

ES. 2.1

Supponete di dovere inviare un pacchetto costituito dal seguente Pattern di bit 1110011010011101. Volete adottare uno schema di controllo di parità pari bidimensionale. Come realizzate lo schema bidimensionale per avere il minimo numero di bit di parità e quale è il pattern di bit trasmesso?

Il miglior schema per avere il minor numero di bit di parità è disporre i bit in una matrice quanto più quadrata:

1	1	1	0	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	0
1	1	0	1	1
1	1	0	0	0

Se leggo riga per riga, i bit trasmessi sono: 11101.01100.10010.11011.11000

ES. 2.2

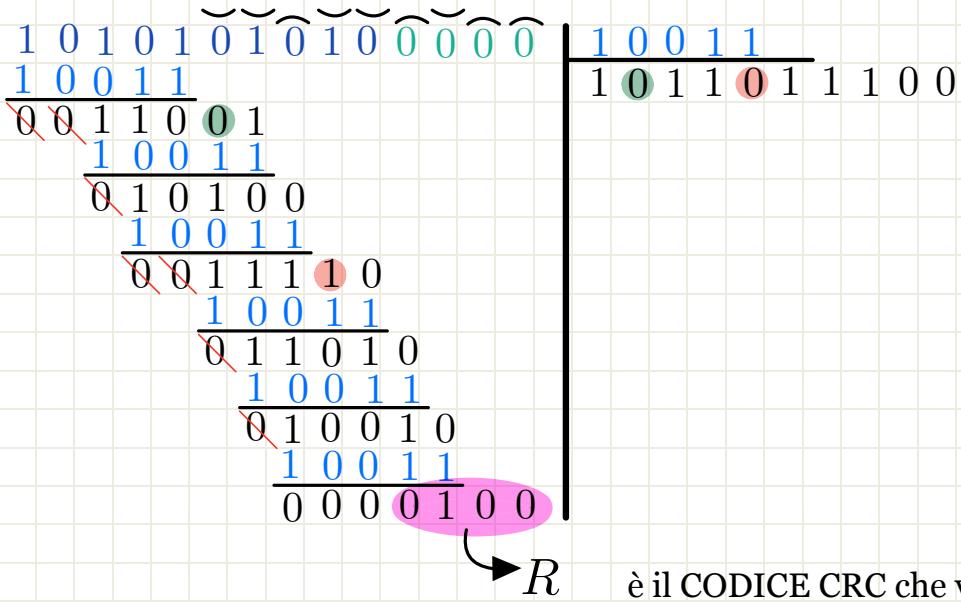
Considerate un codice CRC con un generatore a cinque bit $G=10011$ e supponete che D abbia il valore 1010101010. Quale è il valore di R ?

$$D = 1010101010$$

$$G = 10011$$

$$\Rightarrow G(x) = x^4 + x + 1 \\ = 4^{\circ}$$

= 0000 bit aggiunti



è il CODICE CRC che verrà trasmesso insieme ai bit dati.

Ovvero: 1010101010 **0100**

ES. 2.2 – Extra! Da Tema D'esame!

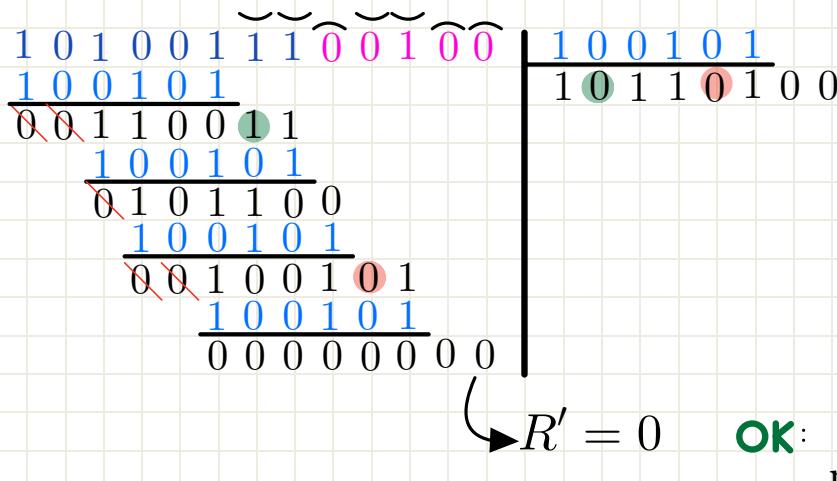
Un nodo riceve la sequenza di bit 1010011100100 protetta da un codice CRC con generatore a sei bit $G=100101$. Il nodo rileva la presenza di errori nella sequenza ricevuta? Quali bit di dati vengono consegnati al livello superiore? Riportare i calcoli per esteso.

$$D = 1010011100100$$

$$G = 100101$$

Il CODICE CRC inglobato nei bit ricevuti è di 5 cifre

n-1 cifre rispetto al generatore



Al livello superiore verranno consegnati i bit: 1010011100100 ~~00100~~

ES. 2.3

In quale parte di un sistema di elaborazione viene implementato il protocollo del Livello di Collegamento?
Per quale ragione si sceglie di implementare il Livello di Collegamento in tale parte del sistema?

La maggior parte dei servizi offerti del livello 2 sono implementati in hardware;
questo per una maggior efficienza.

ES. 2.4

Si descriva l'organizzazione di un protocollo TDMA (Time Division Multiple Access). → ...

Risponde alle caratteristiche di un protocollo di accesso multiplo ideale? Perché?

Non massimizza utilizzo Risorse

Richiede Sincronizzazione

Decentralizzato
Semplice

N nodi; Banda: R/N

1 nodo; Banda: R/N



Inoltre ha il problema dello
spreco di risorse IDLE

Conclusioni:

Funziona *male* a **BASSO Carico**

Funziona *bene* ad **ALTO Carico**

ES. 2.5

Supponete di avere una rete Ethernet a 10 Mbps, su cavo coassiale, lunga 1500 metri, e avere due stazioni, A e B, situate proprio ai due estremi del cavo. Supponendo che la velocità di propagazione del segnale nel cavo sia di $2 \cdot 10^8$ m/s, calcolate quanti bit di un frame la stazione A avrà finito di inviare nel cavo nel momento in cui il primo bit del frame giunge davanti a B

Tempo impiegato da 1 bit per compiere il suo viaggio:

$$\frac{\text{Distanza}}{\text{Velocità}}$$

Numero di bit trasmessi in tale tempo:

$$\frac{\text{Distanza}}{\text{Velocità}} \cdot \text{Capacità}$$

$$\frac{1500 \text{ m}}{2 \cdot 10^8 \text{ m/s}} \cdot 10 \cdot 10^6 \text{ b/s} = 75 \text{ b}$$

Analogamente possiamo fare il calcolo in un altro modo:

Porzione del filo percorso:

$$\frac{1}{10 \cdot 10^6} \text{ b} \cdot 2 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 20 \text{ m}$$

Tempo necessario a trasmettere 1 bit

Numero di bit "in volo" nel cavo:

$$\frac{1500}{20} = 75$$

ES. 2.6

Supponete che due nodi collegati ad un canale broadcast inizino a trasmettere allo stesso istante un frame di lunghezza L bit alla velocità del canale pari a R bps.

Indicate con d_{prop} il tempo di propagazione impiegato dal segnale per giungere da un nodo (A) all'altro (B).

Supponete che $d_{prop} < L/R$.

Si verificherà una collisione davanti ad A e B? Spiegare perché.

Si verificherà una collisione!

Infatti, quando il 1º bit di A giunge a B (e viceversa) A non ha ancora finito di trasmettere i suoi L bit e quindi si accorge che è in corso una collisione

Collisione che sia A sia B possono rilevare!

Noi infatti, vogliamo che in qualsiasi situazione funzioni il rilevamento delle collisioni.

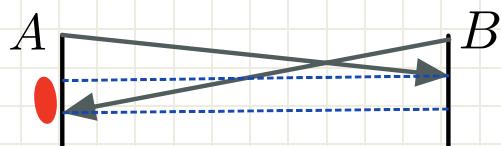
Per questo motivo quando si progetta questo tipo di architettura è cruciale tale punto:

$$d_{prop} < \frac{L}{R}$$

Garantisce il
RILEVAMENTO DELLE COLLISIONI

MA questa diseguaglianza è vera solo se L è grande a sufficienza.

Infatti, se L è troppo piccolo:



A non rileverà la collisione

Inoltre se d_{prop} è troppo grande (filo troppo lungo):

$$d_{prop} > \frac{L}{R}$$

E questo mette in crisi il sistema di rilevamento delle collisioni

Non a caso in Ethernet il minimo è $L=576$; più piccolo mette in crisi il sistema

ES. 2.7

Supponete che i nodi A e B siano sullo stesso segmento Ethernet a 10 Mbps, con una velocità di propagazione del segnale di $2 \cdot 10^8$ m/s, e che il ritardo di propagazione fra i due nodi sia di 250 tempi-bit.

Supponete che il nodo A invii un frame e che, prima che termini la trasmissione, B cominci a trasmettere. Il nodo A può sempre concludere il trasferimento prima di rilevare che il nodo B sta trasmettendo, oppure rileverà una collisione? Spiegare le ragioni della vostra risposta.

Nota: la lunghezza minima di un frame Ethernet è di 576 bit; perchè?

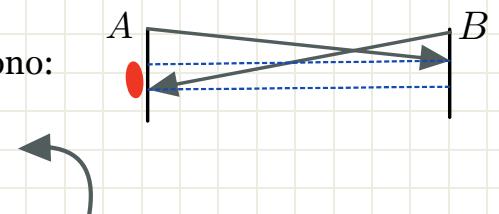
A quale distanza fisica si trovano le due stazioni?

Tempo che impiego a trasmettere 1 bit: $d_{prop} = 250 \text{ tdb}$

Siamo sempre in grado di rilevare la collisione?

Per rispondere dobbiamo pensare al caso peggiore in cui collidono:

Idealmente, bisognerebbe garantire che: $\frac{L}{R} > 2 \cdot d_{prop}$



A questo scopo è utile pensare in tempi di bit.

Nel caso di Ethernet nello specifico : $576 > 2 \cdot 250$



Questo è vero sempre e garantisce sempre il rilevamento degli errori

Infine, ci chiediamo quanto è lungo il filo:

$$\frac{2 \cdot 10^8}{10 \cdot 10^6} \cdot 250 = 5000 \text{ metri}$$

Attenzione: se aumento ad esempio a 100 Mbps devo necessariamente fare un filo più corto (500m) poiché:

All'aumentare della velocità diminuiscono le dimensioni del filo

Questa formula deriva dal fatto che:

$$1tdp = \frac{1}{R}$$

$$d_{prop} = 250 \cdot \frac{1}{R}$$

$$Filo = 250 \cdot \frac{1}{10 \cdot 10^6} \cdot 2 \cdot 10^8$$

ES. 2.8

In CSMA/CD, dopo che si è verificata la quinta collisione, quale è la probabilità che il nodo scelga K=4?
Se il nodo sceglie K=4, quanto attende per ritrasmettere su una Ethernet a 10 Mbps?

Estraggo un numero: $k \in \{0, \dots, 2^m - 1\}$

Aspetto un tempo pari a: $k \cdot 512b$

Quindi, nel nostro caso specifico: $k \in \{0, \dots, 2^5 - 1 = 31\}$

Scelgo k=4 con probabilità: $p = \frac{1}{32}$

Aspetto un tempo pari a: $4 \cdot 512b = 2048b$

A 10Mbps, un tempo di bit è: $1tdb = \frac{1}{10 \cdot 10^6} \text{ sec}$

Quindi aspetta: $4 \cdot 512b \cdot 10^{-7} \text{ sec} = 204.8 \mu\text{s}$

ES. 2.9

In CSMA/CD, dopo che si è verificata la sesta collisione, quale è la probabilità che il nodo scelga K=6? Se il nodo sceglie K=6, quanto attende per ritrasmettere su una Ethernet a 100 Mbps?

Nel nostro caso specifico: $k \in \{0, \dots, 2^6 - 1 = 63\}$

Scelgo k=6 con probabilità: $p = \frac{1}{64}$

Aspetto un tempo pari a: $6 \cdot 512b = 3072b$

A 100Mbps, un tempo di bit è: $1tdb = \frac{1}{100 \cdot 10^6} \text{ sec}$

Quindi aspetta: $6 \cdot 512b \cdot 10^{-8} \text{ sec} = 30.72 \mu\text{s}$

ES. 2.10

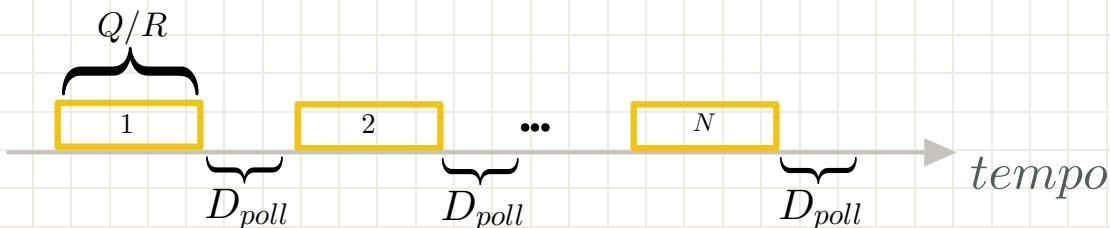
Considerate un canale broadcast con N nodi e un tasso di trasmissione di R bps.

Supponete che:

- il canale broadcast utilizzi il protocollo di polling (con l'aggiunta di un $N+1$ -esimo nodo di controllo) per l'accesso multiplo;
- il tempo da quando un nodo completa l'invio di dati a quando il nodo successivo può trasmettere (cioè il ritardo di polling) sia D_{poll} ;
- all'interno di un ciclo di polling ad ogni nodo sia permesso trasmettere al più Q bit.

Quale è il massimo volume di dati per secondo (throughput) del canale broadcast?

Ovviamente, per tale calcolo assumo che tutti i nodi abbiano da parlare.



La durata di un intero *ciclo di polling* è: $N \cdot \left(\frac{Q}{R} + D_{poll} \right)$

Il numero totale di *bit trasmessi in un intero ciclo di polling* è: $N \cdot Q$

Quindi il **throughput** massimo è:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{N \cdot Q}{N \left(\frac{Q}{R} + D_{poll} \right)} \\
 &= \frac{Q}{\left(\frac{Q}{R} + R \cdot D_{poll} \right)} \\
 &= \frac{R \cdot Q}{R \cdot \left(\frac{Q}{R} + R \cdot D_{poll} \right)} \\
 &= \left(\frac{R \cdot Q}{Q} \right) / \left(\frac{Q + R \cdot D_{poll}}{Q} \right)
 \end{aligned}$$

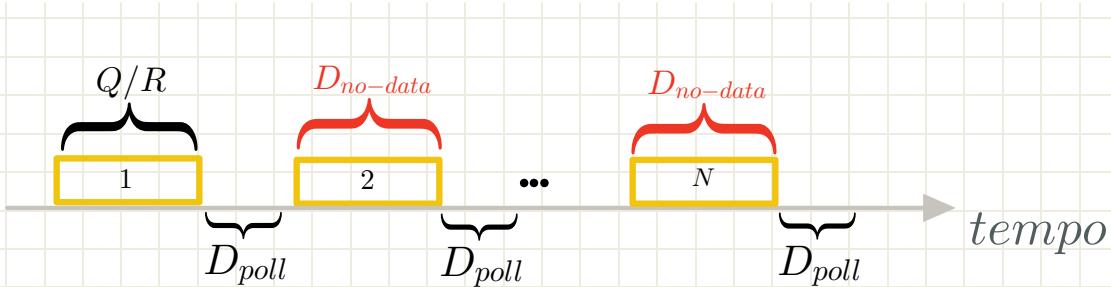
$= R/1 + \frac{R \cdot D_{poll}}{Q}$

ES. 2.11

Stesse ipotesi dell'esercizio precedente e in più supponete:

(d) che il tempo impiegato per verificare che un nodo non ha dati da trasmettere sia D_{nodata} .

Se un solo nodo ha dati da trasmettere e tutti gli altri $N-1$ non hanno dati, a quale velocità massima può trasmettere tale nodo?



Dopo aver trasmesso i suoi Q bit il nodo deve aspettare, prima di avere di nuovo il turno: $(N - 1) \cdot D_{nodata}$

Il tempo impiegato per trasmettere Q bit è dunque: $\frac{Q}{R} + D_{poll} + (N - 1) \cdot D_{nodata}$

$$\text{Il tasso effettivo di trasmissione è: } = \frac{Q}{\frac{Q}{R} + D_{poll} + (N - 1) \cdot D_{nodata}}$$

$$= \frac{Q}{Q + R \cdot D_{poll} + R \cdot (N - 1) \cdot D_{nodata}}$$

$$= \frac{R \cdot Q}{R \cdot Q + R \cdot D_{poll} + R \cdot (N - 1) \cdot D_{nodata}}$$

$$= \frac{R \cdot Q/Q}{Q + R \cdot D_{poll} + R \cdot (N - 1) \cdot D_{nodata}}$$

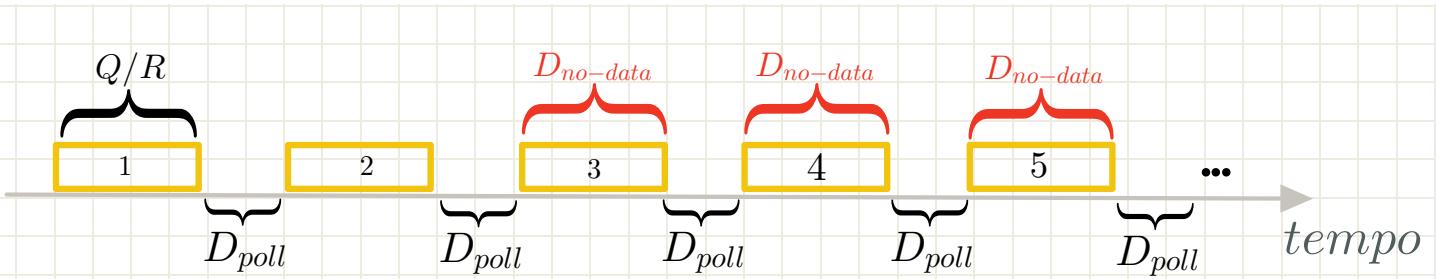
$$= \frac{R}{1 + \frac{R \cdot D_{poll} + R \cdot (N - 1) \cdot D_{nodata}}{Q}}$$

ES. 2.11 – Extra!

Da Prof!

Stesse ipotesi dell'esercizio precedente (2.10/2.11).

Se 2 nodi hanno da trasmettere e altri 3 hanno dati, qual è il throughput di tale canale?



Il tasso effettivo di trasmissione è:

$$= \frac{2 \cdot Q}{\frac{2Q}{R} + D_{poll} + (3) \cdot D_{nodata}}$$

ES. 2.12

Quale è il massimo numero di VLAN che possono essere configurate su di uno switch che supporta il protocollo 802.1Q? Perché?

In 802.1Q il campo VLAN identifier è lungo 12 bit.

Quindi abbiamo: $2^{12} = 4096$ possibili identificatosi di VLAN

ES. 2.13

Supponete di avere N switch che supportino VLAN e che possono essere connessi fra di loro definendo una o più porte come trunk port.

Quante porte sono necessarie per connettere questi switch?

Quante porte rimangono a disposizione per collegare nodi?

Possiamo collegare in serie gli N switch (uno dietro l'altro) usando le porte trunk.

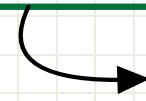
Il primo ed ultimo switch useranno una sola porta per trunking, mentre gli N-2 intermedi useranno due porte per trunking.

$$\text{Il numero di porte usate per trunking è quindi: } = 2 + 2(N - 2)$$

$$= 2(1 + N - 2)$$

$$= 2(N - 1)$$

$$= 2N - 2$$



Numero di porte che vanno poi sottratte al numero totale di porte dello switch