

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

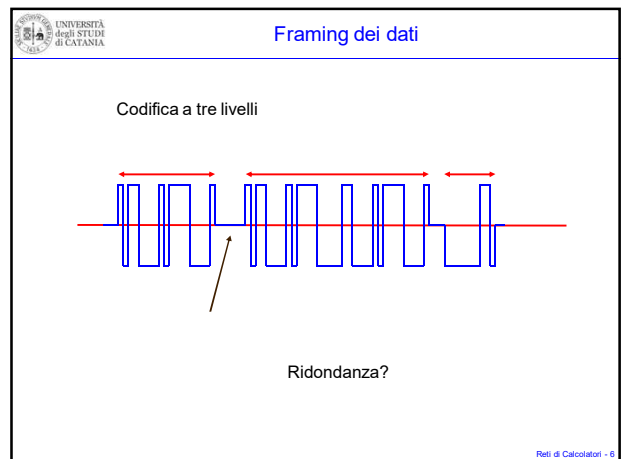
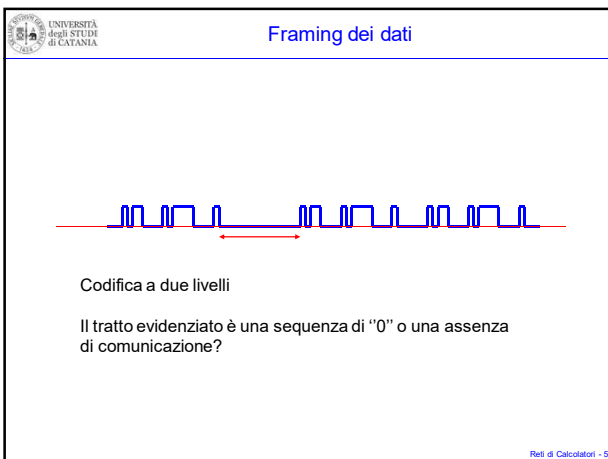
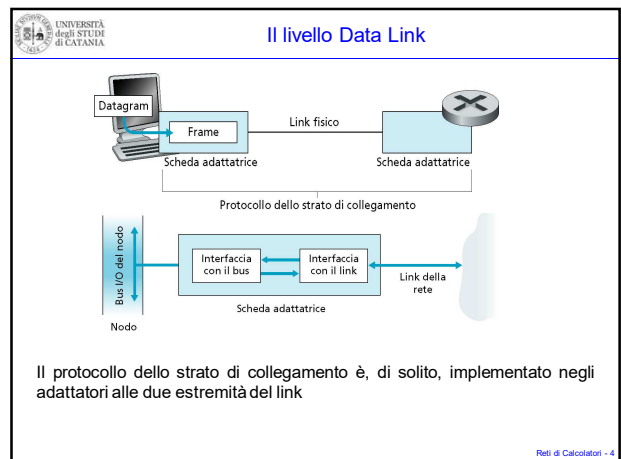
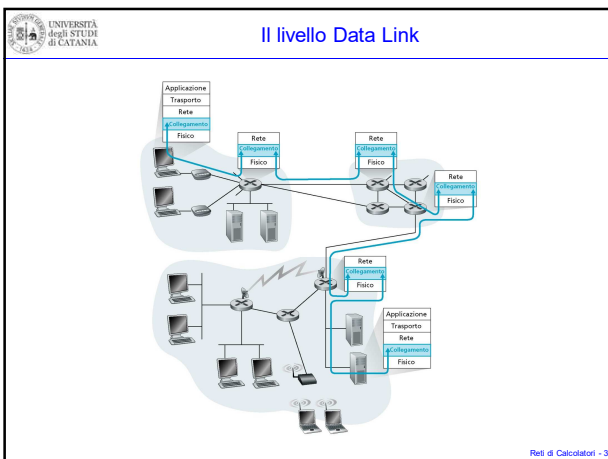
DLL

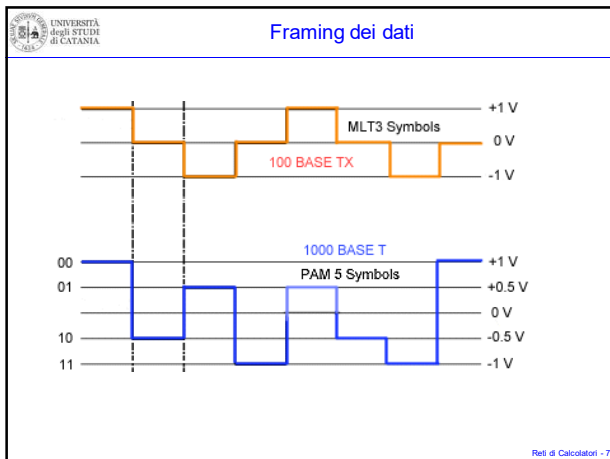
Il **Data Link Level** si occupa di fornire al livello di Rete un servizio di trasmissione di flussi di bit.

I compiti principali del DDL sono:

- raggruppa i bit dal livello fisico in modo da formare **pacchetti (framing)**
- gestisce l'**accesso al mezzo fisico**, nel caso di link broadcast (MAC sublayer);
- fornisce un **reCAPITO affidabile** (se richiesto);
- gestisce gli **errori** dovuti al canale di trasmissione
- regola il **flusso** dei dati tra sorgente e destinazione.

Reli di Calcolatori - 2





Framing dei dati - Codifica 4B5B

Nome	4B	5B	Descrizione
0	0000	11110	hex data 0
1	0001	01001	hex data 1
2	0010	10100	hex data 2
3	0011	10101	hex data 3
4	0100	01010	hex data 4
5	0101	01011	hex data 5
6	0110	01110	hex data 6
7	0111	01111	hex data 7
8	1000	10010	hex data 8
9	1001	10011	hex data 9
A	1010	10110	hex data A
B	1011	10111	hex data B
C	1100	11010	hex data C
D	1101	11011	hex data D
E	1110	11100	hex data E
F	1111	11101	hex data F
I	-NONE-	11111	Idle
J	-NONE-	10000	SSD #1
K	-NONE-	10001	SSD #2
T	-NONE-	01101	ESD #1
R	-NONE-	00111	ESD #2
H	-NONE-	00100	Halt

Reli di Calcolatori - 8

Codifica 8B10B

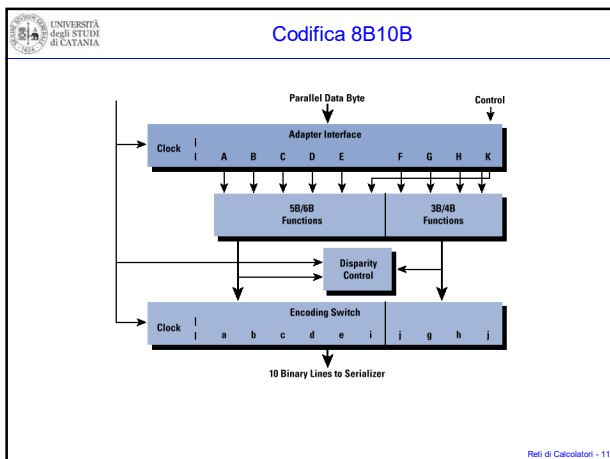
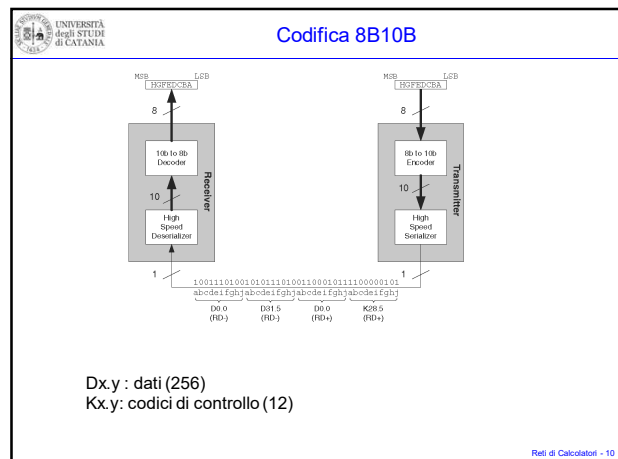
Viene usata per trasmettere 8 bit dati con 10 bit di segnale.

È elettricamente neutra (il numero di bit 1 viene mantenuto uguale al numero di bit 0 trasmessi)

È usata in vari standard:

- PCI Express (< 3.0)
- IEEE 1394b (Firewire)
- Serial ATA
- Fibre Channel
- Gigabit Ethernet (alcune versioni)
- DisplayPort Main Link
- DVI e HDMI (Transition Minimized Differential Signaling)
- USB 3.0

Reli di Calcolatori - 9



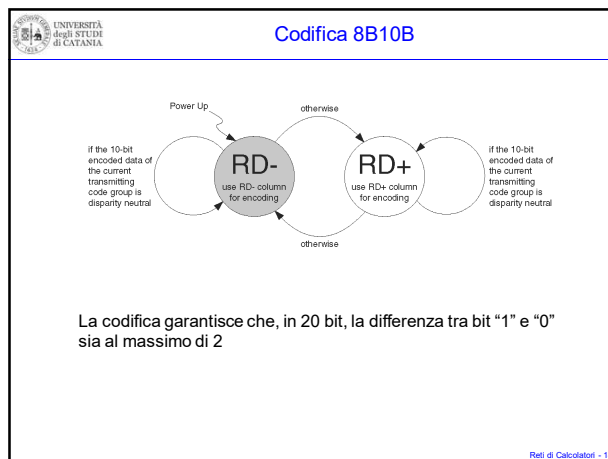
Codifica 8B10B

3b Decimal	3b Binary (HGF)	4b Binary (fghi)
0	000	0100 or 1011
1	001	1001
2	010	0101
3	011	0011 or 1100
4	100	0010 or 1101
5	101	1010
6	110	0110
7	111	0001 or 1110 or 1000 or 0111

Reli di Calcolatori - 12

5b Decimal	5b Binary (EDCBA)	6b Binary (abcdei)
0	00000	100111 or 011000
1	00001	011101 or 100010
2	00010	101101 or 010010
3	00011	110001
4	00100	110101 or 001010
5	00101	101001
6	00110	011001
7	00111	111000 or 000111
8	01000	111001 or 000110
9	01001	100101
10	01010	010101
11	01011	110100
12	01100	001101
13	01101	101100
14	01110	011100
15	01111	010111 or 101000
16	10000	011011 or 100100
17	10001	100011
18	10010	010011
19	10011	110010
20	10100	001011
21	10101	101010
22	10110	011010
23	10111	111010 or 000101
24	11000	110011 or 001100
25	11001	100110
26	11010	010110
27	11011	110110 or 001001
28	11100	001110
29	11101	101110 or 010001
30	11110	011110 or 100001
31	11111	101011 or 010100a

Reti di Calcolatori - 13



Reti di Calcolatori - 14

Rilevazione e/o correzione degli errori

La **rilevazione** degli errori consente di individuare la presenza di un errore di trasmissione in una frame, ma NON di correggerlo.

La **correzione** consente di rilevare e correggere (con alcune forti limitazioni) errori dovuti alla trasmissione.

Entrambi i metodi sono basati sulla presenza di **ridondanza** nella comunicazione.

Reti di Calcolatori - 15

Ridondanza

Esempio:

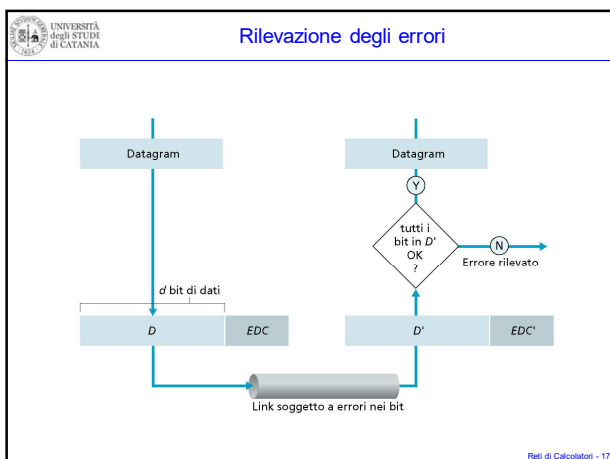
Mario Rossi
nato a Catania
il 15 maggio 2000

CF : RSS MRA00E15 C351 S

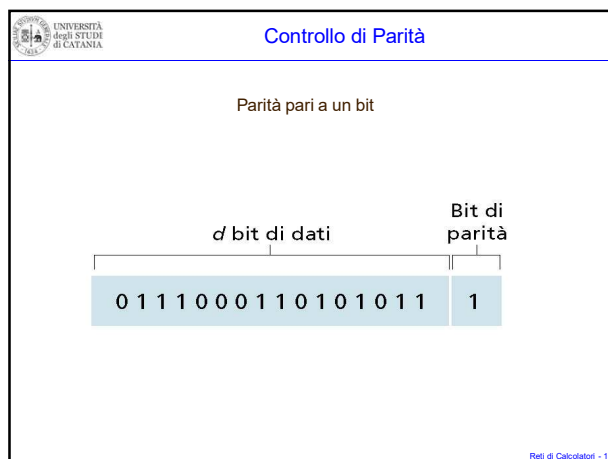
Il CF è una informazione ridondante.

La lettera finale del CF è calcolata in funzione dei caratteri precedenti -> ridondanza

Reti di Calcolatori - 16



Reti di Calcolatori - 17



Reti di Calcolatori - 18

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Parità a due dimensioni

Parità di riga →

$d_{1,1}$	...	$d_{1,j}$	$d_{1,j+1}$
$d_{2,1}$	...	$d_{2,j}$	$d_{2,j+1}$
...
$d_{i,1}$	...	$d_{i,j}$	$d_{i,j+1}$
$d_{i+1,1}$	...	$d_{i+1,j}$	$d_{i+1,j+1}$

Parità di colonna ↓

Nessun errore

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

Errore correggibile del singolo bit

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

Errore di parità

Reli di Calcolatori - 19

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

CRC

d bit r bit

D : bit di dati da spedire R : CRC bit

Schema dei bit

Formula matematica

$$D \cdot 2^r \text{ XOR } R$$

1 0 0 1 0 1 1 1

$x^7 + x^4 + x^2 + x + 1$

Reli di Calcolatori - 20

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

CRC

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

$x^7 + x^4 + x^2 + x + 1$ $x^6 + x^4 + x^3 + x + 1$

La somma è

$x^7 + x^6 + x^3 + x^2$

1 1 0 0 1 1 0 0

Il prodotto è

$x^{13} + x^{11} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + 1$

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

Reli di Calcolatori - 21

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

CRC

$M(x)$ polinomio con i dati

$G(x)$ polinomio generatore di grado r .

m r

$R(x) = x^r M(x) \text{ mod } G(x)$

Reli di Calcolatori - 22

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

CRC

$x^r M(x) + R(x)$

$M(x)$ $x^r M(x) \text{ mod } G(x)$

Reli di Calcolatori - 23

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

CRC

G

1 0 0 1

1 0 1 0 1 1 0 0 0 0

1 0 0 1

1 0 1

0 0 0

1 0 1 0

1 0 0 1

1 1 0

0 0 0

1 1 0 0

1 0 0 1

1 0 1 0

1 0 0 1

0 1 1

R

Reli di Calcolatori - 24

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

CRC

Reti di Calcolatori - 25

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

CRC

Polinomi standardizzati:

CRC-12	$x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x + 1$
CRC-16	$x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$
CRC-CCITT	$x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$
CRC-32	10000010011000001000111011011011

Reti di Calcolatori - 26

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Distanza di Hamming

Date due **codeword**, è possibile definire una **distanza** tra esse contando il numero di bit diversi tra loro.

10001100	
11000100	
01001000	$d = 2$

Reti di Calcolatori - 27

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Correzione degli errori

Consideriamo il seguente vocabolario:

000000
000111
111000
111111

$P(e=1) \gg P(e=2) \gg P(e=3) \dots$

Reti di Calcolatori - 28

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Correzione degli errori

$P(e=1) \gg P(e=2) \gg P(e=3) \dots$

Reti di Calcolatori - 29

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Correzione degli errori

In un vocabolario con distanza $d=3$ è possibile **correggere** gli errori singoli.

Per **correggere** e errori, è necessario un vocabolario con distanza $d=2e+1$

Per **rilevare** e errori è necessario un vocabolario con distanza $d=e+1$

La correzione si effettua esclusivamente su **base probabilistica**.

Reti di Calcolatori - 30

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Correzione degli errori

Esempio: codewords da 10 bit

```

0000000000
0000011111
1111100000
1111111111
  
```

Parole valide: 4.
 Distanza di hamming: 5
 Correzione di errori: 2 bit
 Rilevazione di errori: 4 bit.

Esiste un altro vocabolario con la stessa distanza, ma con più parole?

Reti di Calcolatori - 31

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Correzione degli errori

Codewords da 10 bit

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0	0	0	0	1	1	1	1
C	0	0	1	1	0	0	0	1
D	0	0	1	1	1	1	0	0
E	1	1	0	0	1	0	1	0
F	1	1	0	0	1	1	0	1
G	1	1	1	0	0	1	1	0
H	1	1	1	0	1	1	0	1

Parole valide: 8.
 Distanza di hamming: 5
 Combinazioni possibili: $2^{10}=1024$
 Bit di dati: 3
 Bit di controllo: 7

Si può far meglio?

Reti di Calcolatori - 32

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Correzione degli errori

Quanta ridondanza serve?

- Dati m bit di dati, quanti bit di ridondanza r servono?

Come costruire un codice per correggere errori singoli?

- Partendo da m bit di dati, sapendo come calcolare r , come costruire operativamente il vocabolario?

Reti di Calcolatori - 33

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Ridondanza

Consideriamo un vocabolario con m bit dati e r bit di controllo

Poniamo $m+r=n$

Le combinazioni possibili (con n bit) sono 2^n , di cui solo 2^m sono valide

Consideriamo una codeword valida: **10001**

Cambiando un solo bit per volta, possiamo scrivere altre n codeword, tutte non valide:

$n+1$

10001

00001

11001

10101

10011

10000

$\left. \begin{array}{c} \text{ } \end{array} \right\} n \text{ codeword non valide a distanza } 1$

Reti di Calcolatori - 34

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Ridondanza

Abbiamo 2^n codeword di cui solo 2^m sono valide.

$(n = m + r)$

Reti di Calcolatori - 35

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Ridondanza

Per correggere 1 errore serve $d=3$

Reti di Calcolatori - 36

Ridondanza

Se $d=3$, allora $(n+1)2^m \leq 2^n$

Semplificando:

$$(m+r+1)2^m \leq 2^{m+r}$$

$$(m+r+1) \leq 2^r$$

$$m+1 \leq 2^r - r$$

Nota: L'espressione $m+1 \leq 2^r - r$ è valida **solo** per $d=3$.

Esempi:

$m=8 \Rightarrow r=4 \quad (8+4+1) \leq 2^4 \quad 13 < 16$

$m=11 \Rightarrow r=4 \quad (11+4+1) \leq 2^4 \quad 16 = 16$

Reti di Calcolatori - 37

Ridondanza

Esercizio:

Calcolare r in funzione di m per $d=5$

~~$m+1 \leq 2^r - r$~~

Reti di Calcolatori - 38

Ridondanza

m	r	n	m	r	n
1	2	3	14	5	19
2	3	5	15	5	20
3	3	6	16	5	21
4	3	7	17	5	22
5	4	9	18	5	23
6	4	10	19	5	24
7	4	11	20	5	25
8	4	12	21	5	26
9	4	13	22	5	27
10	4	14	23	5	28
11	4	15	24	5	29
12	5	17	25	5	30
13	5	18	26	5	31
			27	6	33

Reti di Calcolatori - 39

Codici di Hamming

Supponiamo di avere un codice così costruito:

Bit dei dati: 0011001000

Bit di controllo: 0011001000

00110010001100

1 2 4 5 8 9

$6=2+4$

Reti di Calcolatori - 40

Codici di Hamming

Esempio:

Dati originali: 10010001100

xx1x001x0001100

1 2 4 8

$b_1 = 3 \oplus 5 \oplus 7 \oplus 9 \oplus 11 \oplus 13 \oplus 15$

$b_2 = 3 \oplus 6 \oplus 7 \oplus 10 \oplus 11 \oplus 14 \oplus 15$

$b_4 = 5 \oplus 6 \oplus 7 \oplus 12 \oplus 13 \oplus 14 \oplus 15$

$b_8 = 9 \oplus 10 \oplus 11 \oplus 12 \oplus 13 \oplus 14 \oplus 15$

$3 = 1+2$

$5 = 1 + 4$

$6 = 2+4$

$7 = 1+2+4$

$9 = 1 + 8$

$10 = 2 + 8$

$11 = 1+2 + 8$

$12 = 4+8$

$13 = 1 + 4+8$

$14 = 2+4+8$

$15 = 1+2+4+8$

Reti di Calcolatori - 41

Codici di Hamming

xx1x001x0001100

1 2 4 8

$b_1 = 3 \oplus 5 \oplus 7 \oplus 9 \oplus 11 \oplus 13 \oplus 15$

$b_2 = 3 \oplus 6 \oplus 7 \oplus 10 \oplus 11 \oplus 14 \oplus 15$

$b_4 = 5 \oplus 6 \oplus 7 \oplus 12 \oplus 13 \oplus 14 \oplus 15$

$b_8 = 9 \oplus 10 \oplus 11 \oplus 12 \oplus 13 \oplus 14 \oplus 15$

$b_1 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 = 1$

$b_2 = 1 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 0$

$b_4 = 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$

$b_8 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 0$

10110010001100

Reti di Calcolatori - 42

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Codici di Hamming

101100100101100

↑ ↑ ↑
1 2 4 8

$b_1 = 3 \oplus 5 \oplus 7 \oplus 9 \oplus 11 \oplus 13 \oplus 15$
 $b_2 = 3 \oplus 6 \oplus 7 \oplus 10 \oplus 11 \oplus 14 \oplus 15$
 $b_4 = 5 \oplus 6 \oplus 7 \oplus 12 \oplus 13 \oplus 14 \oplus 15$
 $b_8 = 9 \oplus 10 \oplus 11 \oplus 12 \oplus 13 \oplus 14 \oplus 15$

$b_1 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 = 1$
 $b_2 = 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$
 $b_4 = 0 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$
 $b_8 = 0 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 1 \oplus 1 \oplus 0 \oplus 0 \oplus 0 = 1$

Reti di Calcolatori - 43

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Codici di Hamming

101100100101100

↑ ↑ ↑ ↑
1 2 4 8 10

$b_1 = 1$
 $b_2 = 1$
 $b_4 = 1$
 $b_8 = 1$

2 + 8 = 10 !

$3 = 1+2$
 $5 = 1 + 4$
 $6 = 2+4$
 $7 = 1+2+4$
 $9 = 1 + 8$
 $10 = 2 + 8$
 $11 = 1+2 + 8$
 $12 = 4+8$
 $13 = 1 + 4+8$
 $14 = 2+4+8$
 $15 = 1+2+4+8$

Reti di Calcolatori - 44

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Codici di Hamming

xx1x110xx0x011xx0x110xx1x000xx0x011xx1x100xx0x001xx0x11
0xx1x011xx1x110xx1x001xx0x011

xx1x110
xx0x011
xx0x110
xx1x000
xx0x011
xx1x100
xx0x001
xx0x110
xx1x011
xx1x110
xx1x001
xx0x011

Reti di Calcolatori - 45

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Codici di Hamming

xx1x110
xx0x011
xx0x110
xx1x000
xx0x011
xx1x100
xx0x001
xx0x110
xx1x011
xx1x110
xx1x001
xx0x011

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx100101001110xxxxxxxxxxxxxxxx101001
010100111010011101010010101011

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx100101001110xxxxxxxxxxxxxxxx101001
010100000101111101010010101011

Reti di Calcolatori - 46

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Codici di Hamming

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx100101001110xxxxxxxxxxxxxxxx101001
010100000101111101010010101011

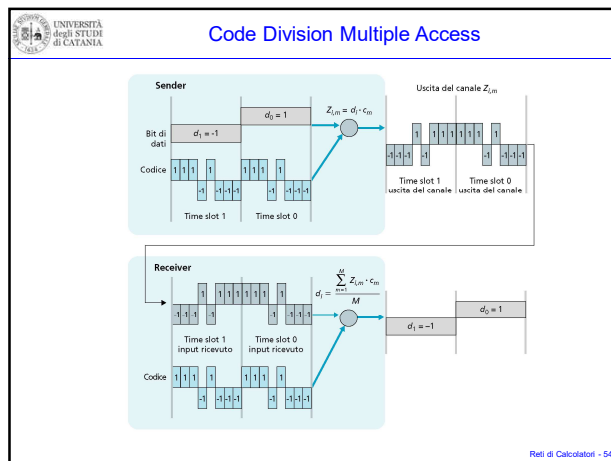
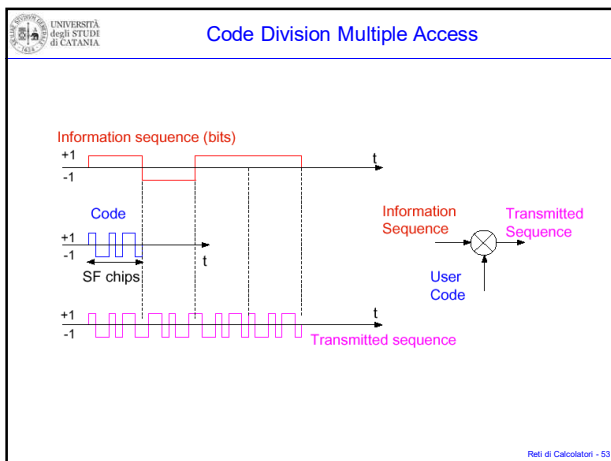
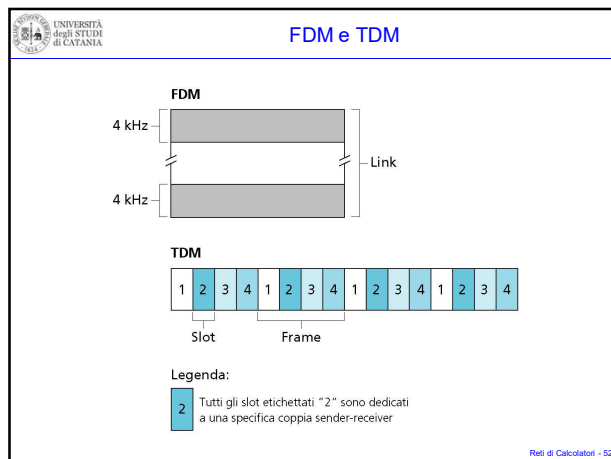
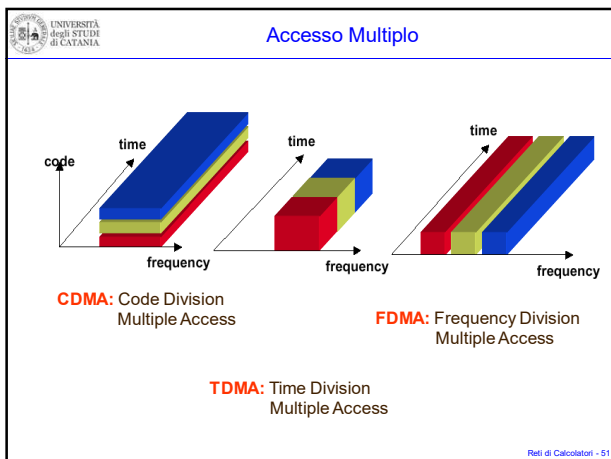
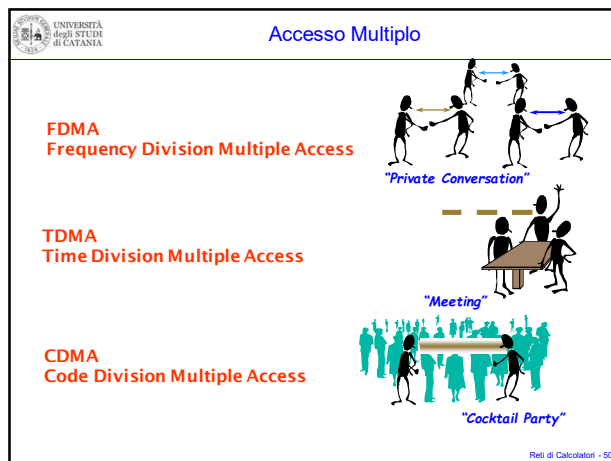
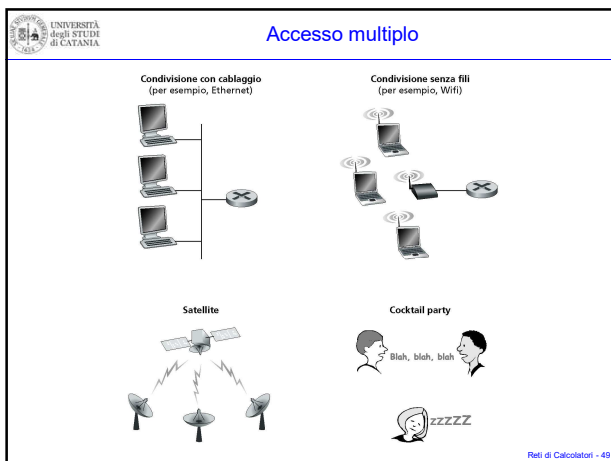
xx1x100
xx0x001
xx0x100
xx1x010
xx0x001
xx1x110
xx0x011
xx0x110
xx1x011
xx1x110
xx1x001
xx0x011

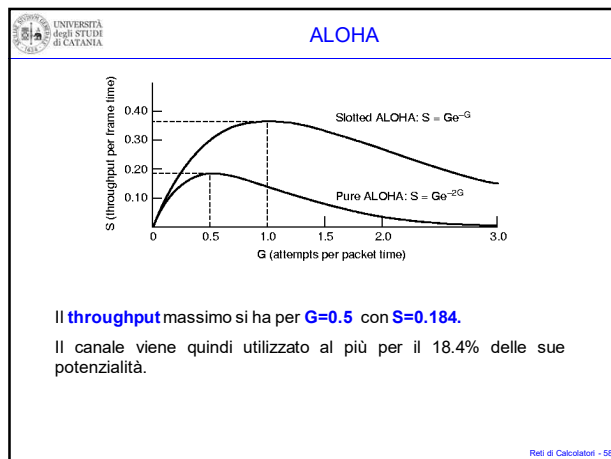
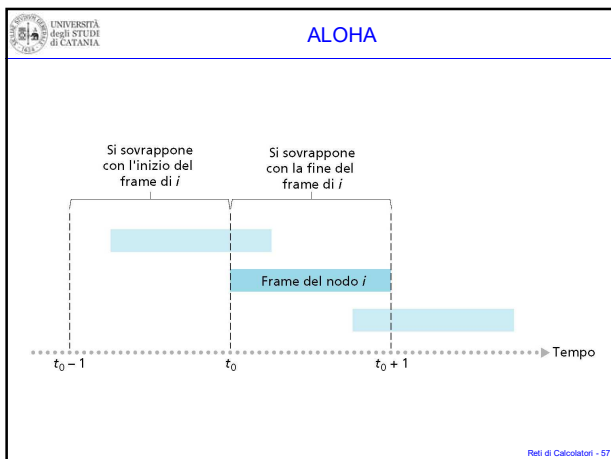
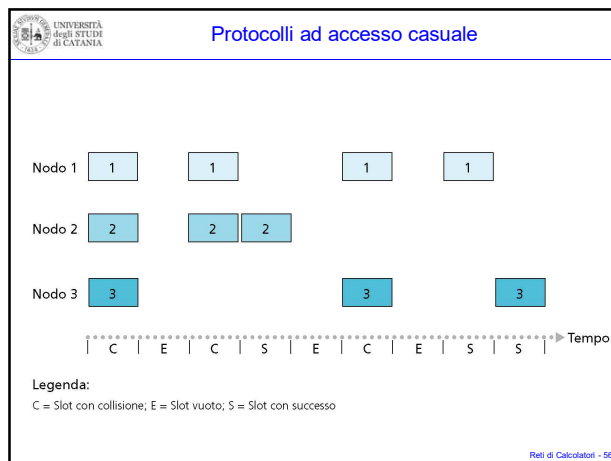
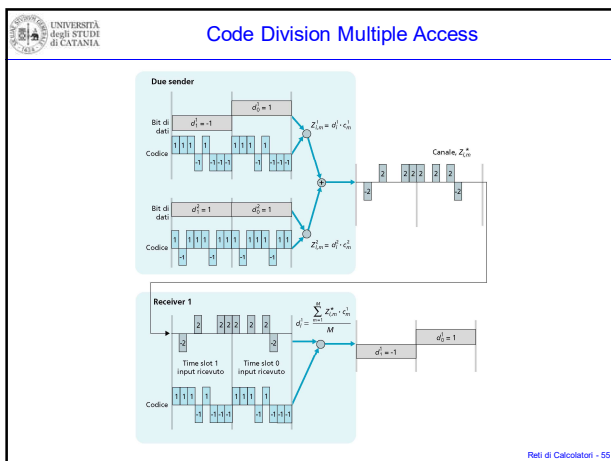
Reti di Calcolatori - 47

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Accesso al Link

Reti di Calcolatori - 48





UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

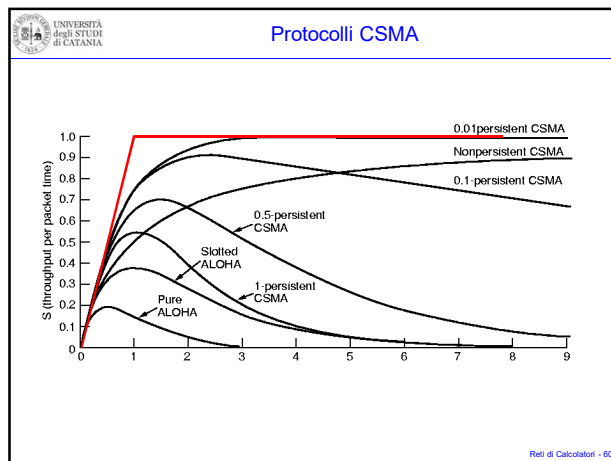
Protocolli CSMA

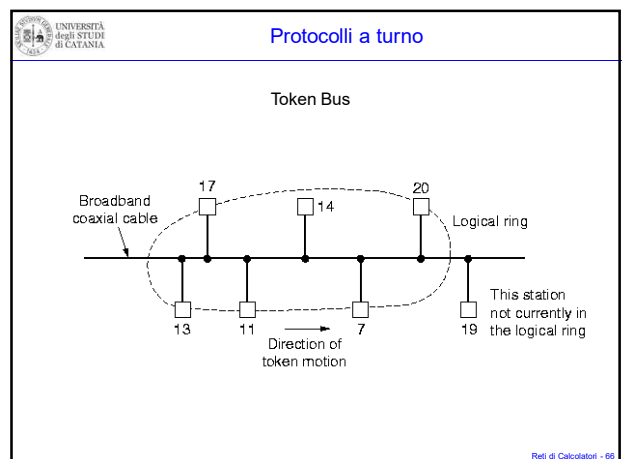
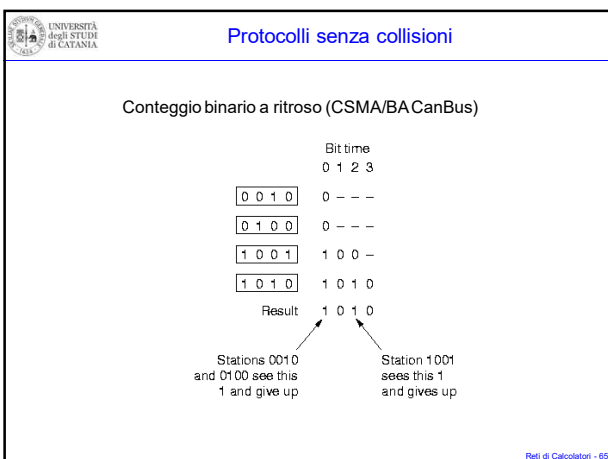
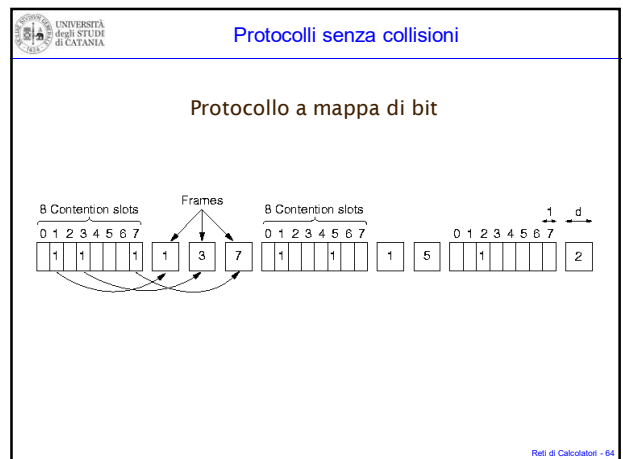
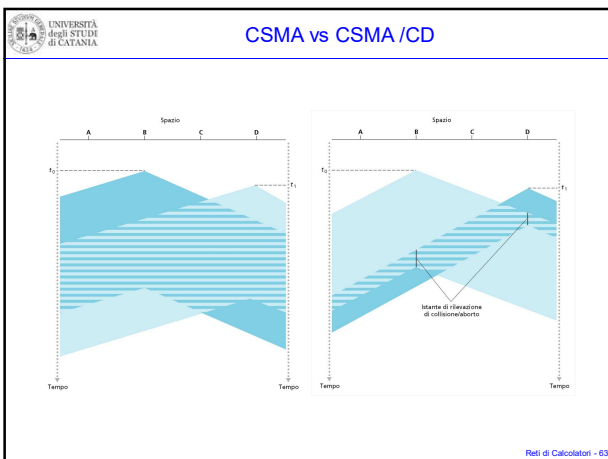
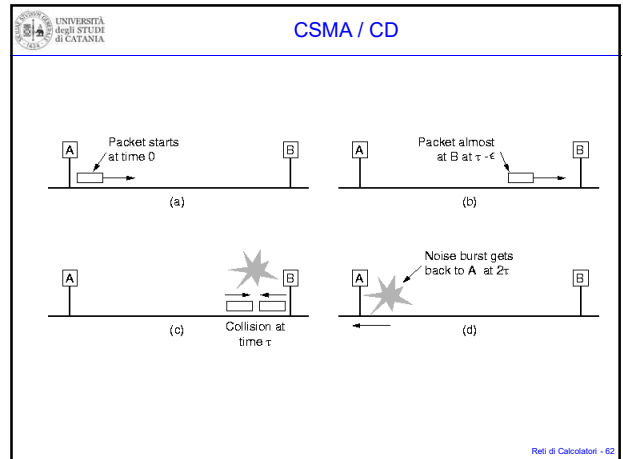
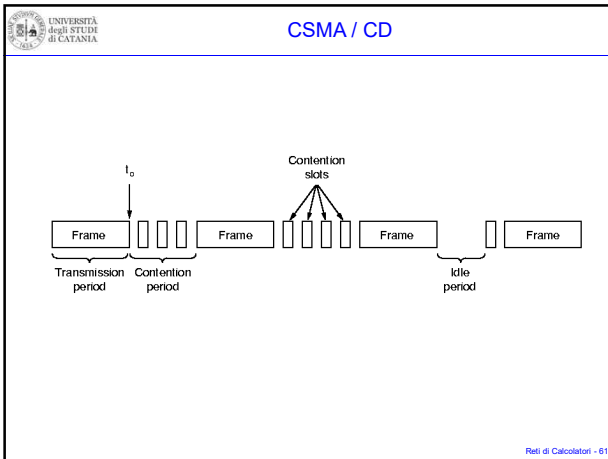
Il protocollo **CSMA 1-persistent** prevede la trasmissione non appena scompare la portante.

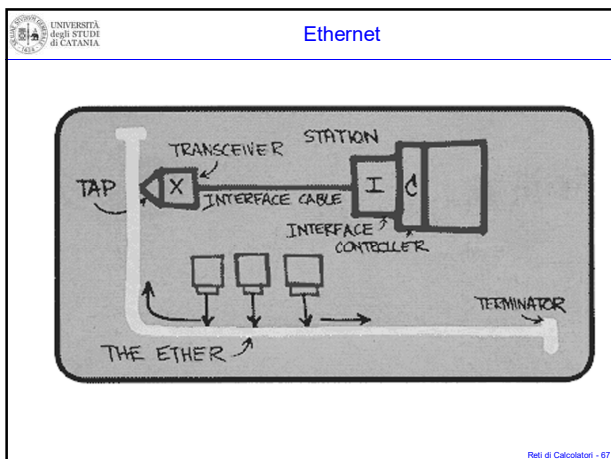
Invece nel protocollo **CSMA p-persistent** la stazione, dopo aver rilevato il termine della precedente trasmissione, trasmette con probabilità p .

Nel **CSMA non-persistent** la stazione aspetta un tempo random prima di ricontrollare il canale.

Reli di Calcolatori - 59







UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

IEEE 802

802.1	High Level Interface (HLI)
802.2	Logical Link Control (LLC) [in 'hibernation']
802.3	CSMA/CD
802.4	Token Bus [in 'hibernation']
802.5	Token Ring [in 'hibernation']
802.6	Metropolitan Area Network (MAN) [in 'hibernation']
802.7	Broadband Technical Adv. Group (BBTAG) [in 'hibernation']
802.8	Fiber Optics Technical Adv. Group (FOTAG) [disbanded]
802.9	Integrated Services LAN (ISLAN) [in 'hibernation']

Reti di Calcolatori - 68

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

IEEE 802

802.10	Standard for Interoperable LAN Security (SILS) [in 'hibernation']
802.11	Wireless LAN (WLAN)
802.12	Demand Priority [in 'hibernation']
802.14	Cable-TV Based Broadband Comm. Network [disbanded]
802.15	Wireless Personal Area Network (WPAN)
802.16	Broadband Wireless Access (BBWA)
802.17	Resilient Packet Ring (RPR)
802.18	Radio Regulatory Technical Advisory Group
802.19	Coexistence Technical Advisory Group

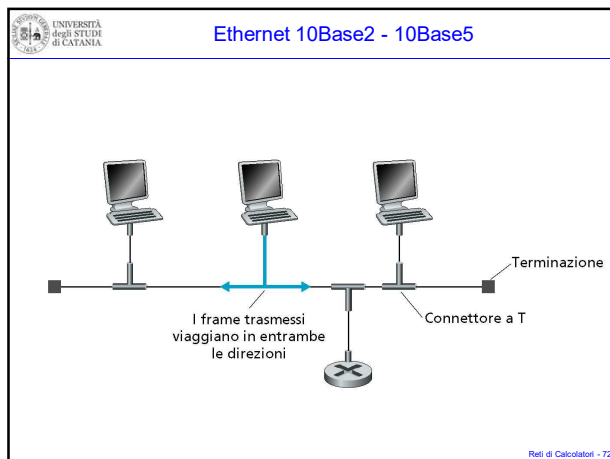
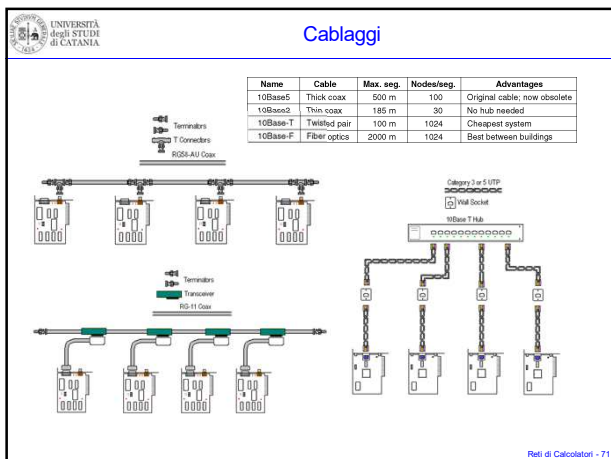
Reti di Calcolatori - 69

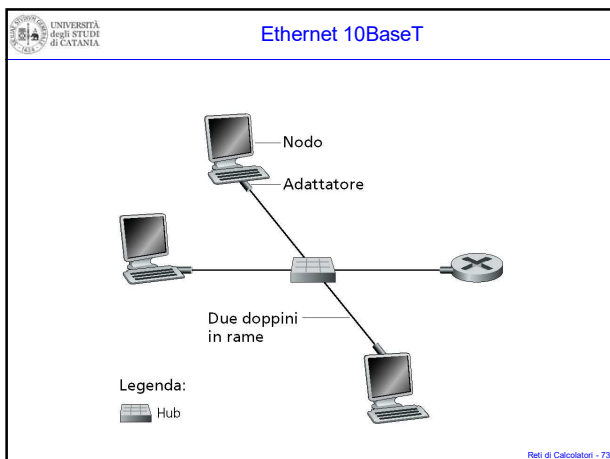
UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Cablaggi

Name	Cable	Max. seg.	Nodes/seg.	Advantages
10Base5	Thick coax	500 m	100	Original cable; now obsolete
10Base2	Thin coax	185 m	30	No hub needed
10Base-T	Twisted pair	100 m	1024	Cheapest system
10Base-F	Fiber optics	2000 m	1024	Best between buildings

Reti di Calcolatori - 70





UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Ethernet 10BaseT

Category	Data Rate	Signal Frequency	Standard
Cat5	100 Mbps	100 MHz	TIA/EIA
Cat5e	100 Mbps / 1 Gbps	100 MHz	TIA/EIA-568-B
Cat6	1Gbps / 10 Gbps	250 MHz	TIA/EIA-568-B
Cat6a	1Gbps / 10 Gbps	500 MHz	ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10

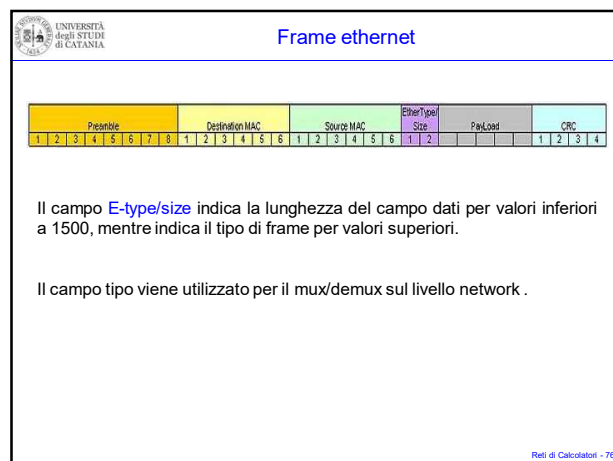
Reti di Calcolatori - 74

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

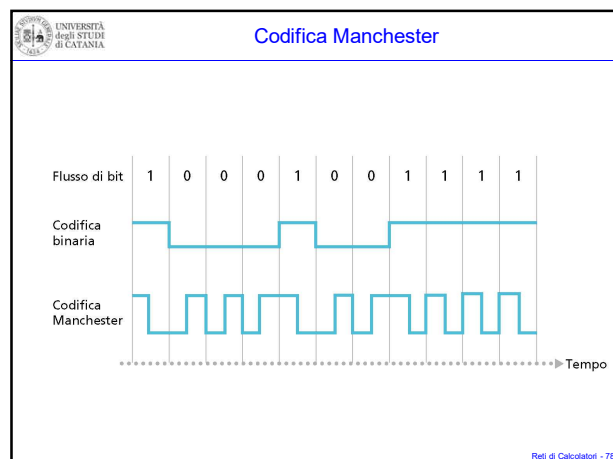
Ethernet 10BaseT

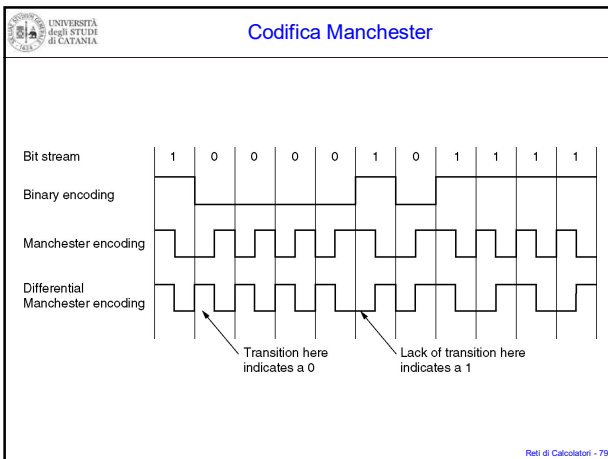
Color	Pin (T568B)	Usage
White/Orange	1	Transmission (Tx+)
Orange	2	Transmission (Tx-)
White/Green	3	Receive (Rx+)
Blue	4	--
White/Blue	5	--
Green	6	Receive (Rx-)
White/Brown	7	--
Brown	8	--

Reti di Calcolatori - 75



- UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA
- ### Ethernet type
- 0x0800 IPv4
 - 0x0806 ARP
 - 0x0842 Wake-on-Lan
 - 0x8035 RARP
 - 0x809B Ethertalk
 - 0x80F3 AppleTalk Address Resolution Protocol (AARP)
 - 0x8100 VLAN-tagged frame (IEEE 802.1Q)
 - 0x8137 Novell IPX
 - 0x8138 Novell
 - 0x86DD IPv6
 - ...
- Reti di Calcolatori - 77





Fast Ethernet

Name	Cable	Max. segment	Advantages
100Base-T4	Twisted pair	100 m	Uses category 3 UTP
100Base-TX	Twisted pair	100 m	Full duplex at 100 Mbps
100Base-FX	Fiber optics	2000 m	Full duplex at 100 Mbps; long runs

100Base-T4 usa la codifica 8B6T e sfrutta tutte le coppie presenti.

100Base-TX usa la codifica 4B5B

Reti di Calcolatori - 80

Fast Ethernet

TABLE 3.1 Fast Ethernet and FDDI 4B/5B Codes

Four-Bit Data	Five-Bit Encoding
0000 (0)	11110
0001 (1)	01001
0002 (2)	10100
0003 (3)	10101
0004 (4)	01010
0005 (5)	01011
0006 (6)	01110
0007 (7)	01111
0008 (8)	10010
0009 (9)	10011
1010 (A)	10110
1011 (B)	10111
1100 (C)	11010
1101 (D)	11011
1110 (E)	11100
1111 (F)	11101
S (Set)	11001
R (Reset)	00111
Q (Quiet)	00000
I (Idle)	11111
H (Halt)	00100
T (Terminate)	01101
J (Start 1)	11000
K (Start 2)	10001

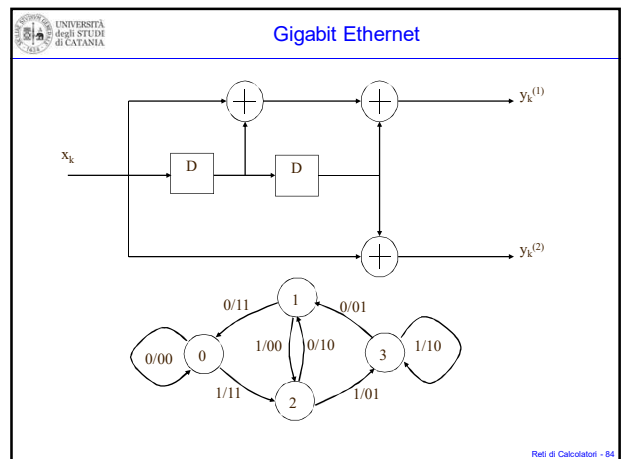
Reti di Calcolatori - 81

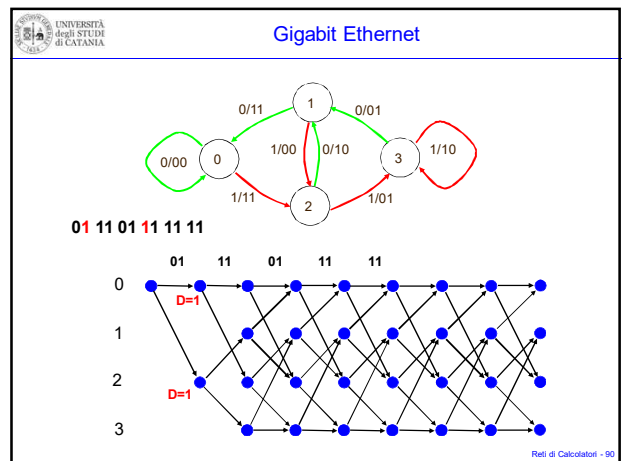
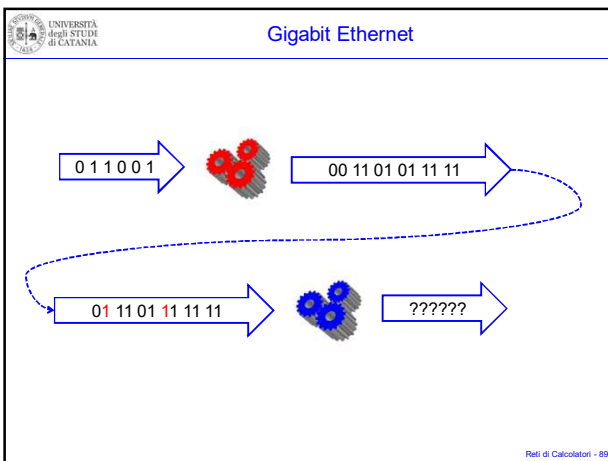
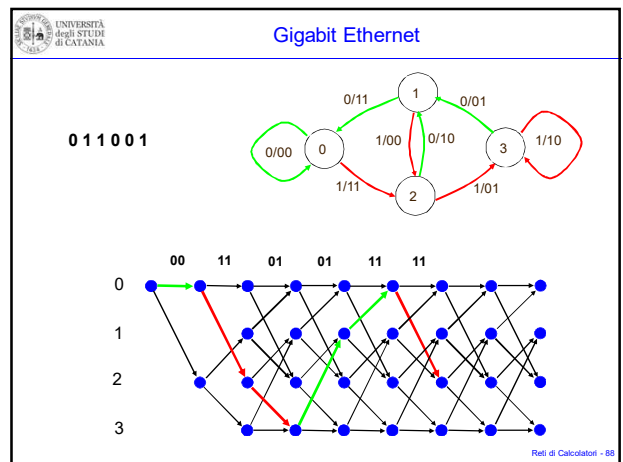
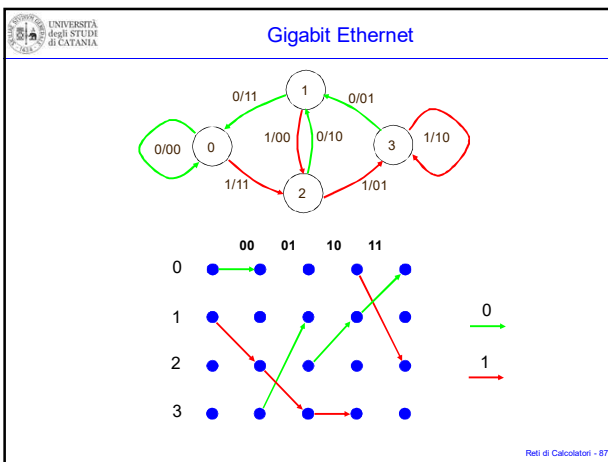
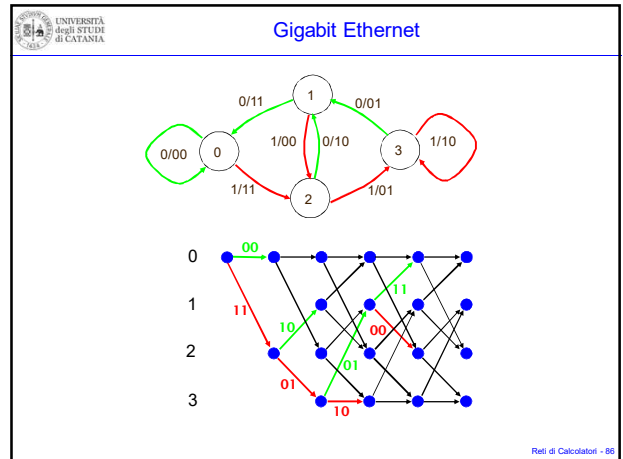
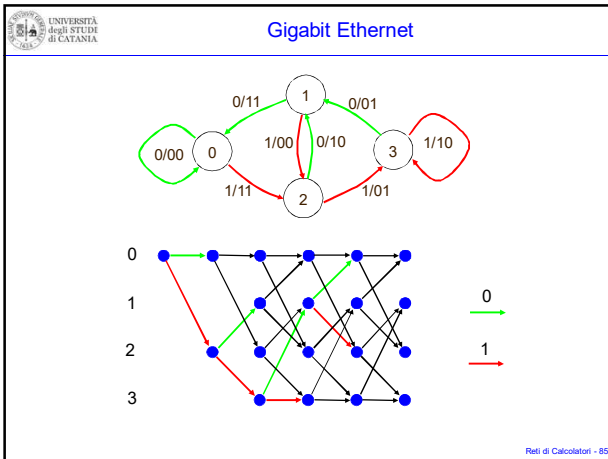
Gigabit Ethernet

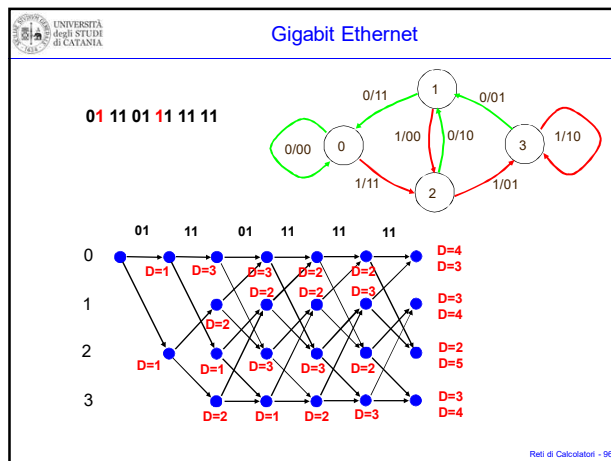
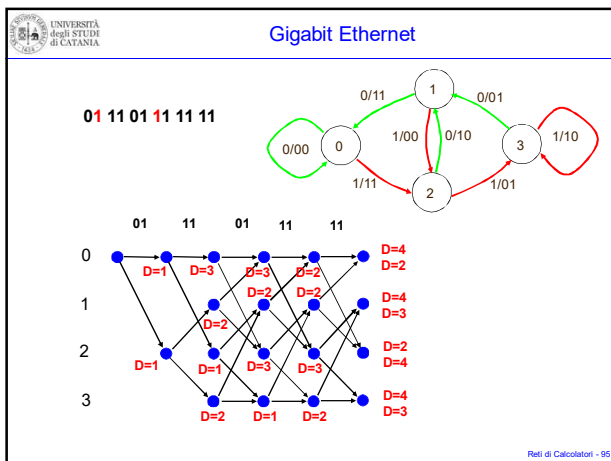
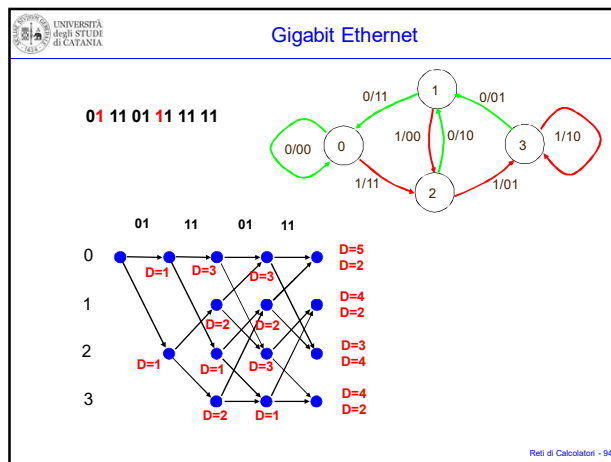
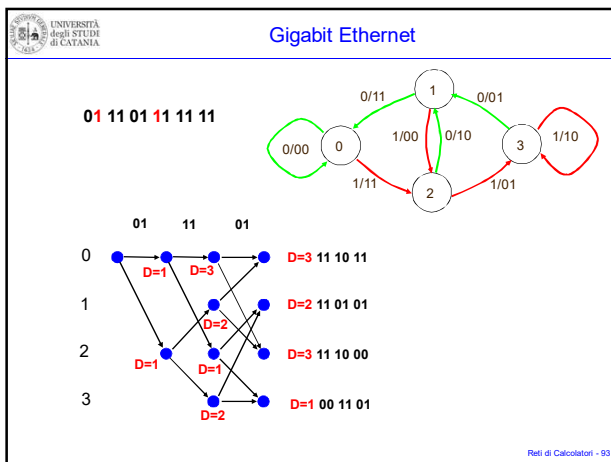
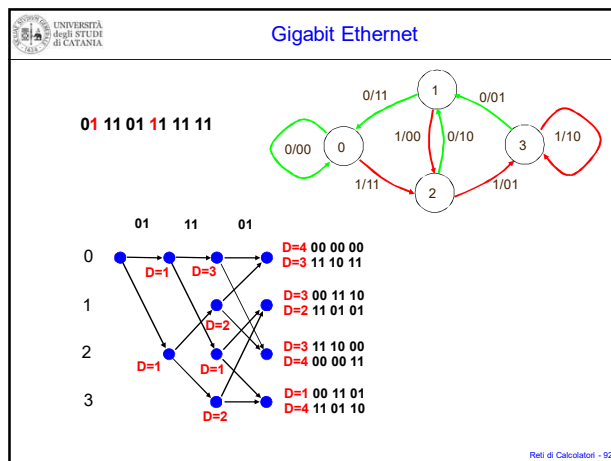
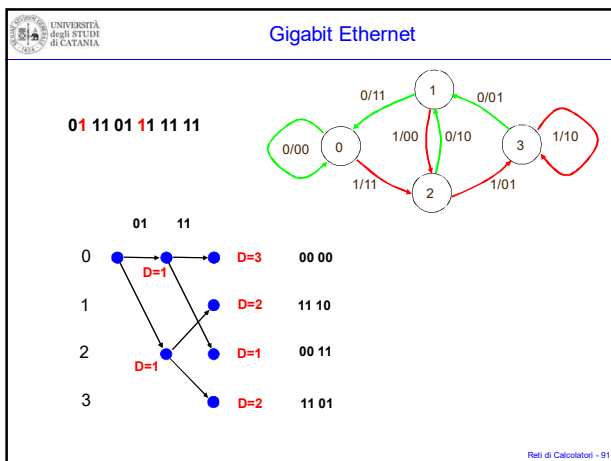
Name	Cable	Max. segment	Advantages
1000Base-SX	Fiber optics	550 m	Multimode fiber (50, 62.5 microns)
1000Base-LX	Fiber optics	5000 m	Single (10 μ) or multimode (50, 62.5 μ)
1000Base-CX	2 Pairs of STP	25 m	Shielded twisted pair
1000Base-T	4 Pairs of UTP	100 m	Standard category 5 UTP

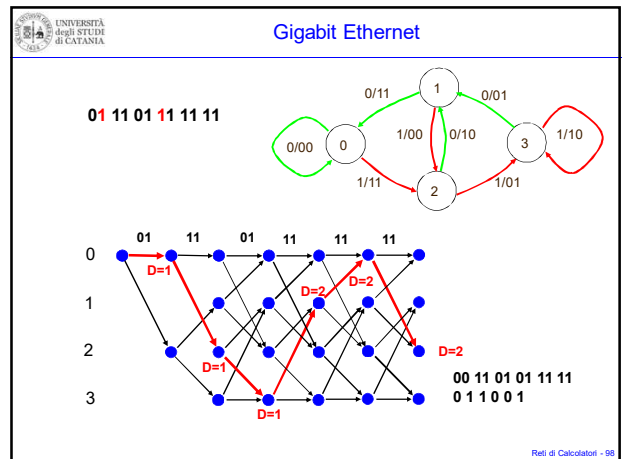
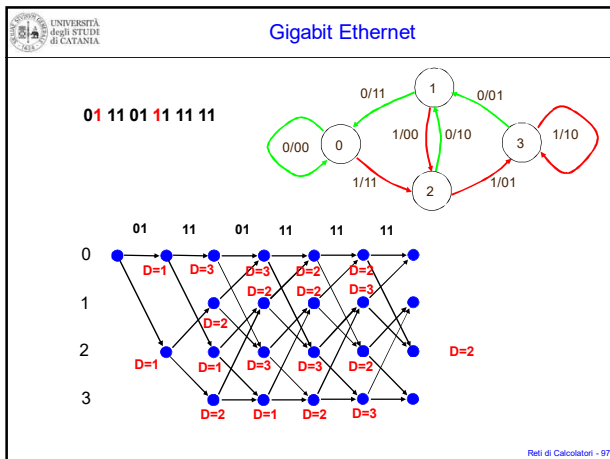
Reti di Calcolatori - 82

- Gigabit Ethernet**
- Cinque passi verso 1000BASE-T (cat5)
- rimuovere la codifica 4B5B (100 -> 125 Mbps).
 - usare le 4 coppie simultaneamente (125 -> 500Mbps).
 - trasmissione full duplex (500Mbps full-duplex).
 - usare 5 livelli per baud invece che 3 (MLT-3) (1Gbps full-duplex).
 - usare un forward error correction (FEC) per recuperare 6dB.
- Reti di Calcolatori - 83





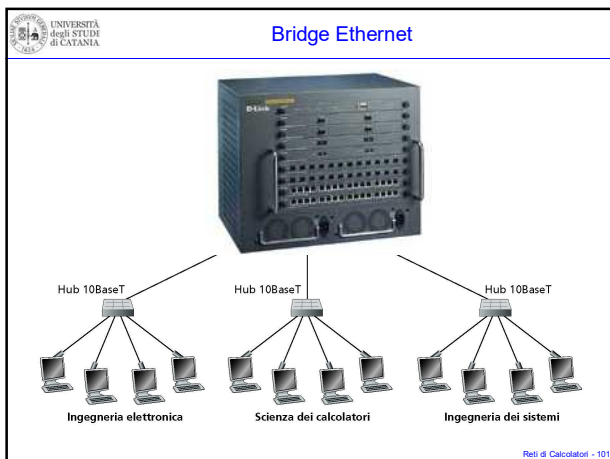
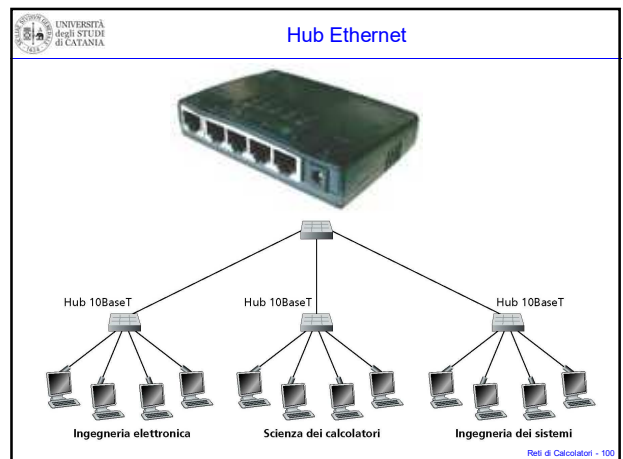




Riepilogo

Tecnologia	Massima lunghezza del link	Codifica	Topologia del mezzo		Bit rate (bps)
10Base5	500 m	Manchester	bus	50-ohm coax	10 M
10Base2	185 m	Manchester	bus	50-ohm coax	10 M
10BaseT	100 m	Manchester	star	2 pair UTP cat. 3,4,5	10
100BaseFL	2000 m	Manchester	star	Multi-mode fiber*	10 M
100BaseT2	100 m	PAM 5x5	star	2 pairs UTP cat. 3,4,5	100 M
100BaseT4	100 m	8B/6T	star	4 pairs UTP cat. 3,4,5	100 M
100BaseTX	100 m	4B/5B with MLT-3	star	2 pairs UTP cat. 5	100 M
100BaseFX	412/2000 m	4B/5B with NRZI	star	Multi-mode fiber*	100 M
1000BaseT	100 m	PAM 5x5	star	4 pairs UTP Cat 5	1000 M
1000BaseSX	275 m	8B/10B	star	Multi-mode fiber†	1000 M
1000BaseLX	316/550 m	8B/10B	star	Multi-mode Fiber‡	1000 M
1000BaseCX	25 m	8B/10B	star	Twinax	1000 M

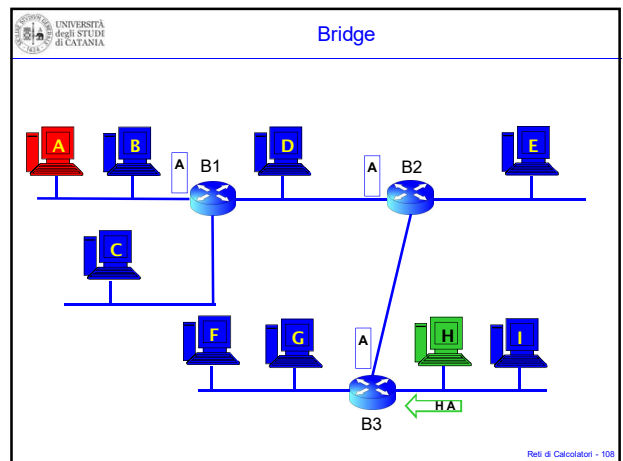
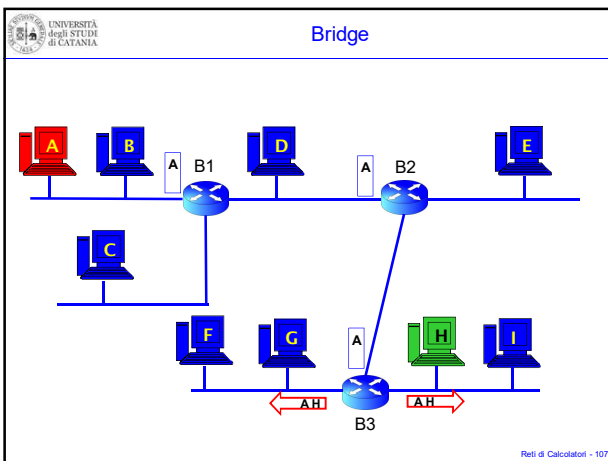
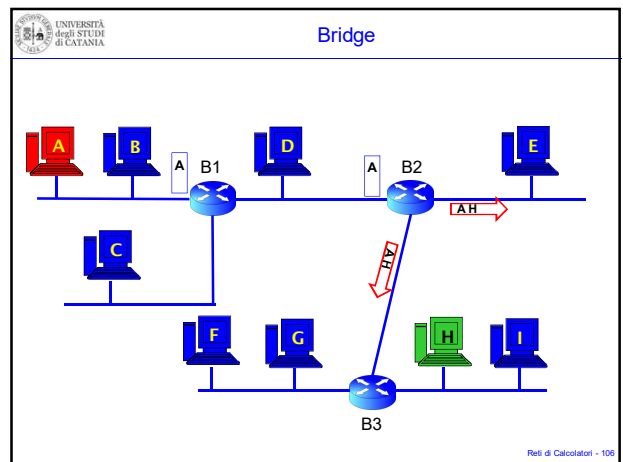
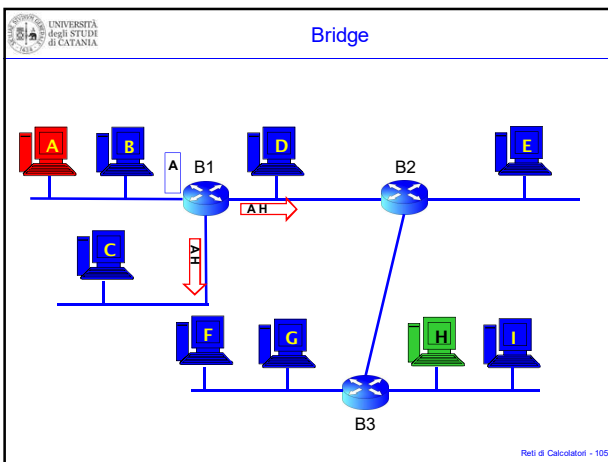
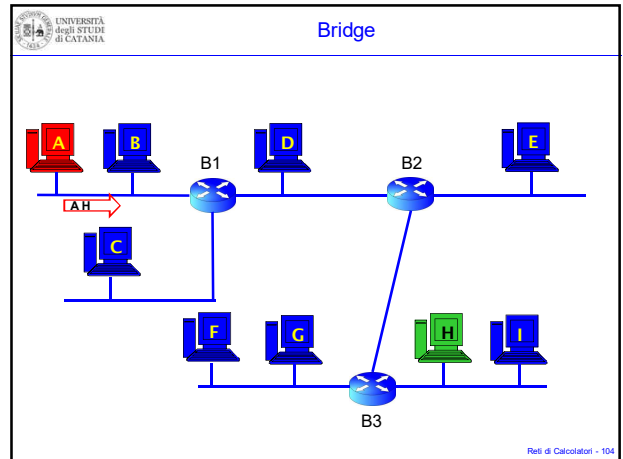
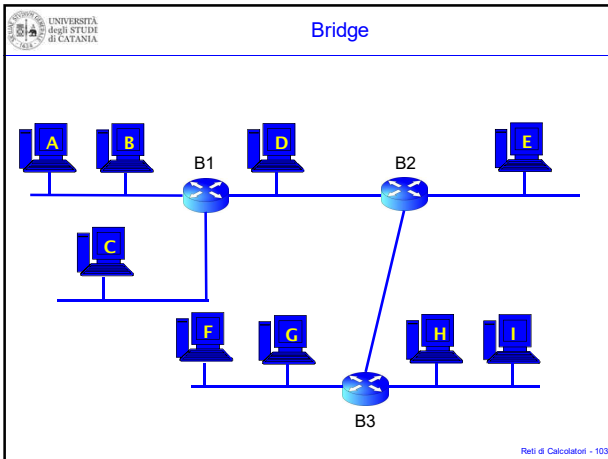
Reti di Calcolatori - 99

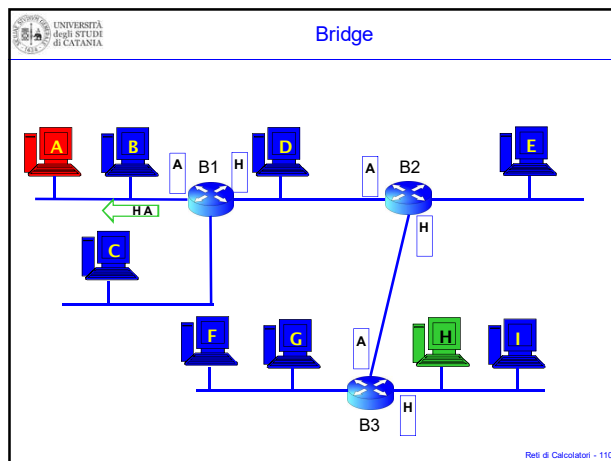
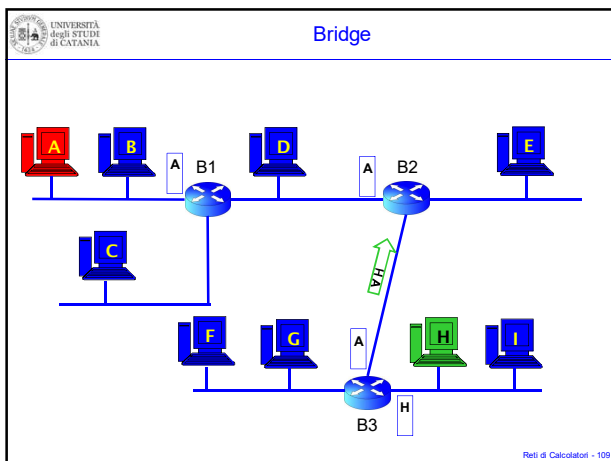


Bridge

Indirizzo	Interfaccia	Tempo
62-FE-F7-11-89-A3	1	9:32
7C-BA-B2-B4-91-10	3	9:36
.....

Reti di Calcolatori - 102



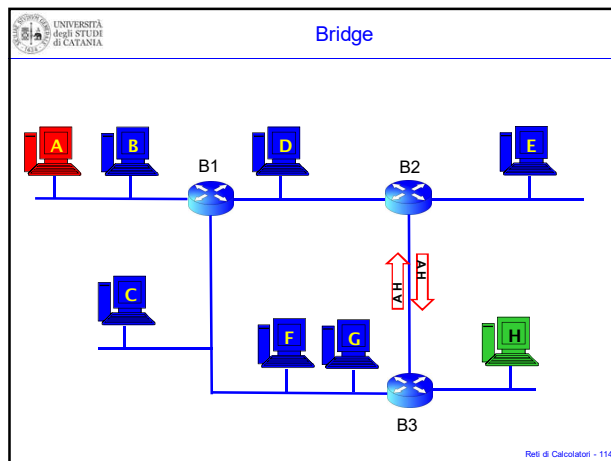
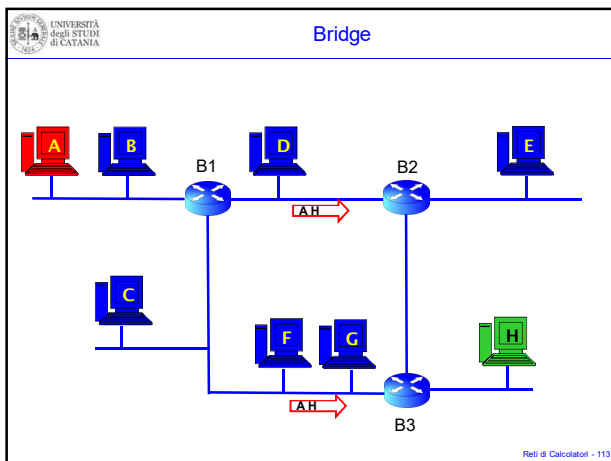
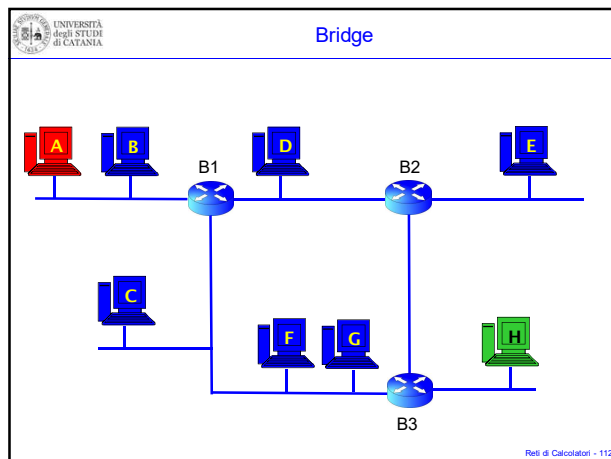


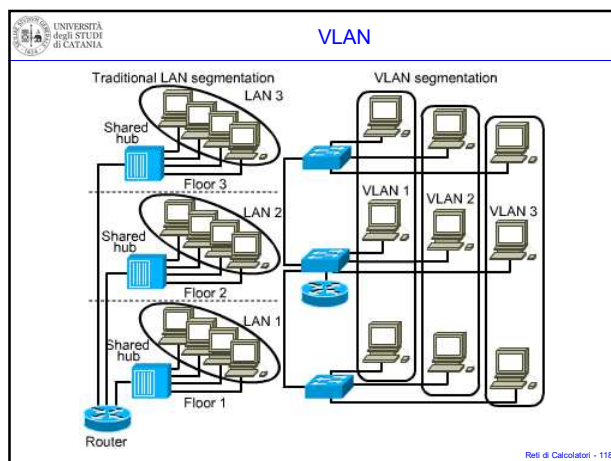
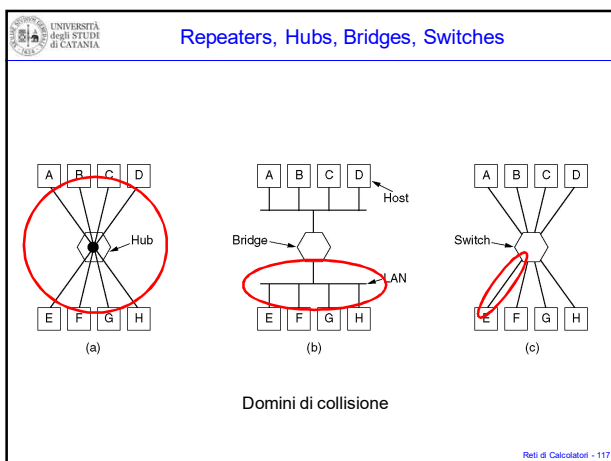
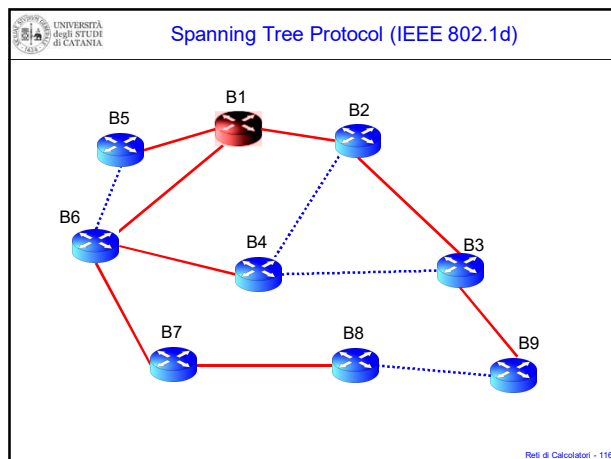
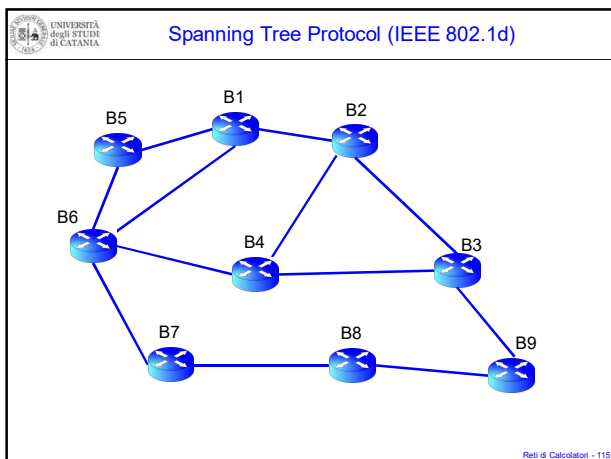
UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

Bridge

Indirizzo	Interfaccia	Tempo
01-12-23-34-45-56	2	9:39
62-FE-F7-11-89-A3	1	9:32
7C-BA-B2-B4-91-10	3	9:36
.....

Reti di Calcolatori - 111





UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

VLAN

Le VLAN sono **LAN logiche separate** realizzate in una stessa struttura fisica. I pacchetti broadcast (livello 2) sono confinati all'interno della VLAN

La connessione tra VLAN differenti deve essere realizzata attraverso **routing di livello 3**.

Lo standard **IEEE 802.1Q** definisce le specifiche per le VLAN.

Reti di Calcolatori - 119

UNIVERSITÀ degli STUDI di CATANIA

VLAN

Scopo delle VLAN:

- **risparmio**: riutilizzo delle linee e degli apparati preesistenti;
- **flessibilità**: facile spostamento fisico degli utenti;
- **aumento di prestazioni**: il traffico broadcast viene confinato;
- **sicurezza**: gli utenti di VLAN differenti non vedono i reciproci frame dati.

Reti di Calcolatori - 120

Port based VLAN (untagged)

Lo switch viene **logicamente partizionato** in più parti, assegnando le singole porte alle varie VLAN.

Per realizzare una **VLAN untagged** è sufficiente uno switch che supporti il protocollo 802.1Q.

Reti di Calcolatori - 121

Untagged VLAN

Reti di Calcolatori - 122

IEEE 802.1Q Standard

Reti di Calcolatori - 123

Tagged VLAN

Lo standard 802.1Q consente di utilizzare **gli stessi link fisici** per VLAN differenti.

802.1Q inserisce **4 byte** nel frame ethernet, per poter associare il frame ad una VLAN.

802.3	Destination address	Source address	Length	Data	Pad	Check-sum	
802.1Q	Destination address	Source address	Tag	Length	Data	Pad	Check-sum

VLAN protocol ID (0x8100)

Pri CFI VLAN Identifier

Reti di Calcolatori - 124

Tagged VLAN

DA	SA	Tag	Type / Length	Data	FCS
6	6	4	2	Up to 1500	4
bytes					

TPID	Priority	CFI	VID
16	3	1	12
bits			

Tag Control Information (TCI)

Tag Protocol Identifier (Typically 0x8100 or 0x9100 or 0x9200)

802.1p priority levels (0 to 7)

Canonical Format Indicator (0 = canonical MAC, 1 = non-canonical MAC)

Unique VLAN identifier (0 to 4095)

Reti di Calcolatori - 125

Tagged VLAN

Reti di Calcolatori - 126

VLAN

System Switching Routing QoS Security Monitoring Maintenance Help

VLAN STP Multicast Address Table Ports LAG

Basic

Advanced

VLAN

Configuration

VLAN Membership

VLAN Status

MAC Based VLAN

Port PVID

Configuration

Port DVLAN

Configuration

Protocol Based

VLAN Group

Configuration

Protocol Based

VLAN Group

Membership

GARP Switch

Configuration

GARP Port

Configuration

VLAN Membership

VLAN ID: 200

VLAN Name: vlan200

VLAN Type: Static

Group Operation: Untag All

Untagged Port Members

Tagged Port Members

Unit 1

Port	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								
31																								
32																								
33																								
34																								
35																								
36																								
37																								
38																								
39																								
40																								
41																								
42																								
43																								
44																								
45																								
46																								
47																								
48																								
49																								
50																								
51																								
52																								