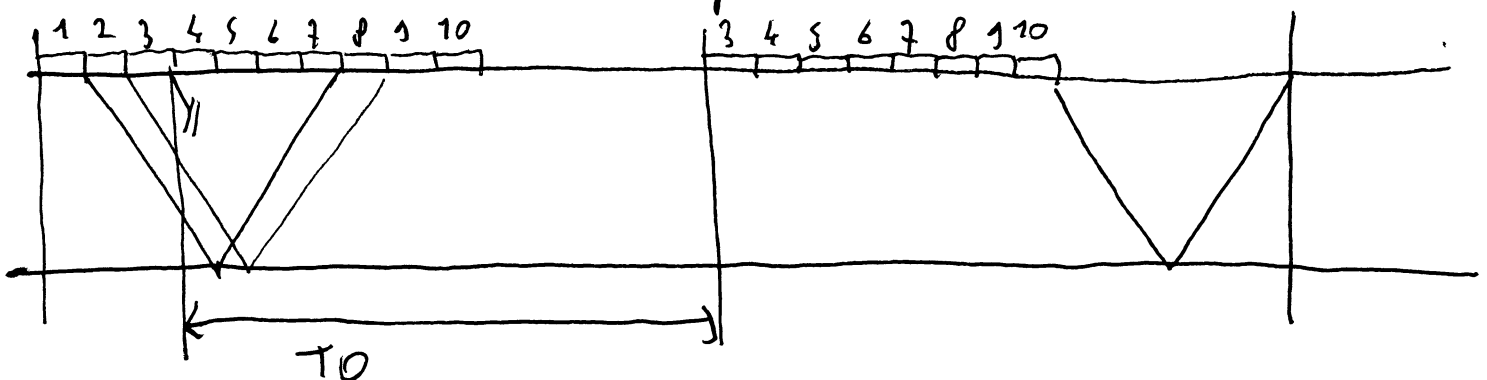
Si calcoli il tempo di trasferimento da B ad A di un segmento di dati di lunghezza 5000 byte (dall'inizio della trasmissione del primo pacchetto dati al termine della ricezione dell'ultimo ACK), per $\alpha = 30^\circ$, nel caso in cui il terzo pacchetto trasmesso da B non venga ricevuto correttamente da A.

$$N = \left\lceil \frac{5000}{500} \right\rceil = 10 \text{ pacchetti} \quad d = \frac{2\pi r}{12} = 1,047 \text{ km} \quad \Delta = 5,236 \mu s$$

$$T_A = 160 \text{ ns} \quad T_D = 1,76 \mu s$$

$$2\Delta + T_A \approx 6 T_D \Rightarrow \text{TX cont}$$

$$< TO \Rightarrow \text{TO tempo ottenuto}$$



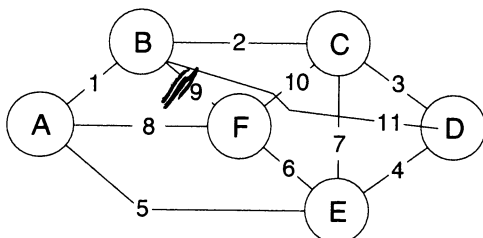
$$T_{Tot} = 3 T_D + TO + 10 T_D + 2\Delta + T_A = 80,0 \mu s$$

Domanda 4

(svolgere su questo foglio negli spazi assegnati) (5 punti)

- a) Applicare l'algoritmo *Distance Vector* (DV) alla rete in figura (nodi A-F, collegamenti 1-11) e per le condizioni iniziali specificate al tempo $t=t_0$, senza applicare la regola dello *split horizon*. Il costo di tutti i collegamenti sia unitario. Si aggiornino le tabelle di *routing* e si scrivano i DV a ogni passaggio, supponendo che i DV tra i nodi siano scambiati nella sequenza indicata ($t_i < t_{i+1}$) e non vengano inviati altri DV oltre a quelli indicati.

NB: Aggiornando le tabelle di *routing*, limitarsi a completare solo le tabelle diverse rispetto al passo precedente. Si mantengano le righe delle tabelle in ordine alfabetico.



- b) Cosa cambia se si applica la regola dello *split horizon con poisonous reverse*? Apportare le modifiche necessarie alle tabelle compilate, inserendo i nuovi valori tra parentesi a destra dei precedenti.

Tabelle di routing al tempo $t=t_0$:

A →	Collegam.	Costo
A	-	0
B	1	2
C	1	2
F	1	3

B →	Collegam.	Costo
A	1	3
B	-	0
C	2	4
D	2	2

C →	Collegam.	Costo
A	10	2
B	10	1
C	-	0
D	2	1

D →	Collegam.	Costo
B	3	1
C	3	1
D	-	0

E →	Collegam.	Costo
E	-	0
F	5	2

F →	Collegam.	Costo
A	8	1
B	8	1
F	-	0

Al tempo $t=t_1$ si interrompe il collegamento B-F.

DV inviato B → C al tempo $t=t_2$: (2)

A	3	
B	0	
C	4	(∞)
D	2	(∞)

DV inviato A → E al tempo $t=t_3$: (5)

A	0	
B	2	
C	2	
F	3	

DV inviato A → B al tempo $t=t_4$: (1)

A	0	
B	2	(∞)
C	2	(∞)
F	3	(∞)

Tabelle di routing al tempo $t=t_5$:

A →	Collegam.	Costo
A		
B		
C		
D		

B →	Collegam.	Costo
A	1	1
B	-	0
C	1	3
D	2	2
F	1	4 (∞)

C →	Collegam.	Costo
A	10	2
B	10	1
C	-	0
D	2	3 (∞)

D →	Collegam.	Costo

E →	Collegam.	Costo
A	5	1
B	5	3
C	5	3
E	-	0
F	5	4

F →	Collegam.	Costo

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

Domanda 5

(rispondere su questo foglio negli spazi assegnati) (16 punti)

(NB: ogni risposta non giustificata adeguatamente, anche con pochissime parole, avrà valore nullo).

1) In un sistema di indirizzamento IP CIDR, ci è stato assegnato il blocco di indirizzi 30.0.0.0/8 (4 punti)

- Si partizioni il blocco 30.0.0.0/8 in N sottoreti $/n$ che permettano di indirizzare almeno 8 milioni di host ognuna. Quanto valgono N e $/n$?

$$N=2 \quad /n=/9$$

- Si partizioni la sottorete #1 $/n$ in $M = 16$ (sotto)²reti $/m$. Quanto vale $/m$?

$$/m=/13$$

- Si scriva in formato decimale l'indirizzo della (sotto)²rete #1-4 $/m$.

Si partizioni la (sotto)²rete #1-4 $/m$ in $Q = 32$ (sotto)³reti $/q$. Quanto vale $/q$? $/q=/18$

$$30.1.0.0/9 \quad 30.160.0.0/13$$

- Quanti host è possibile indirizzare in una (sotto)³rete $/q$?

$$2^{14} - 2 = 16382$$

- Si scriva in formato decimale l'indirizzo dell'host #512 della (sotto)³rete $/q$ #1-4-2.

$$30.1.100.10/18 \quad 30.160.130.0$$

2) $N = 10$ flussi numerici con frequenza di cifra $f_t = \text{kbit/s}$ sono multiplati in modo sincrono a interallacciamento di bit.

La trama di multiplo è composta da 1 byte di overhead e N byte di tributario. La frequenza di cifra del segnale multiplo è $f_m = 17.6 \text{ kbit/s}$. Calcolare la frequenza di tributario f_t e il periodo di trama T_m del segnale di multiplo. (3 punti)

$$N f_t \frac{1+N}{N} = f_m \rightarrow f_t = 16 \text{ kbit/s}$$

$$T_m = \frac{L_m}{f_m} = 500 \mu\text{s}$$

3) Un segnale $s(t)$ di durata T e banda $B = 20 \text{ kHz}$ è campionato alla frequenza di Nyquist e convertito in forma numerica con Q livelli di quantizzazione. La durata del segnale è 10 minuti. Qual è il valore massimo di Q se la dimensione del file risultante deve essere $< 10 \text{ Mbyte}$ ($M = \times 10^6$)? (3 punti)

$$T \cdot f_c \cdot N_b < L \quad N_b < \frac{10 \text{ Mbyte}}{10 \cdot 40 \text{ kHz}} = 3.5 \Rightarrow N_b \leq 3 \text{ bit}$$

$$Q \leq 8 \text{ livelli}$$

- 4) Perché è necessario prevedere il meccanismo di frammentazione dei datagrammi IP? Non può essere sufficiente impostare un valore corretto di MTU negli host? Motivare adeguatamente la risposta. (3 punti)

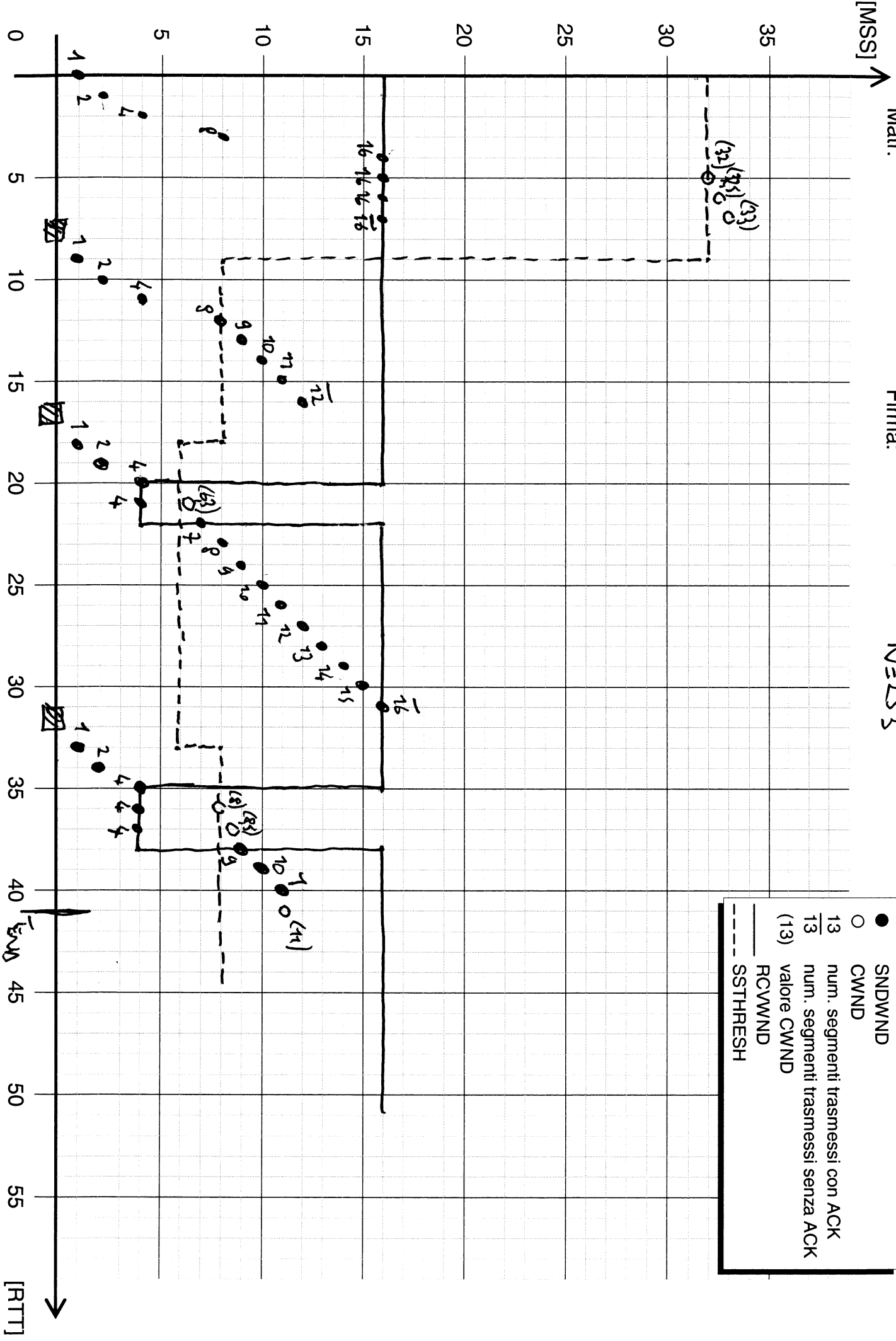
-
- 5) Descrivere la procedura di *congestion avoidance* nel TCP, precisando le regole e quando vengono applicate. Non omettere di definire simboli e abbreviazioni utilizzati. (3 punti)

Cognome e nome:

Matr.

Firma:

$N=253$



● SNDWND

○ CWND

$\frac{13}{13}$ num. segmenti trasmessi con ACK

$\frac{13}{13}$ num. segmenti trasmessi senza ACK

(13) valore CWND

RCWND

SSTRESH