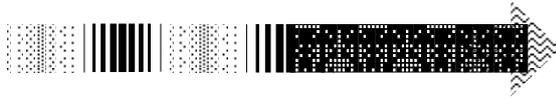


Introduzione agli standard numerici per la rappresentazione dei media

(con cenni alla compressione)

Igino Manfre'
 Consulente in tecnologie televisive
igino.manfre@gmail.com



La TV come servizio ...

La televisione e' percepita come un servizio simile alla energia elettrica o l'acqua potabile: e' normale che esca acqua dal rubinetto (da noi), come che una presa di corrente eroghi energia: e' normale che se accendo la TV ci sia qualcosa da vedere.

Migliaia di canali, da tutto il mondo in tutte le lingue. Entertainment ?

Sarebbe molto grave se cio' non accadesse.



Differente e' se una sera ci si accorge che l'ADSL non va ... pazienza, mi vedo un film in TV.

Il problema dei nuovi modelli di distribuzione e' che potra' venire a cadere la certezza che ci sia da vedere qualcosa in TV.

le funzioni nel mondo del broadcast (2)

differenza operativa tra telecomunicazioni propriamente dette e mondo broadcast.

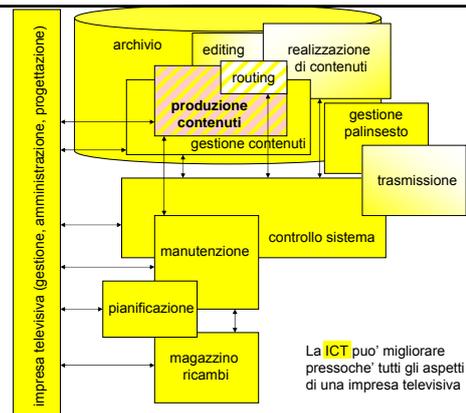
telco:
servizio



broadcast:
contenuto



...perche' oggi tutto e' informatizzato



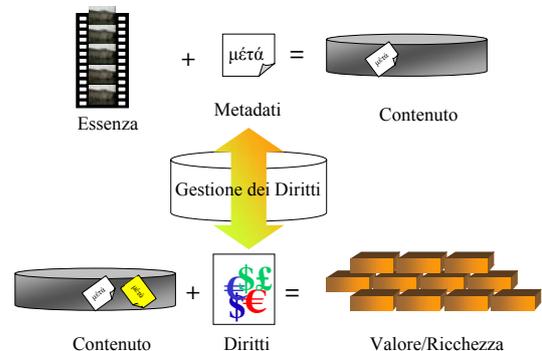
l'uomo e i metadati

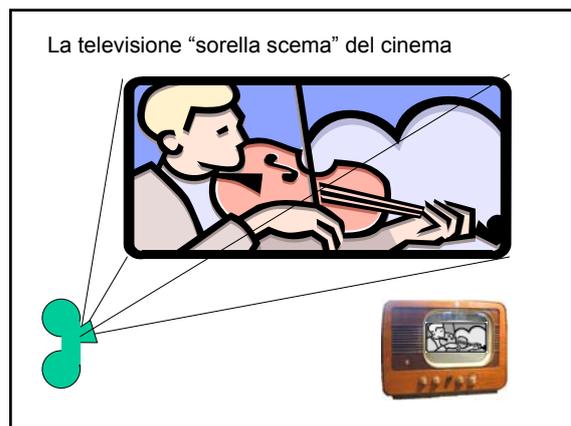
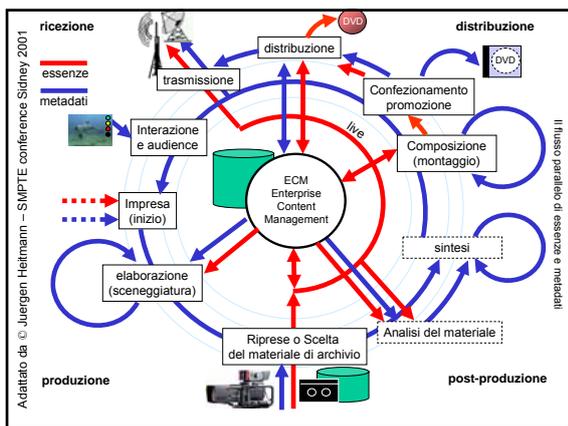
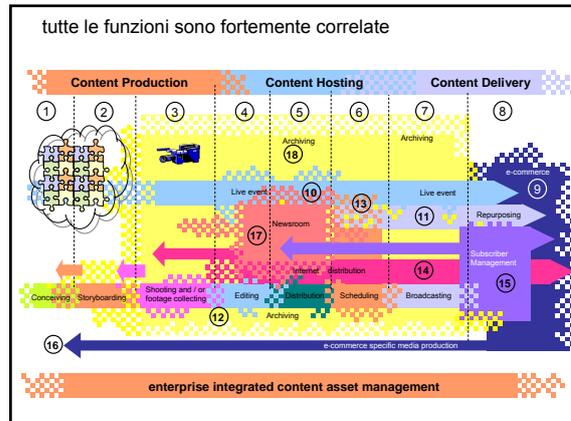
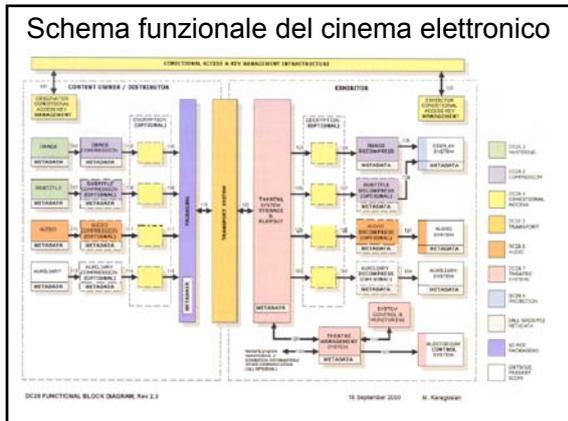
Metadato e' un termine dalle origini classicissime: i dati di sopra. Come la posizione occupata da una parte dei libri di Aristotele ha dato il nome alla metafisica, una etichetta applicata sopra ad una scatola di pellicola, ha definito il metadato.

Li si puo' chiamare come si vuole, farci quello che si vuole, ingigantirli a piacimento, ma sono *anche* quello.



Le relazioni fondamentali del broadcast

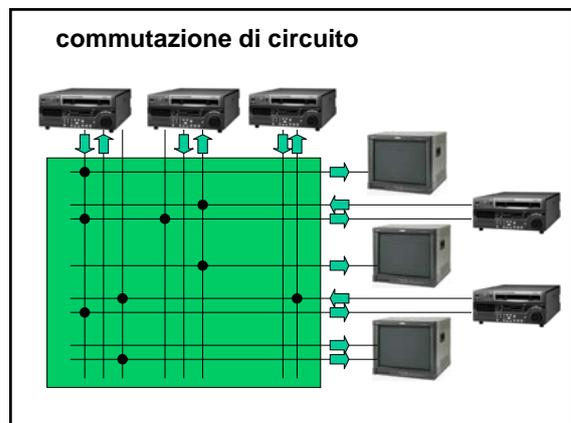




Schema forse

ma basilare per comprendere molte cose di come si lavora nei media.

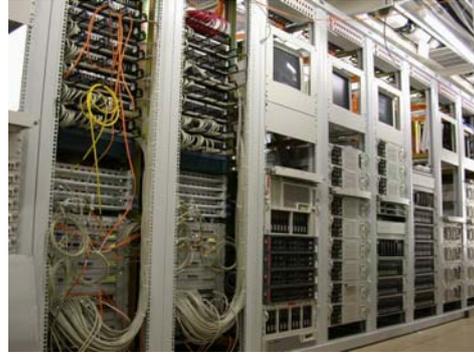
Quindi daremo una occhiata a come e' fatta / come si fa



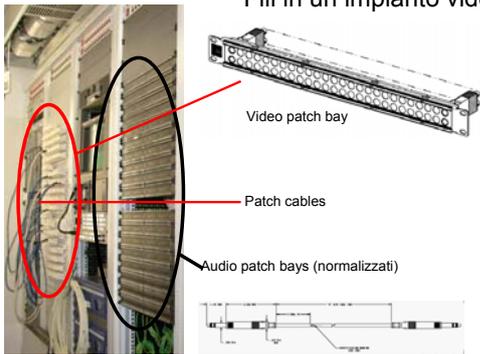
commutazione di pacchetto (circuiti virtuali)



La tana del lupo: un impianto video.



Fili in un impianto video

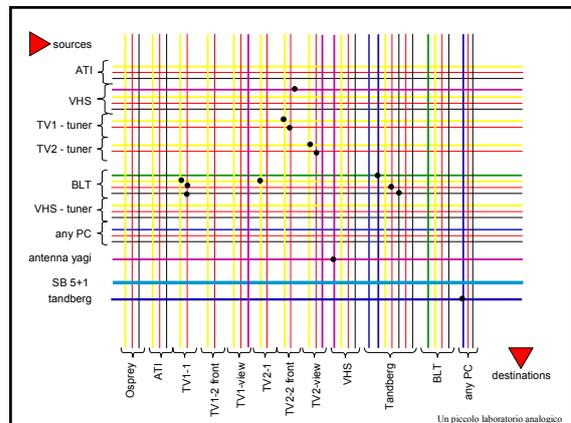


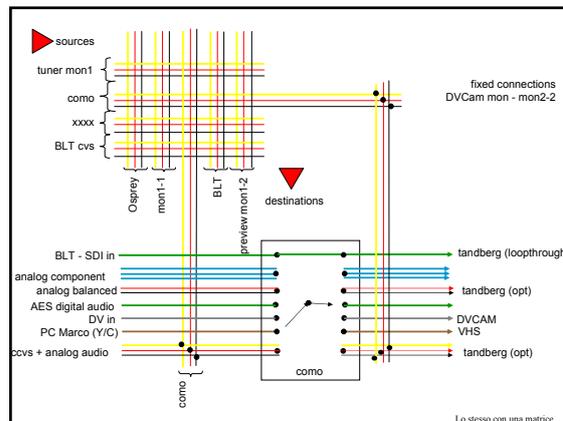
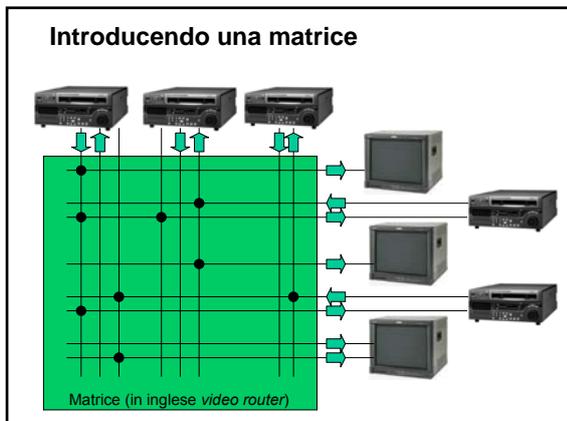
Regia di un telegiornale



Video mixer

Il controllo camere di uno studio





Nomi e regole: segnali e connettori

Dominio Analogico	Interconnessioni
RGB	BNC
Component	XLR
Y/C	DB9 /RS422
Composite	Firewire
Key	Pin jack / RCA /cinch
Genlock	
Dominio Digital – wrappers	
SDI	
SDTI	
MXF/IMX	
AAF	
ASI	
AES/EBU (incl wordclock)	
SPDIF	
Firewire	

Mele, Pere e Arance, tutti frutti ma differenti.
 Abitualmente **non** possono essere mescolati, anche se trasportano la stessa essenza. Al massimo mutuamente convertiti (occhio al 2° principio della TD)

Analogico

Fino a 40 anni fa lavorare con segnali campionati era una sfida. Il teorema di Shannon era poco piu' che un oggetto di studio.

Di questi tempi di ruggente digitalizzazione, la televisione e' ancora piena di segnali ed apparecchiature analogiche: trasduttori (microfoni e telecamere) sono ancora largamente analogici...

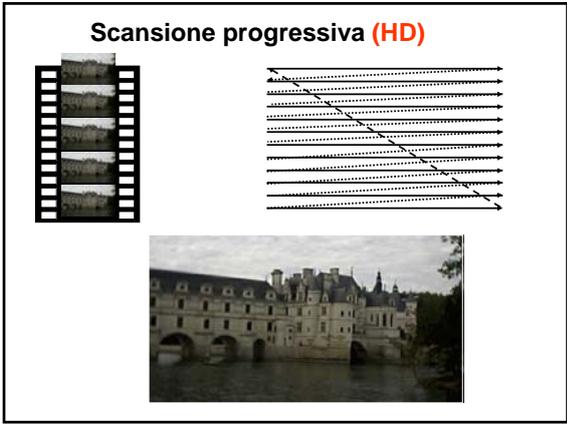
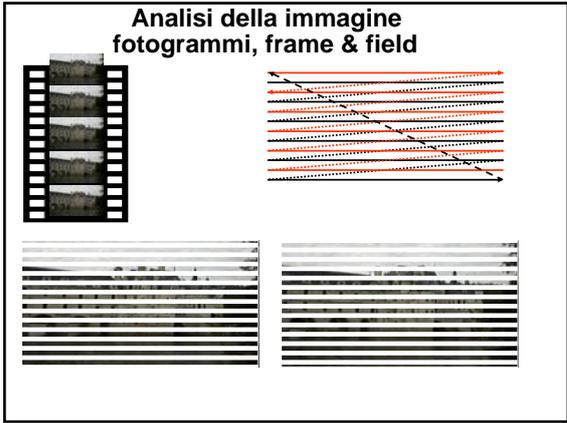
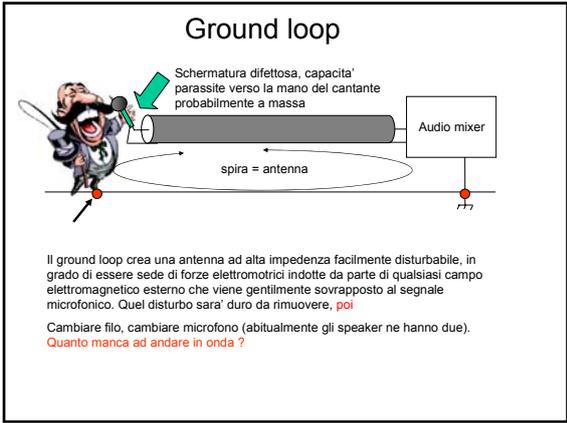
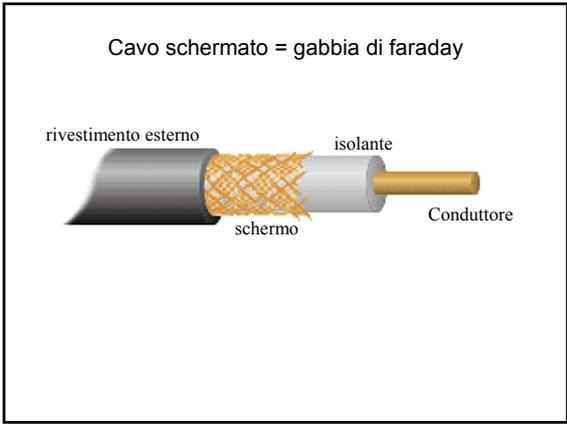
segnali analogici e digitali: perche' digitale ?

Le telecomunicazioni hanno utilizzato fino a 30 anni fa segnali analogici. Da circa 30 anni tutto si sta muovendo verso il digitale. Perche' ?

- in digitale si possono utilizzare circuiti con la stessa componentistica sviluppata per i computer: piu' compatta, modulare, programmabile, economica perche' diffusa grazie alla sua interdisciplinarieta'.
- in digitale si riesce a sfruttare meglio lo spazio elettromagnetico: comprimendo i segnali digitali si riesce a metterne diversi su una singola portante.

Ad esempio il digitale terrestre a parita' di qualita' permette di diffondere 5-6 programmi diversi sulla stessa frequenza che trasporta un solo programma televisivo analogico.

- la digitalizzazione e' un presupposto per la **convergenza** delle piattaforme di elaborazione dati con quelle di produzione e diffusione dei media.

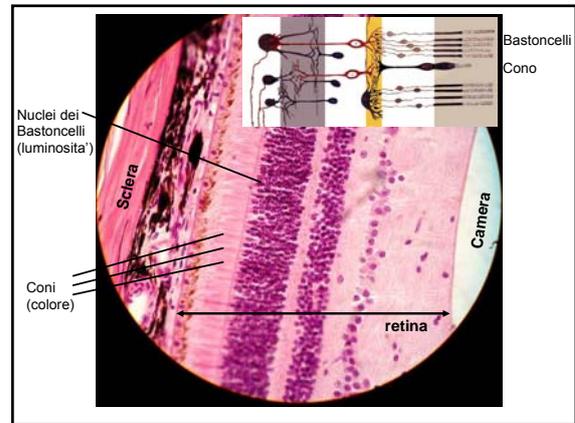


l'occhio e' meno sensibile al colore

16 milioni di colori (1254 KB)
(In realta' 132945 colori diversi)

256 colori (420 KB)

238 toni di grigio (420 KB)



Gamut

L'area colorata – detta **gamut** – e' il luogo delle lunghezze d'onda percepite dal sistema visivo umano (HVS) e che quindi genera uno stimolo. Sul bordo del gamut e' indicata la lunghezza d'onda (e' la tinta, hue in inglese). La saturazione e' associabile invece la distanza radiale dal bianco centrale. Ortogonale (verso di noi) al piano del gamut, c'e' l'asse della luminanza.

fuorisca: super nero

Questi sono due legalizer software

Vettorscopio e waveform

bit, Byte, multipli e flussi

1 bit e' l'unita' elementare di informazione binaria e' legato ad una variazione (accesso/spento, SI/NO, 0/1, alto/basso, cambia/non cambiare)

Multipli
 Kilobit (Kb) = 1.024 bit = 2^{10} bit
 Megabit (Mb) = 1024 Kb = 1.048.576 bit = 2^{20} bit
 Gigabit (Gb) = 1024 Mb = 1.048.576 Kb = 1073741824 bit

Attenzione ora sono stati introdotti i Kibi, base 1024

il bit ed i suoi multipli nell'unita' di tempo sono utilizzati nel dimensionamento dei collegamenti trasmissivi: bit, b/s o bps; Kbit, Kb/s o Kbps ...

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

un Byte e' composto da 8 bit

1 Byte e' l'unita' pratica di informazione, perche' un carattere alfabetico e' rappresentato da 1 Byte
 $A = 10000000$; $C = 10000010$

La capacita' di storage e' misurata in Byte e nei suoi multipli

KiloByte (KB), 1.024 Byte
 MegaByte (MB), 1.048.576 Byte
 GigaByte (GB) 1.073.741.824 Byte
 TeraByte (TB) 1.024 GB
 PetaByte (PB) 1.048.576 GByte

Attenzione ora sono stati introdotti i Kibi, base 1024

Un film su DVD ben codificato occupa circa 8 GByte

Bit nel tempo

il bit ed i suoi multipli nell'unita' di tempo sono utilizzati nella caratterizzazione dei collegamenti trasmissivi:

bit/secondo, b/s o bps

Kilobit/secondo, Kb/s o Kbps ... su rame

Megabit/secondo, Mb/s o Mbps su rame o fibra ottica

Gigabit/secondo, Gb/s o Gbps su fibra e rame

collegamento modem a 56 Kbps

linea ASDL a 1 Mbps

ethernet 10/100 Mbps [lordi]

fibra ottica a 622 Mbps

Gigabit ethernet (1 Gbps [lordi], 1000 Mbps [lordi])

Attenzione ora sono stati introdotti i Kibi, base 1024

varie risoluzioni

grandezza naturale



600 dpi

150 dpi

300 dpi

su uno schermo SVGA 800x600 14"

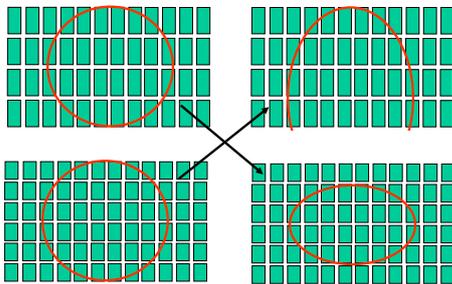
Con altro punto di vista,

a 600 dpi...

dimensioni reali



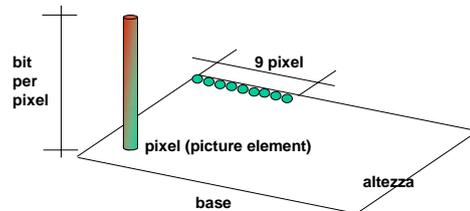
e' come avere a che fare con un biglietto da 10 € grande come un poster, 6 volte lo schermo



Per la presenza di spazi tra i pixel della scansione si puo' assumere Che il pixel nel video e' rettangolare. In ambiente pc (progressivo) E' circolare, Se non ci si pensa potra' accadere qualcosa del genere

Bit e pixel

una immagine viene suddivisa in "pixel" o punti (dot) contenenti informazione visiva. Piu' pixel significano piu' dettaglio. La densita' lineare di pixel si misura in pixel per pollice (DPI, dot per inch) o linee per millimetro (lpm) (lpm = DPI / 25,4, poco diffuso) Maggiore e' il numero di bit assegnati ad ogni pixel, maggiore la quantita' di diverse tonalita' di luminosita' rappresentabili

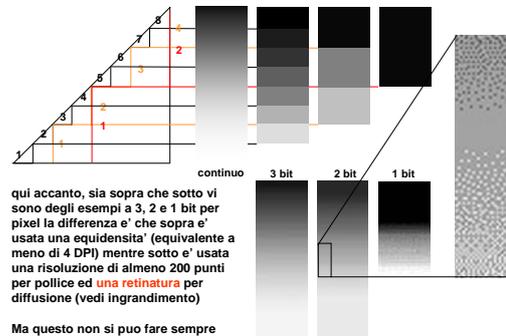


Capacità e informazione

floppy disc	1,44 MB
CD-R ("74" o "80" minuti)	650 o 700 MB
DVD	4,7 o 9 GB
Blue Ray	18 GB
Hard Disk	fino a 1TB
cartuccia debitrice	fino a 400 GB
cassetta dati debi-ricevitrice	300 GB
di dischi in array	decine di TB
libreria a cassette	centinaia TB
grossi sistemi di piu' librerie	decine PB

1 frame HD (1920x1080, 16 bit per pixel YUV) sono circa 4 MB
 1 frame SD PAL (720x576, 16 bit YUV) sono 830 KB

campionamento



Film e sensori

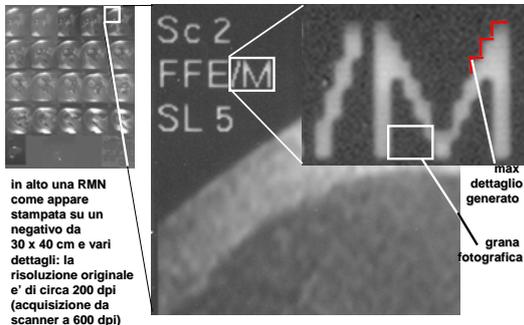
una pellicola fotografica 400 ASA (sensibile) ha una risoluzione di 4000 punti per pollice (240 linee per millimetro su una 35 mm), ogni grano di emulsione riesce a memorizzare circa 4000 diversi livelli di grigio con scala tipicamente logaritmica. La pellicola a colori sono tre strati: RGB o YMC

La digitalizzazione comporta inevitabilmente una perdita di dettaglio. 12 bit per pixel permettono di rappresentare fino a 4096 diversi livelli di grigio, ma per rappresentare tutta l'informazione (tre colori) ne servono 36

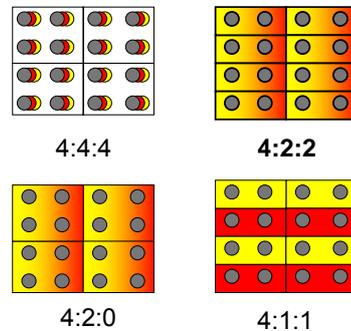
La risoluzione della pellicola e' data dalla dimensione dei cluster di sostanza sensibile. Al limite una molecola, ma la sensibilita' e' molto bassa.

Le decine di Megapixel dei migliori sensori, servono arrivare all'ordine di grandezza della pellicola (48 Megapixel).

Aliasing



Spazi cromatici

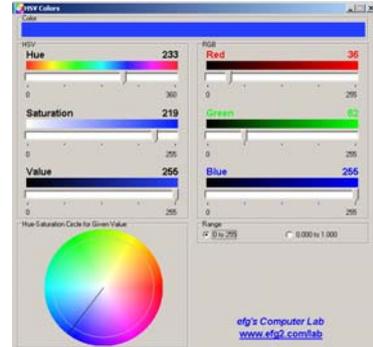


RGB

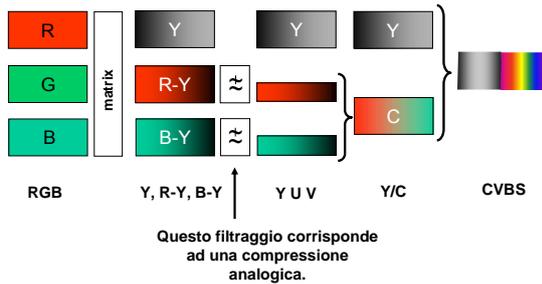
E' il segnale analogico prodotto dalla camera che porta i tre colori primari. Viaggia su tre coassiali (triaux)

La banda di ogni segnale prodotto da un CCD e' nell'ordine dei 20 MHz

Tool interessanti in rete

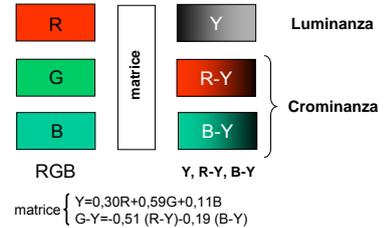


La gerarchia della banda



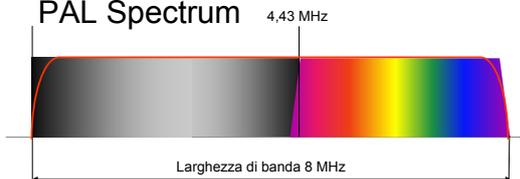
Component

E' il segnale ottenuto dal processamento dell'RGB per ottenere qualcosa che si adatti meglio al modo in cui l'umano percepisce le immagini, facilitandone il trattamento.



HSV (hue saturation value) delle immagini statiche e' detto Y, R-Y e B-Y

PAL Spectrum



La presenza del croma all'estremo superiore della luminanza e' la ragione per la quale una immagine in bianco e nero con contenuto frequenziale elevato (dettagli minuti) risulta disturbata da un rumore "colorato" detto "moiree effect"



La chiave

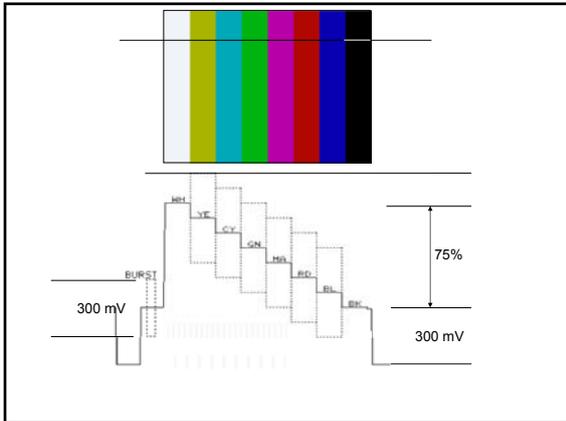


Girato

la sua chiave

Risultato

Adattato dal website della Matrox (www.matrox.com)



Y/C

Nel segnale Y/C (detto anche "Super video"), la crominanza e' mantenuta come segnale separato, cosi' l'effetto moire' e' virtualmente impossibile.

Il segnale Y/C usa abitualmente un connettore mini-din (simile a quello del mouse o della tastiera PC).

L' Y/C era usato in ambiente semiprofessionale, ed e' stato soppiantato dal firewire digitale (simile alla USB).

Connettori

Pin-jack (detto jack RCA o cinch)
Non usato in ambiente professionale

BNC (Bajonet Neil Concelman)
E' il connettore per cavo coassiale (questo e' un maschio)

Connettore audio XLR per linee bilanciate

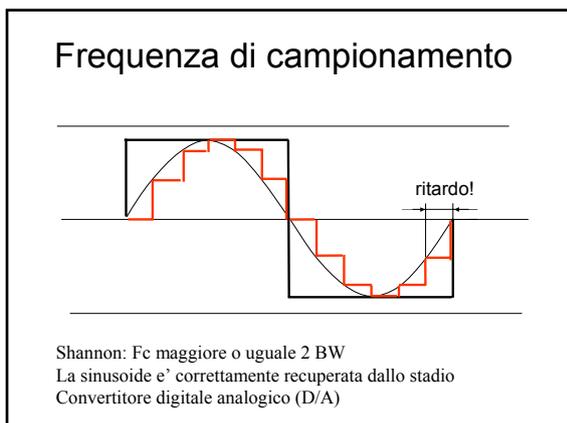
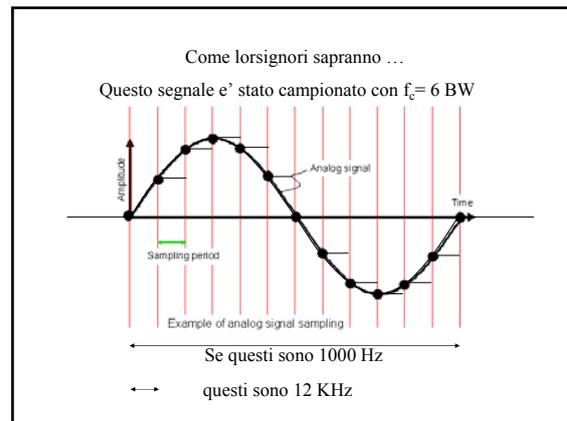
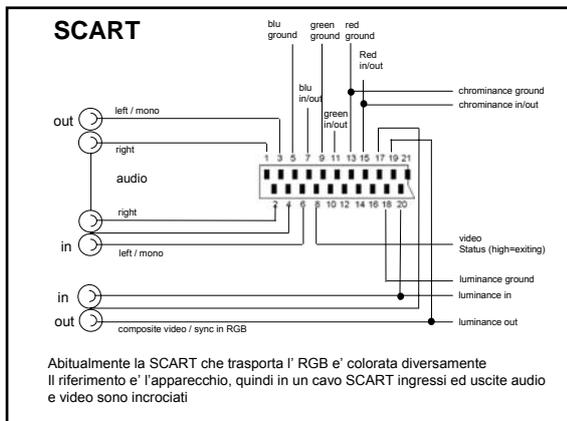
Digitale o analogico, la interconnessione fisica tra due apparecchiature video e' effettuata attraverso un cavo coassiale (RG59, 75 Ω di impedenza) terminato con dei BNC

BNC = Bajonet Neil Concelman (1941)

L'impedenza non si studia solo a scuola

a small video plant

(scart to pin-jack input converter)



Calcolo del complemento a uno

Per trovare la rappresentazione in **complemento a uno** si invertono semplicemente tutti i bit della parola.
 Facciamo un esempio. Prendiamo il numero 10 rappresentato su 8 bit in base 2:
 0000 1010 (10)
 Il suo complemento a uno sarà:
 1111 0101 (-10)
 Per calcolare il suo valore assoluto, quindi positivo in un certo senso, basta invertire di nuovo i singoli bit:
 0000 1010
 ovvero il numero +10

Pero' ci sono due zeri

Calcolo del complemento a due

Per rappresentare il complemento a due di un numero binario se ne invertono, o negano, i singoli bit (operazione logica NOT) e si aggiunge 1 al valore ricavato

Facciamo un esempio rappresentando il numero -5 con 8 bit in complemento a 2:
 0000 0101 (5)
 Partiamo dalla rappresentazione in binario del numero 5. La prima cifra è 0, quindi il numero è sicuramente positivo. Invertiamo i bit: 0 diventa 1, e 1 diventa 0:
 1111 1010
 A questo punto abbiamo ottenuto il complemento a uno del numero 5; per ottenere il complemento a due aggiungiamo 1 a questo numero:
 1111 1011 (-5)
 Il risultato è un numero binario con segno che rappresenta il numero negativo -5 secondo il complemento a due. Il primo bit, pari a 1, evidenzia che il numero è negativo.
 Il complemento a due di un numero negativo ne restituisce il numero positivo pari al valore assoluto: invertendo i bit della rappresentazione del numero -5 (sopra) otteniamo:
 0000 0100 Aggiungendo 1 otteniamo:
 0000 0101

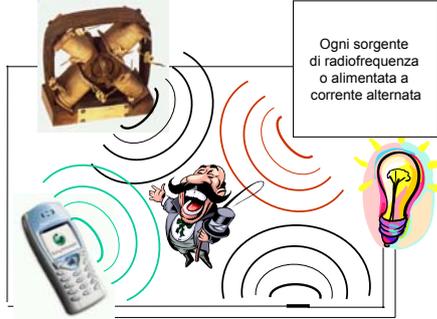
0 1 1 1 1 1 1 1 +127d

 0 0 0 0 0 0 0 0 0d
 sottraendo 1
 1 1 1 1 1 1 1 1 -1d
 sottraendo 1
 1 1 1 1 1 1 1 0 -2d
 sottraendo 1
 1 1 1 1 1 1 0 1 -3d

 1 0 0 0 0 0 0 1 -127d
 sottraendo 1
 0 0 0 0 0 0 0 0 underflow

Il complemento a due funziona!
 aggiungendo 1
 0 0 0 0 0 0 0 0 0d
 0000 0011 (+3d)
 1111 1101 (-3d)
 0111 1111 (+127d)
 1000 0001 (-127d)

Nuotiamo nei campi elettromagnetici

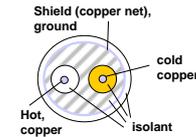


Ogni sorgente di radiofrequenza o alimentata a corrente alternata

Audio

L'audio analogico e' facilmente disturbato da accoppiamenti elettromagnetici parassiti. Per lavorare meglio, in ambiente professionale si usano linee bilanciate. L'impedenza del cavo audio e' 600 Ω.

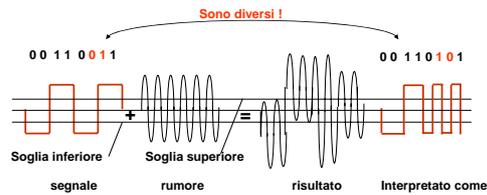
Il pin-jack sbilanciato (detto anche jack RCA or cinch) con la sua alta impedenza (10KΩ) e' adatto all'uso in apparecchiature consumer



XLR audio connector for balanced lines (above male, below female) The cable carry two conductors (hot & cold)

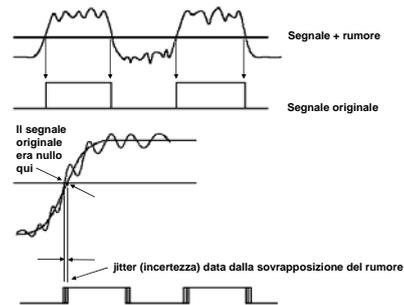
Bilanciato e sbilanciato

Anche se tutto e' sempre piu' digitale, anche i segnali digitali sono analogici e sono soggetti ai disturbi da campi elettromagnetici come l'analogico. Unica differenza e' che la loro soglia e' piu' elevata. (video) L'esempio mostra che puo' succedere ad un segnale digitale in un ambiente rumorosa: cambia il segnale e quindi cambiano anche i numeri...

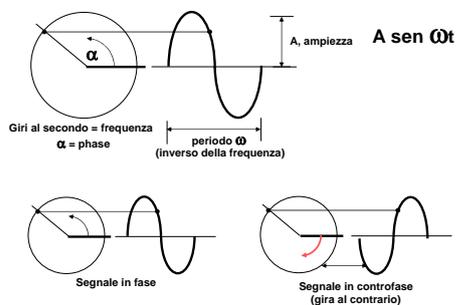


Anche se tutto e' sempre digitale, i trasduttori (come i microfoni) sono analogici quindi, per favore, evitate di entrare in scena con un cellulare acceso.

Ogni rumore influenza il segnale - jitter



Segnali periodici: fase e controfase



Col bilanciamento si attenua l'effetto del rumore ...

Se i segnali sono conferiti due volte nello stesso cavo una volta in fase (detto caldo, hot) ed una volta in controfase (freddo, cold), con un coassiale doppio quindi, saranno probabilmente affetti dallo stesso rumore.



$(A + \text{noise}) - (B + \text{noise})$ B e' uguale ad A ma in controfase
 $(A + \text{noise}) - (-A + \text{noise})$ Il disturbo e lo stesso per i due segnali
 $A + \text{noise} + A - \text{noise} = 2A$

Due circuiti per un solo segnale: Uno al prezzo di due, ma evita il rumore

decibel (dB)

E' un rapporto. Per le proprieta' dei logaritmi, il rapporto e' la differenza dei logaritmi.

Un esempio che non c'entra niente con il video. Se peso il doppio di mia figlia posso dire che il mio peso e' +3 dB rispetto al suo, ma se siamo alti uguali, puo' dire che le nostre altezze differiscono di 0 dB.

Se la sensibilita' di una pellicola raddoppia, il suo indice DIN (ISO) avra' una differenza di +3

Un suono al nostro udito "suona" piu' forte se almeno e' aumentato di almeno 3 dB (non sentiamo variazioni inferiori a +/- 3 dB)

decibel (dB)

Con la calcolatrice,

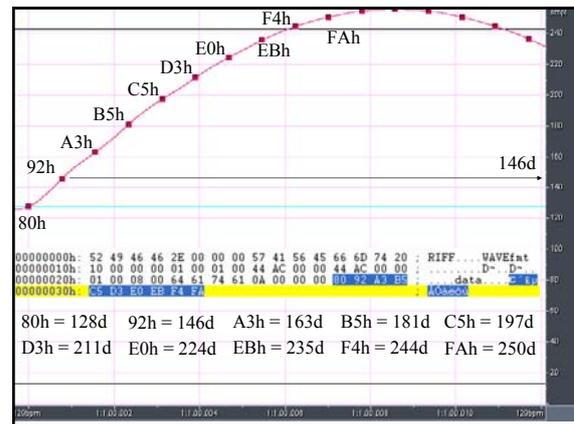
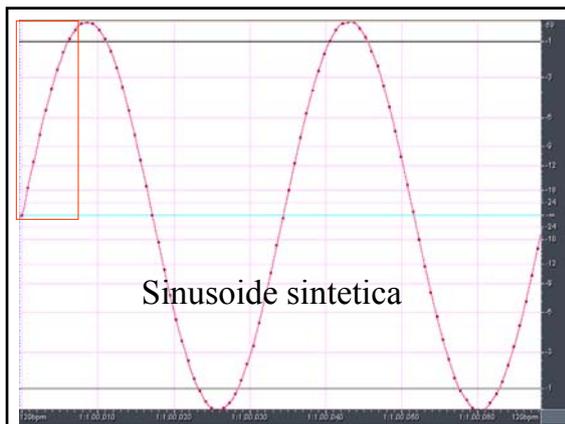
$$20 \log_{10} \frac{V1 \text{ (in volt)}}{V2 \text{ (in volt)}} \quad \text{or} \quad 10 \log_{10} \frac{P1 \text{ (in watt)}}{P2 \text{ (in watt)}}$$

Questo raddoppio suona strano, ma e' dato dalla relazione tra ampiezza e potenza.

Se un amplificatore ha un guadagno di 60 dB significa che emette un segnale 1000 volte quello in ingresso.

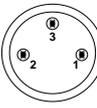
Se il segnale si dimezza "perde" 6 dB

Il dB viene dalle ricerche di psicoacustica, ma ora e' semplicemente un rapporto.



XLR

Vista interna
(Lato saldature)

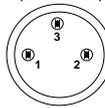


XLR femmina



Vista esterna

Vista interna
(lato saldature)



XLR maschio



Vista esterna

- 1 schermo, massa
- 2 caldo, fase (white, Ve+)
- 3 freddo, controfase (colorato Ve-)

CCIR 601/656 – ITU-T BT601/656 – D1

SDI

Serial Digital Interface

Nomi e soprannomi delle connessioni video **seriali componenti**: 656 contiene le specifiche del trasporto fisico, il 601 quello logico ed elettrico.

AES-3

L' Audio Engineering Society ha introdotto nel 1993 un protocollo per il trasporto dell'audio digitalizzato, comunemente detto AES (o AES-EBU)

L'AES-3 e' adottato in ambiente televisivo professionale utilizzando principalmente campioni da 24 bit con sample rate di 48 KHz ma permette da 32 KHz fino a 192 KHz e sampling rate a 48 e 96 bit. Vi e' una estensione dell'AES-3 che permette l'uso di audio compresso (MPEG-2 audio, Dolby AC3® e Dolby E). L'interfaccia fisica nativa dell'AES-3 e' bilanciata a 110 Ω (con connettori XLR), ma anche via seriale sbilanciato su coassiale terminato in BNC. Fino a 8 segnali AES-3 (16 channels, 8 coppie stereo) possono essere incluse (multiplexate) cosi' come sono nel trasporto SDI, oppure 53 coppie di canali in AES-3 possono viaggiare sul trasporto 656 (interfaccia MADI, coassiale BNC)

S/PDIF

S/PDIF (da Sony/Philips Digital [audio] InterFace), e' una interfaccia seriale **sbilanciata** audio consumer connessa attraverso un a pin jack. S/PDIF e' l'**uscita AC3 (Dolby 5+1) del tuo DVD player** (c'e' quasi sempre), spesso e' ottica.

Da un punto di vista logico e' identica all'AES-3id (sbilanciata), ma la interoperabilita' e' ottenuta a livello hardware (i chip le sanno differenziare). E' pericoloso ricavare dall'AES-3 bilanciata Ip S/PDIF perche' la primo puo' raggiungere i 7 volt (contro gli 0,5 dell'altra). Occhio!

Timecode

E' la piu' semplice cosa del mondo. Malgrado questo e' uno dei concetti piu' diversi tra operatori dei media e informatici.

Il timecode nella televisione (PAL) e' un contatore il cui range va **00:00:00.00 a 23:59:59.24*** (l'asterisco significa secondo field)

I quattro gruppi significano ore, minuti, secondi, frame, abbreviati in **hh:mm:ss.ff**. E' un segnale a banda stretta (9.6 Kbps), distribuito in tre modi:

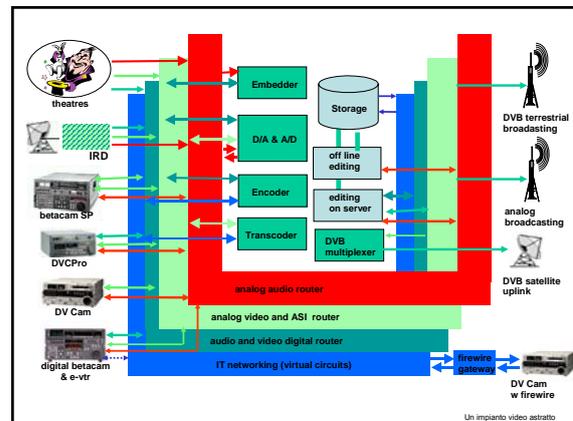
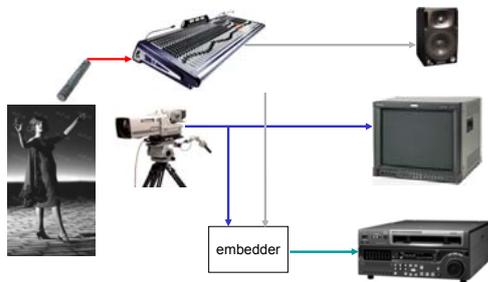
- Come LTC (Linear Time Code anche noto come longitudinale perche' in analogico viene registrato su una traccia audio separata (parallela) ad audio e video.
- Incluso nelle interfacce di controllo delle apparecchiature (RS422).
- Come VITC (Vertical Interval Time Code), incluso nel segnale di ritorno video e sulla riga 21 del teletext o in un campo dell'SDI

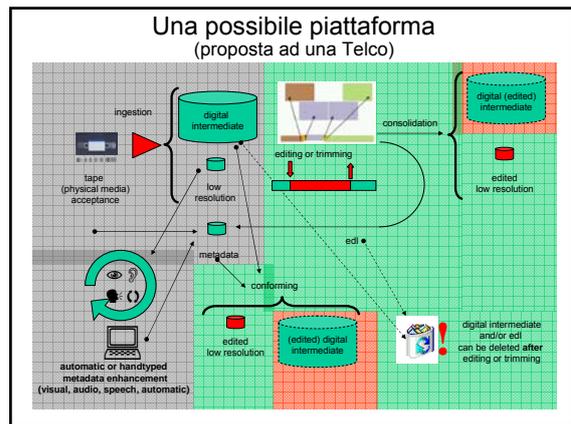
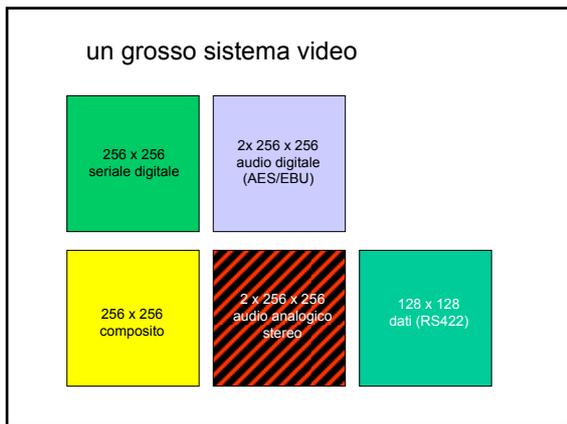
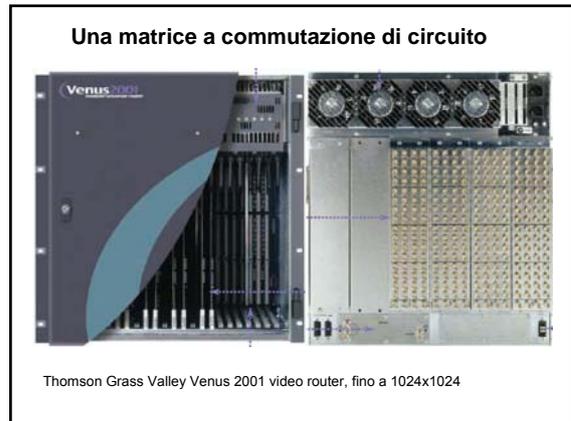
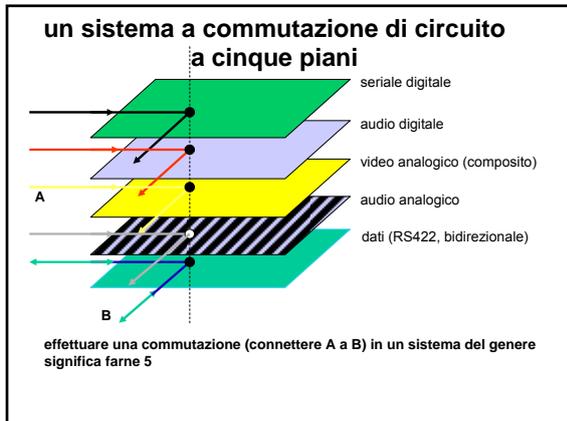


Sincronismo PAL (Black and Burst o B&B)



In una minidv





FIREWIRE – IEEE1394

FireWire sviluppata inizialmente da Apple, e' una connessione di rete seriale ad alta velocita'. Inizialmente a 200 Mbps ora e' a 800 Mbps (1394b), qualcuno parla di 3.2 Gbps

Nei sistemi di produzione e' sbarcata negli anni '90 quando Sony l'ha adottata per la connessione dei registratori e "DV"

Omneon alla fine degli anni 90 ha sviluppato un videosever utilizzando come bus interno il firewire, con non pochi problemi iniziali.

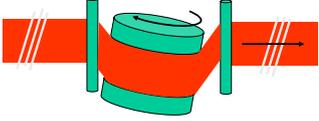
Porte Seriali (RS 232 / RS 422)

La RS 232 e' sbilanciata, la RS 422 e' bilanciata (e' una "4 fili").
Lo standard RS 232 definisce anche l'interconnessione fisica (prese dB9 o dB25). La RS 422 non definisce una interfaccia fisica.
Entrambe possono essere usate per scambiare qualsiasi protocollo.
Le apparecchiature broadcast usano il protocollo proprietario Sony su una connessione dB9, disponibile previo non disclosure agreement.

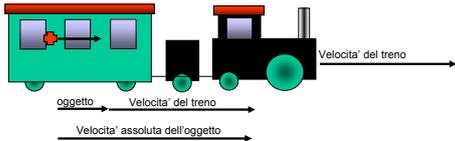
Transmit Receive

A livello fisico si noti che le apparecchiature ai capi di una RS422 sono un "master" e uno "slave", ma le necessarie inversioni sono fatte nell'apparecchio quindi il cavo tra i pin 2-3-7-8 deve essere dritto (non servono incroci).
Il 9 e' la massa (solo con funzioni di schermo ma non necessaria nelle connessioni bilanciate)

Registratori video a nastro



La tecnologia helical scan e' stata introdotta dalla Ampex nel 1956, consiste nell'aumentare la velocita' relativa del particolato magnetico attraverso il movimento relativo di testine e nastro, con velocita' risultanti di diversi metri al secondo. (non gettate oggetti dal finestrino!)



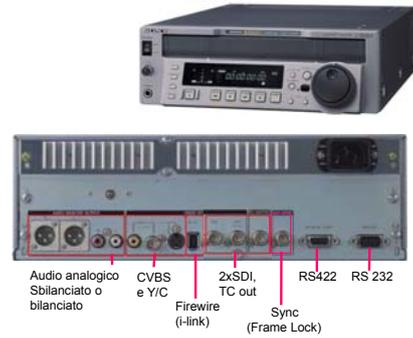
Betacam, per gli amici, beta



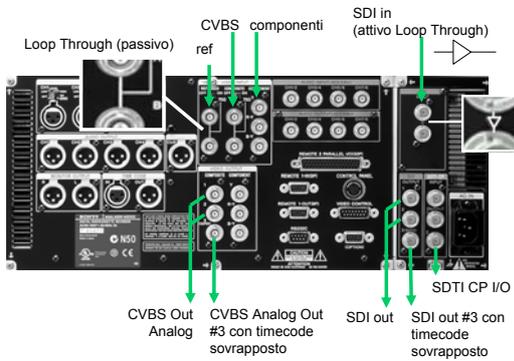
Betacam DVWM2000 - digibeta

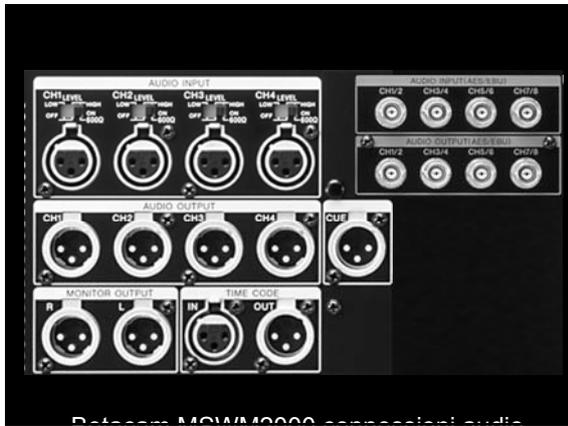


SONY J30-SDI low cost IMX



Connessioni di un betacam MSWM2000 (video)





Betacam MSWM2000 (audio analogo)

input (femmine XLR) 4 canali

output (maschi XLR) 4 canali + cue

timecode input (femmina) e uscita (XLR maschio)

audio monitor output (XLR maschio, 2 canali)

betacam MSWM2000 (audio digitale)

4 ingressi stereo sbilanciati (2 per ogni BNC)

8 canali di uscita su 4 BNC

Panasonic DVCPro

AJD960 DVCPro50

AJHD1700 DVCPro100 HD

Panasonic P2
Solid state

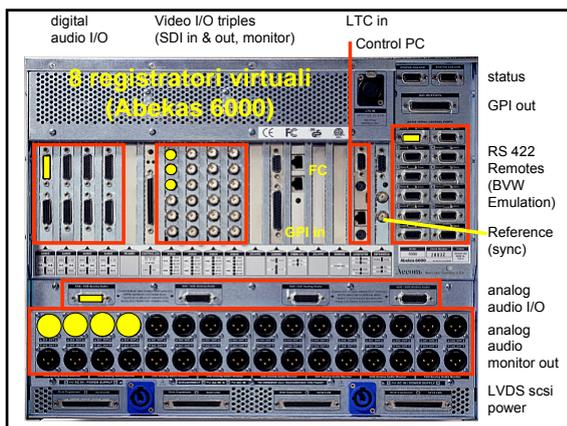
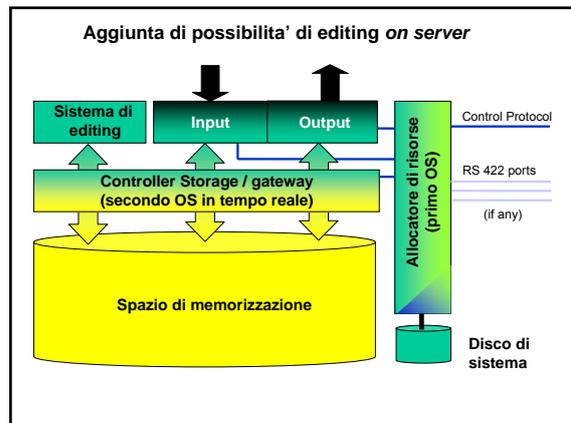
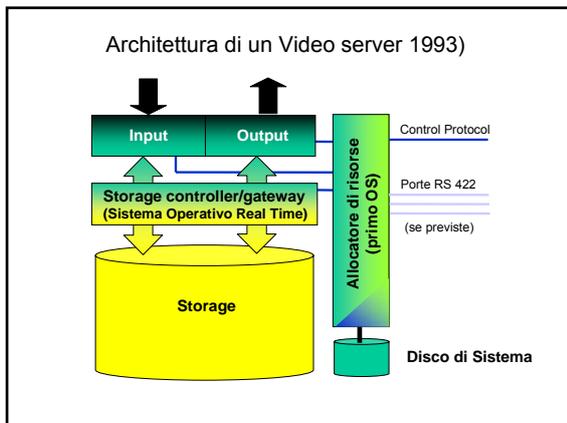
30,000 times insert/removal connector reliability

Write protect / Memo space switch

Aluminum diecast case

Card serial Number

Sony XDCam: Blue DVD recorders & players



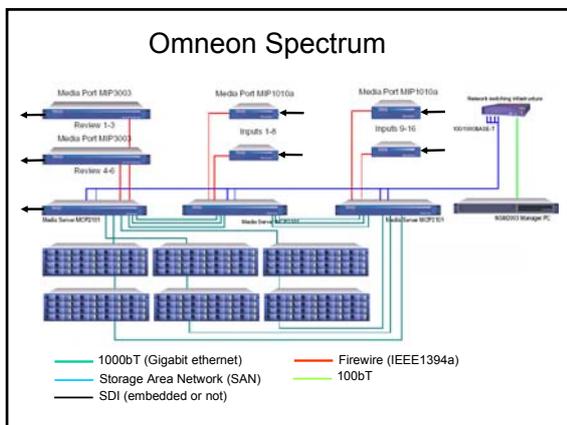
Il Tektronix Profile

E' stato per lungo tempo "il" videoregister.

E' stato il primo videoregister a raggiungere una considerevole diffusione.

Come tutti i primi videoregister aveva due sistemi operativi, NT3.51 per gestire l'interfaccia utente, ed un OS realtime (su architettura Intel RISC i960) dedicato al video.

4 canali, JPEG in seguito DV ed infine MPEG, il primo ad essere stato connesso (e con che difficolta') al fiber channel...



BLT DDR & RUS

Gli slomo dei successi della Ferrari o i replay del calcio trasmessi da RAI sono realizzati all'80% con queste macchine.

Sono progettati e prodotti in Versilia. E non e' uno scherzo di carnevale.

Sono videoregister motion JPEG videoregister con ingressi ed uscite SDI (o component o composito). La macchina piu' piccola e' a due canali: uno scrive e contemporaneamente l'altro legge i dati appena scritti. Il modello piu' grande registra il segnale fino a 6 volte piu' veloce del tempo reale (prodotto da apposite telecamere) per realizzare lo slomo.

Recentemente e' stato prodotta la versione HD (1080i) in JPEG2000.

Le foto mostrano il controller RUS.

