

POLITECNICO DI TORINO

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

I° SESSIONE - ANNO 1996

Ramo: TELECOMUNICAZIONI TEMA N° 1

Si consideri un canale di comunicazione C con ritardo di propagazione pari a 0,5 ms. Su tale canale una sorgente S deve inviare dell'informazione ad un ricevitore R .

Lo scambio di informazione avviene a pacchetto. Il protocollo utilizzato prevede unità dati (*Protocol Data Unit - PDU*) di informazione comprendenti 10 ottetti (*byte*) di intestazione (*header* o *Protocol Control Information - PCI*) e un certo numero di ottetti di carico utile (*payload* o *Service Data Unit - SDU*). L'intestazione comprende un codice per il controllo degli errori; tale codice è in grado di rilevare tutti gli errori singoli, tutti gli errori doppi e metà degli errori tripli.

Il canale C è affetto da errori. Si supponga che esso si comporti da canale binario simmetrico senza memoria, con probabilità $p = 10^{-3}$ di sbagliare un bit alla velocità del trasmettitore S (che è pari a 1 Mbit/s).

Il flusso di informazione tra la sorgente S e il ricevitore R è regolato da un protocollo a finestra (quindi si adotta una tecnica di ritrasmissione automatica: in inglese *Automatic Retransmission reQuest - ARQ*). Ogni PDU di informazione viene quindi etichettata con un numero di sequenza da S e il ricevitore R risponde con una PDU di riscontro (*ACKnowledge - ACK*) ogni volta che un dato viene ricevuto correttamente. Si supponga che S e R siano infinitamente veloci nel gestire le PDU in fase di trasmissione e di ricezione. In caso di errori, S riconosce l'assenza di ACK e ritrasmette la PDU di informazione dopo 2 ms.

1. Supponendo che il protocollo a finestra sia di tipo *stop-and-wait*, cioè con finestre di trasmissione e di ricezione di dimensione unitaria, che le PDU di informazione siano tutte di dimensione L fissa pari a 510 ottetti (10 di intestazione e 500 di carico utile), che le PDU di riscontro siano di 10 byte, e che la sorgente S abbia sempre dell'informazione pronta per la trasmissione, stimare il traffico utile (*throughput*) massimo che S riesce ad inviare a R . Stimare inoltre la probabilità che un bit di informazione giunga errato a destinazione (quindi che l'errore sul bit non venga corretto dal protocollo a finestra).
2. Nelle condizioni del punto 1), supponendo di avere PDU di informazione sempre di dimensione L fissa, stimare per quale valore di L il traffico utile tra S e R è massimo.
3. Si supponga che il protocollo a finestra sia LAPB (*Link Access Procedure Balanced*), come nelle reti rispondenti alla raccomandazione CCITT X.25 (quale ad esempio ITAPAC). Elencare, preferibilmente tramite un diagramma spazio/tempo, una possibile sequenza di almeno dieci PDU scambiate tra S e R , mostrando anche il caso in cui una PDU di informazione viene persa a causa di errori di trasmissione. Indicare il contenuto dei campi di PCI delle PDU.
4. Si supponga che tra la ricezione di un riscontro e la disponibilità della prossima PDU di informazione da trasmettere intercorra un tempo casuale caratterizzabile da una densità di probabilità (ddp) esponenziale unilatera con media 1 ms. Si supponga che il tempo che intercorre tra l'invio di una PDU di informazione e la ricezione della PDU di riscontro corrispondente in caso di assenza di errori sia pure casuale, con una ddp esponenziale unilatera con media 2 ms. Anche il tempo intercorrente tra l'invio di una PDU di informazione e la sua ritrasmissione in caso di errore è casuale, con ddp esponenziale unilatera con media 5 ms. Costruire, se possibile, una catena di Markov a tempo continuo che rappresenti il sistema appena descritto. Calcolare la frazione di tempo in cui il trasmettitore è inattivo, e il ritardo medio necessario per trasferire una SDU da S a R .