

27 Febbraio 2014 – Modulo 1

Cognome	
Nome	
Matricola	

Tempo complessivo a disposizione per lo svolgimento: 1h 40m

E' possibile scrivere a matita

E1	E2	Domande	Lab

1 - Esercizio (8 punti)

Occorre dimensionare un sistema TDMA per una rete cellulare in cui le celle hanno raggio di 300 [m] e un massimo di 20 utenti. Il sistema deve avere un'efficienza del 90% e il tempo di guardia deve essere pari alla durata di trasmissione di 4 [bit] sul canale radio multiplato.

Si chiede di:

- a) Indicare la struttura di trama e la durata di uno slot T_S
- b) Indicare il rate C del segnale multiplato e quello massimo disponibile per un tributario v_T

Mantenendo la stessa struttura di trama si chiede di indicare

- la struttura di multi-trama senza sprechi
- il tempo di trasmissione della multi-trama T_{MT}
- il rate del segnale multiplato C_{MT} .

Nel caso in cui:

- c) ai 20 canali precedenti si aggiungano 40 canali di segnalazione di $v_S = 45$ [kbit/s]
- d) ai 20 canali precedenti si aggiungano 20 canali di segnalazione di $v_S = 60$ [kbit/s]

SOL:

a)

$$T_{guardia} = 2 \tau = 2 R / c = 2 \text{ us}$$

$$T_{slot} = 10 T_g = 20 \text{ us}$$

Trama da 20 slot, uno per utente

b)

$$\text{bit}_{guardia} = 4, \text{bit}_{utili} = 36, \text{bit}_{slot} = 40$$

$$C = \text{bit}_{guardia} / T_{guardia} = 4 / 2 \text{ us} = 2 \text{ Mb/s}$$

$$v_T = \text{bit}_{utili} / T_{trama} = \text{bit}_{utili} / (20 * T_{slot}) = 36 / (20 * 20 \text{ us}) = 90 \text{ kb/s}$$

c)

Multitrama da 4 trame di 20 slot:

- trama 1: 1 slot per ciascuno degli utenti
- trama 2: 1 slot per ciascuno degli utenti
- trama 3: 1 slot per ciascuno dei canali segnalazione dall'1 al 20
- trama 4: 1 slot per ciascuno dei canali segnalazione dal 21 al 40

$$T_{MT} = (2 * \text{bit}_{utili}) / 90 \text{ kbps} = 800 \text{ us}, \quad C_{MT} = (80 * \text{bit}_{slot}) / T_{MT} = 3200 / 800 \text{ us} = 4 \text{ Mbps}$$

d)

Multitrama da 5 trame:

- trama 1: 1 slot per ciascuno degli utenti
- trama 2: 1 slot per ciascuno degli utenti
- trama 3: 1 slot per ciascuno degli utenti
- trama 4: 1 slot per ciascuno dei canali segnalazione
- trama 5: 1 slot per ciascuno dei canali segnalazione

$$T_{MT} = (3 * bit_utili) / 90kbps = 1200 \text{ us}, \quad C_{MT} = (100 * bit_slot) / T_{MT} = 4000 / 1200 \text{ us} = 3.33 \text{ Mbps}$$

2 – Esercizio (8 punti).

Un flusso di 100 pacchetti di 1.000 [bit] viene inviato al tempo $t=0$ su una cascata di 2 collegamenti, di velocità pari a 8 [Mb/s] e 5 [Mb/s], e con tempo di propagazione pari a 250 [us] su entrambe i collegamenti. Il dispositivo di rete intermedio opera in modalità di commutazione store&forward.

Si chiede di calcolare:

- L'istante di ricezione del primo pacchetto del flusso nel nodo finale.
- L'istante di ricezione dell'ultimo pacchetto del flusso nel nodo centrale.
- L'istante di ricezione dell'ultimo pacchetto del flusso nel nodo finale.

nel caso in cui ci sia un ARQ di tipo Go-back-N (freeze) con $N=3$ sulla prima tratta e Stop&Wait sulla seconda tratta a minimo time out. Si assuma che gli ACK siano di dimensione trascurabile.

Si calcoli infine l'istante di ricezione del primo pacchetto del flusso nel nodo finale in caso di pacchetto dati con errore:

- sulla prima tratta
- sulla seconda tratta, nel caso di assenza di errori sulla prima tratta

SOL:

a)

$$T1 = 1000 / 8000000 = 125 \text{ us}$$

$$T2 = 1000 / 5000000 = 200 \text{ us}$$

$$T1 + \tau + T2 + \tau = 125 + 200 + 2*250 = 825 \text{ us}$$

b)

$$RTT1 = T1 + 2\tau = 125 + 2*250 = 625 \text{ us}$$

$$33*RTT1 + T1 + \tau = 21000 \text{ us}$$

c)

Il secondo link è bottleneck

$$RTT2 = T2 + 2\tau = 200 + 500 = 700 \text{ us}$$

$$T1 + \tau + 99RTT2 + T2 + \tau = 70125 \text{ us}$$

d)

$$RTT1 + T1 + \tau + T2 + \tau = 1450 \text{ us}$$

e)

$$T1 + \tau + RTT2 + T2 + \tau = 1525 \text{ us}$$

3 – Domande (12 punti)

1. Un segnale viene trasmesso tramite impulsi della durata di 100 [ms] ad una potenza di 20 [W]. Il segnale propaga attraverso un cavo di lunghezza 4 [km] con un'attenuazione specifica di 2 [dB/Km]. Si chiede di:
 - a. Calcolare l'energia di ogni simbolo ricevuto
 - b. Assumendo che la probabilità di ricevere un simbolo errato sia 0.3, calcolare la probabilità di trasmettere correttamente una sequenza di 5 simboli.
 - c. Indicare una possibile soluzione per aumentare la probabilità di ricevere correttamente la sequenza di simboli.

SOL:

a)

$$Att_{dB} = 2 \text{ dB/Km} * 4 \text{ Km} = 8 \text{ dB}$$

$$P_{dB} = 10 \text{Log}(20 \text{ W}) = 13 \text{ dBW}$$

$$Prx_{dB} = P_{dB} - Att_{dB} = 13 - 8 = 5 \text{ dBW}$$

$$Prx = 10^{(Prx_{dB}/10)} = 3.1623 \text{ W}$$

$$En = Prx * T = 3.16 * 0.1 = 0.316 \text{ W}$$

b)

$$p_{corr} = (1 - p_{err})^5 = (0.7)^5 = 0.168$$

c)

Aumentare potenza trasmessa, diminuire attenuazione, usare codici FEC, ...

2. Si deve progettare una rete di sensori che comunicano tramite un canale a $R = 1.6$ [kbit/s]. Sono inoltre distribuiti entro un'area circolare di diametro $d = 700$ [m]. Sapendo che la velocità di propagazione del segnale è $v = 1400$ [m/s], si chiede di:
 - a. Dimensionare le trame in modo che si possa utilizzare CSMA/CD come protocollo di accesso al mezzo condiviso.
 - b. Modificare opportunamente il dimensionamento delle trame per il caso in cui l'area entro cui sono disseminati i sensori abbia un diametro doppio di d .
 - c. Ci sono altre tecniche che non modificano la dimensione della trama e comunque garantiscono il funzionamento della rete con diametro doppio?

SOL:

a)

$$\tau = d/v = 0.5 \text{ s}$$

$$T = \tau / 0.5 = 1 \text{ s}$$

$$L = R * T = 1600 \text{ bit}$$

b)

$$d' = 2d \Rightarrow \tau' = 2\tau \Rightarrow L' = 2L = 3200 \text{ bit}$$

c)

frame bursting, carrier extension

3. Dispositivi accedono ad un mezzo condiviso secondo il protocollo ALOHA. Il traffico generato (trasmissioni + ritrasmissioni) sia assimilabile ad un flusso di Poisson con intensità $\lambda=0.8$ [accessi/secondo] e le trasmissioni durano in media 1.2 [s]. Calcolare la probabilità di collisione ed il relativo throughput nei due casi di SLOTTED ALOHA e UNSLOTTED ALOHA.

SOL:

$$G = \lambda * T = 0.8 * 1.2 = 0.96$$

UNSLOTTED

$$p_{\text{nocoll}} = e^{-2G} = 0.1466 \Rightarrow p_{\text{coll}} = 1 - p_{\text{nocoll}} = 0.8534$$

$$S = Ge^{-2G} = 0.1407$$

SLOTTED

$$p_{\text{nocoll}} = e^{-G} = 0.3829 \Rightarrow p_{\text{coll}} = 1 - p_{\text{nocoll}} = 0.6171$$

$$S = Ge^{-G} = 0.3676$$

4 – Laboratorio (5 punti)

La prova di laboratorio verrà distribuita su foglio a parte al termine di questa prova. La durata della prova di laboratorio è di **30 minuti**