

Il mondo digitale

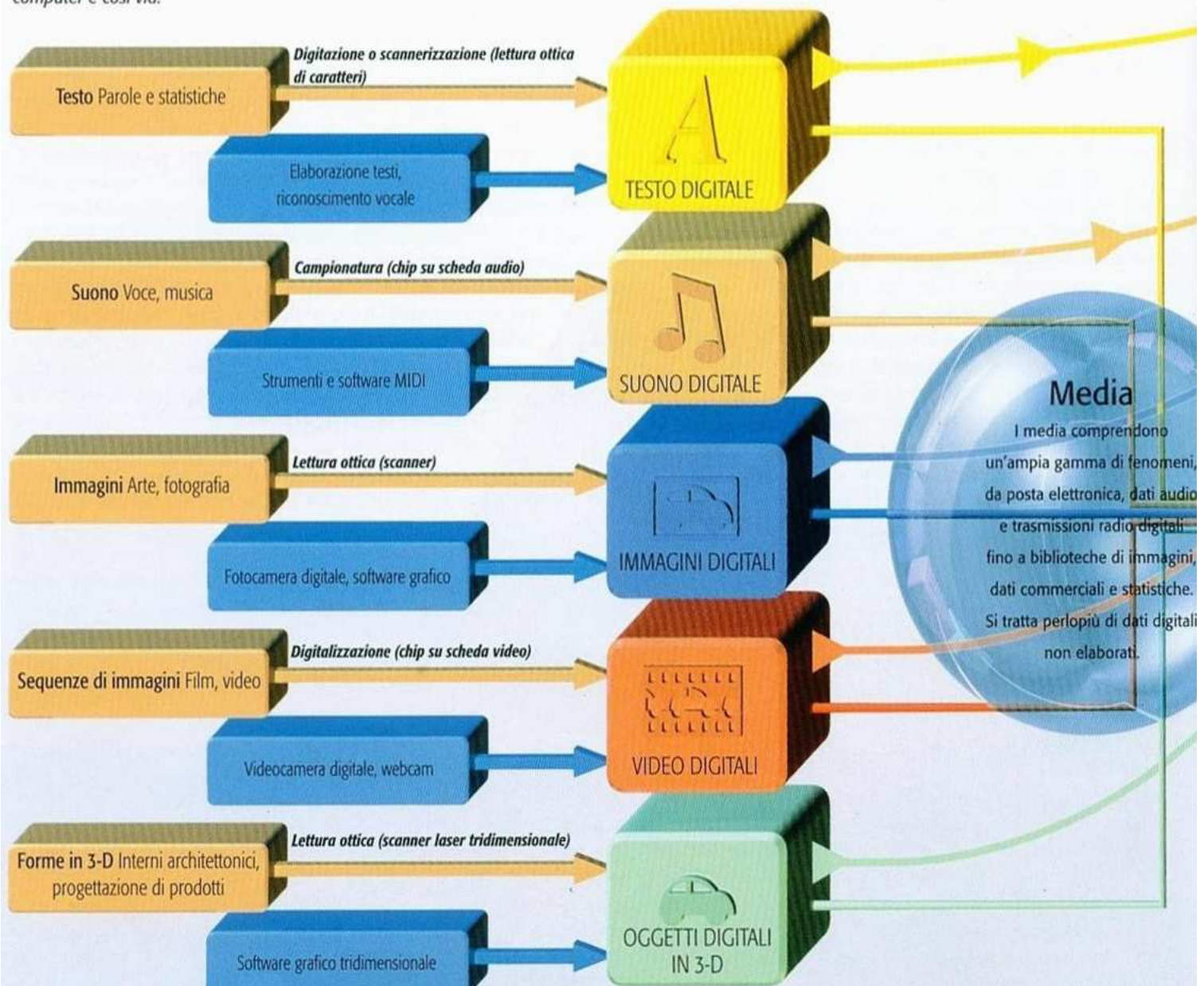
La capacità di codificare qualunque tipo di informazione sotto forma di sequenza di cifre binarie (bit) ha rivoluzionato a partire dagli anni Ottanta il modo di comunicare, scambiarsi informazioni, comprare e vendere merci, creare opere d'arte e spettacoli e perfino produrre oggetti. In tutto il mondo, ogni secondo vengono create ed elaborate grandi quantità di dati digitali.

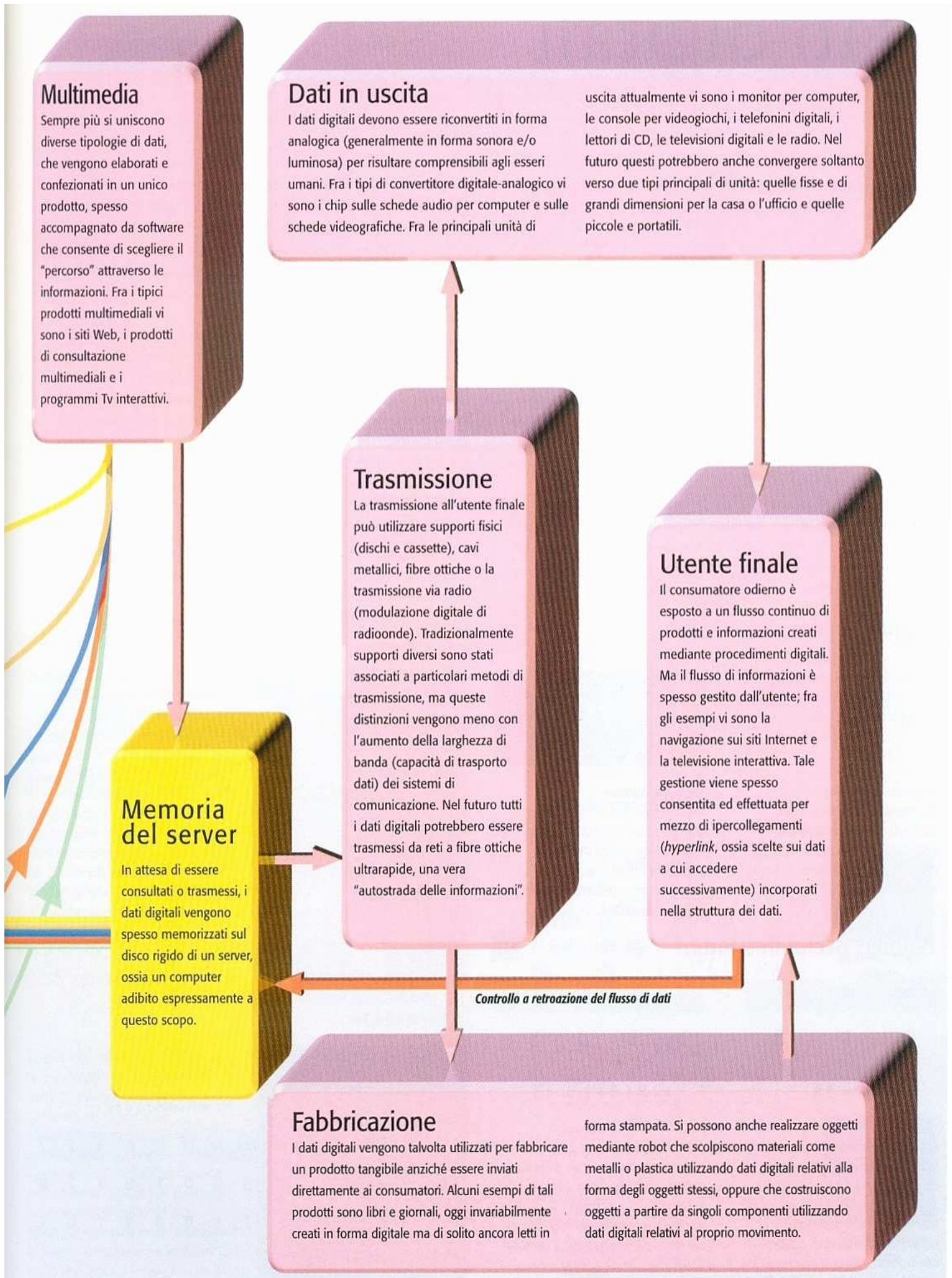
Tipologie di dati Le informazioni che possono essere digitalizzate rientrano in cinque categorie principali. Per ciascuna categoria esiste un convertitore analogico-digitale, fra cui quelli utilizzati in lettori ottici, schede audio per computer e così via.

Creare dal nulla dati digitali Inoltre esistono vari dispositivi e software per creare nuovi dati digitali.

I diversi prodotti e mezzi di informazione che vengono creati a partire da dati digitali rivestono una varietà di forme e di scopi e comprendono qualunque cosa, dai prodotti per la didattica e il divertimento alle banche dati per il mondo del lavoro e ai modelli di ambienti tridimensionali. Per spostare queste enormi quantità di dati è in corso una rivoluzione planetaria che riguarda la tipologia e la scala dello hardware utilizzato per i sistemi di comunicazione, e specialmente le reti via cavo e via etere.

Utilizzare i dati Alcuni dati digitali vengono semplicemente memorizzati nel computer di chi li ha creati per un uso personale. Ma grandi quantità di dati vengono create o rese disponibili per essere usate altrove, di solito per scopi didattici, di intrattenimento o commerciali. Queste "informazioni da disseminare" rientrano in due ampie categorie: media e multimedia.





Dati digitali

Il termine digitale, applicato all'informatica o all'elettronica, ha un significato preciso: "codificato in forma numerica". La rivoluzione digitale, che oggi influisce su tanti aspetti della nostra vita, si basa sul fatto che ogni tipo di dati (testi, immagini, suoni, perfino le forme degli oggetti tridimensionali) può essere trasformato in una sequenza di numeri. Sotto questa forma si possono fare cose straordinarie con i dati utilizzando la potenza dei computer.

Prima della diffusione dei computer non vi erano molti motivi per memorizzare i dati in forma digitale. La maggior parte delle informazioni veniva conservata sotto forma di testo stampato e di immagini, forme che risultavano immediatamente comprensibili. Alcuni dati (come le registrazioni audio) venivano conservati come forme d'onda continue in materiali quali il vinile o il nastro magnetico e trasmessi sotto forma di onde elettromagnetiche modulate. I dati in queste modalità vengono chiamati "analogici". Oggi la memorizzazione digitale sta prendendo il sopravvento su

quella analogica. Un motivo è che le informazioni digitali possono essere ridotte a sequenze di dati contenenti appena due valori: 0. Tali sequenze di dati utilizzano un sistema di numerazione chiamato binario, al posto del sistema decimale. I numeri binari sono ideali per la memorizzazione e la trasmissione elettronica di informazioni perché richiedono soltanto due stati alternativi in un circuito elettronico: "acceso" (che rappresenta l'1) e "spento" (che rappresenta lo 0).

Un ulteriore vantaggio dei dati digitali è dato dal fatto che sono relativamente facili da copiare e manipolare e possono essere compressi (ricodificati in modo da utilizzare uno spazio minore sul supporto) con scarsa o nulla perdita di informazioni. Possono anche essere memorizzati e trasmessi utilizzando gli stessi metodi, quale che sia il tipo di dati (testo, suono, immagine o altre forme). Per essere comprensibili e utilizzabili da parte degli esseri umani, però, le informazioni devono essere riportate alla forma analogica. Ciò si ottiene mediante un tipo particolare di strumento informatico chiamato convertitore digitale-analogico, che si trova sulle schede audio e grafiche dei computer.

Segnali analogici e digitali



Segnale analogico

Un segnale analogico, come un'onda sonora, è continuo. I dati venivano tradizionalmente memorizzati e trasmessi in forma analogica.

```
1010011101111010100001000
0010001111101010000111000
0001110101001110111101010
0001000111000100010101111
```

Segnale digitale

Un segnale digitale è un flusso di impulsi in un conduttore elettrico o in qualunque altro sistema di segnalazione acceso/spento. Gli impulsi possono avere soltanto due valori: 0 oppure 1.

Numeri decimali e binari

100	10	1
0	1	3
= 13		

Numero decimale

In un numero decimale (leggendo da destra a sinistra) la cifra a destra rappresenta le unità, quella successiva verso sinistra rappresenta le decine, quella ancora successiva le centinaia e così via. Per cui 13 significa $(1 \times 10) + (3 \times 1) = 13$.

8	4	2	1
1	1	0	1
= 8+4+1 = 13			

Numero binario

In un numero binario la cifra a destra rappresenta le unità, la cifra successiva rappresenta i 2, quella ancora successiva i 4 e così via. Per cui nel sistema binario 1101, che significa $(1 \times 8) + (1 \times 4) + (0 \times 2) + (1 \times 1)$.

Bit e byte

In un numero binario ciascuna cifra è chiamata cifra binaria, in inglese *binary digit*, abbreviato *bit*. Per cui un numero binario a 4 bit può andare da 0000 (0 in cifre decimali) a 1111 (15 in cifre decimali). In pratica, i computer moderni gestiscono dati in blocchi chiamati "byte" che hanno una grandezza minima di 8 bit. Molti computer utilizzano byte a 16 bit, 32 bit o perfino 64 bit. Alcuni esempi di numeri binari a 4 bit e a 8 bit sono illustrati qui sotto.

NUMERI DECIMALI

NUMERI BINARI A 4 BIT

	8	4	2	1
9 = 8+1=	1	0	0	1
11 = 8+2+1=	1	0	1	1
15 = 8+4+2+1=	1	1	1	1

Numeri binari a 8 bit

	128	64	32	16	8	4	2
22 = 16+4+2=	0	0	0	1	0	1	1
197 = 128+64+4+1=	1	1	0	0	0	1	0
255 = 128+64+32+16+8+4+2+1=	1	1	1	1	1	1	1

Quanto spazio occupa?

I diversi tipi di dati digitali variano notevolmente quanto a spazio occupato. Le quantità approssimate di alcuni tipi di dati che possono essere memorizzati su un

CD-ROM sono illustrate qui sotto. Le immagini, i suoni e in particolare i video digitali occupano molto spazio, e questo può causare problemi con la velocità di

trasmissione, per esempio via Internet. La soluzione principale a questo problema è comprimere i dati per la memorizzazione e la trasmissione.



CD-ROM
650 MEGABYTE

=



DIVERSE GRANDI
ENCICLOPEDIA CON SOLO
TESTO

OPPURE



800 ORE DI
CODICE MIDI PER
STRUMENTI DIGITALI

OPPURE



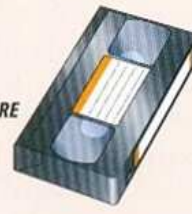
1 ORA DI SUONO
STEREOFONICO
DI ALTA QUALITÀ

OPPURE



600 FOTOGRAFIE DIGITALI
25X18 CM
NON COMPRESSE

OPPURE



1 MINUTO
DI VIDEO NON
COMPRESSO

Come si digitalizzano le informazioni

Vi sono due metodi diversi per produrre dati digitali. Uno è prendere un oggetto da digitalizzare, suddividerlo in minuscoli frammenti, misurare ciascun frammento e registrare tale misura sotto forma di un numero. Più finemente viene frammentato l'oggetto, più è accurata la sua descrizione digitale. Ma l'accuratezza dipende anche dalla precisione del metodo di registrazione: un metodo che utilizzi 24 bit (tre byte) per ciascun frammento è più accurato di uno che utilizzi soltanto 8 bit (un byte). Un secondo metodo è quello della "ricetta", che registra un oggetto, come un brano

musicale o un disegno, sotto forma di una serie di istruzioni in codice digitale per creare l'oggetto. In termini di dimensioni del file, questo è un metodo molto più economico per memorizzare informazioni in forma digitale.

Digitalizzare le immagini

Si può digitalizzare una fotografia suddividendola in migliaia di elementi di immagine (pixel) e codificando il colore di ciascun pixel sotto forma di un numero binario. La versione digitale dell'immagine è chiamata bitmap. Normalmente il colore di ciascun pixel è codificato con tre valori a 8 bit, che rappresentano le quantità relative di luce rossa, verde e blu che una volta miscelate producono tale colore.



IMMAGINE SULLO SCHERMO



Pixel Le immagini digitali di alta qualità utilizzano normalmente 24 bit (3 byte) per registrare il colore di ciascun pixel. Questo metodo fornisce codici per 16 milioni di possibili colori diversi e viene chiamato colore vero o a 24 bit.

Decimale Binario

ROSSO	254	1 1 1 1 1 1 1 0
VERDE	200	1 1 0 0 1 0 0 0
BLU	36	0 0 1 0 0 1 0 0
ROSSO	39	0 0 1 0 0 1 1 1
VERDE	109	0 1 1 0 1 1 0 1
BLU	175	1 0 1 0 1 1 1 1

111111011001000
0010010000100111
0110110110101111

SEQUENZA DI BIT
BINARI

Musica digitale

Si può digitalizzare un suono frammentando e misurando la sua forma d'onda (metodo di campionamento). In alternativa la musica digitale può essere creata con il metodo della "ricetta" utilizzando un'interfaccia digitale per strumenti musicali (MIDI) collegata a un computer. Questo metodo memorizza la musica sotto forma di una serie di codici che rappresentano le note, la loro durata, l'intensità con cui vanno suonate e così via.



TASTIERA MIDI

Binario

DO	Inizio nota	0 0 0 0 0 0 0 1
	Altezza nota	0 0 1 1 1 1 0 0
	Intensità	1 1 0 1 1 1 0 1
	Fine nota	0 0 0 0 0 0 1 0
DO#	Inizio nota	0 0 0 0 0 0 0 1
[diesis]	Altezza nota	0 0 1 1 1 1 0 1
	Intensità	0 1 0 0 1 1 0 1
	Fine nota	0 0 0 0 0 0 1 0

0000000100111100
1101110100000010
0000000100111101
0100110100000010

SEQUENZA DI BIT
BINARI

Il silicio

Gli studiosi suddividono i periodi storici in età definite da un particolare materiale utilizzato in tale epoca: l'età della pietra, l'età del bronzo e l'età del ferro. Nei secoli a venire i nostri discendenti, guardando al periodo fra il secondo e il terzo millennio, lo chiameranno "età del silicio", perché è il silicio a definire la nostra epoca. È un materiale fondamentale nell'invenzione principale del nostro tempo, il microprocessore o "microchip", e il silicio svolge un ruolo fondamentale in molte altre tecnologie moderne, fra cui l'energia solare e l'emergente tecnologia delle comunicazioni chiamata fotonica.

Che cos'è il silicio?

Dopo l'ossigeno, il silicio è il materiale più abbondante nella crosta terrestre, costituendone quasi il 28 per cento della massa totale. Il silicio non si presenta in natura allo stato puro ma si trova in combinazione con altri elementi, di frequente con l'ossigeno sotto forma di biossido di silicio, il componente principale di sabbia e quarzo. I composti di silicio hanno un'ampia varietà di usi industriali, tra cui i più famosi sono la produzione del vetro e



Schemi di circuiti integrati

I progettisti di microchip disegnano i circuiti elettrici su un computer. I molteplici strati di un disegno di circuito vengono stampati su fogli trasparenti per consentire un esame dettagliato. Tali disegni vengono poi utilizzati per realizzare maschere (fogli di materiale opaco utilizzati per schermare zone selezionate di silicio durante la stampa fotografica e l'attacco chimico). Le maschere devono essere allineate con estrema precisione durante il processo di fabbricazione.

Wafer di silicio

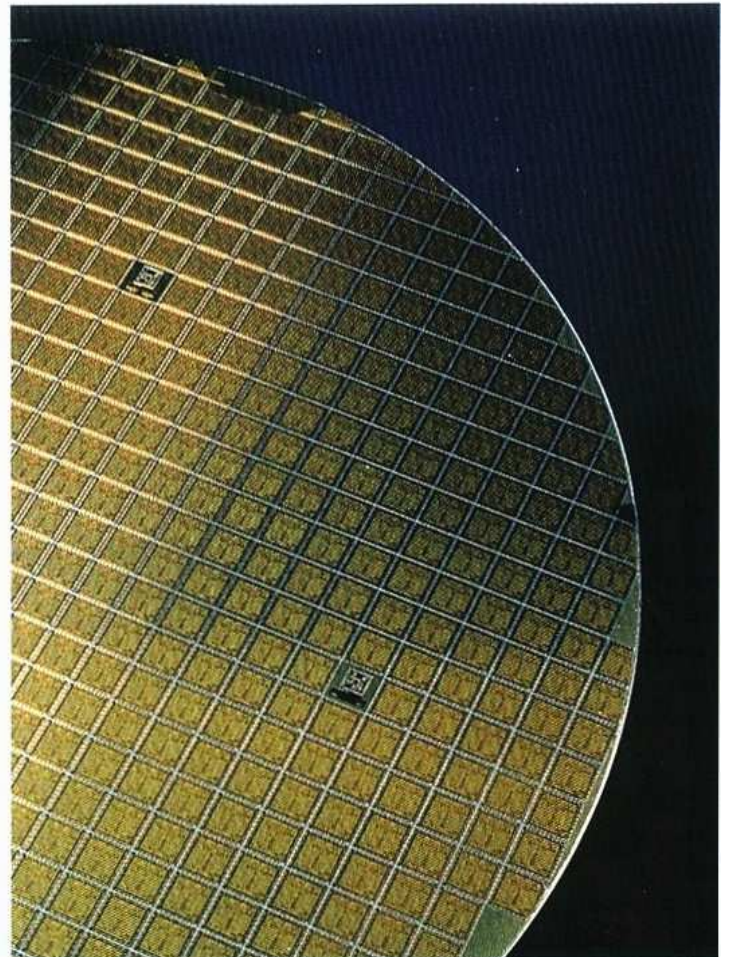
Questo wafer di silicio di 20 cm di diametro, visto sotto la luce di una lampada di ispezione, ha già subito sulla superficie l'attacco chimico con cui sono stati realizzati i circuiti elettrici altamente complessi per i chip che lo compongono. Il wafer è pronto per essere tagliato in circa 600 singoli chip.

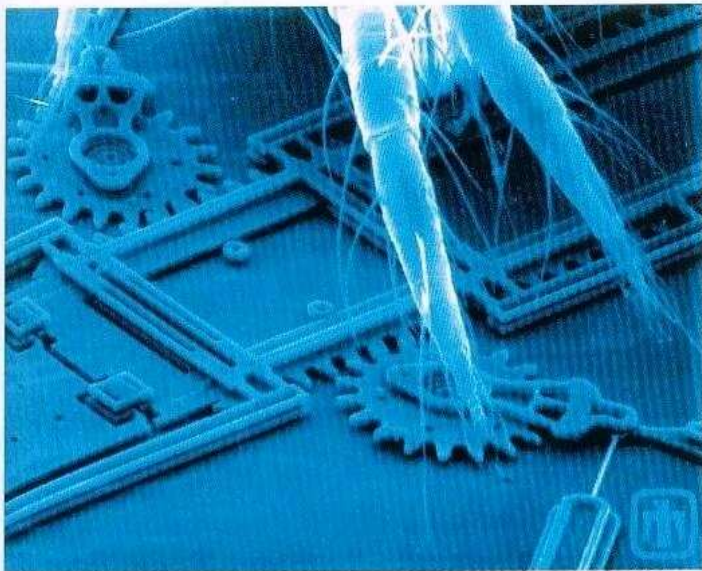
quella dei siliconi, materiali gommosi apprezzati per le proprietà idrorepellenti e termoresistenti.

Il silicio puro è un solido lucente di colore grigio scuro che appare duro al tatto. Al pari di altre sostanze strettamente correlate, come il germanio, è un semiconduttore. Ciò significa che nella sua forma pura, a basse temperature, è un isolante elettrico. Ma se viene riscaldato o mescolato a un'impurità con un procedimento chiamato drogaggio, le proprietà di conduzione del silicio risultano alterate cosicché in certe circostanze una corrente elettrica lo attraversa. Drogato con sostanze come il fosforo, il silicio sviluppa un eccesso di elettroni liberi; viene allora chiamato *silicio di tipo n*. Se viene drogato con altre sostanze come il boro, vi è un eccesso di "lacune" (spazi che attraggono elettroni), il che produce un *silicio di tipo p*. I transistor, componenti fondamentali dei microprocessori e di altre apparecchiature elettroniche, si compongono di strati di silicio di tipo *n* e di tipo *p*.

Chip di silicio

Quando comparvero i primi computer, erano grandi, lenti e costosi. Le cose migliorarono quando si sostituirono le valvole elettroniche con i transistor come dispositivi per controllare il flusso di corrente nei circuiti. Ma non vi furono grandi progressi fino al 1959, quando



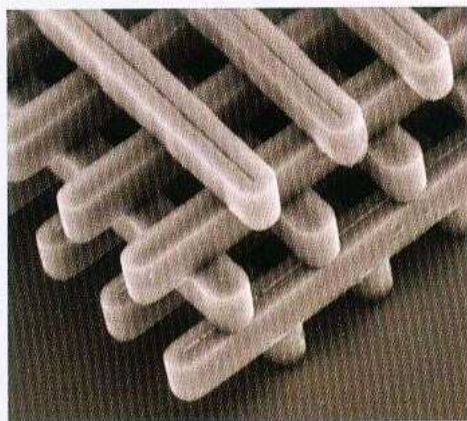


Micromacchine

I procedimenti usati per produrre microprocessori sono stati impiegati anche per produrre micromacchine in silicio, apparecchiature meccaniche su scala analoga. Fra i componenti finora costruiti vi sono accelerometri per attivare gli airbag delle automobili e serrature a combinazione miniaturizzate.

Guidare la luce

Fabbricati a partire da una griglia di minuscole barre di silicio intrecciate, ciascuna profonda circa 0,0012 mm, i cristalli fotonici sono in grado di intrappolare i fotoni ("pacchetti") di luce e di guidarli lungo percorsi specifici e, se necessario, complicati.



si dimostrò che si potevano costruire molteplici transistor sulla superficie di una piastrina di silicio utilizzando varie tecniche di attacco chimico. Questi transistor, composti da minuscole aree di silicio drogato, potevano poi essere collegati mediante piste metalliche depositate sugli spazi della piastrina di silicio. Tale disposizione fu chiamata circuito integrato o chip.

I primi chip di silicio contenevano circuiti elettronici relativamente semplici, ma nel 1971 una ditta produttrice di circuiti integrati chiamata Intel collocò su un unico chip tutti i componenti principali di un piccolo computer. Il risultato, il chip 4004, fu il primo microprocessore del mondo e fu usato per azionare una delle prime calcolatrici elettroniche portatili. Da allora sono state messe a punto diverse serie di microprocessori sempre più potenti, con la tendenza a stipare sempre più transistor su piastrine di silicio sempre più piccole. Il primo microprocessore conteneva 2300 transistor; nel 1999 un microprocessore medio ne conteneva ormai più di 10 milioni.

Come vengono costruiti i chip

La fabbricazione dei chip di silicio è un procedimento complesso.

il silicio deve prima essere ricavato allo stato puro, il che si ottiene fondendo il quarzo estratto dalle miniere e distillandolo fino a eliminare tutte le impurità. Un microcristallo di silicio viene quindi lasciato cadere nel quarzo fuso e agisce da "seme" attorno a cui

crece un cristallo di silicio più grande, di forma cilindrica. Usando seghe a lama diamantata, il lingotto di silicio così ottenuto viene affettato in "wafer" sottili a forma di disco, da cui si possono ricavare centinaia di chip. I circuiti elettronici vengono creati su ciascun wafer in diverse fasi. Prima di tutto il wafer viene rivestito con un'emulsione sensibile alla luce ultravioletta. Il wafer viene quindi esposto alla luce ultravioletta proiettata attraverso una maschera corrispondente al disegno del circuito, e l'emulsione così esposta viene disciolta. Le superfici esposte del silicio vengono "drogate" e si aggiungono ulteriori componenti, utilizzando altri metodi fotografici e chimici. Infine, ai componenti si aggiungono i contatti metallici e le piste di connessione.

I wafer di silicio ad attacco chimico vengono tagliati in singoli chip utilizzando una sega a lama diamantata. Ciascun chip viene inserito in un involucro di plastica o ceramica che fornisce le connessioni necessarie per la comunicazione con la scheda del computer o altra apparecchiatura in cui sarà montato. Infine i chip vengono sottoposti ad attenti collaudi, poiché il procedimento di fabbricazione produce un numero significativo di chip difettosi che devono essere scartati.

Altri usi del silicio

Un ulteriore uso del silicio come semiconduttore è nelle celle fotovoltaiche (solari). Ciascuna cella si compone di una piastrina di silicio di tipo *n* unita a una piastrina di silicio di tipo *p*. Un piccolo spostamento di elettroni attraverso la giunzione fra tipo *n* e tipo *p* crea una piccola differenza di potenziale attraverso la giunzione. Quando la luce colpisce la cella, sposta degli elettroni, che attraversano la giunzione creando una corrente. Le celle solari moderne hanno un rendimento di quasi il 70 per cento nella conversione della luce in energia elettrica.

La durezza del silicio, unita alla sua idoneità alla fabbricazione a livello microscopico, è stata sfruttata più di recente nella produzione di micromacchine: minuscoli ingranaggi, ruote e valvole, intagliati nel silicio mediante varianti delle tecniche usate per la produzione di microchip. Le micromacchine saranno impiegate in certi settori come la medicina e nelle apparecchiature per il controllo del movimento nei veicoli spaziali.

Procedimenti analoghi vengono usati per produrre cristalli fotonici, reticoli di minuscole barre di silicio intrecciate in grado di intrappolare la luce a particolari frequenze. L'esatta frequenza della luce viene scelta alterando le distanze fra le barre. Introducendo nel reticolo varianti o impurità si possono creare percorsi specifici per la luce attraverso il cristallo. Poiché la trasmissione di dati nel futuro sarà probabilmente realizzata perlopiù con impulsi luminosi anziché con elettroni, i cristalli fotonici potrebbero racchiudere la chiave d'accesso a rapidi progressi nelle comunicazioni.

Personal computer

Il termine "personal computer" (PC) si riferisce a un calcolatore indipendente, polivalente, basato su microprocessori, gestito da un singolo utente, al contrario di un grande "elaboratore centrale" (*mainframe*) condiviso da vari utenti che operano su molteplici terminali. Dagli anni Ottanta i PC sono onnipresenti negli uffici e in molte case. I due tipi principali di PC sono gli IBM-compatibili (o semplicemente "PC") e i meno diffusi Macintosh della Apple.

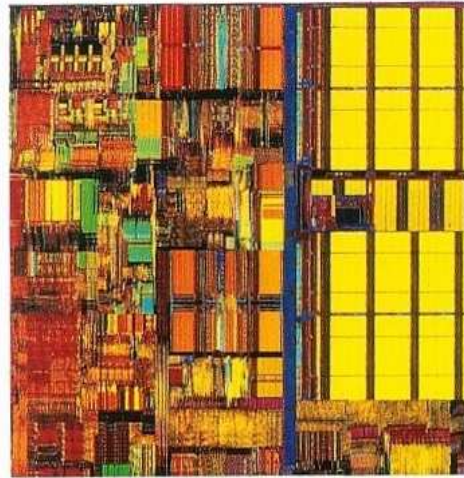
I personal computer o microcalcolatori sono stati resi possibili da due importanti innovazioni del XX secolo: il circuito integrato e il microprocessore. Insieme, queste due innovazioni hanno fornito a un'apparecchiatura da tavolo una potenza di calcolo che pochi decenni fa avrebbe richiesto una macchina grande quanto una stanza.

Il "cervello" di un computer è la CPU (*central processing unit*, unità centrale di elaborazione) o processore, che esegue istruzioni programmate, effettua calcoli con i dati e coordina la memoria, i dati in ingresso e in uscita e le apparecchiature di comunicazione. La CPU è ubicata sulla scheda madre, la principale piastra a circuito stampato, assieme ai chip della RAM (*random-access memory*, memoria ad accesso casuale) e ai collegamenti con il resto del computer.

Il rapido sviluppo della tecnologia delle CPU e dei sistemi operativi (il software fondamentale per la gestione) è il motore dell'evoluzione dei computer. Uno dei fattori determinanti per la potenza del computer è la velocità del sincronizzatore (*clock*) della CPU. Il primo PC IBM (1981) aveva una CPU Intel con un ciclo di circa 8 MHz. Nel 2000 le CPU di settima generazione offrivano ormai velocità superiori a 700 MHz. I moderni PC sono dotati generalmente di qualche versione del sistema operativo Windows della Microsoft. Il Macintosh della Apple è basato su una CPU Motorola che gestisce il sistema operativo Apple. Messa in commercio nel 1984, il Macintosh fu la prima macchina prodotta in serie ad avere un'interfaccia grafica utente, che consentiva all'operatore di spostarsi su una scrivania virtuale mediante il mouse. Nel 1999 il Macintosh si era ormai sviluppato al punto da raggiungere velocità da supercomputer pari a un miliardo di operazioni al secondo.

Computer iMac della Apple

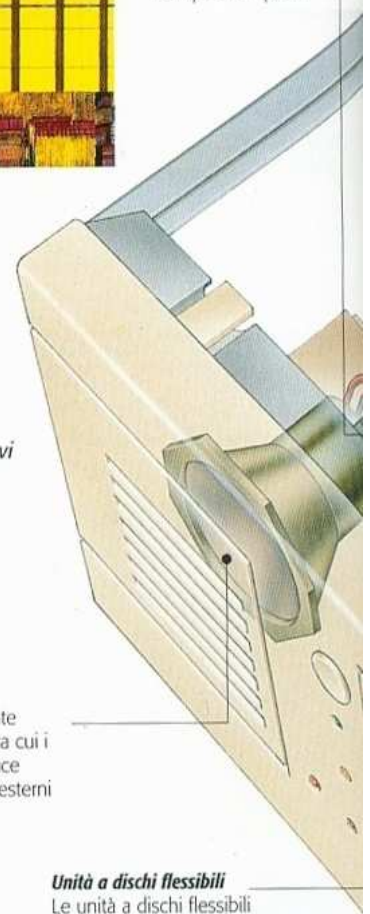
Tutt'altra cosa rispetto al primo computer domestico preassemblato, l'Apple II del 1977, il computer iMac, lanciato nel 1998, alloggia la scheda madre e il monitor in un involucro scolpito trasparente ed è disponibile in vari colori. I più recenti iMac e PC IBM sono provvisti di dischi rigidi di elevata capacità (spesso 10 GB o più), modem interni, lettori DVD-ROM e porte di comunicazione standard come l'USB (*bus seriale universale*) e il Firewire ad alta velocità.



Processore Intel Pentium III
Alla fine del XX secolo i PC IBM-compatibili più avanzati erano alimentati dal microprocessore Intel Pentium III, di cui qui sopra è raffigurata in dettaglio una parte dei circuiti. Il Pentium III è stato progettato specificamente per un'elaborazione rapida di dati relativi a suoni, immagini e video.

Unità a disco rigido

Il disco rigido (*hard disk*) è la principale unità di memoria per i programmi e i dati e normalmente può contenere diversi gigabyte (miliardi di byte) su una pila di piatti magnetici rigidi. Diversamente dalla RAM, i dischi conservano i dati anche quando il computer è spento.



Altoparlante interno Un altoparlante interno fornisce riscontri sonori, fra cui i segnali di avvertimento, e riproduce musica in assenza di altoparlanti esterni.

Unità a dischi flessibili

Le unità a dischi flessibili (*floppy disk*) un tempo utilizzavano dischi magnetici da 5 1/4 pollici e più di recente dischi da 3 1/2 pollici che contengono 1,4 Mb. L'avvento della posta elettronica e di supporti di capacità superiore, come i dischi Zip da 250 Mb, hanno reso obsoleti i floppy da 3 1/2 pollici.

Dentro un PC

Scheda madre I componenti del computer sono collegati direttamente o mediante cavi elettrici alla scheda madre (la principale piastra a circuito stampato). I gruppi di cavi o piste metalliche che collegano i componenti sono chiamati bus

Scheda di espansione Queste piccole piastre a circuito stampato svolgono funzioni supplementari. Le schede qui illustrate sono, da sinistra, una scheda modem, una scheda audio e una scheda grafica video

Chip di RAM La memoria ad accesso casuale (RAM) viene usata come memoria temporanea per i programmi che il computer sta gestendo e per i dati su cui sta lavorando

Porta esterna

I componenti principali di un personal computer, a parte il monitor, la tastiera e il mouse, sono alloggiati in una scatola di metallo e plastica. Qui viene illustrato l'alloggiamento di un tipico PC IBM-compatibile; i computer con maggior numero di componenti, come ulteriori lettori di dischi, sono solitamente alloggiati in una "torre" separata. L'alloggiamento contiene una piastra a circuito stampato chiamata scheda madre a cui sono collegati tutti gli altri componenti principali, come la CPU, il disco rigido, la RAM e le schede di espansione.

Unità di alimentazione L'alimentazione di rete a corrente alternata viene convertita nella corrente continua a bassa tensione richiesta dai vari componenti interni

Chip di ROM La memoria a sola lettura (*read-only memory*, ROM) è una memoria permanente di dati che non possono essere soprascritti. La ROM racchiude istruzioni per la gestione fondamentale, come le istruzioni per l'avviamento iniziale chiamate BIOS (*basic input-output system*, sistema fondamentale di ingresso-uscita)

CPU L'unità centrale di elaborazione (CPU) governa il PC. Le moderne CPU elaborano oltre un miliardo di istruzioni al secondo e generano molto calore, per cui si usano ventilatori e dissipatori di calore per raffreddarle

Lettore DVD-ROM Questa unità può leggere software video, audio e multimediale dai DVD-ROM o dai CD-ROM, che hanno una capacità inferiore, ed è oggi un accessorio comune



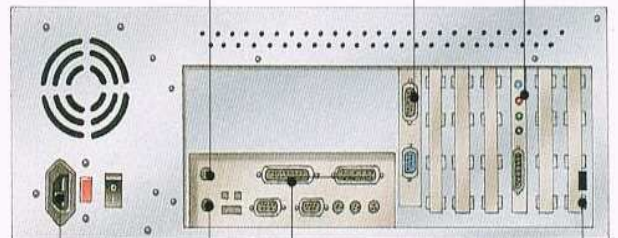
MOUSE



MONITOR



ALTOPARLANTI



CAVO ALIMENTAZIONE

TASTIERA

STAMPANTE

COLLEGAMENTO A INTERNET

Periferiche

Varie apparecchiature esterne (*periferiche*) possono essere collegate a un PC attraverso le porte standard e le schede di espansione. Oltre alle connessioni qui illustrate, fra le altre periferiche possibili vi sono lettori di dischi, microfoni, scanner, joystick, tavolette grafiche, fotocamere e videocamere digitali.

I comandi del computer

Uno dei primi dispositivi di ingresso per computer fu la tastiera, che venne rapidamente accettata perché assomigliava a una macchina per scrivere. Ma la tastiera è stata ora in parte sostituita dall'azione di puntamento e scatto del mouse, e nei videogiochi dal joystick. Nuovi sviluppi nella tecnologia dei materiali hanno anche consentito di rendere gli schermi dei computer sensibili al contatto con la punta delle dita.

Comunicare con un computer significa trasformare i comandi dell'operatore in segnali elettronici che l'unità centrale di elaborazione all'interno del computer possa interpretare e seguire. Che questi comandi provengano dalla tastiera, dai movimenti del mouse, del joystick o della sferetta chiamata *trackball* oppure dalla pressione della punta delle dita su un riquadro tattile (*touch pad*) o su uno schermo tattile (*touch screen*), tutti prevedono la trasmissione di segnali sotto forma di impulsi elettronici. I progressi nella tecnologia dei dispositivi di ingresso vanno in direzione di una maggiore compattezza e versatilità di tali dispositivi e del miglioramento dei tempi di risposta su schermo. Diversamente dal mouse, che per funzionare richiede uno spazio piano sulla scrivania e ha un meccanismo a sferetta rotante che necessita di una pulizia regolare, i *touch pad* possono essere incorporati nel computer ed, essendo completamente chiusi, non vengono rovinati da sporcizia e polvere per cui possono funzionare in ogni ambiente.

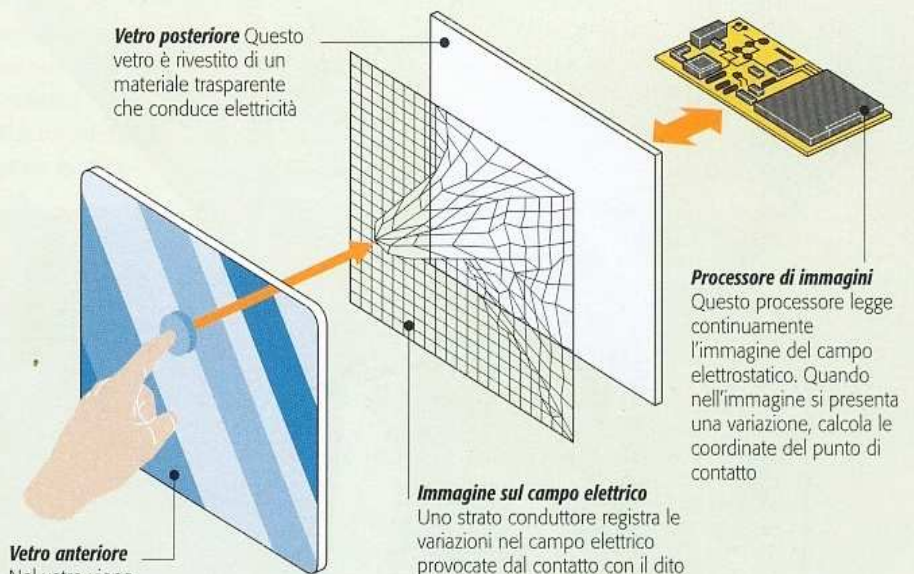


Joystick analogico

Il joystick si usa per spostare un personaggio o un oggetto sullo schermo. I movimenti dell'impugnatura spostano una coppia di cursori in un circuito elettrico alla base dell'apparecchiatura. La posizione di ciascun cursore influisce sulla resistenza e pertanto sui segnali elettrici. I segnali vengono allora inviati a un computer o a una console per videogiochi. Anche i pulsanti innescano segnali elettrici e comandano azioni eseguite sullo schermo, come saltare o sparare. Tali azioni sono talvolta programmabili.

Dispositivi tattili

I dispositivi tattili usati per manipolare i computer si stanno sviluppando in due direzioni. In primo luogo, lo schermo stesso può essere trasformato in sensore che individua la presenza di un dito (o di uno stilo) e la trasforma in segnale elettrico. I sistemi a schermo tattile sono ampiamente usati per il funzionamento di bancomat e altri macchinari in cui è necessaria la facilità di comando. In secondo luogo, si utilizzano come sensori dei riquadri di plastica; i cosiddetti *touch pad*, inizialmente usati come tavolette grafiche, sono ora diventati un dispositivo comune su molti computer portatili. Il movimento di un dito sul piccolo pannello rettangolare fa in modo che il cursore segua esattamente lo stesso percorso sullo schermo. Nella maggior parte di tali dispositivi il dito muovendosi modifica la distribuzione delle cariche nei circuiti del *touch pad* e pertanto produce variazioni in un segnale elettrico. I *touch pad* possono raggiungere velocità di spostamento del cursore fino a 100 cm al secondo.



Vetro anteriore
Nel vetro viene generato un debole campo elettrico che è alterato dal contatto con il dito

Vetro posteriore Questo vetro è rivestito di un materiale trasparente che conduce elettricità

Immagine sul campo elettrico
Uno strato conduttore registra le variazioni nel campo elettrico provocate dal contatto con il dito

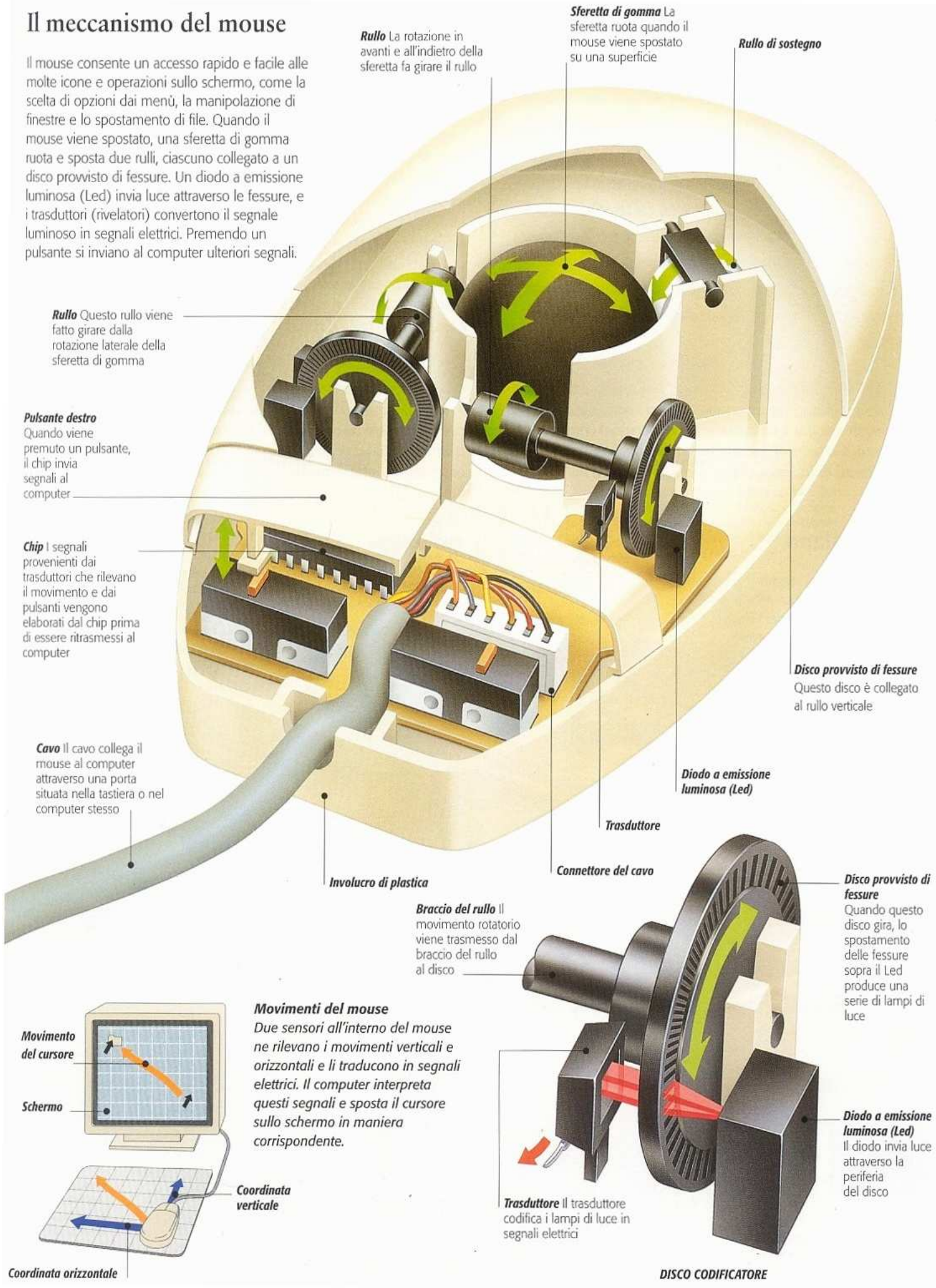
Processore di immagini
Questo processore legge continuamente l'immagine del campo elettrostatico. Quando nell'immagine si presenta una variazione, calcola le coordinate del punto di contatto

Sistema a schermo tattile

In questo sistema la corrente fatta passare attraverso un rivestimento sul vetro posteriore genera un campo elettrostatico nel vetro anteriore. Toccando lo schermo si altera il campo e tali alterazioni vengono rilevate graficamente da un processore.

Il meccanismo del mouse

Il mouse consente un accesso rapido e facile alle molte icone e operazioni sullo schermo, come la scelta di opzioni dai menù, la manipolazione di finestre e lo spostamento di file. Quando il mouse viene spostato, una sferetta di gomma ruota e sposta due rulli, ciascuno collegato a un disco provvisto di fessure. Un diodo a emissione luminosa (Led) invia luce attraverso le fessure, e i trasduttori (rivelatori) convertono il segnale luminoso in segnali elettrici. Premendo un pulsante si inviano al computer ulteriori segnali.



Rullo La rotazione in avanti e all'indietro della sferetta fa girare il rullo

Sferetta di gomma La sferetta ruota quando il mouse viene spostato su una superficie

Rullo di sostegno

Rullo Questo rullo viene fatto girare dalla rotazione laterale della sferetta di gomma

Pulsante destro Quando viene premuto un pulsante, il chip invia segnali al computer

Chip I segnali provenienti dai trasduttori che rilevano il movimento e dai pulsanti vengono elaborati dal chip prima di essere ritrasmessi al computer

Cavo Il cavo collega il mouse al computer attraverso una porta situata nella tastiera o nel computer stesso

Involucro di plastica

Disco provvisto di fessure Questo disco è collegato al rullo verticale

Diodo a emissione luminosa (Led)

Trasduttore

Connettore del cavo

Braccio del rullo Il movimento rotatorio viene trasmesso dal braccio del rullo al disco

Disco provvisto di fessure Quando questo disco gira, lo spostamento delle fessure sopra il Led produce una serie di lampi di luce

Diodo a emissione luminosa (Led) Il diodo invia luce attraverso la periferia del disco

Trasduttore Il trasduttore codifica i lampi di luce in segnali elettrici

DISCO CODIFICATORE

Movimenti del mouse

Due sensori all'interno del mouse ne rilevano i movimenti verticali e orizzontali e li traducono in segnali elettrici. Il computer interpreta questi segnali e sposta il cursore sullo schermo in maniera corrispondente.

Movimento del cursore

Schermo

Coordinata verticale

Coordinata orizzontale

Dispositivi di lettura ottica

I dispositivi di lettura ottica consentono di trasferire in un computer informazioni visive. Tali informazioni vanno dai semplici codici a barre in bianco e nero alle immagini fotografiche a colori. In tutti i casi la luce viene riflessa dall'oggetto o trasmessa attraverso di esso per raccogliere dati sulla luminosità delle diverse superfici. Questi dati vengono convertiti in un segnale elettrico che viene poi codificato in forma digitale.

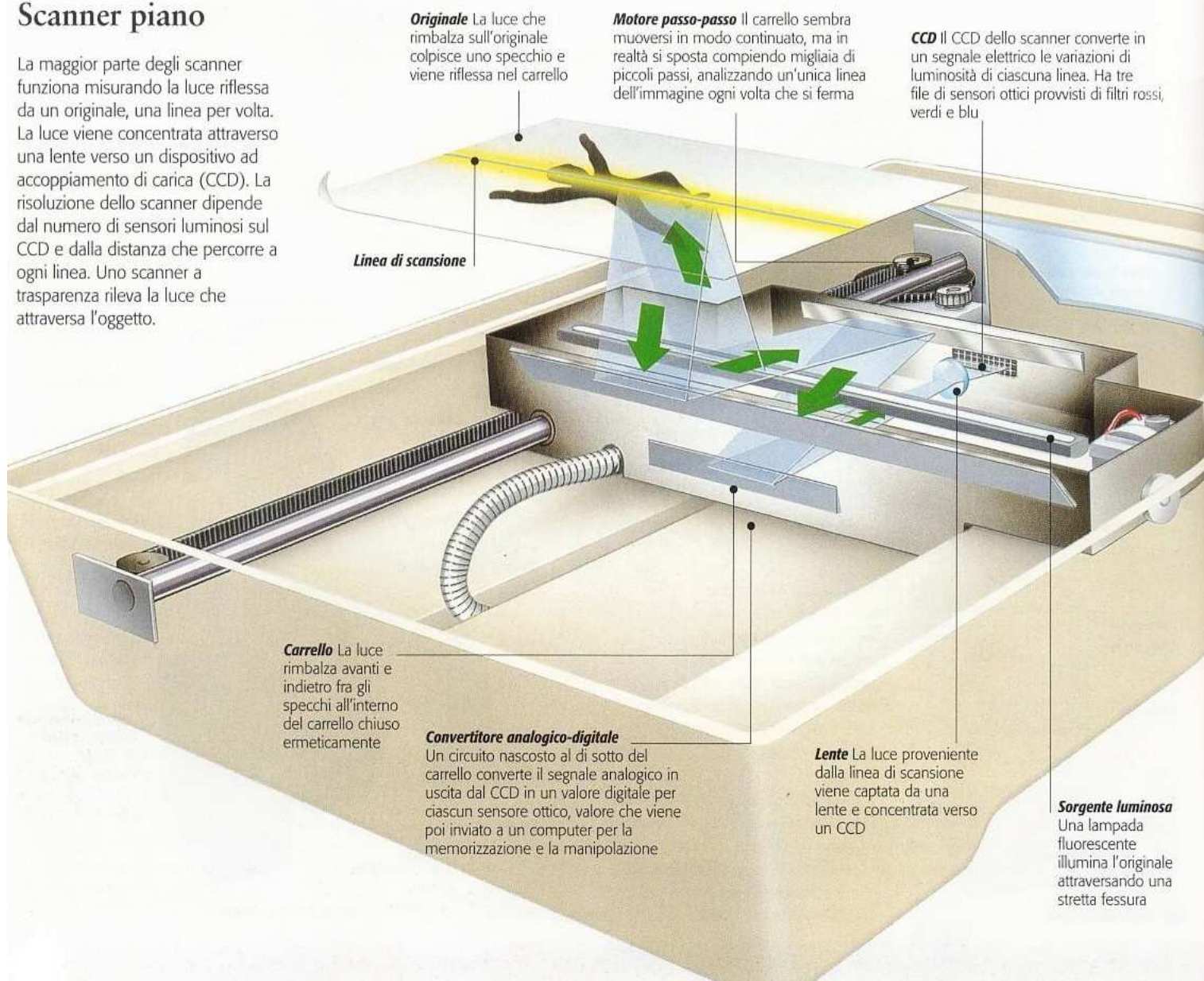
Uno dei più diffusi dispositivi di lettura ottica oggi è lo scanner (analizzatore) piano, che un tempo era una costosa macchina professionale ma ora è un accessorio per personal computer di basso costo. Gli scanner suddividono le immagini in migliaia di pixel (elementi di immagine) per la visualizzazione sullo schermo

del computer o la riproduzione su stampante. Gli scanner di basso costo utilizzano luce fluorescente e una serie di specchi per indirizzare la luce riflessa da una striscia dell'immagine verso un dispositivo ad accoppiamento di carica (CCD). Gli scanner professionali a tamburo per l'industria tipografica utilizzano un raggio laser per analizzare la superficie dell'originale e misurano l'intensità della luce riflessa.

I lettori di codici a barre, che sono ancora più diffusi, misurano l'intensità della luce riflessa dalle superfici bianche e nere su un codice a barre. I più semplici lettori di codici a barre sono penne o pistole che vengono collocate direttamente sopra il codice a barre, ma i modelli più avanzati utilizzano un'ottica sofisticata per far passare un raggio laser attraverso una griglia tridimensionale, per cui rilevano la luce riflessa da un codice a barre tenuto praticamente a qualsiasi angolazione.

Scanner piano

La maggior parte degli scanner funziona misurando la luce riflessa da un originale, una linea per volta. La luce viene concentrata attraverso una lente verso un dispositivo ad accoppiamento di carica (CCD). La risoluzione dello scanner dipende dal numero di sensori luminosi sul CCD e dalla distanza che percorre a ogni linea. Uno scanner a trasparenza rileva la luce che attraversa l'oggetto.



Originale La luce che rimbalza sull'originale colpisce uno specchio e viene riflessa nel carrello

Motore passo-passo Il carrello sembra muoversi in modo continuato, ma in realtà si sposta compiendo migliaia di piccoli passi, analizzando un'unica linea dell'immagine ogni volta che si ferma

CCD Il CCD dello scanner converte in un segnale elettrico le variazioni di luminosità di ciascuna linea. Ha tre file di sensori ottici provvisti di filtri rossi, verdi e blu

Linea di scansione

Carrello La luce rimbalza avanti e indietro fra gli specchi all'interno del carrello chiuso ermeticamente

Convertitore analogico-digitale
Un circuito nascosto al di sotto del carrello converte il segnale analogico in uscita dal CCD in un valore digitale per ciascun sensore ottico, valore che viene poi inviato a un computer per la memorizzazione e la manipolazione

Lente La luce proveniente dalla linea di scansione viene captata da una lente e concentrata verso un CCD

Sorgente luminosa
Una lampada fluorescente illumina l'originale attraversando una stretta fessura

Webcam

Le webcam sono fotocamere digitali a bassa risoluzione che registrano dati ottici per l'uso su un computer. Vengono impostate per registrare da un massimo di 24 scatti al secondo (per un'animazione video) a un minimo di uno scatto ogni qualche minuto o qualche ora. La webcam è costruita attorno a un chip CCD rivelatore di luce, che di solito ha una risoluzione di 640 x 480 pixel. Le immagini della webcam vengono inviate direttamente al computer attraverso una delle porte dati e possono essere poi manipolate sullo schermo. Le immagini possono essere immesse direttamente sul World Wide Web mediante un computer con collegamento Internet, oppure possono essere inviate sotto forma di file video allegati a messaggi di posta elettronica.

Videoconferenze via Internet

Utilizzando la potenza di Internet, suoni e immagini possono essere scambiati fra diversi utenti di webcam in località distanti, consentendo loro di interagire come se si trovassero in un colloquio a quattr'occhi. La stessa tecnologia potrà presto essere sfruttata in unità semplificate per realizzare dei videotelefonati domestici.



Letto di codici a barre

Un lettore di codici a barre per supermercato ha un disco olografico rotante che agisce da lente in movimento rapido, concentrando un raggio laser su diversi punti per disegnare una griglia tridimensionale nello spazio soprastante. Quando il raggio viene riflesso da un codice a barre, il lettore rileva una configurazione di riflessione dalle superfici chiare e scure.



Codice a barre Le superfici scure assorbono la luce laser, mentre le superfici chiare la riflettono. Parte della luce ritorna verso il lettore. Un codice speciale alle due estremità della barra consente al lettore di riconoscere l'inizio e la fine del codice



Lastra di vetro

Una lastra di vetro isola il meccanismo di scansione proteggendolo da sporcizia e polvere

Disco olografico

Il disco diffrange la luce laser e la concentra su un punto specifico. Con la rotazione del disco, il laser configura una griglia

Luce laser riflessa

Luce laser riflessa verso l'alto

Direzione della rotazione

Diffusore del fascio

Fascio laser

Specchio semiargentato Lo specchio riflette la luce laser verso l'alto attraverso il disco, ma si lascia attraversare dalla luce di ritorno

Luce laser captata

Cellula fotoelettrica La cellula converte i livelli variabili di luce laser in una corrente elettrica variabile

Convertitore analogico-digitale La corrente viene convertita da questo dispositivo in impulsi elettrici binari

Codice binario Un computer ricerca in una banca dati il codice trasmesso dal lettore in modo da identificare il prodotto

```
111101010000
10000010001
011101010000
11100000011
```

Memoria del computer

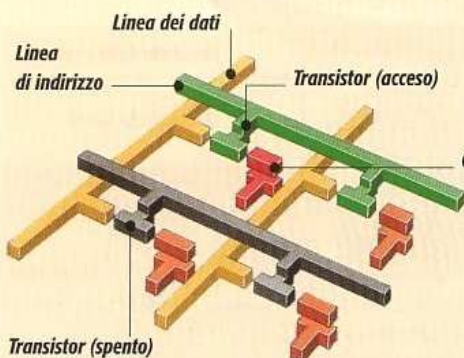
I computer necessitano di una serie di dispositivi per memorizzare dati in forma binaria, sia a breve sia a lungo termine. Durante il funzionamento, il programma che il computer sta eseguendo e i dati su cui sta lavorando sono conservati nella RAM (memoria ad accesso casuale), chip basati su transistor che consentono al processore del computer di accedere rapidamente ai dati. Ma per la memoria a lungo termine la maggior parte dei sistemi informatici utilizza un disco rigido. Diversamente dai dati della RAM, i dati del disco rigido si conservano quando si spegne il computer.

Vi sono molti tipi di RAM. La RAM dinamica (DRAM) racchiude i dati in varie serie di condensatori su un chip di silicio. I dati devono essere rinfrescati (letti e poi riscritti nel gruppo di condensatori) all'incirca ogni 15 microsecondi, per cui la DRAM è relativamente

lenta, seppure molto più veloce di un disco rigido. La RAM statica (SRAM) è una forma di RAM più rapida che racchiude i dati binari in piccoli circuiti elettrici chiamati bistabili o flip-flop, che non hanno bisogno di condensatori. La SRAM è più costosa della DRAM. Oltre ai dischi rigidi e alla RAM esistono vari altri tipi di memoria. I chip di ROM (memoria a sola lettura) contengono istruzioni fisse che il computer deve eseguire quando si avvia e routine relative alle modalità di risposta a segnali provenienti dalla tastiera o da altre periferiche. I dati presenti nella ROM non possono essere modificati. La memoria flash è un altro tipo di memoria utilizzato per conservare istruzioni fisse, ma diversamente dalla ROM può essere facilmente cancellata e riscritta in unità chiamate blocchi; viene usata in dispositivi quali i telefoni cellulari digitali e le tessere intelligenti (*smart card*). La memoria *cache* è una regione di memoria ad accesso rapidissimo utilizzata per dati che un processore deve usare di frequente.

DRAM

Gran parte della memoria operativa di un computer è sotto forma di RAM dinamica (DRAM). Assume la forma di unità estraibili chiamate SIMM o DIMM (moduli di memoria in linea singoli/doppi), ciascuna delle quali contiene diversi chip. Un chip di DRAM contiene una serie di transistor, ciascuno dei quali è collegato a un condensatore. Gli 1 e gli 0 dei numeri binari vengono memorizzati sotto forma di cariche nei condensatori all'interno del chip.



Un transistor nella DRAM

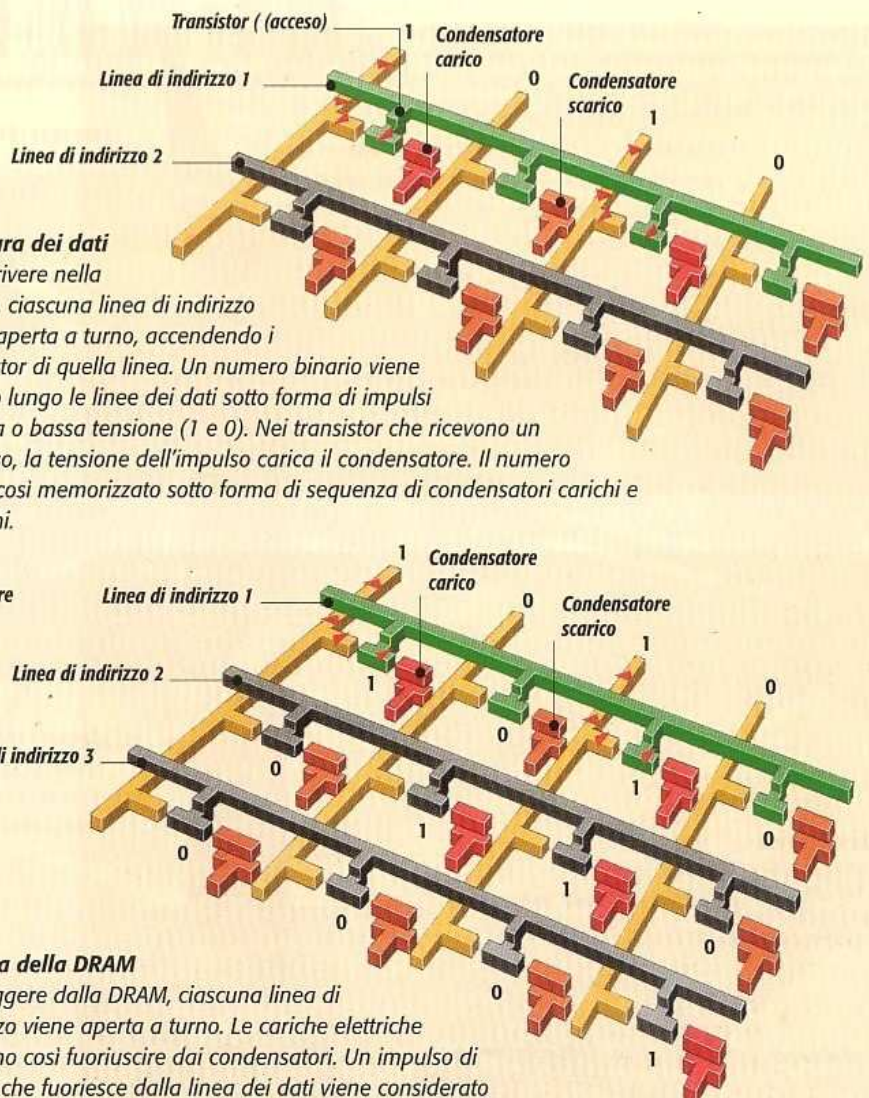
Ciascun transistor è collegato a una linea di indirizzo, a una linea dei dati e a un condensatore. Quando la linea di indirizzo verso un transistor viene aperta (verde), accende il transistor. L'eventuale corrente elettrica che scorre lungo la linea dei dati può allora attraversare il transistor e accumulare una carica sul relativo condensatore (rosso).

Scrittura dei dati

Per scrivere nella DRAM, ciascuna linea di indirizzo viene aperta a turno, accendendo i transistor di quella linea. Un numero binario viene inviato lungo le linee dei dati sotto forma di impulsi ad alta o bassa tensione (1 e 0). Nei transistor che ricevono un impulso, la tensione dell'impulso carica il condensatore. Il numero viene così memorizzato sotto forma di sequenza di condensatori carichi e scarichi.

Letture della DRAM

Per leggere dalla DRAM, ciascuna linea di indirizzo viene aperta a turno. Le cariche elettriche possono così fuoriuscire dai condensatori. Un impulso di carica che fuoriesce dalla linea dei dati viene considerato equivalente a un 1, mentre l'assenza di impulso rappresenta lo 0. La DRAM viene quindi "rinfrescata" per ripristinare i dati già letti.



Come funziona il disco rigido

La regione di memoria di un disco rigido è una pila di piatti provvisti di un rivestimento magnetizzabile. I dati vengono memorizzati sotto forma di configurazioni di allineamento di regioni magnetizzabili all'interno del rivestimento, chiamate domini. Per leggere o scrivere dati, un meccanismo chiamato attuatore sposta le testine di lettura-scrittura verso la posizione esatta relativamente al disco mentre i piatti vengono fatti ruotare ad alta velocità. I segnali vengono quindi inviati o ricevuti dalle testine di lettura-scrittura.

FAT Una parte del disco, la tabella di allocazione dei file (FAT), memorizza le informazioni riguardo alla collocazione di tutti i file sul disco

Testina di lettura-scrittura La testina legge e scrive i dati, scivolando a 0,002 mm sopra la superficie del piatto. Vi è una testina su ciascun lato di ogni piatto

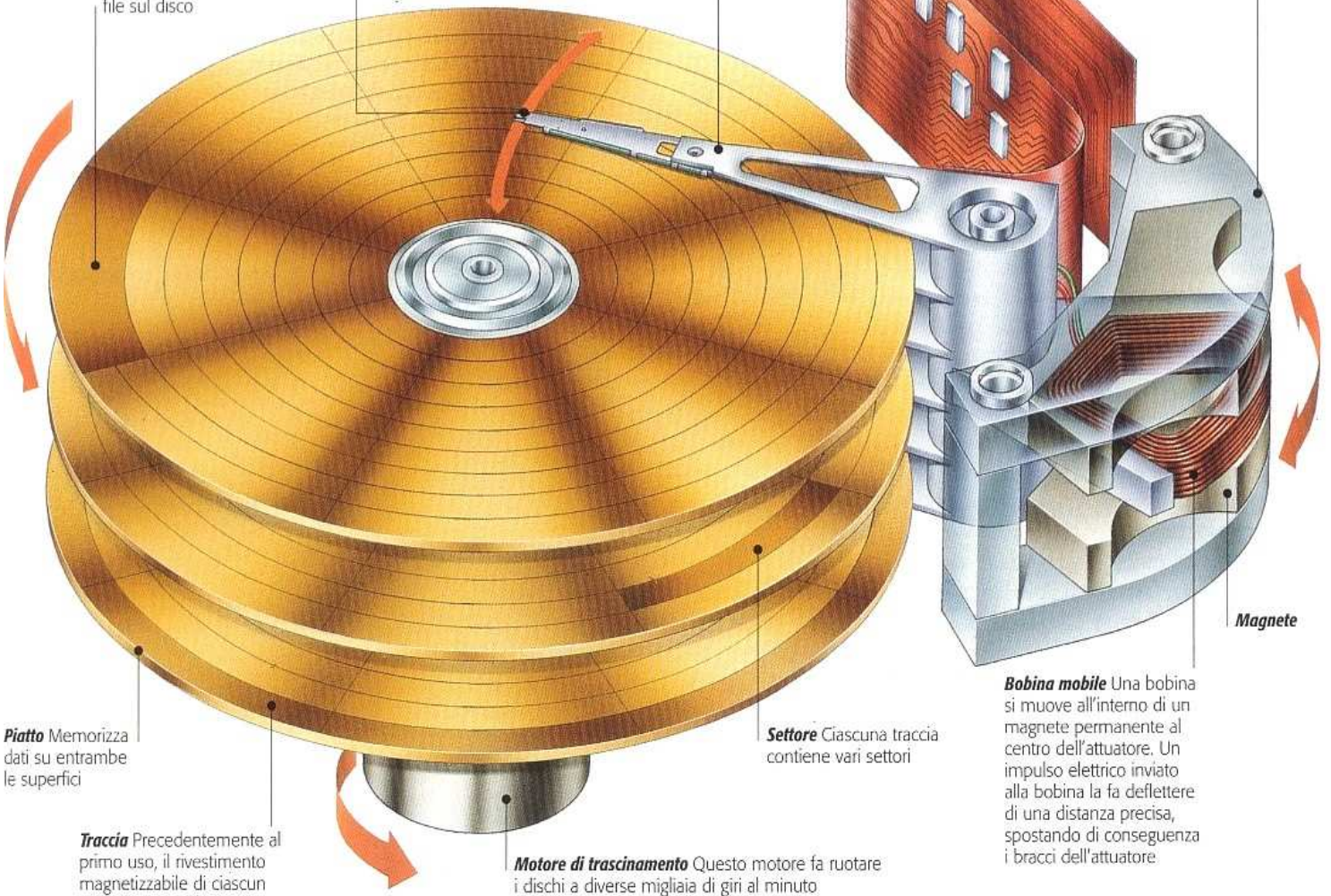
Braccio dell'attuatore

Ciascuna testina di lettura-scrittura è situata all'estremità di un braccio leggero, che ruota attorno a un perno alla sua estremità, spostando le testine all'unisono

Cavo per i dati I dati scorrono attraverso questo cavo fra il disco rigido e un dispositivo chiamato unità di governo o controller del disco. Il comando governa la rotazione dei piatti e il flusso di dati da e verso le testine di lettura-scrittura e l'attuatore

Gruppo attuatore

L'attuatore riceve un flusso continuo di istruzioni per spostare le testine di lettura-scrittura. Può muovere le testine fino a 50 volte al secondo

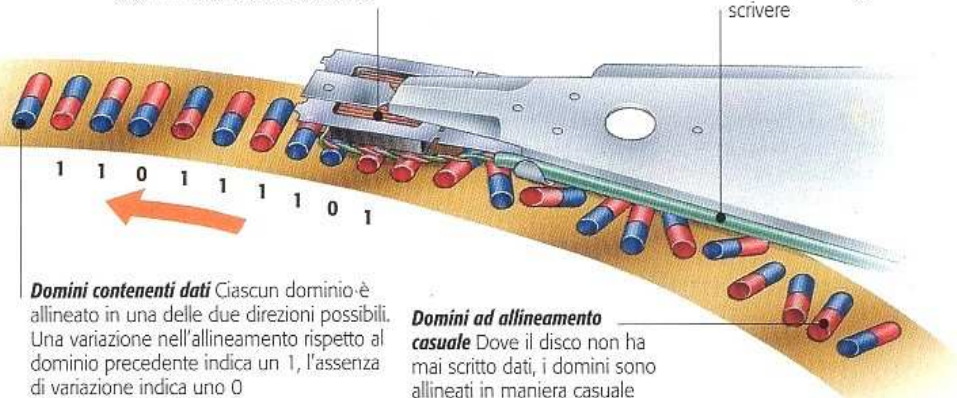


Testina di lettura-scrittura

Quando la testina è posizionata correttamente, per registrare dati in un settore vengono inviati impulsi elettrici all'elettromagnete situato all'estremità della testina. I dati binari (1 e 0), codificati mediante variazioni nella direzione della corrente, vengono trasformati in configurazioni di allineamento nei domini. I dati vengono letti dal disco mediante il procedimento inverso: il passaggio dei domini sotto l'elettromagnete induce correnti nei cavi elettrici.

Elettromagnete Quando si scrivono dati nel disco, gli impulsi elettrici trasmessi producono campi magnetici che allineano i domini nella traccia sottostante

Cavi elettrici Questi cavi trasportano fra la testina di lettura-scrittura e il controller del disco i dati elettronici da leggere o scrivere



Periferiche del computer

I computer possono produrre varie forme di dati in uscita: immagini statiche su carta e immagini in movimento su schermo, suono sotto forma di musica o voce sintetizzata, movimenti meccanici di robot o di altre macchine, segnali elettronici per la trasmissione ad altri computer o dispositivi elettronici. Fra le periferiche più comuni vi sono i monitor e le stampanti. Apparecchiature innovative come i visualizzatori Braille per i non vedenti soddisfano esigenze particolari.

La periferica principale di un personal computer è il monitor. I monitor della maggior parte dei computer da tavolo utilizzano tubi a raggi catodici e funzionano come normali schermi televisivi. I computer portatili e i visualizzatori a schermo piatto utilizzano una tecnologia diversa chiamata LCD (*liquid crystal display*, visualizzatore a cristalli liquidi). Gli LCD sono sottili e leggeri e consumano meno energia rispetto ai tubi catodici. Gli schermi LCD a matrice attiva, chiamati anche schermi TFT (*thin-film transistor*, transistor a film sottile), possono visualizzare immagini video ad alta risoluzione in milioni di colori, anche se la tecnologia di base è uguale a quella usata nella maggior parte delle calcolatrici e degli orologi digitali.

Le prime stampanti per computer utilizzavano una serie di aghi per costruire sagome su carta mediante un nastro inchiostro. La maggior parte delle stampanti moderne sfrutta o la tecnologia del laser, come quella utilizzata nelle fotocopiatrici, o la tecnologia del getto d'inchiostro. Una stampante a getto d'inchiostro ha una testina di stampa con centinaia di iniettori che con grande precisione spruzzano sulla carta goccioline di inchiostro a essiccamento rapido.

Stampante termica ink-jet a colori

Le stampanti ink jet (a getto d'inchiostro) utilizzano una serie di minuscoli iniettori riuniti in una testina di stampa. Vi sono normalmente 48 iniettori per ciascuno dei quattro colori di stampa fondamentali. La testina si sposta sulla carta, spruzzando goccioline sotto il controllo di un sofisticato software di pilotaggio. Le stampanti termiche a getto d'inchiostro utilizzano minuscoli elementi riscaldanti in ciascun iniettore per vaporizzare parte dell'inchiostro. La bolla di vapore in espansione spinge fuori una gocciolina di inchiostro, che può avere un volume di appena tre picolitri (tre millesimi di miliardesimo di litro). Le stampanti piezoelettriche emettono l'inchiostro mediante un cristallo che si distorce quando viene applicata una tensione elettrica.

1 Un segnale proveniente dallo hardware della stampante accende un elemento riscaldante. L'inchiostro al di sopra dell'elemento si riscalda rapidamente e forma una bolla di vapore.

2 La bolla si espande, raggiungendo le dimensioni massime in pochi millisecondi. La bolla ingrandendosi spinge l'inchiostro fuori dall'iniettore.

3 L'elemento riscaldante viene spento. La bolla di vapore si riduce, facendo sì che una gocciolina si separi dall'iniettore, nel quale affluisce nuovo inchiostro.

4 Mentre la gocciolina di inchiostro raggiunge la carta, l'iniettore viene rifornito di inchiostro, e il ciclo ricomincia con il riscaldamento e la formazione di una bolla.

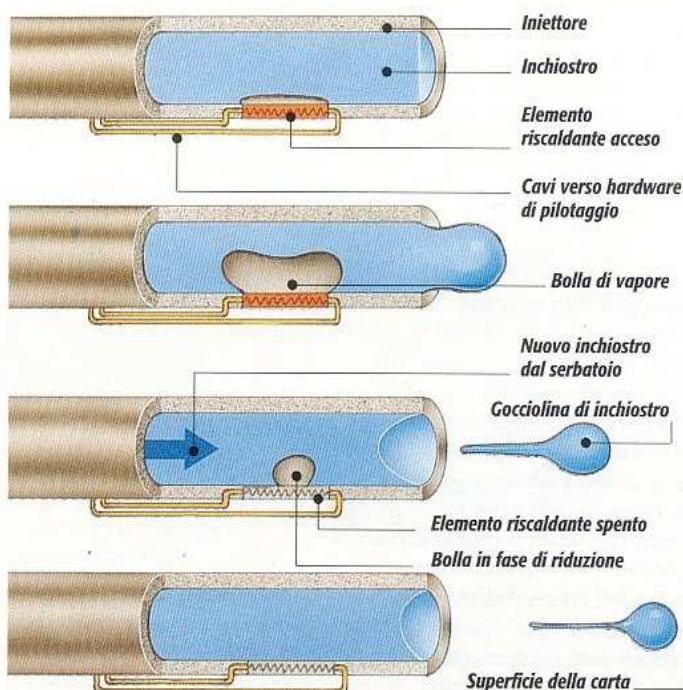
Periferiche in Braille

I visualizzatori Braille svolgono la funzione di monitor per utenti con difficoltà visive. Il visualizzatore ha una riga di celle, ognuna delle quali è provvista di una griglia di aghi che vengono sollevati o abbassati da segnali piezoelettrici per rappresentare i differenti caratteri Braille. La linea principale di visualizzazione rappresenta la riga di testo da leggere. Celle ausiliarie indicano la posizione del cursore sullo schermo e la lunghezza del testo. Questa apparecchiatura può essere integrata con un sintetizzatore vocale e una stampante Braille, che imprime in rilievo i punti Braille sulla carta mediante martelletti.



VISUALIZZATORE BRAILLE COLLEGATO A UN PORTATILE

Cella Ciascuna cella del visualizzatore ha una griglia di aghi che viene usata per visualizzare un singolo carattere



Schermi LCD a matrice attiva

I normali schermi LCD contengono 1024 x 768 pixel (elementi di immagine), ciascuno costituito da subpixel rossi, verdi e blu. La luce bianca dell'illuminazione posteriore passa attraverso filtri polarizzanti, uno strato di cristalli liquidi e filtri colorati per illuminare i subpixel. Il cristallo liquido dietro ciascun subpixel agisce da otturatore, determinando la quantità di luce trasmessa. Una matrice attiva (una griglia di 2,3 milioni di transistor, uno per ciascun subpixel) applica agli elettrodi tensioni elettriche che influiscono sulle proprietà di trasmissione del cristallo liquido. Le configurazioni variabili dell'illuminazione dei subpixel generano immagini dinamiche.

COMPUTER PORTATILE CON SCHERMO LCD

Schermo LCD Lo schermo largo 30 cm ha uno spessore inferiore a 1 cm

Tastiera



Transistor Uno strato di transistor viene depositato sotto forma di film sottile sul substrato posteriore in vetro

Illuminazione posteriore Dei tubi fluorescenti e un diffusore forniscono un'illuminazione uniforme sull'intero schermo

Filtro polarizzante orizzontale

Soltanto la luce il cui piano di polarizzazione è stato reso orizzontale può attraversare questo filtro per raggiungere un pixel

Schermo

Pixel spento La luce a polarizzazione verticale non può attraversare il filtro polarizzante orizzontale, per cui il pixel rimane buio

Filtro blu

Filtro verde

Filtro rosso

Pixel acceso Il colore del pixel che si percepisce dipende dalla luminosità relativa dei subpixel rosso, verde e blu

Luce bianca a polarizzazione verticale

Filtro polarizzante verticale La luce dell'illuminazione posteriore subisce una polarizzazione verticale tramite questo filtro

Elettrodo acceso Un transistor accende l'elettrodo applicando una tensione nello strato di cristalli liquidi

Substrato posteriore in vetro

Elettrodo spento Con il transistor e l'elettrodo spenti, lo strato di cristalli liquidi modifica da verticale a orizzontale la polarizzazione della luce trasmessa

Strato di cristalli liquidi

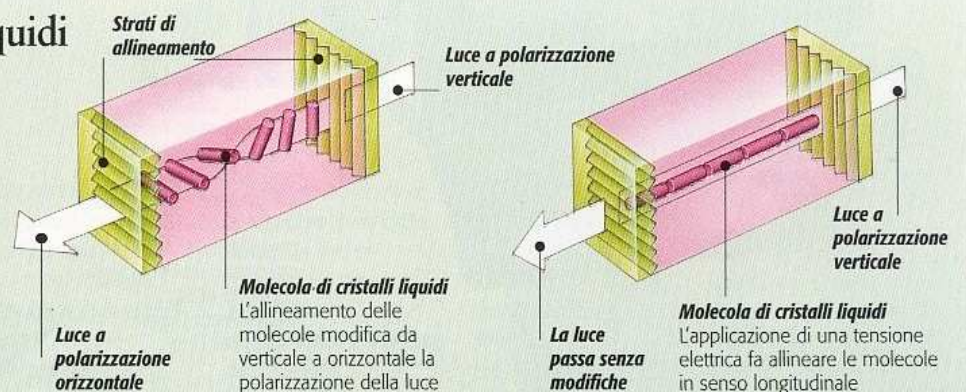
Serie di filtri colorati

Substrato anteriore in vetro

SEZIONE TRASVERSALE DI UNO SCHERMO LCD

Come funzionano i cristalli liquidi

Le molecole di cristalli liquidi scorrono come i liquidi, ma assumono una disposizione regolare come i cristalli. Le molecole a forma di bastoncino si allineano naturalmente in senso trasversale. Tale allineamento si modifica se i cristalli liquidi vengono intrappolati fra piastre provviste di scanalature chiamate strati di allineamento. Le molecole si riallineano in senso longitudinale se attraverso lo strato di cristalli liquidi si applica una tensione elettrica. A seconda dell'allineamento i cristalli liquidi influiscono sul piano della luce polarizzata che li attraversa.



Internet ed e-mail

Internet è una rete mondiale che collega fra loro centinaia di migliaia di reti di computer più piccole e pertanto milioni di computer in tutto il mondo. Costituisce un metodo per trasferire dati ed è usato specialmente per la posta elettronica, ma anche per la raccolta di informazioni, il commercio via computer e i dibattiti. Il nucleo di Internet è una serie di supercomputer estesa su tutto il pianeta e collegata mediante connessioni ad alta velocità.

I dati da trasmettere via Internet vengono prima di tutto suddivisi in "pacchetti" che possono viaggiare lungo vari percorsi. I dati vengono ricostituiti assieme una volta giunti a destinazione. A questo scopo ogni pacchetto ha un'etichetta elettronica che riporta l'indirizzo di destinazione e la sua posizione nel flusso di pacchetti che costituiscono i dati. Perché il sistema funzioni, i computer della rete devono seguire una serie di regole chiamata Internet Protocol (IP). Le due applicazioni più comuni di Internet oggi sono la posta elettronica (E-mail) e il World Wide Web ("rete mondiale"), una vasta raccolta di centri di informazione, commercio e divertimento chiamati "siti Web", ciascuno dei quali contiene collegamenti ad altri siti correlati. Fra le altre utilizzazioni di Internet vi sono i *newsgroup* (ritrovi pubblici per dibattiti), come Usenet, e i siti per chiacchierare ("chattare") via Internet, grazie ai quali si può parlare con altri utenti della rete in una "stanza virtuale" inviando messaggi tramite tastiera.

Computer domestico Centinaia di milioni di utenti di computer domestici possiedono modem che consentono loro di accedere a Internet attraverso una comune linea telefonica collegata a un Internet Service Provider (ISP)



Linea telefonica I dati vengono solitamente trasmessi sotto forma di segnale analogico, a velocità piuttosto basse. Ma possono essere inviati anche a velocità molto maggiori in forma digitale utilizzando una tecnologia chiamata ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

Internet

Al cuore di Internet vi è una rete di supercomputer. In ogni zona del mondo la rete è collegata mediante dispositivi, chiamati nodi, a numerose altre reti più piccole e quindi, in definitiva, ai computer situati in abitazioni e uffici. Qui un utente invia dati da casa a un sito remoto, mentre un impiegato scarica file da un sito Web remoto.

Internet Service Provider (ISP) Il fornitore di servizio Internet (*provider*) è un'organizzazione che fornisce una porta di accesso a Internet unitamente ad altri servizi, come uno spazio sul server per installare siti Web

Informazioni binarie I dati viaggiano su Internet in forma digitale, in codice binario

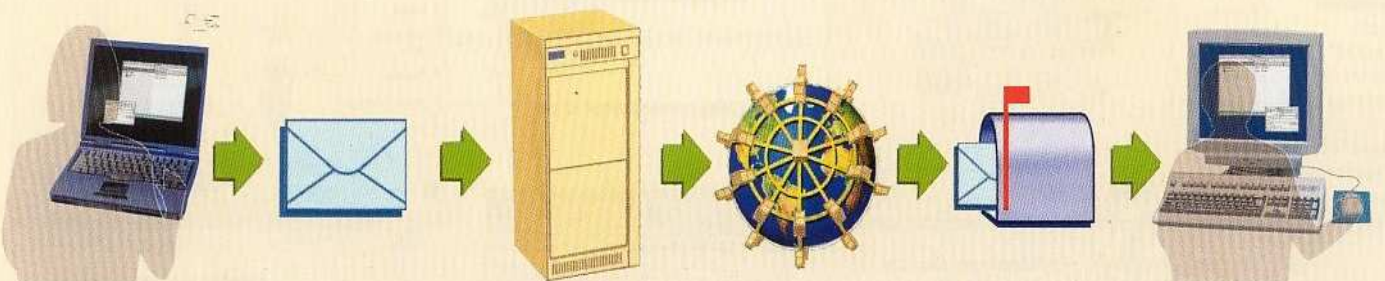
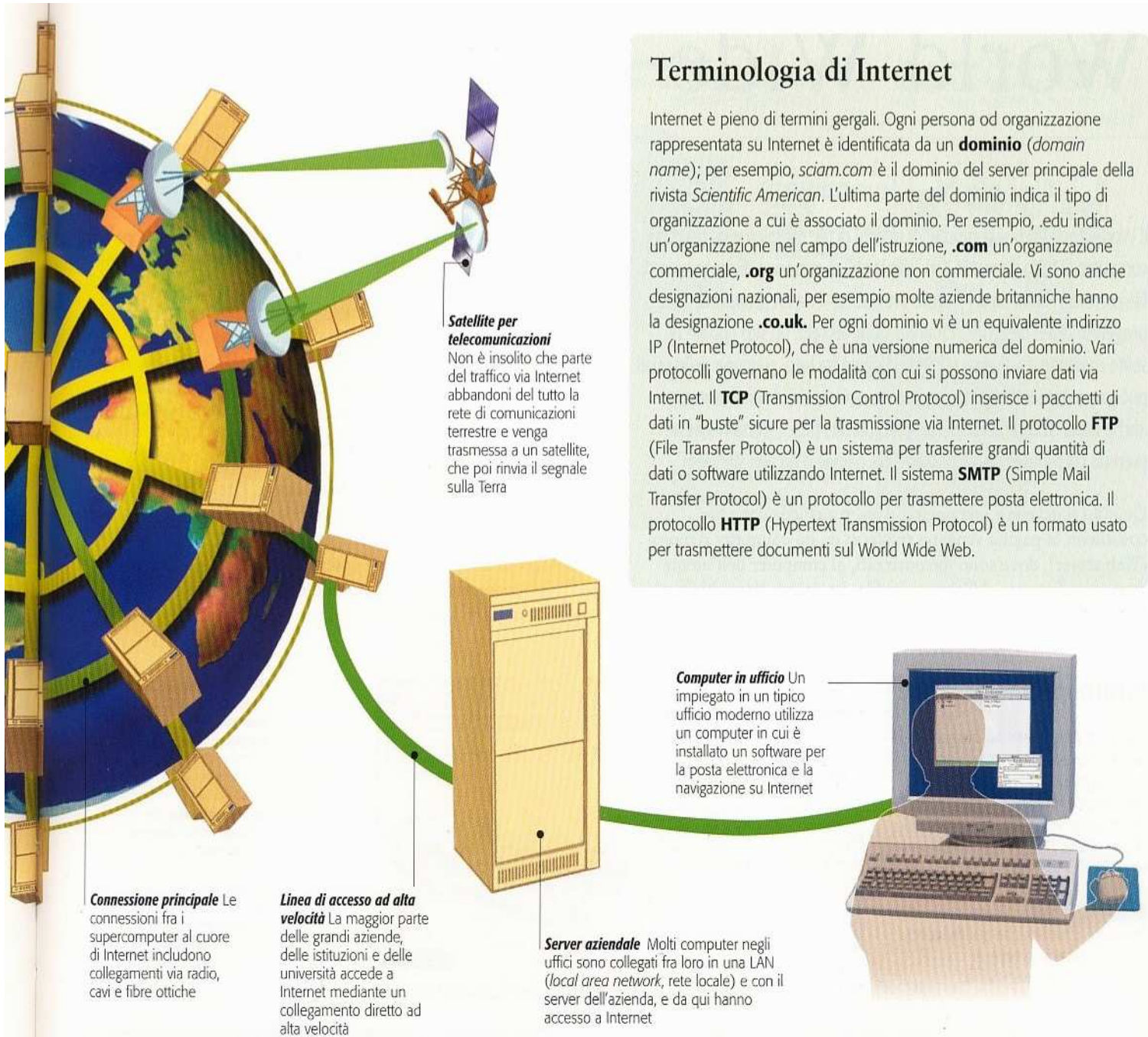
Unità di instradamento (router) Sono computer che controllano il traffico e individuano il percorso migliore per inviare i pacchetti di dati alla loro destinazione

Posta elettronica via Internet

La posta elettronica (E-mail) è un modo per inviare messaggi da un computer a un altro, ovunque nel mondo, attraverso linee telefoniche e Internet. Per inviare o ricevere posta elettronica bisogna avere un indirizzo E-mail, che assume la forma generica di "nomeutente@nomeprovider.codice". Per esempio, l'indirizzo "dario@scena.com" appartiene a una persona di nome "Dario" che lavora per un'organizzazione commerciale chiamata "Scena". Un tempo la posta elettronica era limitata a messaggi testuali, ma adesso si possono allegare ai messaggi: immagini, suoni e perfino sequenze video. Il tempo impiegato dal messaggio per giungere a destinazione (che può essere anche di pochi secondi) dipende dalla velocità a cui opera lo hardware di Internet, non dalla distanza che il messaggio deve percorrere.

Terminologia di Internet

Internet è pieno di termini gergali. Ogni persona od organizzazione rappresentata su Internet è identificata da un **dominio** (*domain name*); per esempio, *sciam.com* è il dominio del server principale della rivista *Scientific American*. L'ultima parte del dominio indica il tipo di organizzazione a cui è associato il dominio. Per esempio, *.edu* indica un'organizzazione nel campo dell'istruzione, *.com* un'organizzazione commerciale, *.org* un'organizzazione non commerciale. Vi sono anche designazioni nazionali, per esempio molte aziende britanniche hanno la designazione *.co.uk*. Per ogni dominio vi è un equivalente indirizzo IP (Internet Protocol), che è una versione numerica del dominio. Vari protocolli governano le modalità con cui si possono inviare dati via Internet. Il **TCP** (Transmission Control Protocol) inserisce i pacchetti di dati in "buste" sicure per la trasmissione via Internet. Il protocollo **FTP** (File Transfer Protocol) è un sistema per trasferire grandi quantità di dati o software utilizzando Internet. Il sistema **SMTP** (Simple Mail Transfer Protocol) è un protocollo per trasmettere posta elettronica. Il protocollo **HTTP** (Hypertext Transmission Protocol) è un formato usato per trasmettere documenti sul World Wide Web.



1 Il mittente scrive un messaggio, vi allega eventuali file, specifica l'indirizzo o gli indirizzi di posta elettronica dei destinatari e preme il pulsante "invia".

2 Il software cliente (per esempio il sistema SMTP) codifica il messaggio per consentire la trasmissione attraverso la rete.

3 Un server di posta elettronica, presso un provider oppure sul server del mittente, instrada il messaggio verso il corretto indirizzo elettronico.

4 Internet trasporta il messaggio codificato fino a un server ubicato nel dominio specificato dall'indirizzo E-mail del destinatario.

5 Il server converte il messaggio in una forma che può essere letta dal software del destinatario e lo colloca nella sua cassetta delle lettere.

6 Il destinatario si collega al server e i nuovi messaggi di posta elettronica vengono recapitati alla sua cassetta, insieme con eventuali allegati.

World Wide Web

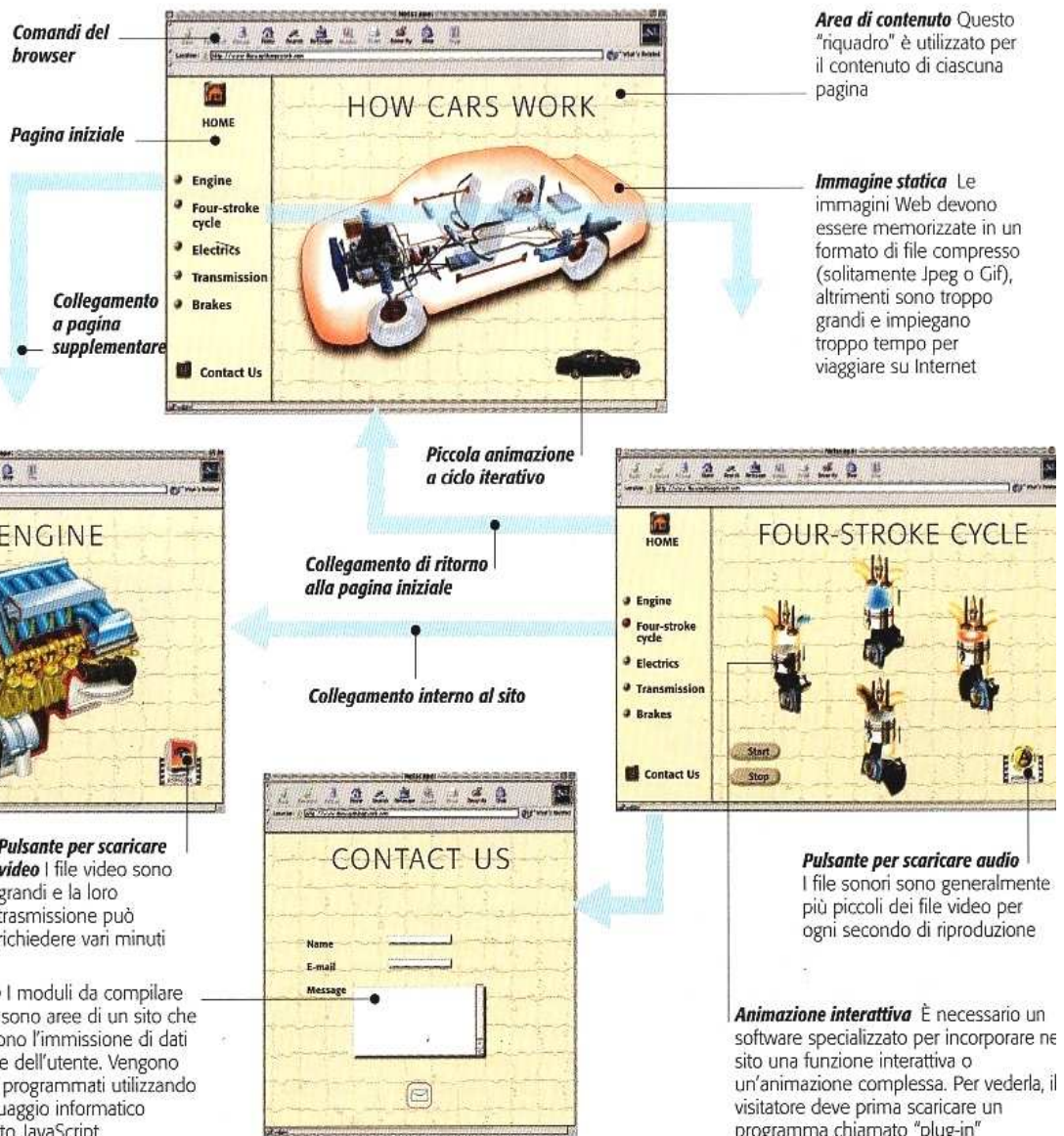
Il World Wide Web si compone di milioni di file digitali memorizzati su computer di tutto il mondo. Un "sito Web" si compone di un gruppo di file correlati, riuniti da un singolo progettista o da un gruppo di progettisti (Web designer). Quando viene visitato, un sito appare di solito costituito da diverse pagine collegate fra loro, ciascuna delle quali può presentare testi, immagini, suoni e animazioni. I siti contengono anche molti collegamenti ipertestuali (parole, frasi o pulsanti che se premuti col mouse conducono ad altre pagine o ad altri siti Web).

Quando si accede a una pagina Web, si richiede che i file costituenti la pagina vengano trasferiti da un computer remoto (Web server), dove sono memorizzati, al computer dell'utente attraverso Internet. All'arrivo dei file, un programma chiamato *browser* (navigatore) li riunisce su una pagina dello schermo. Per

visitare un sito Web è necessario essere collegati a Internet e avere un software per la navigazione in funzione sul computer. Si digita l'indirizzo del sito nella finestra del *browser* (per esempio, "www.azienda.com") e si preme il pulsante di invio. Quando il "Web" era agli inizi, i siti si componevano principalmente di testo e di alcune immagini. Da allora sono diventati sempre più interattivi e ricchi di supporti audiovisivi. Fra i progressi che hanno contribuito a questa evoluzione vi sono un aumento della velocità di trasmissione dei dati, un miglioramento del software per la creazione dei siti e gli sviluppi di programmi di navigazione e della tecnica *Html* (*hypertext markup language*), il linguaggio macchina fondamentale usato per creare pagine Web. Un'ulteriore innovazione è stata la tecnologia di audio e video in continuo (*streaming*), un metodo per trasmettere via Internet grandi file audio e video suddividendoli in vari "blocchi".

Struttura di un sito Web

I siti Web presentano un'enorme varietà, ma spesso hanno una struttura piramidale. Ogni sito ha una "pagina iniziale" (*home page*), che è come la pagina del sommario di una rivista. Dalla pagina iniziale il visitatore normalmente può scegliere varie sezioni del sito da esplorare. Molti siti utilizzano "riquadri" (*frame*), che suddividono ciascuna pagina in aree di contenuto e di navigazione.

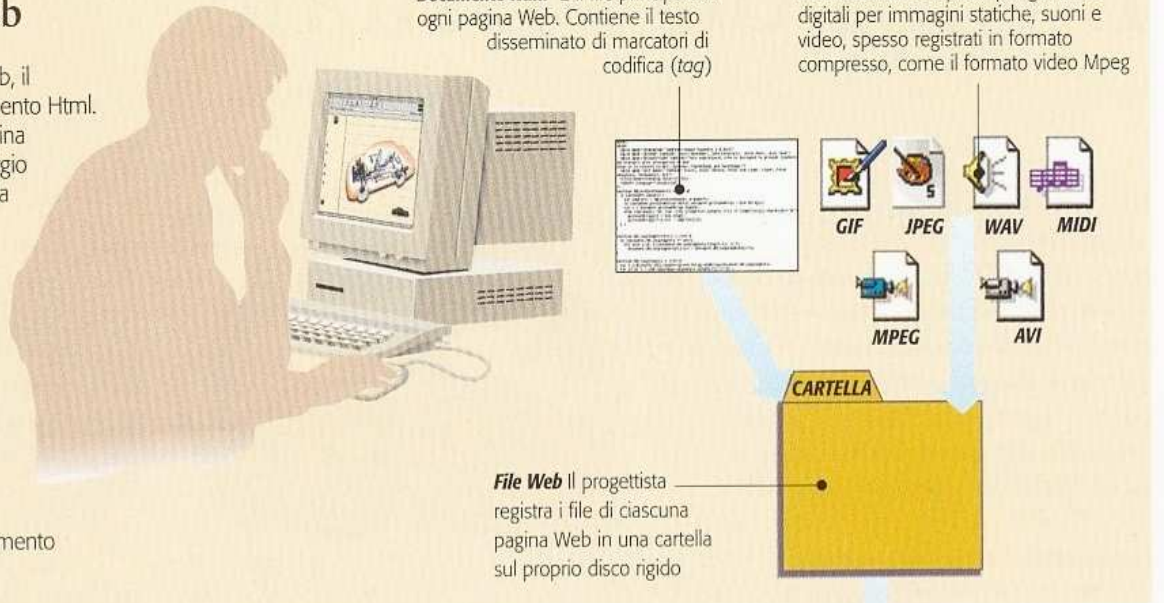


Creare un sito Web

Per ciascuna pagina di un sito Web, il progettista deve creare un documento Html. Questo contiene il testo della pagina insieme con marcatori del linguaggio di codifica (*tag*) che definiscono la disposizione della pagina, le immagini che vi compariranno, la modalità in cui apparirà il testo, i colori utilizzati e tutto ciò che riguarda la pagina. Si può utilizzare uno speciale software per la creazione di pagine Web per convertire il progetto in un documento Html provvisto di marcatori. I file audiovisivi, come le immagini, vengono spesso collegati al documento Html ma non ne fanno parte.

Documento Html È il file principale di ogni pagina Web. Contiene il testo disseminato di marcatori di codifica (*tag*)

File audiovisivi Si predispongono file digitali per immagini statiche, suoni e video, spesso registrati in formato compresso, come il formato video Mpeg

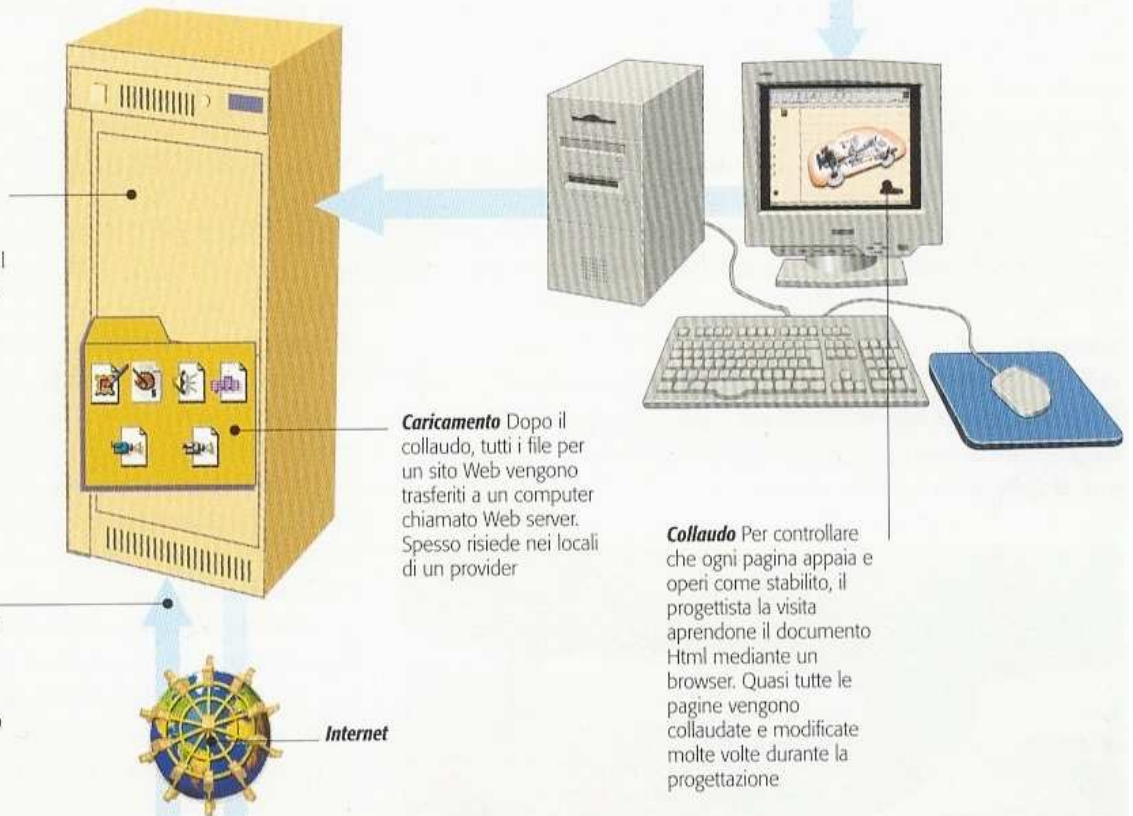


Web server È un computer con un collegamento permanente a Internet. Il gestore del sito Web ha un accesso mediante parola d'ordine (password) ai file del server, che pertanto possono essere aggiornati in ogni momento

Caricamento Dopo il collaudo, tutti i file per un sito Web vengono trasferiti a un computer chiamato Web server. Spesso risiede nei locali di un provider

Collaudo Per controllare che ogni pagina appaia e operi come stabilito, il progettista la visita aprendone il documento Html mediante un browser. Quasi tutte le pagine vengono collaudate e modificate molte volte durante la progettazione

Richiesta di file Quando la persona che visita il sito si sposta di pagina in pagina, il browser invia segnali al Web server, richiedendo altri file



Visitare una pagina Web

Per visitare una pagina Web, un utente collegato a Internet deve utilizzare un ipercollegamento (*hyperlink*) oppure digitare l'indirizzo della pagina in un browser. Gli ipercollegamenti si possono trovare in software come pagine Web e messaggi di posta elettronica. Una copia del file Html della pagina viene allora trasferita dal Web server dove risiede al computer dell'utente. Quando il file Html è caricato nel browser del computer, al Web server vengono inviati segnali per richiedere l'invio di altri file che costituiscono la pagina Web.

Visitare la pagina I file affluiscono al computer dell'utente, chiamato cliente. Il browser interpreta i marcatori (*tag*) del file Html e riunisce tutti i file creando un'impaginazione sullo schermo. I file possono anche essere registrati in un settore del disco rigido chiamato memoria *cache*



Il mondo virtuale

La realtà virtuale, fino a poco tempo fa materia per videogiochi e fantascienza, sta rapidamente diventando uno strumento importante con un'ampia varietà di applicazioni. Oltre a consentire agli utenti di accedere ad ambienti simulati, la tecnologia sviluppata per la realtà virtuale può essere abbinata alla robotica per dare a una persona la capacità di operare a distanza, una tecnologia chiamata telepresenza.

Fondamenti della realtà virtuale

Le attrezzature per realtà virtuale consentono di accedere e di interagire con un ambiente tridimensionale generato dal computer. Sono necessari sensori per il movimento e potenti computer per creare l'illusione completa di un altro mondo e trasformare i movimenti dell'utente nel mondo reale in azioni nella realtà sintetizzata, spesso chiamata cibernazio. Il computer deve inoltre essere collegato a una serie di apparecchiature hardware che forniscono all'utente un costante afflusso di dati aggiornati in risposta.

Il più noto prodotto della tecnologia della realtà virtuale è il casco che consente all'utente di essere completamente immerso nel

Simulatori di volo

Utilizzando un modello di cabina di pilotaggio sostenuta da martinetti idraulici e circondata da grandi schermi visualizzatori, il simulatore di volo può ricreare le condizioni di atterraggio in qualunque aeroporto del mondo, consentendo ai piloti di addestrarsi in completa sicurezza.



Occhiali LCD

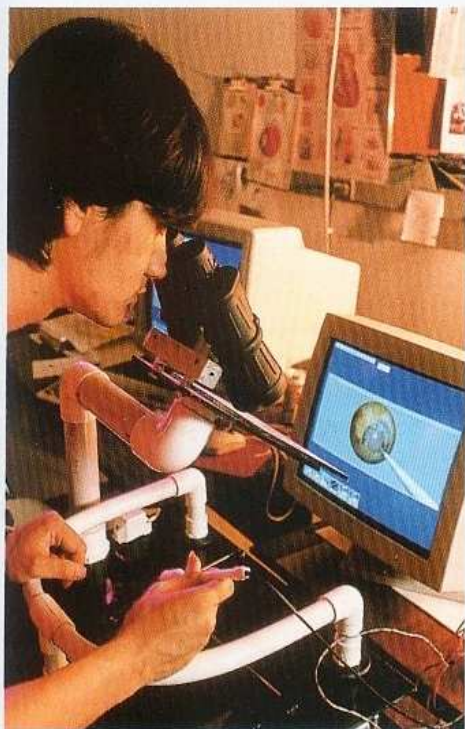
Questo casco è una forma semplificata di monitor per realtà virtuale. Due schermi a cristalli liquidi (LCD) all'interno degli occhiali producono lo stesso effetto di un grande monitor visto da lontano. Tuttavia, questo casco non ha sensori per individuare i movimenti della testa e non può immergere l'utente nel cibernazio.

cibernazio. Il casco assume la forma di occhiali, solitamente con uno schermo LCD posizionato davanti a ciascun occhio. Il computer invia a ciascuno schermo immagini leggermente diverse, e il cervello dell'utente interpreta tali immagini come la visione di un ambiente tridimensionale reale. Le immagini sugli schermi vengono continuamente rinnovate, cosicché quando l'utente muove la testa il panorama cambia. Il calcolo di questi panorami tridimensionali in rapido mutamento è il motivo principale per cui la realtà virtuale richiede una grande potenza di elaborazione. Oltre alle informazioni visive, il casco per realtà virtuale incorpora spesso cuffie stereo, che immergono l'utente in un mondo di suoni oltre che di visione tridimensionale. Quando il casco si muove orizzontalmente o verticalmente, dei sensori elettronici captano l'accelerazione e la decelerazione e inviano tali informazioni al computer, che aggiorna i dati sonori e visivi in uscita verso il casco. I sensori sono simili a quelli usati negli airbag delle automobili: il movimento nel sensore allunga o comprime dei cavi metallici, modificandone la resistenza elettrica.

Un altro ben noto prodotto della tecnologia della realtà virtuale è la manopola coperta di sensori (o guanto per realtà virtuale) che consente al computer di seguire i movimenti della mano dell'utente. Questi guanti di solito uniscono i sensori di accelerazione (per seguire i movimenti della mano nello spazio) a fibre ottiche collocate lungo le dita. La luce proveniente da un'interfaccia sul retro del guanto viene trasmessa lungo le fibre, riflessa dall'estremità e rivelata all'interfaccia. Quando l'utente piega le dita, parte dei segnali luminosi di ritorno viene interrotta. Il computer registra la distorsione delle fibre ottiche e regola di conseguenza l'immagine della mano nel cibernazio.

Per un ulteriore realismo, i guanti sono provvisti di imbottiture a pressione sulle punte delle dita, che possono essere attivate da segnali provenienti dal computer. Raccogliere o toccare un oggetto nel cibernazio ha come conseguenza una pressione realistica trasmessa alle dita. L'utente può anche sentire quanto salda sia la sua presa sull'oggetto.

Sebbene i caschi e i guanti siano le più comuni interfacce per realtà virtuale, ve ne sono molte altre, che offrono gradi variabili di immersione nell'ambiente virtuale. Joystick e volanti per videogiochi e perfino i mouse dei computer possono ora fornire riscontri realistici all'utente che gioca, i sedili possono tremare durante le esplosioni,



Chirurgia virtuale

Uno studente di medicina fa pratica di chirurgia oculistica utilizzando un sistema di realtà virtuale. L'operatore comanda con una mano un laser virtuale, guardando in un microscopio. Quest'ultimo contiene due schermi che producono un'immagine stereoscopica del modello di occhio e del laser. I medici docenti possono seguire i progressi dello studente su un monitor più grande.

e un'imbottitura sul torace o perfino abiti che coprono l'intero corpo possono offrire esperienze ancora più realistiche.

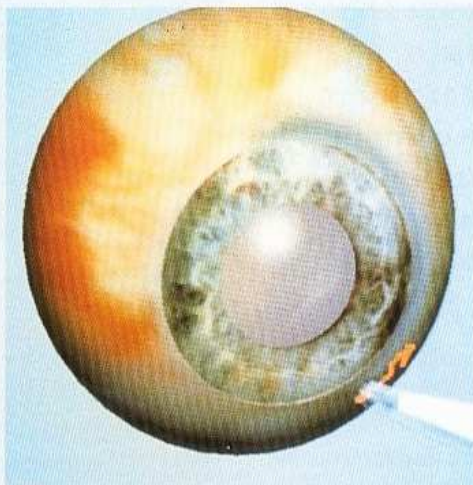
Mettere all'opera la realtà virtuale

Sebbene l'utilizzazione più diffusa sia costituita dai videogiochi, la realtà virtuale ha enormi potenzialità per usi più costruttivi. La prima apparecchiatura a realtà virtuale è stata probabilmente il simulatore di volo, che utilizza grandi monitor per computer montati attorno a un modello di cabina di pilotaggio che rolla e beccheggia, per addestrare i piloti nelle tecniche di volo e nelle procedure di emergenza. La realtà virtuale può offrire un addestramento realistico per molte situazioni pericolose senza mettere a repentaglio vite umane o macchinari costosi; fra le altre applicazioni vi è l'addestramento di operatori di centrali nucleari, ingegneri elettrotecnici e chirurghi.

I sistemi di realtà virtuale possono essere usati anche per accedere a un ambiente controllato. Gli architetti usano simulazioni virtuali per eseguire dimostrazioni degli edifici durante le fasi di progettazione, mentre alcuni psichiatri utilizzano la realtà virtuale per curare fobie come la paura degli spazi aperti o delle altezze. Infine, la realtà virtuale amplia i modi in cui gli esseri umani possono interagire con i sistemi informatici. Invece di usare un mouse e un monitor, alcuni sistemi consentono a un gestore di banche dati di accedere a una rappresentazione tridimensionale del file e ricercarvi i dati.

Telepresenza

Se la realtà virtuale può simulare situazioni reali, la telepresenza conferisce la capacità di intervenire fisicamente in una situazione

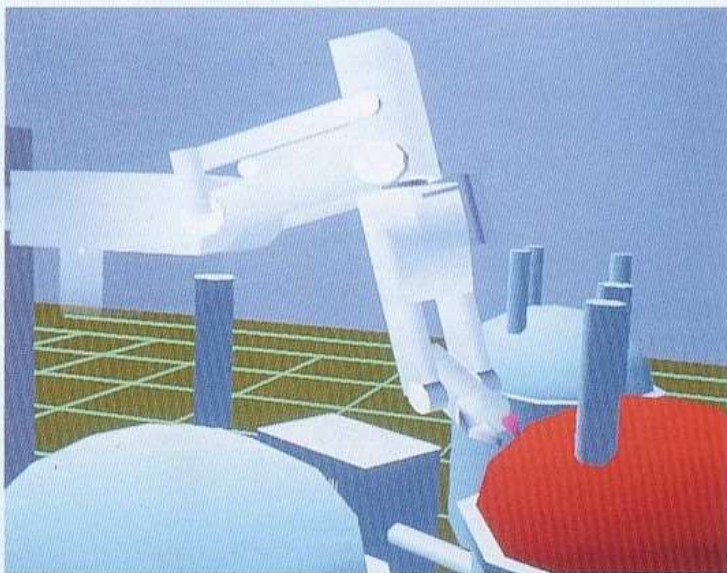


reale a distanza. Una persona che utilizzi un sistema di telepresenza indossa casco e guanti da realtà virtuale, che gli consentono di comandare a distanza i movimenti di un robot. Quest'ultimo, chiamato "operatore", è fornito di sensori che trasmettono al sistema di telepresenza segnali di risposta riguardo all'ambiente. Questi segnali conferiscono all'utente una presenza virtuale nell'ambiente del robot e gli consentono di vedere, udire e toccare oggetti attraverso il robot. La telepresenza ha un'enorme gamma di utilizzazioni e per la maggior parte delle situazioni è molto più economica ed efficace che costruire robot completamente indipendenti per

portare a termine tali compiti. Già si eseguono interventi chirurgici in telepresenza, dove un chirurgo che si trova su un continente compie delicate operazioni su pazienti che si trovano su un continente diverso. Squadre di artificieri utilizzano la telepresenza per disinnescare esplosivi senza esporsi al pericolo, e questo sistema può essere usato anche per maneggiare materiale nucleare. Nello spazio la NASA sta mettendo a punto per la Stazione spaziale internazionale un "robonauta": un operatore in telepresenza che potrà raggiungere un luogo al di fuori della stazione in un tempo sensibilmente minore di quanto ci voglia a un astronauta per prepararsi a una passeggiata nello spazio.

La telepresenza all'opera

Questa simulazione consente di fare pratica dell'uso di un braccio robotico per smantellare componenti all'interno di un reattore nucleare. L'operatore comanda il braccio (raffigurato in bianco) mediante un joystick e manipola i materiali radioattivi rossi e blu proprio come farebbe nella realtà.



Registrazione del suono

La registrazione del suono è il procedimento di conversione delle onde di pressione presenti nell'aria (suono) in segnali elettrici per la memorizzazione sotto forma di sequenze magnetiche o fisiche in un supporto come un nastro magnetico, un disco in vinile o un compact disc. Con la registrazione analogica, nel supporto di registrazione si crea una copia (analogo) dell'onda sonora continua. La registrazione digitale converte l'onda continua in un codice binario costituito da impulsi discreti.

Durante la registrazione le onde sonore provenienti da uno strumento tradizionale o dalla voce devono essere convertite in un segnale elettrico da parte di un microfono, mentre gli strumenti elettronici, come i sintetizzatori, possono produrre direttamente un segnale elettrico. Un segnale elettrico analogico è teoricamente una copia esatta dell'onda sonora originaria, mentre il codice digitale è soltanto un'approssimazione campionata. Tuttavia, l'audio digitale presenta molti vantaggi pratici. I sistemi di codificazione digitali sono progettati per trasportare oltre al suono anche informazioni, come i dati per la correzione degli errori. Inoltre, le copie digitali sono identiche agli originali digitali, il che significa che le piste possono essere copiate ripetutamente senza deterioramento.

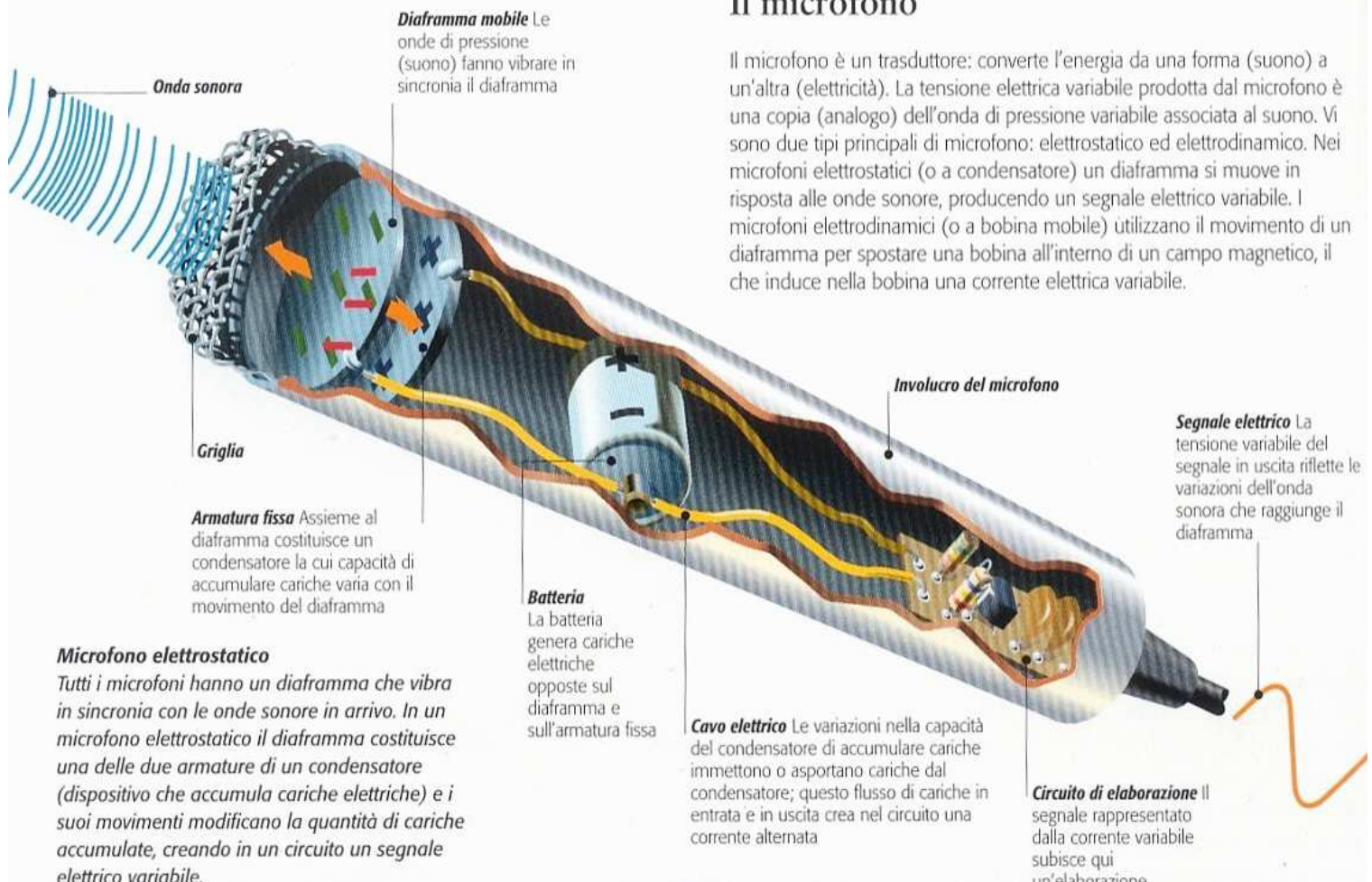


Studio di registrazione virtuale

Oggi la gran parte delle funzioni di uno studio di registrazione audio professionale può essere svolta dal software di un computer portatile; sono possibili fra l'altro l'elaborazione delle onde sonore con lo strumento chiamato editor, il montaggio e il missaggio delle piste e l'aggiunta di effetti speciali. Le registrazioni possono essere effettuate da microfoni o direttamente da sintetizzatori o strumenti MIDI.

Il microfono

Il microfono è un trasduttore: converte l'energia da una forma (suono) a un'altra (elettricità). La tensione elettrica variabile prodotta dal microfono è una copia (analogo) dell'onda di pressione variabile associata al suono. Vi sono due tipi principali di microfono: elettrostatico ed elettrodinamico. Nei microfoni elettrostatici (o a condensatore) un diaframma si muove in risposta alle onde sonore, producendo un segnale elettrico variabile. I microfoni elettrodinamici (o a bobina mobile) utilizzano il movimento di un diaframma per spostare una bobina all'interno di un campo magnetico, il che induce nella bobina una corrente elettrica variabile.

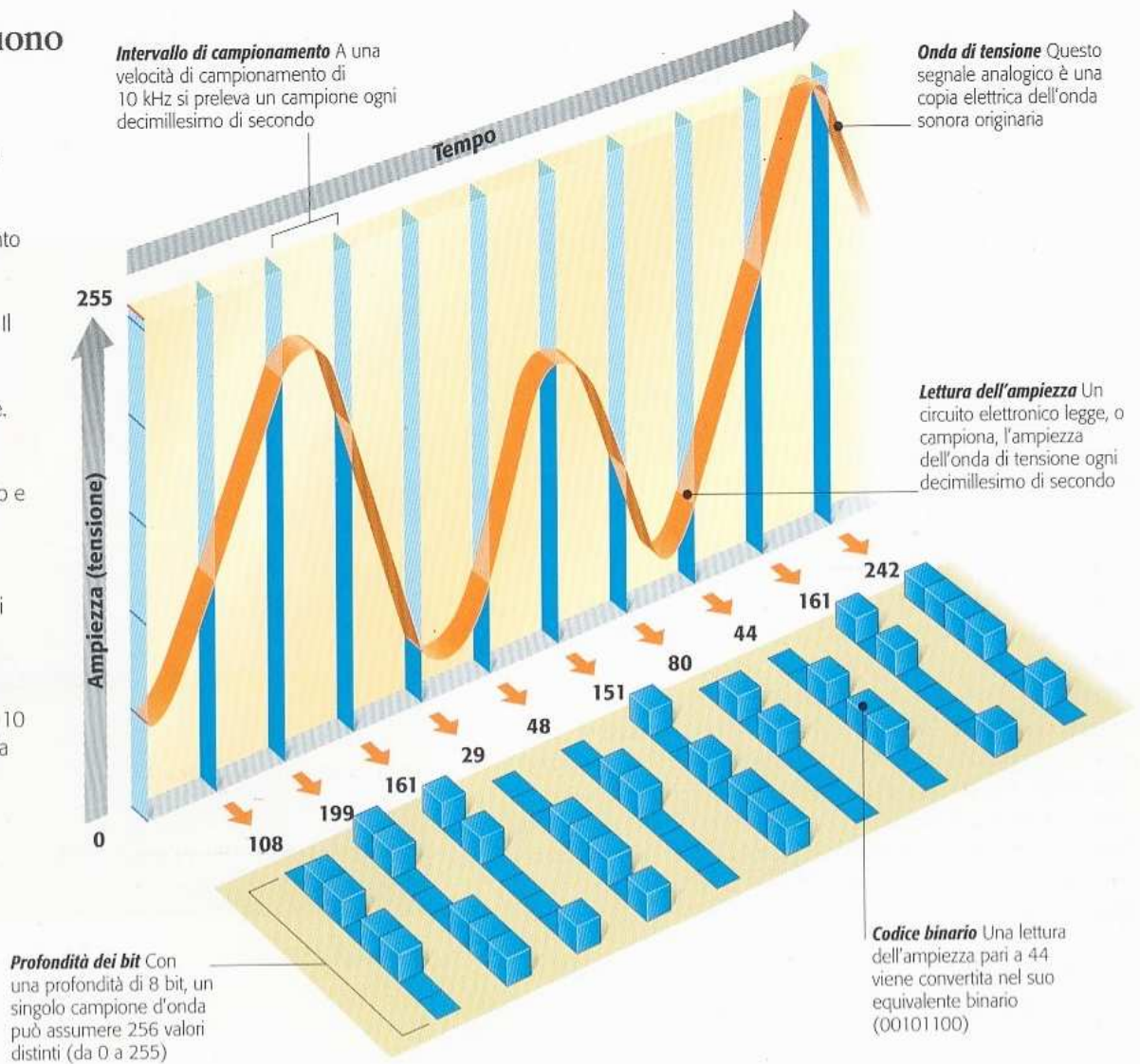


Microfono elettrostatico

Tutti i microfoni hanno un diaframma che vibra in sincronia con le onde sonore in arrivo. In un microfono elettrostatico il diaframma costituisce una delle due armature di un condensatore (dispositivo che accumula cariche elettriche) e i suoi movimenti modificano la quantità di cariche accumulate, creando in un circuito un segnale elettrico variabile.

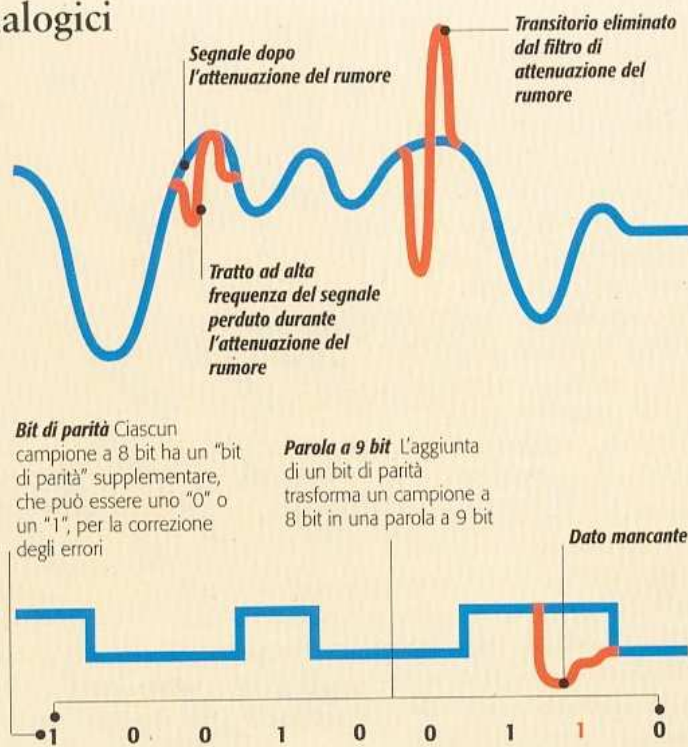
Campionare il suono

Per convertire in un codice digitale l'onda di tensione elettrica variabile prodotta da un microfono, il segnale di tensione deve essere campionato. Il campionamento comporta la misurazione dell'ampiezza (altezza) dell'onda a intervalli regolari. Il codice può quindi essere riconvertito in un segnale analogico per la riproduzione. La fedeltà del segnale riconvertito dipende dalla frequenza di campionamento e dalla profondità dei bit (che determina la gamma di possibili valori di un campione). Lo standard per i CD audio è 16 bit (65.536 livelli) a 44,1 kHz (misurati 44.100 volte al secondo). Il campionamento con 8 bit a 10 kHz qui illustrato è adatto alla registrazione del parlato.



Segnali digitali e analogici

Il vantaggio principale dei sistemi digitali è che possono facilmente distinguere il segnale desiderato dal rumore indesiderato causato da interferenze o difetti del supporto di registrazione. Questo perché nei sistemi digitali il segnale e il rumore "appaiono" molto diversi. Eventuali errori o dati mancanti possono essere corretti dal computer, utilizzando vari sistemi di correzione di errori che fanno parte del codice. Per esempio, a ciascun campione possono essere aggiunti dei bit supplementari chiamati bit di parità. A un sistema analogico segnale e rumore "appaiono" molto simili, per cui anche sistemi di riduzione del rumore molto sofisticati non eliminano del tutto il rumore oppure provocano una distorsione del segnale.



Tecnologie musicali

La storia delle tecnologie musicali è una storia di sviluppo tecnico, di successi e fallimenti commerciali e di guerre sui formati. Il primo supporto prodotto in serie fu il disco gramfonico, che giunse sul mercato nell'ultimo decennio del XIX secolo e venne costantemente perfezionato fino agli anni Cinquanta del XX secolo grazie all'elettrificazione, a migliori materiali per i dischi e a vari formati di grandezza e velocità. La registrazione su filo magnetico fu messa a punto alla fine del XIX secolo, ma non ebbe successo commerciale fino agli anni Trenta. Alla fine degli anni Quaranta i magnetofoni a filo furono sopravanzati dai registratori a bobina, che utilizzavano un nastro di plastica rivestito di ossido metallico, e dalle musicassette e dalle cartucce a 8 piste (stereo 8) degli anni Sessanta e Settanta. La principale rivoluzione alla fine del XX secolo era costituita dallo sviluppo e dalla diffusione delle tecnologie digitali. Sebbene alcuni formati come il DAT (*digital audio tape*, nastro audio digitale) rimangano limitati ai mercati professionali o semiprofessionali, il CD (*compact disc*, disco ottico) e il minidisco riscrivibile hanno reso disponibili una qualità del suono e una durevolezza senza precedenti, alla portata anche dei consumatori con modeste capacità di spesa. Il prossimo formato importante per i consumatori sarà probabilmente un supporto "a stato solido" basato su chip o schede a memoria flash.

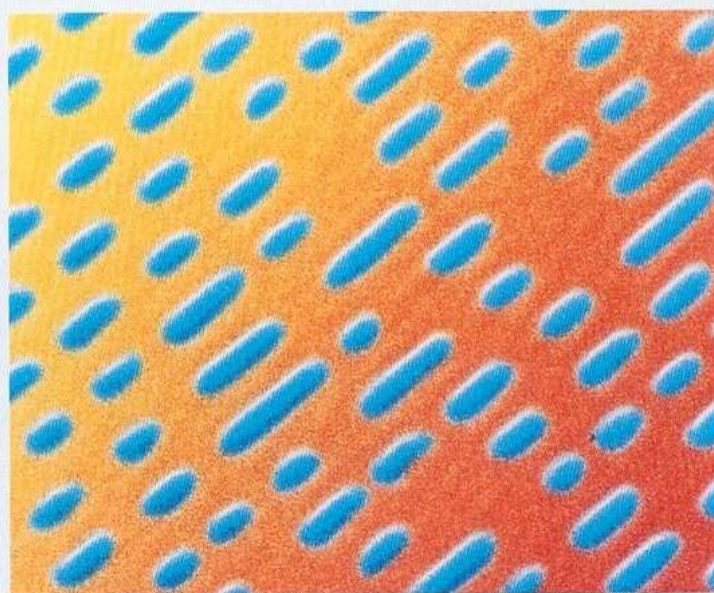
Dai cilindri ai dischi

La prima apparecchiatura che consentì la registrazione e la riproduzione del suono fu il fonografo di Edison del 1877, in cui le onde sonore che arrivavano a un diaframma facevano vibrare un ago, incidendo un solco di profondità variabile in un cilindro rotante rivestito di carta metallizzata. Il suono registrato nel cilindro azionato a mano veniva riprodotto con un ago collegato a un diaframma. Nel 1887 Emile Berliner inventò il grammfono, che utilizzava dischi anziché cilindri, il cui grande vantaggio era che i dischi si potevano produrre in serie stampandoli a partire da una "matrice". I dischi di gommalacca, che ruotavano a 78 giri al minuto su grammfoni caricati a mano, consentivano quattro minuti di riproduzione per ciascun lato e si diffusero negli Stati Uniti e in Europa all'inizio del XX secolo. Negli anni Venti si usava ormai l'elettricità per la registrazione e la riproduzione, per ruotare il giradischi e amplificare le vibrazioni dell'ago. Nel 1948 il disco long-playing (LP), che ruotava a 33 1/2 giri al minuto e aveva un più sottile "microsolco" letto con un fonorivelatore a puntina di diamante, accrebbe la qualità del suono e prolungò il tempo di riproduzione a oltre 20 minuti per lato. Venne introdotto un disco a 45 giri come concorrente diretto di quello a 78 giri. Sia gli LP sia i 45 giri venivano realizzati in una materia plastica da poco disponibile, il "vinile". Le registrazioni stereo (a due canali) arrivarono nel 1958. I mangiacassette automatici e i jukebox contribuirono a rendere popolari i dischi in vinile. Ma nonostante gli spettacolari miglioramenti nella fedeltà apportati dalla registrazione e dalla riproduzione elettriche e dai nuovi materiali per i dischi, le vendite di dischi diminuirono negli anni Ottanta. Inizialmente questo fu dovuto alla crescente popolarità delle cassette, ma più tardi la causa fu il CD digitale. Ora gli LP in vinile rimangono in produzione soltanto per mercati specializzati.



Matrice di CD in vetro incisa mediante laser ad alta velocità

Il codice audio viene inciso mediante il laser a partire da un nastro su un disco in vetro molato rivestito di una sostanza plastica fotoindurente. Tale sostanza viene sviluppata e vi si deposita sopra del metallo; quindi a partire dalla matrice metallica negativa del disco si realizzano "stampi" usati per lo stampaggio a iniezione dei CD in policarbonato.



Microfotografia a scansione di cavità e superfici lisce di CD

I dati audio stereo di alta qualità sono memorizzati in microscopiche cavità e superfici lisce su un'unica pista continua a spirale. I margini delle cavità corrispondono agli "1" in codice binario. Le dimensioni delle cavità sono vicine alla lunghezza d'onda della luce visibile ed esse diffrangono (piegano) la luce producendo i colori dell'iride che si vedono sulla superficie dei CD.



Riproduttore portatile MP3

I riproduttori portatili MP3 che usano chip di "memoria flash" non volatile sono stati messi sul mercato alla fine degli anni Novanta e si stanno diffondendo rapidamente. I file audio in formato compresso MP3 possono essere scaricati da Internet su un computer e caricati nel riproduttore. Alcuni modelli sono più piccoli di una penna, eppure possono contenere due ore di suono stereo di buona qualità.

Registrazione magnetica

Una dimostrazione della registrazione magnetica fu realizzata nel 1889 dal fisico danese Valdemar Poulsen, il cui telegraphon effettuava registrazioni su filo d'acciaio. Tuttavia i registratori su filo magnetico e su nastro non raggiunsero livelli sufficienti di fedeltà fino agli anni Trenta, quando furono prodotti i primi registratori su filo per l'industria. Soltanto alla fine degli anni Quaranta si impose un formato standard di nastro che utilizzava un rivestimento magnetizzabile su nastro di plastica. Dalla fine degli anni Cinquanta si diffusero i registratori a bobina che utilizzavano nastri da $\frac{1}{4}$ di pollice con due coppie di piste stereo. Rovesciando la bobina si poteva accedere all'altra coppia di piste. I registratori a bobina consentivano varie velocità del nastro: $7\frac{1}{2}$, $3\frac{3}{4}$ e $1\frac{7}{8}$ di pollice per secondo. Una velocità più elevata significava una migliore qualità del suono (poiché lo stesso suono veniva registrato su un tratto più lungo di nastro e pertanto su più particelle magnetiche, fornendo maggiori dettagli), ma a spese della durata della registrazione.

Il nastro magnetico ricevette un impulso massiccio con l'introduzione della musicassetta nel 1962 e con la cartuccia a 8 piste (1965). Quest'ultima (detta anche stereo 8) fu creata appositamente come formato per le automobili, ma perse terreno nei confronti della musicassetta, che da allora è diventata una presenza consueta negli

stereo per automobile e anche in quelli portatili. La musicassetta comprimeva quattro piste (due piste stereo per lato) su un nastro di $\frac{1}{8}$ di pollice avvolto su una coppia di bobine in un involucro di plastica durevole. La sottigliezza del nastro, una scadente formulazione del supporto magnetico e la bassa velocità di $1\frac{7}{8}$ di pollice al secondo significavano che la qualità del suono era nel migliore dei casi appena sufficiente. Da allora la fedeltà è migliorata in maniera spettacolare attraverso l'introduzione di sistemi per l'attenuazione del rumore e l'uso di formulazioni di nastro più avanzate, affinando il rivestimento con il passaggio dalla semplice ruggine (ossido di ferro) al biossido di cromo e quindi a particelle metalliche. Il prolungato successo del formato in cassetta è in parte dovuto anche alla comodità di funzioni avanzate quali la ricerca dei brani e l'autoreverse (i mangiacassette a inversione automatica riproducono entrambi i lati della cassetta facendo ruotare la testina di lettura e rendendo superflua l'inversione manuale della cassetta) e alla miniaturizzazione (grazie alla quale i riproduttori stereo portatili sono appena più grandi dell'involucro della cassetta).

La rivoluzione digitale

I registratori a nastro digitali furono inventati per i professionisti alla fine degli anni Settanta nel tentativo di migliorare la fedeltà e la qualità di duplicazione e attenuare il rumore. Oggi i dischi rigidi e i formati di nastro come il DAT costituiscono la norma per gli studi di registrazione. Per i consumatori la rivoluzione digitale è arrivata sotto forma di CD. Diversamente dal nastro analogico o digitale, ma al pari dei dischi, il CD offre la comodità dell'accesso casuale, vale a dire che si può accedere direttamente ai brani al centro del disco senza passare attraverso quelli precedenti. Per la registrazione domestica i minidischi e i CD registrabili sono sul punto di sostituire le cassette analogiche. Ma il futuro delle tecnologie musicali probabilmente risiede in apparecchiature digitali a stato solido, con i loro tempi quasi istantanei di accesso ai brani e la loro compattezza e robustezza dovuta alla mancanza di parti in movimento.

Registrazione su minidisco

Il minidisco (MD) è un formato audio riscrivibile per largo consumo che fornisce una qualità del suono digitale quasi come il CD in dischi di 65 mm di diametro racchiusi in involucri di plastica durevoli. I registratori MD stanno nel palmo della mano e pesano poco più di 100 grammi. Ciascun MD contiene 140 MB di dati (circa un quinto rispetto a un CD) ma racchiude in questo spazio 80 minuti di suono stereo digitale comprimendo i dati ed eliminando alcune frequenze con una minima perdita di fedeltà. Vi sono due tipi di dischi: preregistrati e riscrivibili. I minidischi preregistrati sono come CD in miniatura, con cavità e superfici lisce incise in



Registrazione magneto-ottica

Durante la registrazione un laser su un lato del disco riscalda la parte del disco che viene incisa, mentre una testina di incisione magnetica sull'altro lato del disco modifica la sequenza di magnetizzazione.

maniera permanente, e vengono letti da un laser. I minidischi riscrivibili utilizzano una tecnica diversa, ma funzionano con lo stesso hardware. Questa tecnica, chiamata magneto-ottica, codifica i dati audio sotto forma di codici digitali in uno strato magnetizzabile del disco. Tale strato è magnetizzabile soltanto se riscaldato da un laser, per cui sono coinvolti componenti magnetici e ottici. I minidischi riscrivibili possono essere registrati e cancellati ripetutamente. In confronto alle cassette analogiche, i minidischi offrono una fedeltà decisamente migliore, maggiori compattezza e durevolezza e un accesso casuale (diretto) ai brani.

Riproduzione del suono

La riproduzione del suono registrato richiede un'apparecchiatura per convertire in un segnale elettrico le sequenze fisiche o magnetiche del supporto inciso, un amplificatore per intensificare il segnale proveniente dal riproduttore, e degli altoparlanti per convertire il segnale in onde sonore. Se il mezzo di registrazione è digitale, è necessario un convertitore digitale-analogico per trasformare il segnale in forma analogica prima che possa essere amplificato.

Idealmente l'apparecchiatura per la riproduzione sonora ricrea il suono esattamente come è stato registrato in origine. Un amplificatore deve accrescere il livello del segnale elettrico proveniente dal riproduttore di nastri o CD senza introdurre distorsioni spiacevoli. Per la maggior parte gli amplificatori ottengono questo risultato per mezzo di transistor, ma gli amplificatori basati sulla vecchia tecnologia a valvole elettroniche sono da qualcuno apprezzati per il "calore" del loro suono. L'ultimo componente nella catena della riproduzione è l'altoparlante. Gli altoparlanti (o diffusori sonori) sono trasduttori: convertono l'energia elettrica in energia sonora e funzionano come microfoni al contrario. La gran parte degli altoparlanti utilizza la tecnologia a bobina mobile. Gli altoparlanti "piatti" una volta si basavano di solito sulla tecnologia elettrostatica e funzionavano come microfoni a condensatore al contrario, ma i più recenti modelli piatti usano una nuova tecnologia a "modalità distribuita".



Altoparlanti a modalità distribuita
La più recente tecnologia per realizzare altoparlanti piatti, i cosiddetti altoparlanti a modalità distribuita, utilizza per produrre il suono un pannello sottile ed estremamente rigido. L'intero pannello vibra in maniera complessa, diversamente da un altoparlante tradizionale, dove un cono si sposta avanti e indietro come un pistone. Queste apparecchiature invece non hanno bisogno di un involucro (cassa) e riempiono di suono una stanza in maniera più uniforme rispetto agli altoparlanti tradizionali. Possono essere realizzate in vari materiali (perfino in vetro, come qui illustrato) e inserite all'interno di pareti e soffitti.

Testina di giradischi

Un disco in vinile memorizza i due canali di un segnale sonoro stereo sotto forma di contorni ondulati delle pareti di un solco a spirale. La testina all'estremità del braccio del giradischi legge le variazioni dei contorni con un fonorivelatore a puntina di diamante, che si muove in due direzioni perpendicolari seguendo le pareti interna ed esterna del solco. I movimenti della puntina fanno muovere un magnete a essa collegato all'interno di due serie di bobine, inducendo segnali elettrici separati per i canali sinistro e destro. Alcune testine usano invece una bobina mobile e magneti fissi.

Superficie del disco

Parete interna del solco

Il segnale di sinistra è trasportato dalla parete interna del solco

Parete esterna del solco

La parete esterna trasporta il segnale di destra

Bobina di sinistra

Magnete I movimenti della testina fanno vibrare il magnete a essa collegato

Bobina di destra

Bobina di sinistra Un segnale elettrico che rispecchia i contorni della parete interna del solco viene indotto dal magnete mobile nelle bobine di sinistra

Segnale di sinistra

Segnale di destra

Bobina di destra Il magnete mobile induce nelle bobine di destra un segnale elettrico che rispecchia i contorni della parete esterna del solco

Direzione di movimento del disco Il disco viene fatto ruotare a velocità costante da un piatto azionato da un motore

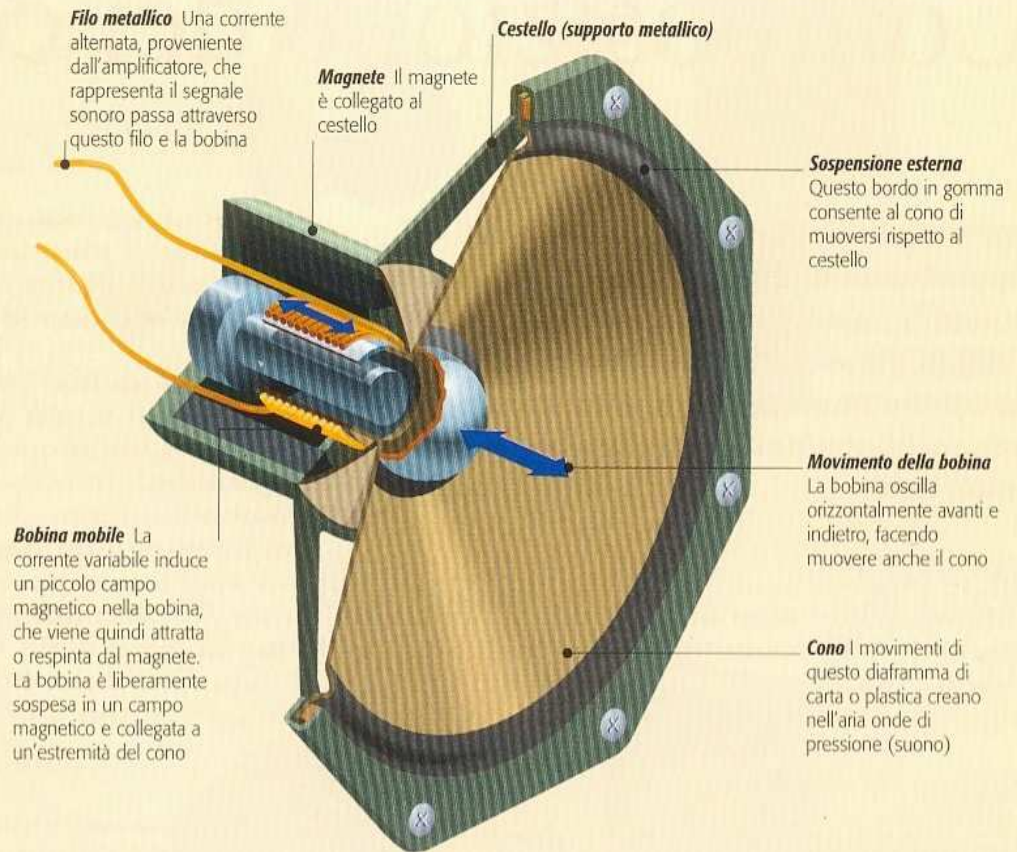
Testina La testina è provvista di una punta in diamante sintetico di lunga

Altoparlanti

Quasi tutti i diffusori sonori hi-fi utilizzano due unità a bobina mobile: un altoparlante per alte frequenze (*tweeter*) e uno per basse frequenze (*woofer*). Sono racchiusi in casse appositamente progettate e provviste di materiale attenuatore per assorbire le vibrazioni indesiderate. Una corrente elettrica alternata, proveniente dall'amplificatore, che rappresenta il segnale sonoro viene inviata a un circuito di incrocio (*crossover*) nella cassa. Questo invia le alte frequenze al *tweeter* e le basse frequenze al *woofer*. I segnali elettrici variabili fanno muovere la bobina dell'apparecchiatura, creando onde di pressione (sonore) variabili.

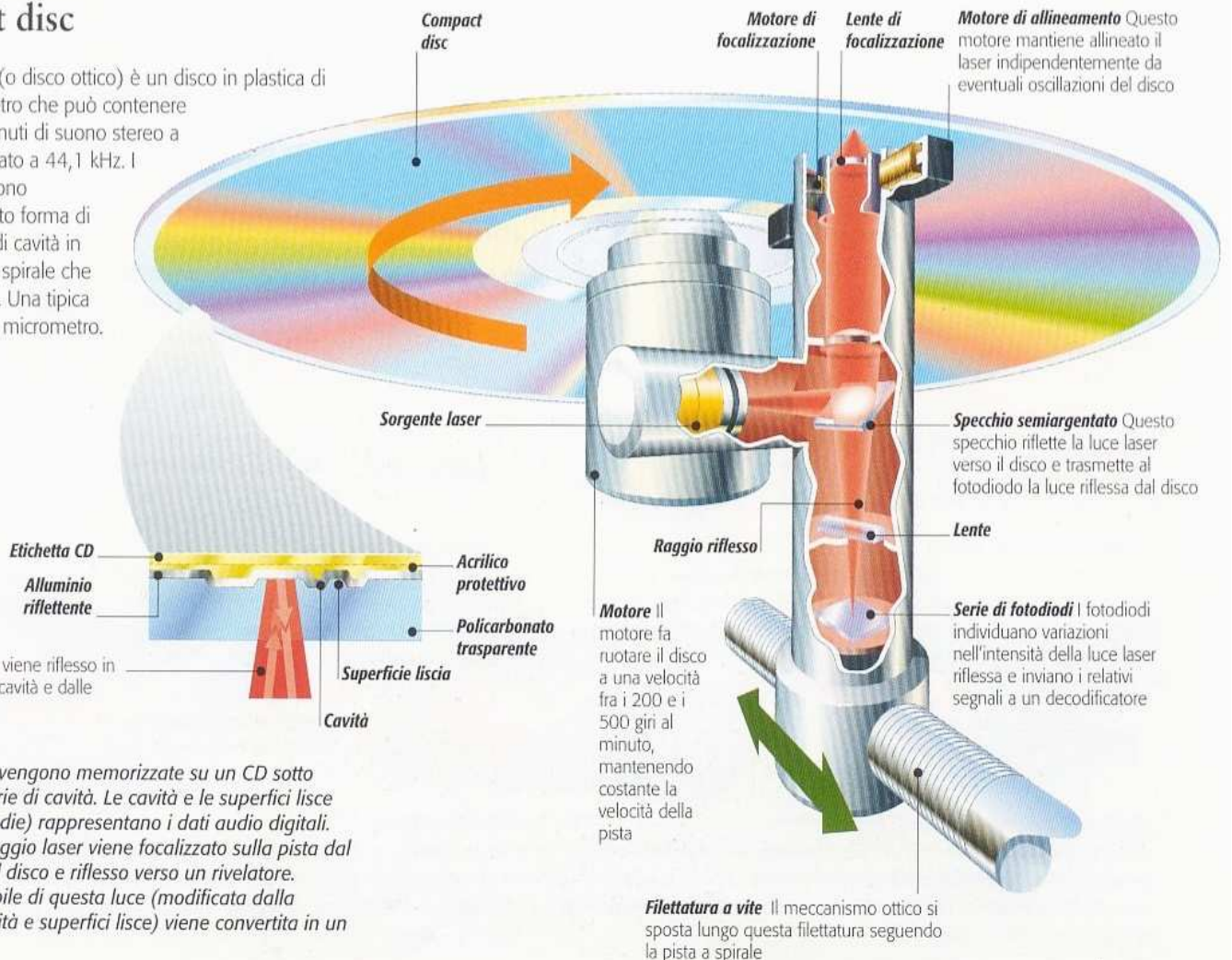
Altoparlante a bobina mobile

Un altoparlante a bobina mobile converte le correnti elettriche in suono attraverso la magnetizzazione di una bobina in filo metallico collegata a un diaframma flessibile.



Compact disc

Il compact disc (o disco ottico) è un disco in plastica di 12 cm di diametro che può contenere all'incirca 74 minuti di suono stereo a 16 bit, campionato a 44,1 kHz. I dati audio vengono memorizzati sotto forma di circa 3 miliardi di cavità in un'unica pista a spirale che parte dal centro. Una tipica cavità è lunga 1 micrometro.



Composizione dei colori

I colori ci sono tanto familiari che è facile darli per scontati. Ma i principi della sintesi dei colori, che stanno alla base della tecnologia per riprodurre una vasta gamma di colori in settori come la stampa, la fotografia, la televisione e l'informatica, sono più complessi di quanto possano apparire a prima vista. Sono strettamente correlati al modo in cui i nostri occhi e il nostro cervello collaborano per percepire i colori.

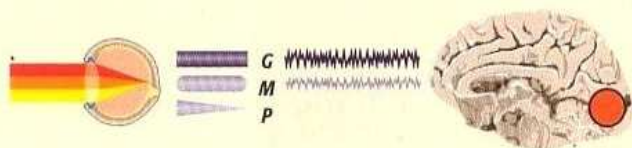
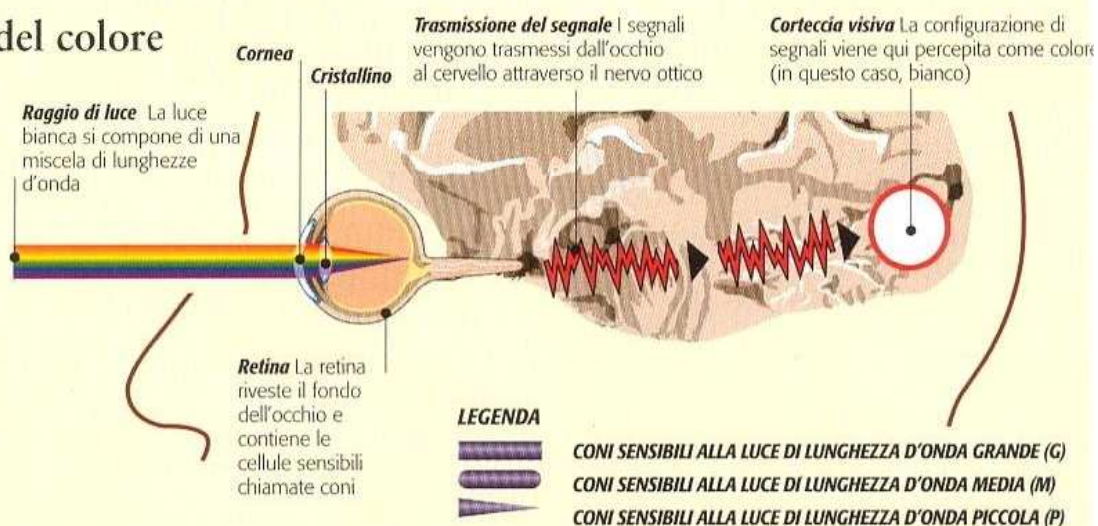
Il fenomeno del colore deriva dal fatto che la luce, la quale è una forma di radiazione elettromagnetica, presenta una gamma di lunghezze d'onda. La luce solare e altre forme di luce "bianca" contengono una miscela di tali lunghezze d'onda, come si può

vedere facendo passare un raggio di tale luce attraverso un prisma di vetro. Il prisma disperde la luce in una gamma continua, chiamata spettro, di strisce di luce colorate, dal rosso (lunghezza d'onda maggiore) al violetto (lunghezza d'onda minore).

Secondo la prevalente teoria "tricromatica" della percezione umana del colore, la retina dell'occhio contiene tre tipi di cellule chiamate coni, ciascuno sensibile a una gamma diversa di lunghezze d'onda (all'incirca luce rossa, verde e blu). La sensazione di qualunque colore può essere evocata miscelando luce di questi tre colori, i cosiddetti "colori primari". La Tv a colori opera su questo principio, dando l'impressione di un'intera tavolozza cromatica grazie all'uso di una serie di punti verdi, rossi e blu chiamati fosfori. Tuttavia in tipografia e in fotografia si usa un diverso insieme di colori primari, perché pigmenti e coloranti si mescolano in modo diverso dalla luce colorata.

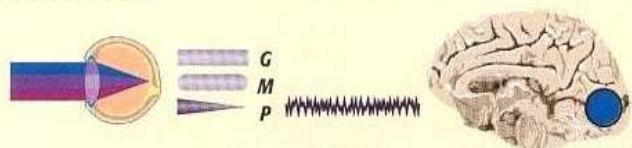
La percezione umana del colore

Quando la luce colpisce la retina sul retro dell'occhio, stimola uno o più gruppi di recettori chiamati coni. Ciascun gruppo di coni reagisce a lunghezze d'onda luminose diverse. Quando la luce di una particolare lunghezza d'onda stimola un gruppo di coni, questi inviano segnali elettrici alla corteccia visiva del cervello attraverso il nervo ottico, e viene elaborato il colore della luce.



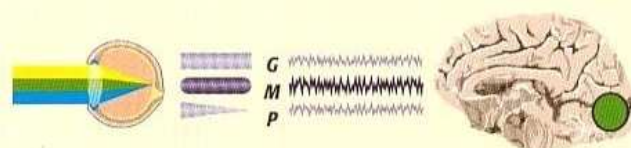
Lunghezze d'onda grandi

Una miscela di lunghezze d'onda prevalentemente grandi (rosso, arancione e giallo) stimola fortemente i coni per "lunghezze d'onda grandi" e debolmente i coni "medi". Il colore percepito dal cervello è rosso-arancione.



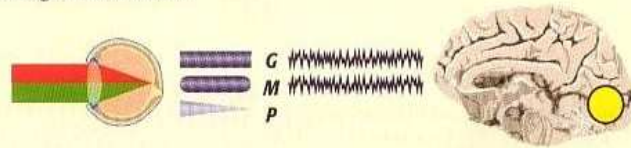
Lunghezze d'onda piccole

Una miscela di lunghezze d'onda piccole (azzurro e violetto) stimola fortemente i coni per "lunghezze d'onda piccole" e poco o niente gli altri coni. Il colore percepito dal cervello a partire da questa configurazione di segnali è azzurro-violetto.



Lunghezze d'onda medie

Una miscela di lunghezze d'onda medie (giallo, verde e ciano) stimola fortemente i coni "medi" e debolmente gli altri coni. Il colore percepito dal cervello a partire da questa configurazione di segnali è il verde.

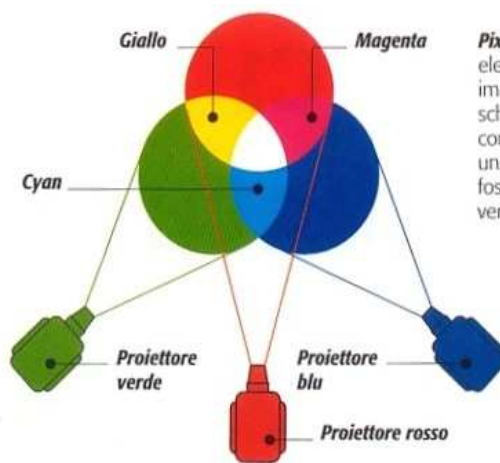


Vedere il giallo

Una miscela uguale di luce a lunghezza d'onda grande (rosso) e media (verde) produce segnali di pari intensità nei coni "grandi" e "medi". Questa configurazione di segnali viene percepita dal cervello come colore giallo.

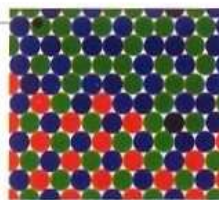
Colori primari della luce

Miscelando i colori primari della luce in proporzioni uguali si ottiene luce "bianca", proiettata su uno schermo o direttamente negli occhi. Variando la proporzione di luce rossa, verde e blu nella miscela, si può produrre un'ampissima gamma di sensazioni cromatiche. Questo fenomeno viene sfruttato nella progettazione di televisori a colori e monitor per computer. Gli schermi di tali apparecchiature sono costituiti da milioni di punti (fosfori) che emettono luce rossa, verde e blu quando sono colpiti da raggi catodici (fasci di elettroni veloci).



SINTESI ADDITIVA DEI COLORI

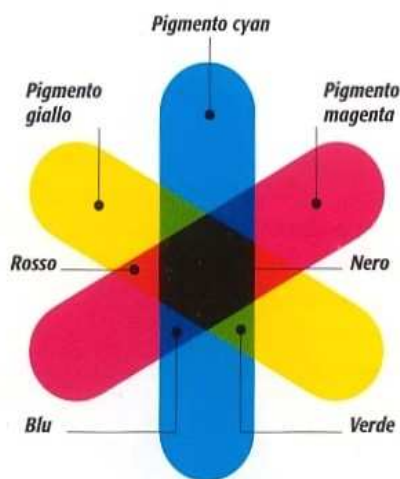
Pixel Ciascun elemento di immagine sullo schermo si compone di una triade di fosfori, rosso, verde e blu



Colore sullo schermo In una Tv o un monitor per computer il colore di ciascun elemento di immagine è determinato dall'intensità relativa della luce emessa dai tre fosfori dei colori primari

Colori primari dei pigmenti

Così come si può mescolare luce rossa, verde e blu per produrre un'enorme gamma di sensazioni cromatiche, si possono mescolare pigmenti e coloranti per produrre tinte diverse. Ma i pigmenti si mescolano in maniera diversa dalla luce (con la cosiddetta "sintesi sottrattiva dei colori") perché i pigmenti assumono il loro colore attraverso le lunghezze d'onda della luce riflessa verso l'osservatore. La triade di pigmenti che si combina con la massima efficienza nel produrre la più ampia gamma di colori di stampa è costituita da giallo, ciano e magenta, i colori primari per la stampa o i pigmenti.



SINTESI SOTTRATTIVA DEI COLORI



Stampa a colori I colori di stampa vengono prodotti sovrapponendo punti di inchiostro giallo, ciano e magenta

Come funziona la sintesi sottrattiva dei colori

La miscelazione dei pigmenti colorati è diversa dalla miscelazione delle luci colorate perché un pigmento non è di per sé una sorgente di luce. Il colore del pigmento che si percepisce deriva dalle lunghezze d'onda della luce incidente che il pigmento assorbe e da quelle che riflette. La miscelazione di pigmenti su una superficie ha un effetto sottrattivo: più pigmenti si usano, maggiore è la gamma di lunghezze d'onda assorbite (sottratte alla luce incidente) e pertanto più piccola è la gamma di lunghezze d'onda riflesse.



Superficie di colore bianco
Questa superficie colorata non assorbe alcuna lunghezza d'onda e pertanto le riflette tutte.



Superficie di colore giallo
Questa superficie colorata assorbe la luce di lunghezza d'onda piccola (azzurro-violetto) e riflette tutte le altre.



Superficie di colore ciano
Questa superficie assorbe la luce di lunghezza d'onda grande (rosso-arancione) e riflette tutte le altre.



Miscela di colori giallo e ciano
Questa superficie colorata assorbe le lunghezze d'onda alle due estremità dello spettro e riflette soltanto le lunghezze d'onda medie, che danno la percezione di colore verde.



Miscela in parti uguali di ciano, giallo e magenta
Questa superficie colorata assorbe tutte le lunghezze d'onda. Nessuna lunghezza d'onda viene riflessa, per cui la superficie viene percepita di colore nero.

Fotocopiatrici e apparecchiature fax

Il luogo di lavoro è stato trasformato con l'introduzione delle moderne macchine fotocopiatrici che permettono di realizzare in modo rapido ed economico molteplici copie di materiale testuale e grafico. I moderni fax hanno portato un passo più avanti questa rivoluzione consentendo di trasmettere testi e grafica attraverso la rete telefonica verso altri fax che riproducono le informazioni.

La fotocopiatura o xerografia (letteralmente "scrittura a secco") utilizza il principio della fotoconduttività, il fatto che certe sostanze relativamente resistenti al passaggio di una corrente elettrica divengono decisamente più conduttrici se esposte alla luce. Fotocopiare un riflesso di un'immagine originale comporta

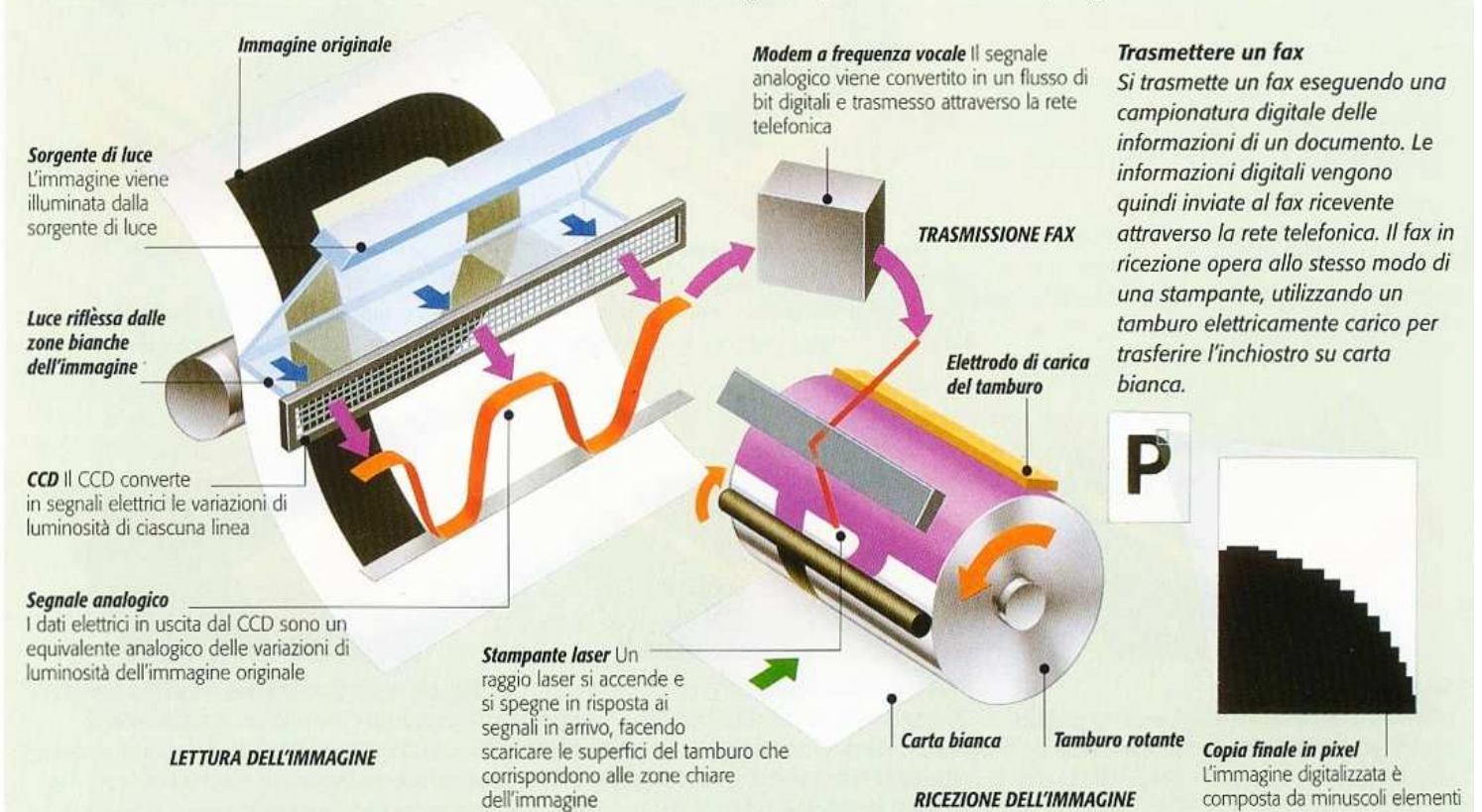
l'eliminazione selettiva di una carica elettrica su un tamburo fotoconduttore per ricreare l'immagine sotto forma di una configurazione di cariche. Per stampare l'immagine registrata, entra in gioco il principio di attrazione delle cariche opposte. La carta elettricamente carica raccoglie un toner (inchiostro in polvere) con carica opposta che è stato attratto sulle zone del tamburo provviste di carica. Le fotocopiatrici a colori utilizzano quattro toner separati: ciano, magenta, giallo e nero. La tecnologia del fax (chiamato anche facsimile o telefax) cominciò a svilupparsi alla fine del XIX secolo ma non si diffuse fino agli anni Ottanta del XX secolo. La tecnologia digitale utilizzata nel fax di tipo normalizzato Gruppo 3 lanciato nel 1980 consente la trasmissione di dati grafici attraverso le normali linee telefoniche.

Fax

Un fax di tipo normalizzato Gruppo 3 comprende un dispositivo ad accoppiamento di carica (CCD) che analizza l'immagine linea per linea e registra le zone chiare e scure sotto forma di variazioni di tensione elettrica. Tali

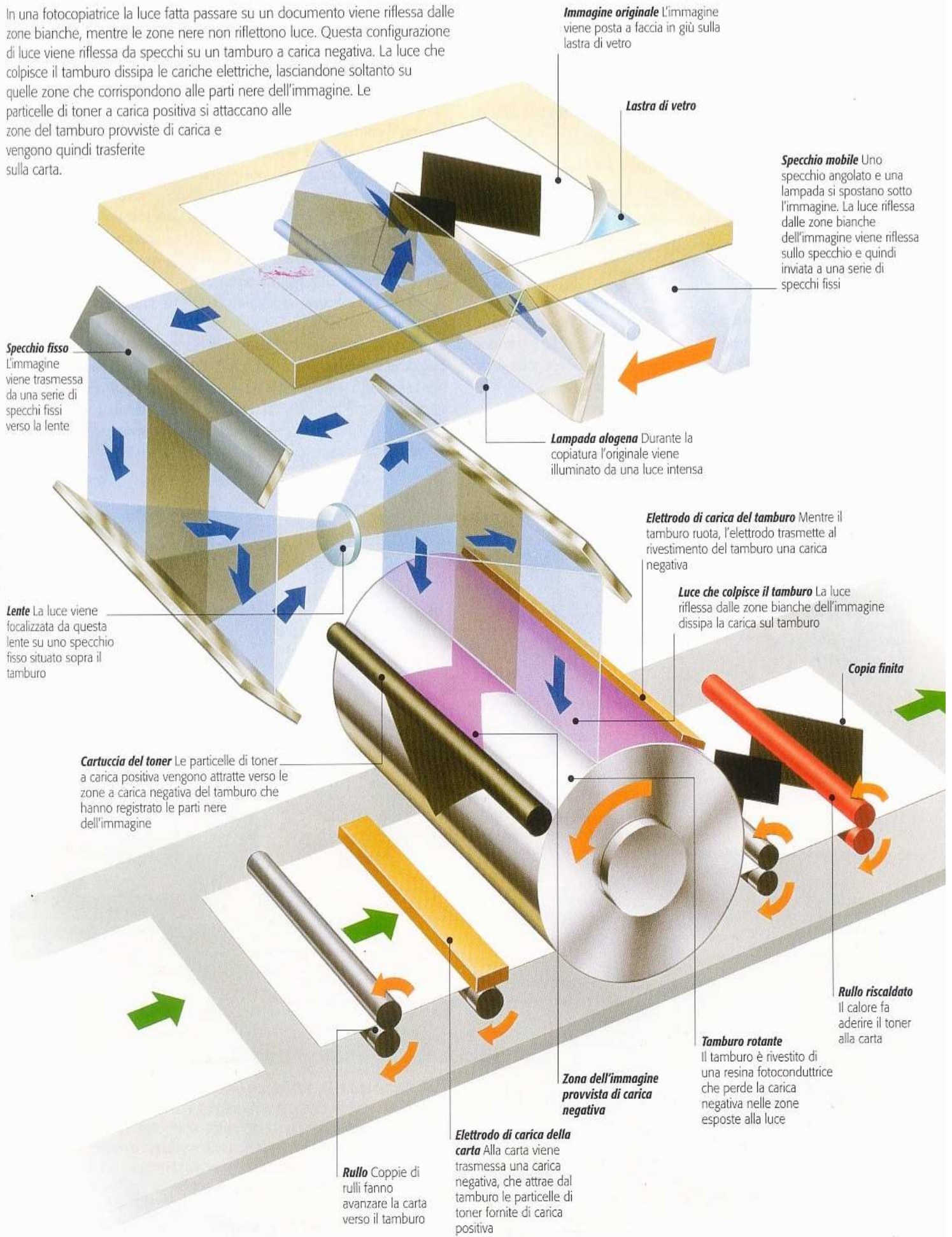
variazioni vengono digitalizzate e codificate per ridurre il tempo di trasmissione. Il segnale codificato viene quindi trasmesso attraverso una linea telefonica analogica. La macchina ricevente decodifica il segnale. I primi fax

stampavano su carta termica che si scriveva in risposta al contatto con una serie di fili metallici riscaldati, attivati dal segnale del fax. I fax su carta comune utilizzano un meccanismo di stampa a getto d'inchiostro o laser.



Fotocopiatrice in bianco e nero

In una fotocopiatrice la luce fatta passare su un documento viene riflessa dalle zone bianche, mentre le zone nere non riflettono luce. Questa configurazione di luce viene riflessa da specchi su un tamburo a carica negativa. La luce che colpisce il tamburo dissipa le cariche elettriche, lasciandone soltanto su quelle zone che corrispondono alle parti nere dell'immagine. Le particelle di toner a carica positiva si attaccano alle zone del tamburo provviste di carica e vengono quindi trasferite sulla carta.



Macchine fotografiche

Sebbene le macchine fotografiche moderne siano computerizzate per consentire di fotografare in condizioni difficili semplicemente puntando e scattando, una macchina fotografica (o fotocamera) è in linea di principio piuttosto semplice. Comprende un corpo a tenuta di luce che contiene la pellicola e il meccanismo di avanzamento (oppure un chip fotosensibile, in una fotocamera digitale), l'obiettivo per mettere a fuoco l'immagine, il diaframma (apertura) che regola l'immissione di luce e l'otturatore che si apre per un tempo prestabilito.

I due tipi principali di macchina fotografica sono la reflex monobiettivo e la compatta. Le compatte sono leggere, piccole, altamente automatizzate e facili da usare. Le reflex moderne sono pure altamente automatizzate, ma offrono al fotografo un maggiore controllo sull'immagine perché il diaframma, la velocità

dell'otturatore, la messa a fuoco e altre impostazioni possono essere effettuati manualmente. Inoltre, sul corpo della reflex si può innestare un'ampia gamma di obiettivi.

Le macchine fotografiche moderne sono dispositivi dotati di microprocessori. Dei sensori misurano la quantità di luce che entra nella macchina. Tali dati vengono usati per impostare in maniera appropriata l'apertura del diaframma e la velocità di otturazione e per caricare il flash (se è presente) quando è necessaria una illuminazione supplementare. I sistemi a messa a fuoco automatica (*autofocus*) misurano la distanza dal soggetto utilizzando raggi infrarossi o ultrasuoni e per mettere a fuoco l'immagine azionano un obiettivo motorizzato. Molte macchine fotografiche tradizionali hanno un motorino per avvolgere la pellicola.

Le fotocamere digitali utilizzano una serie di elementi fotosensibili su un chip per registrare le immagini, che possono quindi essere immesse in un computer per la manipolazione e l'archiviazione.

Fotocamera reflex monobiettivo

Una macchina fotografica reflex monobiettivo ha uno specchio ribaltabile che riflette verso il mirino la luce che entra dall'obiettivo, ma si solleva durante l'esposizione per consentire a tale luce di raggiungere la pellicola. Ciò assicura che l'immagine nel mirino sia esattamente la stessa che verrà fissata sulla pellicola. Sul corpo della macchina si possono installare decine di obiettivi diversi, fra cui il grandangolare per i paesaggi, il teleobiettivo per riprendere soggetti lontani, obiettivi macro per i primi piani e gli zoom a focale variabile che presentano una vasta gamma di lunghezze focali.

Specchio Questo specchio riflette la luce proveniente dall'obiettivo indirizzandola verso il pentaprismo, ma si solleva durante l'esposizione per far arrivare luce alla pellicola

Ghiera di messa a fuoco Girando questa ghiera si spostano le lamelle dell'obiettivo, modificando la lunghezza focale complessiva e mettendo a fuoco soggetti vicini o lontani

Diaframma Le dimensioni di questa apertura vengono regolate mediante l'apposita ghiera in modo da variare la quantità di luce che raggiunge la pellicola quando l'otturatore è aperto

Obiettivo Questo dispositivo intercambiabile contiene diverse lenti, realizzate in vetro per ottica di alta qualità, che mettono a fuoco l'immagine sulla pellicola

Leva di carica Spostando questa leva si fa avanzare la pellicola per portare il fotogramma successivo in posizione dietro l'otturatore

Pulsante di scatto Premendo questo pulsante si solleva lo specchio e si apre l'otturatore per un intervallo di tempo prestabilito

Ghiera del diaframma

Selettore tempi di otturazione Girando questa ghiera si modifica il tempo durante il quale l'otturatore rimane aperto per far arrivare luce alla pellicola

Pentaprismo Questo prisma di vetro trasmette la luce al mirino

Sensore ottico Questo sensore misura la quantità di luce e contribuisce a realizzare un'immagine con una corretta esposizione

Mirino

Luce dalla scena da fotografare

Diaframma a iride Le lamelle sovrapposte si spostano per modificare le dimensioni dell'apertura

Otturatore Si compone di una coppia di tendine metalliche che si aprono per un intervallo prestabilito per far arrivare alla pellicola una determinata quantità di luce

Fotocamere digitali

Invece di fissare immagini su pellicola, le macchine fotografiche digitali usano chip fotosensibili, di solito di un tipo chiamato CCD (dispositivo ad accoppiamento di carica). Un CCD è una serie di milioni di celle fotosensibili chiamate pixel, le quali producono segnali elettrici che variano con la quantità di luce incidente. Un convertitore analogico-digitale trasforma tali segnali in forma digitale per la memorizzazione. Queste immagini digitali vengono poi riconvertite in forma analogica per la visualizzazione sul mirino elettronico della fotocamera oppure su uno schermo televisivo.

Preso di uscita televisore Un collegamento via cavo consente di visualizzare le fotografie su un televisore

Convertitore digitale-analogico Questo dispositivo riconverte l'immagine digitalizzata in forma analogica perché possa essere osservata sullo schermo a colori della fotocamera o su un televisore

Schermo mirino Invece di utilizzare un normale mirino ottico, la fotocamera digitale può visualizzare l'immagine su un piccolo schermo LCD (a cristalli liquidi) a colori

Convertitore analogico-digitale Questo dispositivo legge le informazioni dell'immagine provenienti dal CCD e le converte in forma digitale perché possano essere conservate nella memoria della fotocamera o in un computer

Obiettivo Mette a fuoco l'immagine sul CCD quando la luce entra nella fotocamera

Luce dalla scena da fotografare

Microprocessore Questo microchip trasmette le informazioni digitalizzate dell'immagine al chip di memoria e alle prese di uscita verso televisore e computer

Chip di memoria Questo chip memorizza temporaneamente le immagini quando è accesa la fotocamera

Scheda di "memoria flash" Una scheda elettronica asportabile contiene le immagini per la memorizzazione a lungo termine

Porta di uscita computer Le immagini possono essere scaricate in un computer, dove possono essere manipolate o inviate a una stampante

Riavvolgimento pellicola Questo dispositivo viene utilizzato per riavvolgere nel rullino la pellicola esposta prima di estrarla e svilupparla

Pellicola Quando la pellicola viene esposta alla luce, si verificano delle trasformazioni negli strati di emulsione fotosensibile e si forma un'immagine fotografica latente

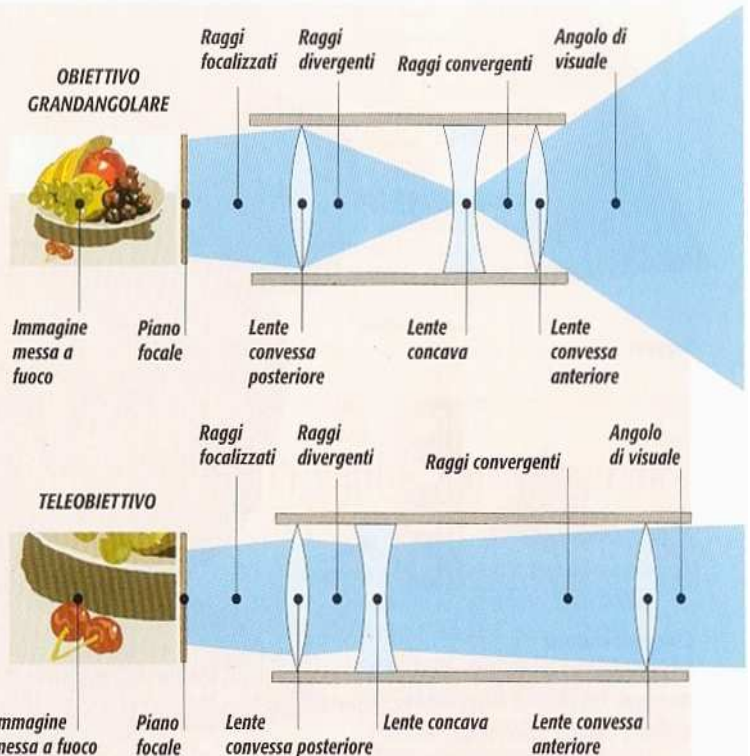
Rullino Dopo ciascuno scatto, la pellicola viene srotolata dal rullino e un nuovo fotogramma si mette in posizione dietro l'otturatore

Campo di visuale

L'area visibile attraverso l'obiettivo di una macchina fotografica dipende dall'angolazione della luce che entra nell'obiettivo ed è chiamata campo di visuale. Gli obiettivi grandangolari ricevono la luce ad angolazioni superiori a 46° (l'angolo di visuale dell'occhio umano). I teleobiettivi hanno un'angolazione più ristretta, ma producono un'immagine ingrandita.

Configurazione delle lenti

L'obiettivo si compone di una serie di lenti convesse (che curvano la luce verso l'interno) e di lenti concave (che curvano la luce verso l'esterno). La distanza relativa fra le lenti determina l'angolo di visuale.



Cinema digitale

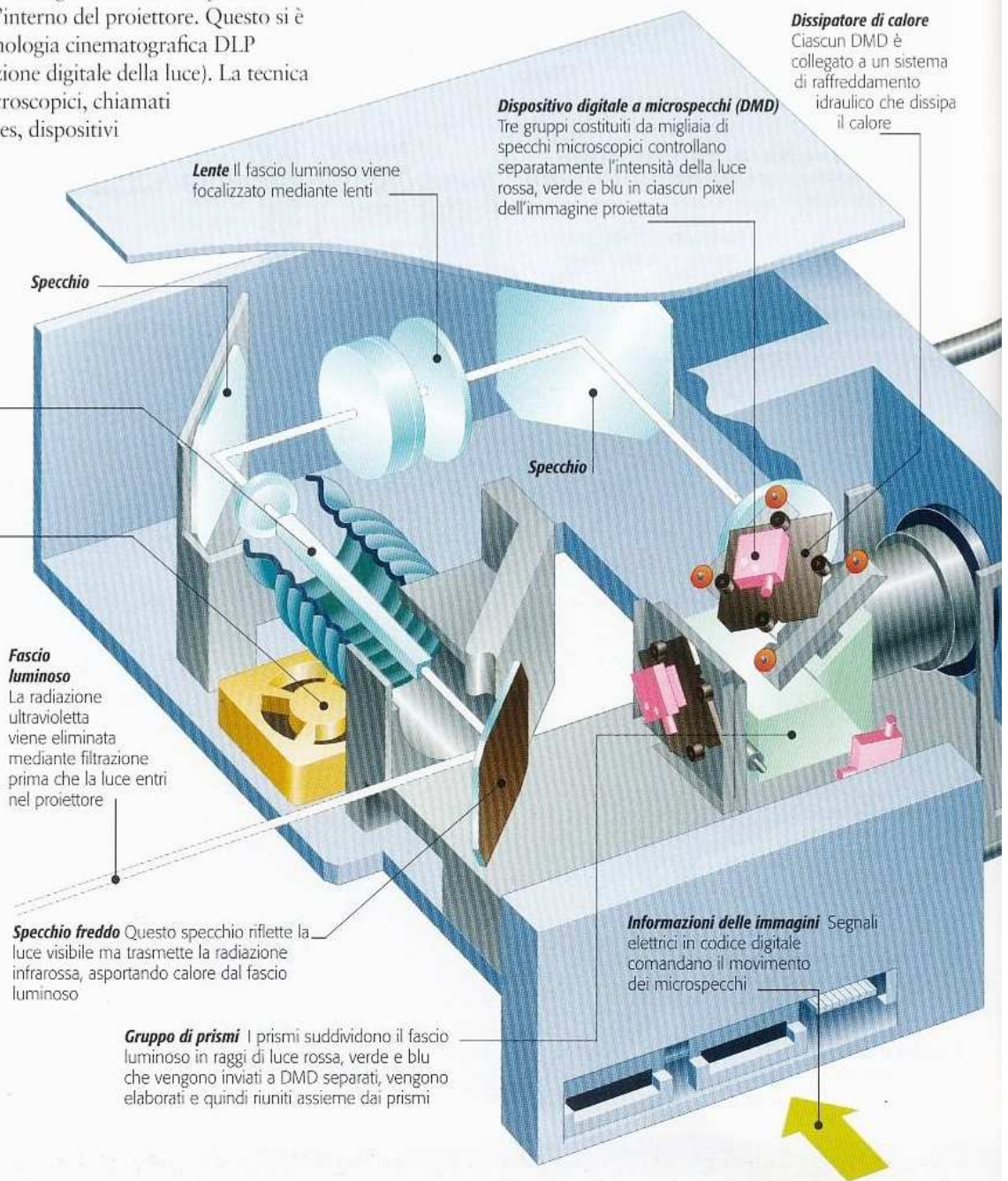
La tecnologia del cinema digitale fa a meno della pellicola di celluloidi e dei tradizionali metodi di proiezione. Assieme alla pellicola se ne vanno anche sfarfallamenti, suoni striduli fastidiosi, oscillazioni della messa a fuoco, deterioramento dei colori e un'intera gamma di processi degenerativi che riducono tanto la qualità di un film quanto più viene proiettato. I futuri spettatori cinematografici si godranno un'immagine più nitida, luminosa, colorata che li avvicinerà maggiormente a ciò che vede il regista.

I metodi tradizionali di proiezione cinematografica proiettano una luce intensa attraverso una pellicola trasparente che racchiude le informazioni relative alle immagini. La tecnologia del cinema digitale memorizza tali informazioni in forma digitale anziché su pellicola e deve pertanto elaborare la luce all'interno del proiettore. Questo si è ottenuto con lo sviluppo della tecnologia cinematografica DLP (Digital Light Processing, elaborazione digitale della luce). La tecnica DLP utilizza gruppi di specchi microscopici, chiamati DMD (Digital Micromirror Devices, dispositivi digitali a microspecchi), che si

muovono in risposta alle informazioni delle immagini digitali. Su questi gruppi di specchi viene proiettata una luce intensa e la luce riflessa forma un'immagine. Una successione di fotogrammi proiettata a una cadenza di 24 al secondo dà l'impressione di un'immagine in movimento. I film in formato digitale vengono registrati in forma elettronica mediante una cinepresa digitale oppure vengono convertiti in codice digitale a partire da una pellicola. Il procedimento di conversione comporta la suddivisione di ciascun fotogramma in componenti di colore rosso, verde e blu. Ciascun fotogramma viene suddiviso in pixel (elementi di immagine) e viene misurata l'intensità di ciascun colore in ogni pixel. I valori di intensità vengono registrati sotto forma di dati digitali e salvati su disco rigido. I film digitali possono essere inviati ai cinema attraverso connessioni via cavo a banda larga oppure trasmessi in tutto il mondo via satellite.

Proiettore cinematografico DLP

I proiettori cinematografici DLP sono collegati a normali lampade per la proiezione di pellicole. La luce proveniente dalla lampada viene proiettata verso il lato posteriore del proiettore, dove una barra di vetro, degli specchi e delle lenti inviano verso un gruppo di prismi un raggio di luce focalizzato e di luminosità uniforme. I prismi suddividono la luce fra tre gruppi di minuscoli specchi inclinati, comandati dalle informazioni delle immagini digitali che sostituiscono la tradizionale pellicola di celluloidi.



Gruppo di prismi

La luce bianca che entra nel gruppo di prismi viene suddivisa nei tre colori componenti mediante rivestimenti dicroici sui prismi, che trasmettono certe frequenze di luce ma ne riflettono altre. Ciascun fascio luminoso monocromatico viene proiettato sull'intero DMD. I DMD convertono ciascun fascio in immagini monocromatiche ogni 24° di secondo. Tali immagini vengono riunite assieme dai prismi per produrre un'immagine a colori integrali.

Raggio di luce verde La luce rossa e blu è stata eliminata, lasciando la luce verde

Raggio di luce rossa

Raggio di luce cyan Con l'eliminazione della componente rossa, la luce ha colore cyan

DMD verde Il periodo di tempo in cui uno specchio del gruppo rimane "acceso" governa l'intensità di tale colore in un pixel, in qualunque immagine

Fascio immagine di colore verde

Rivestimento dicroico riflettente il blu

Raggio di luce blu Un unico raggio di luce monocromatica viene proiettato contemporaneamente su tutti gli specchi di un dato gruppo

DMD rosso

Fascio immagine di colore rosso

Luce bianca incidente

Prisma

Fascio immagine proiettata Le immagini a colori separati provenienti dai DMD vengono riunite assieme dal gruppo di prismi per produrre un'immagine a colori integrali

Rivestimento dicroico riflettente il rosso

Fascio immagine di colore blu

DMD blu

Obiettivo Le immagini vengono messe a fuoco sullo schermo da quest'ultima lente

Lente La luce riflessa dagli specchi in posizione "acceso" crea un'immagine blu monocromatica che viene proiettata unitamente alle immagini di colore verde e rosso

Assorbitore di luce La luce riflessa dagli specchi in posizione "spento" viene assorbita da un materiale scuro

Luce blu Ciascun DMD elabora luce di un solo colore

Specchio in posizione "acceso" Gli specchi in questa posizione riflettono la luce verso la lente di proiezione attraverso il gruppo di prismi

Perno di torsione Ciascuno specchio è montato sul proprio perno e opera in maniera indipendente dagli altri

Specchio in posizione "spento" Gli specchi in questa posizione riflettono la luce verso l'assorbitore

Supporto

Regolazione messa a fuoco

Questi comandi consentono di mettere a fuoco l'immagine sullo schermo

Dispositivo digitale a microspecchi (DMD)

Un gruppo di microspecchi è composto da oltre 500 mila specchi microscopici su una superficie pari a quella di un francobollo. Ciascun microspecchio rappresenta un pixel, o elemento di immagine, dell'immagine proiettata e opera in maniera del tutto indipendente dagli altri. Un singolo microspecchio può oscillare fra le posizioni "acceso" e "spento" migliaia di volte per un fotogramma di $1/24$ di secondo in modo da produrre la corretta intensità di colore per ciascun pixel dell'immagine.

Televisione

La televisione crea l'illusione di immagini a colori in movimento sfruttando due proprietà della visione umana: il fatto che una rapida successione di immagini statiche di una scena in movimento appaia come un'immagine in movimento, e il fatto che una miscela di tre immagini in colori primari appaia come un'immagine a colori integrali. Questi principi, uniti agli sviluppi tecnologici dei tubi catodici e della trasmissione radio, ci fanno arrivare in casa le immagini televisive.

La luce che entra in una telecamera viene suddivisa in componenti di colore rosso, verde e blu, che formano immagini in colori primari in tre tubi separati. I tubi analizzano a scansione l'immagine in una serie di 625 linee orizzontali, registrando sotto forma di segnale elettrico la luminosità lungo ciascuna linea. Un segnale di sincronismo assicura che i tre tubi compiano assieme tale scansione, in modo che, una volta riuniti, i tre segnali elettrici forniscano contemporaneamente i dati relativi al colore e alla luminosità della stessa parte dell'immagine. Venticinque immagini complete (quadri) vengono riunite assieme ogni secondo. I segnali video (immagini) provenienti dai tubi si uniscono al segnale di sincronismo e a un segnale audio prima della trasmissione. Quasi tutti i ricevitori Tv si compongono di un tubo a raggi

catodici (o tubo catodico o cinescopio), un tubo di vetro sigillato in cui è stato fatto il vuoto e che contiene a un'estremità tre cannoni elettronici e all'altra estremità uno schermo rivestito di fosfori. Ciascun cannone emette un fascio di elettroni veloci (raggi catodici) che analizzano a scansione lo schermo con intensità variabile, a seconda della luminosità del segnale video. I fosfori puntiformi sullo schermo emettono luce rossa, verde o blu quando sono colpiti dagli elettroni. Analizzando a scansione lo schermo fluorescente, il fascio di elettroni (pennello elettronico) costruisce il quadro trasmesso linea per linea. L'occhio unisce le linee dei fosfori puntiformi illuminati, che mutano rapidamente, trasformandole in immagini in movimento a colori integrali.

Tubo da ripresa L'immagine in colore primario formata in ciascun tubo viene convertita in un segnale elettrico da un pennello elettronico. Alcune telecamere utilizzano al posto dei tubi dei dispositivi ad accoppiamento di carica (CCD)

Segnale di sincronismo

Unità di sincronismo Genera un segnale che sincronizza la scansione nei tre tubi da ripresa

Telecamera

La luce che entra nella telecamera viene suddivisa in tre componenti dei colori primari mediante filtri speciali chiamati specchi dicroici. Le immagini rosse, verdi e blu vengono focalizzate su bersagli fotosensibili all'interno di tre tubi da ripresa. I pennelli elettronici sincronizzati dei tubi analizzano a scansione le immagini così formate e registrano le variazioni della luminosità sotto forma di tensioni elettriche variabili. Queste informazioni vengono codificate, insieme con i segnali audio e di sincronismo, e unite a una radioonda per la trasmissione.

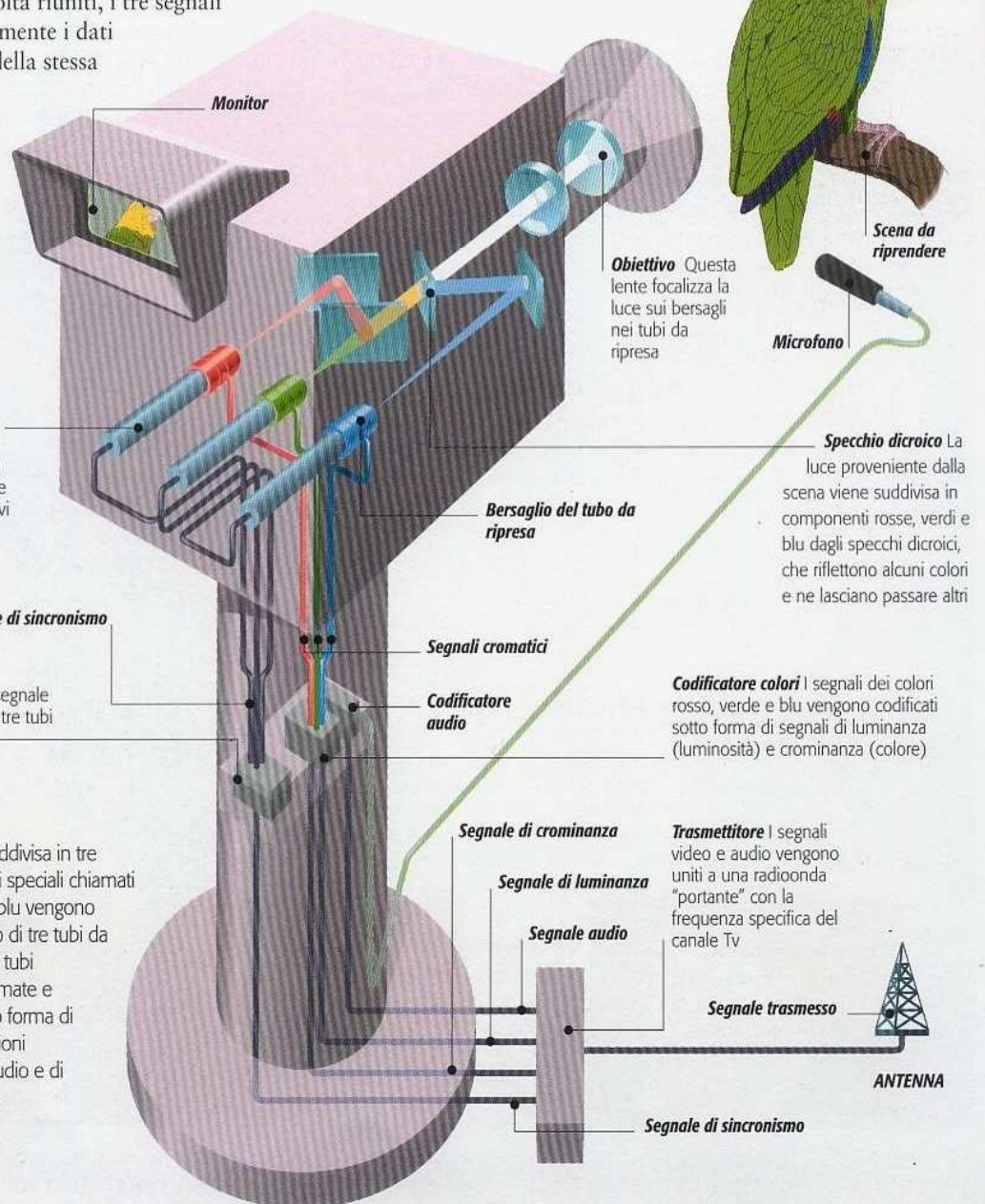
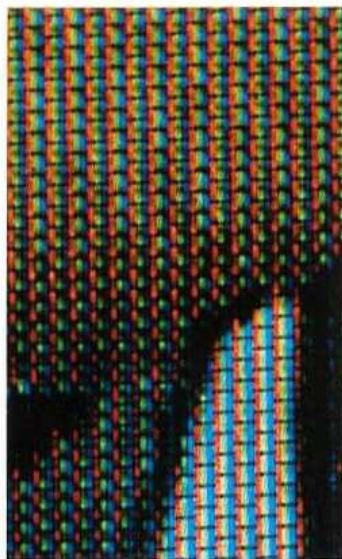




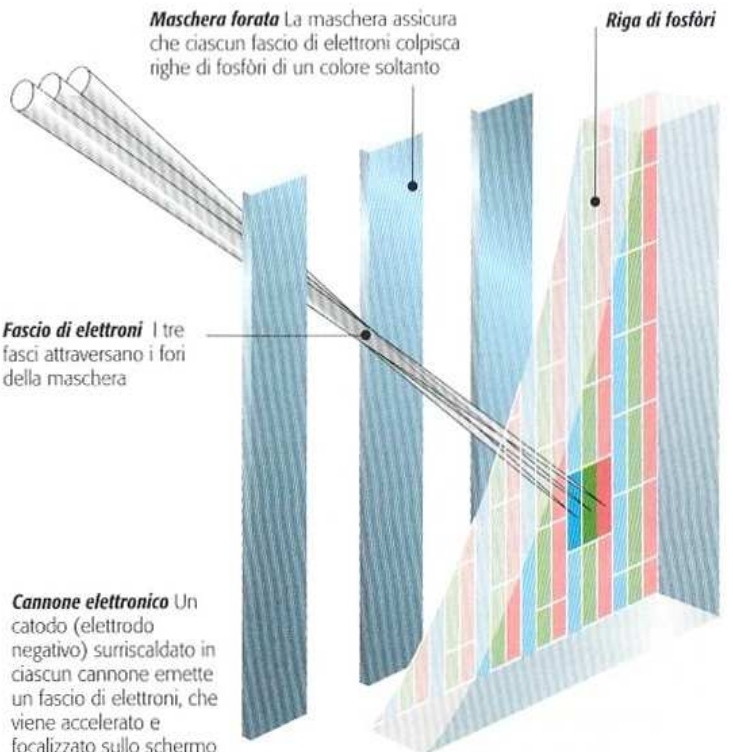
IMMAGINE SU SCHERMO TELEVISIVO



INGRANDIMENTO DELLO SCHERMO

Schermo fluorescente

I punti di luce rossa, verde e blu che costituiscono un'immagine televisiva diventano visibili se molto ingranditi. Questa luce viene emessa dai fosfori puntiformi disposti a righe all'interno dello schermo, che si illuminano se colpiti dagli elettroni. Nell'analizzare a scansione lo schermo, il pennello elettronico attraversa una maschera forata che consente agli elettroni del pennello di colpire soltanto le righe di fosfori che emettono luce dello stesso colore del segnale cromatico del pennello.



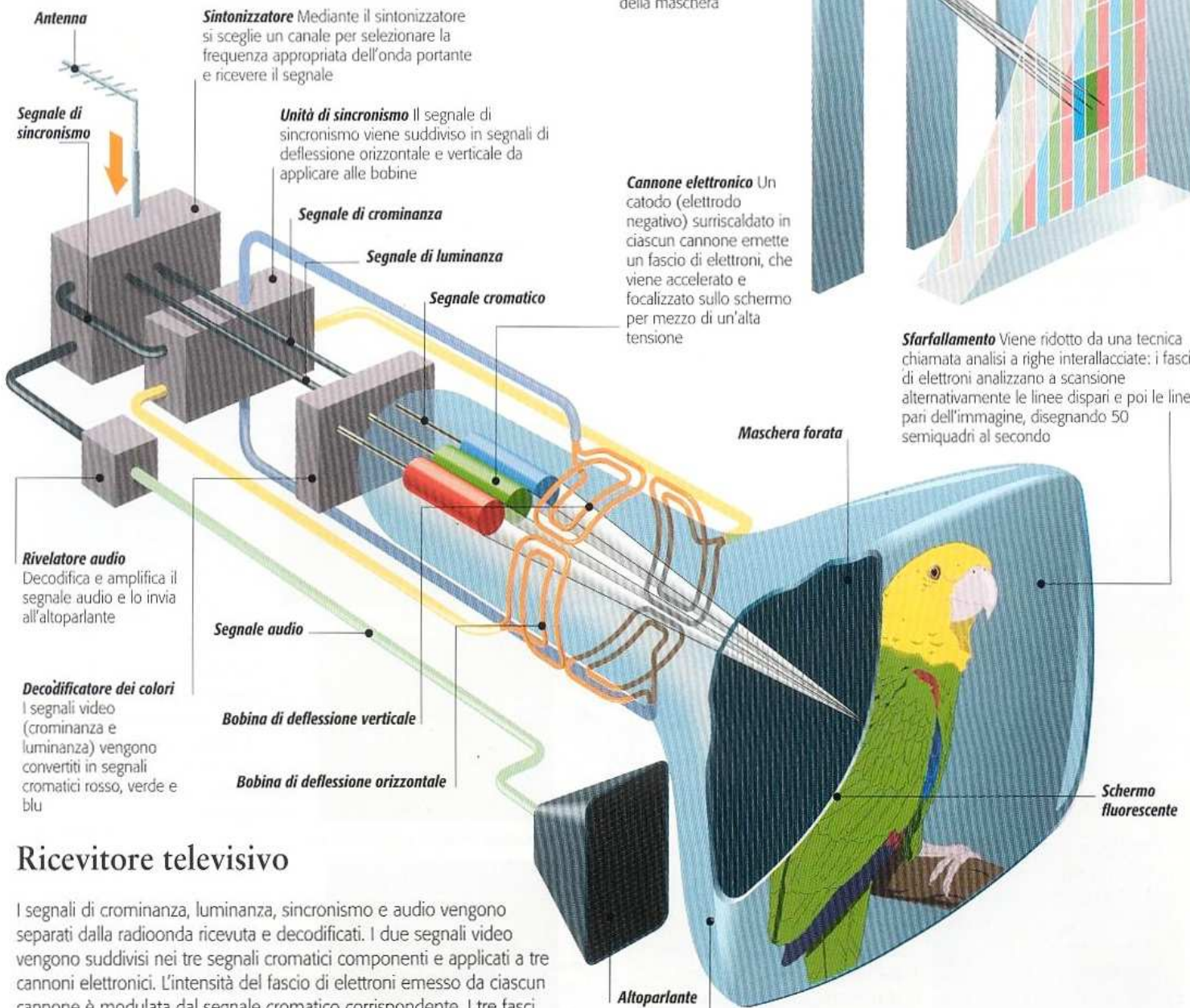
Maschera forata La maschera assicura che ciascun fascio di elettroni colpisca righe di fosfori di un colore soltanto

Righe di fosfori

Fascio di elettroni I tre fasci attraversano i fori della maschera

Cannone elettronico Un catodo (elettrodo negativo) surriscaldato in ciascun cannone emette un fascio di elettroni, che viene accelerato e focalizzato sullo schermo per mezzo di un'alta tensione

Starfallamento Viene ridotto da una tecnica chiamata analisi a righe interlacciate: i fasci di elettroni analizzano a scansione alternativamente le linee dispari e poi le linee pari dell'immagine, disegnando 50 semiquadri al secondo



Ricevitore televisivo

I segnali di crominanza, luminanza, sincronismo e audio vengono separati dalla radioonda ricevuta e decodificati. I due segnali video vengono suddivisi nei tre segnali cromatici componenti e applicati a tre cannoni elettronici. L'intensità del fascio di elettroni emesso da ciascun cannone è modulata dal segnale cromatico corrispondente. I tre fasci vengono proiettati a scansione su tutto lo schermo dai campi magnetici variabili delle bobine di deflessione, che sono comandate dal segnale di sincronismo.

Tubo a vuoto Un rivestimento conduttore all'interno del tubo di vetro riporta indietro verso l'alimentazione elettrica gli elettroni che arrivano allo schermo

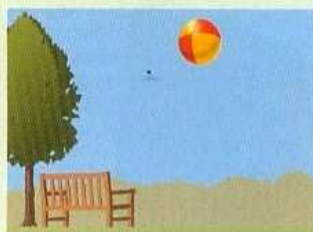
Il futuro della televisione

Le immagini televisive in futuro saranno più grandi, più nitide, più chiare e in forma digitale. Le nuove tecnologie visualizzano immagini ad alta risoluzione in formato cinematografico su grandi schermi piatti e avvolgono lo spettatore con il suono "a immersione" (*surround*) tridimensionale. Oltre ai miglioramenti nella qualità delle immagini e del suono, la televisione digitale offre una maggiore scelta di canali, la possibilità di fornire programmi su richiesta e servizi quali la posta elettronica, l'accesso a Internet e la possibilità di fare acquisti. Il televisore potrà perfino diventare la porta d'accesso principale al mondo dei mezzi di comunicazione elettronici.

La televisione su schermo panoramico (*widescreen*) è forse il più evidente dei nuovi sviluppi della tecnologia televisiva. La Tv tradizionale ha un rapporto di formato (rapporto fra larghezza e altezza dello schermo) di 4:3. La Tv su schermo panoramico ha

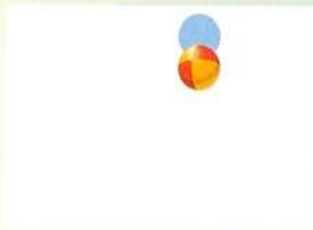
Compressione digitale

La compressione digitale rende superflua gran parte delle informazioni di un segnale Tv analogico. La compressione tra un fotogramma e l'altro (qui illustrata) opera trasmettendo soltanto le variazioni che intervengono tra fotogrammi consecutivi. Invece i sistemi Tv analogici codificano nel segnale l'intero contenuto di ciascun fotogramma, anche se l'immagine è immutata tra un fotogramma e l'altro.



Fotogramma 1

L'immagine in movimento riguarda una palla che cade davanti a uno sfondo statico. Vengono trasmesse tutte le informazioni relative al primo fotogramma.



Variazione tra fotogrammi

L'unica variazione tra i due fotogrammi risiede nella posizione della palla, per cui vengono trasmessi soltanto i dati relativi alla nuova posizione della palla e alla superficie di cielo che rimane scoperta.



Fotogramma 2

Per costruire il secondo fotogramma, un decodificatore nel ricevitore televisivo unisce i dati del primo fotogramma ai dati della variazione intervenuta tra un fotogramma e l'altro.

un rapporto di formato di 16:9 (equivalente a 5,3:3), una forma che riempie meglio il campo visivo umano ed è maggiormente adatta ai film e alle trasmissioni sportive. Il rapporto di formato pari a 16:9 fa anche parte del nuovo sistema televisivo ad alta definizione chiamato HDTV. La televisione a definizione standard (SDTV) ha una risoluzione che va da 525 a 625 linee orizzontali, a seconda del sistema in uso. La televisione HDTV ha circa 1100 linee di risoluzione e fornisce un'immagine molto più nitida e dettagliata. Le immagini HDTV vengono apprezzate nel modo migliore su schermi molto grandi, e per soddisfare questa esigenza stanno emergendo nuove tecnologie di fabbricazione degli schermi, per esempio quelli al plasma.

Uno sviluppo parallelo è la Tv digitale, che utilizza i computer per comprimere i segnali per la trasmissione in modo da sfruttare in maniera efficiente la limitata larghezza di banda (parte dello spettro elettromagnetico) disponibile per ciascun canale. La compressione consente la trasmissione digitale di quattro programmi SDTV separati, o di un programma HDTV, nella larghezza di banda di un unico canale analogico.

Tv su schermo panoramico

Il rapporto di formato della Tv tradizionale è 4:3. Gli schermi cinematografici sono grandi e hanno un rapporto di formato molto maggiore, più vicino a 16:9. Quando i film vengono trasmessi sui televisori tradizionali, l'immagine deve essere sottoposta a uno dei due procedimenti chiamati *Pan&Scan* e *Letterbox* illustrati qui sotto. I televisori a schermo panoramico hanno un elevato rapporto di formato pari a 16:9 e rendono superflui questi compromessi.



IMMAGINE 16:9 SU SCHERMO 16:9

Tv su schermo panoramico

Una Tv su schermo panoramico visualizza un'immagine di film a 16:9 sull'intero schermo senza tagli o riduzioni



IMMAGINE PAN&SCAN (SCHERMO 4:3)

Pan&Scan

Qui la parte importante dell'immagine cinematografica viene ripresa attraverso una "finestra" con rapporto di formato 4:3 prima della trasmissione. Il resto viene tagliato.

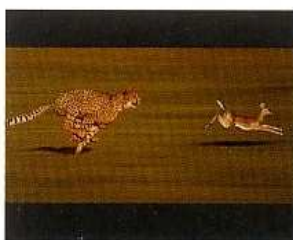


IMMAGINE LETTERBOX (SCHERMO 4:3)

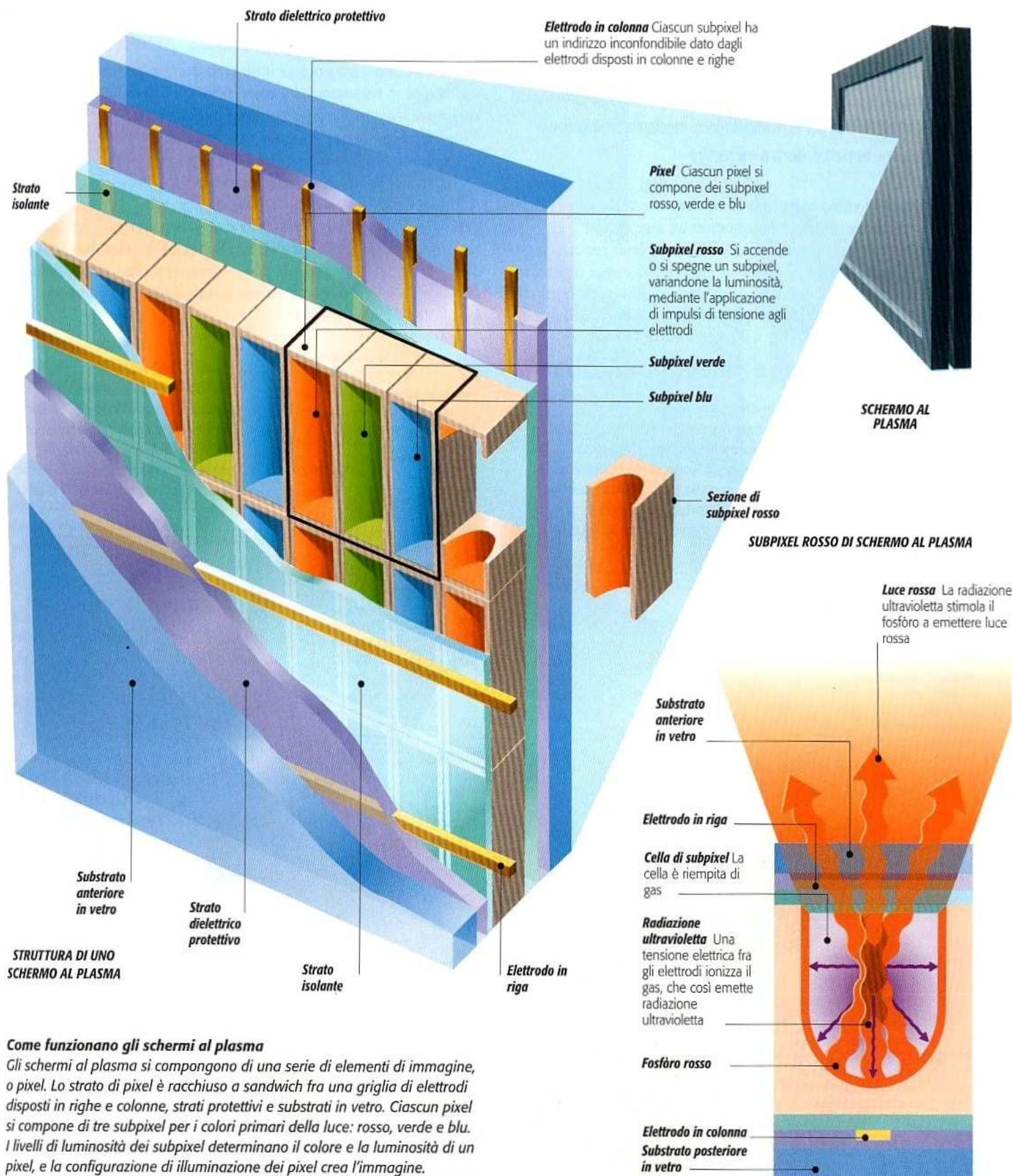
Letterbox

Con il procedimento Letterbox: visualizza l'intera immagine da schermo panoramico ma in dimensioni ridotte, lasciando una parte di schermo nera sopra e sotto l'immagine.

Tecnologia degli schermi piatti

La televisione HDTV viene apprezzata nel modo migliore su schermi grandi. I televisori tradizionali, che producono un'immagine sullo schermo mediante un'apparecchiatura chiamata tubo catodico, possono avere schermi grandi ma a questo scopo richiedono tubi catodici estremamente grandi e pesanti. Sono necessarie alternative ai tubi catodici per rendere praticabili gli schermi di

grandi dimensioni. Le nuove tecnologie degli schermi piatti attualmente in via di elaborazione includono gli schermi LCD (a cristalli liquidi), ma la maggior parte degli schermi piatti commerciali è del tipo al plasma. Questi schermi possono essere larghi più di un metro, ma profondi appena qualche centimetro, per cui possono venire appesi alla parete come un dipinto.



Come funzionano gli schermi al plasma

Gli schermi al plasma si compongono di una serie di elementi di immagine, o pixel. Lo strato di pixel è racchiuso a sandwich fra una griglia di elettrodi disposti in righe e colonne, strati protettivi e substrati in vetro. Ciascun pixel si compone di tre subpixel per i colori primari della luce: rosso, verde e blu. I livelli di luminosità dei subpixel determinano il colore e la luminosità di un pixel, e la configurazione di illuminazione dei pixel crea l'immagine.

Radio

Le radioonde sono un tipo di radiazione elettromagnetica che si trova dappertutto intorno a noi, viene generata in natura dalle tempeste elettromagnetiche e inonda costantemente il cielo provenendo dallo spazio. La scoperta che le radioonde potevano essere usate per trasmettere informazioni rivoluzionò il mondo all'inizio del XX secolo. Oggi le radioonde vengono usate per la regolazione del traffico, per i telefoni cellulari, le comunicazioni via satellite e il radar, nonché per le trasmissioni radio e televisive.

Le radioonde sono radiazioni elettromagnetiche con lunghezza d'onda compresa fra circa 1 mm e 10 km o più. Vengono spesso definite in base alla loro frequenza, misurata in hertz (cicli al secondo), che va da 30 kHz a 300 GHz. Guglielmo Marconi nel 1895 inviò i primi messaggi in codice Morse utilizzando semplici impulsi di radioonde, e poco tempo dopo si inventarono metodi

per modularle (alterare la forma d'onda sovrapponendovi un suono o un altro segnale) in modo da trasportare informazioni/dati complessi. Le radioonde possono subire una modulazione di ampiezza (AM) o una modulazione di frequenza (FM). I segnali delle trasmissioni radio in FM hanno una larghezza di banda maggiore rispetto alle trasmissioni in AM, vale a dire occupano una più ampia gamma di frequenze. I segnali di ritorno elettrici e il "rumore" casuale proveniente dall'atmosfera riducono l'ampiezza dei segnali radio, ma non ne alterano le frequenze. Ciò significa che le trasmissioni in FM sono meno soggette a interferenze rispetto a quelle in AM. Per evitare che le trasmissioni radio interferiscano tra loro, le frequenze utilizzate dalle stazioni radio e da altri trasmettitori sono regolamentate da accordi internazionali.

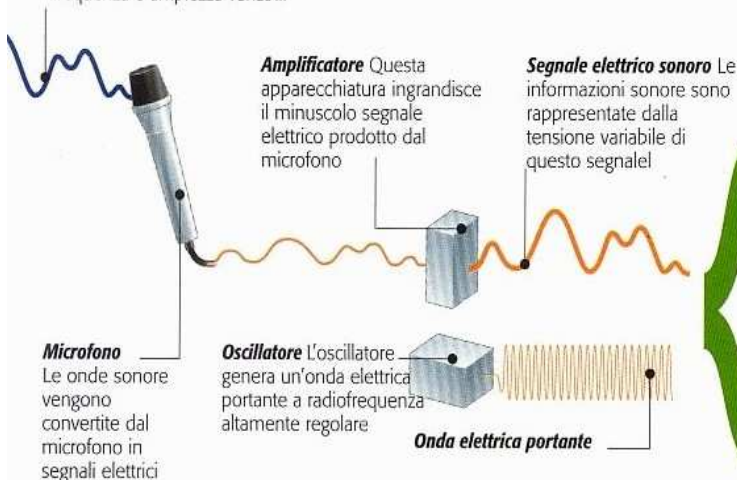
Trasmissioni radio

Un radiotrasmettitore funziona generando un'"onda portante" elettrica alla stessa frequenza del segnale radio richiesto. I dati vengono sovrapposti all'onda portante con un procedimento chiamato modulazione. Il trasmettitore invia il segnale modulato a un supporto di antenna, dove la corrente fluttuante genera un segnale radio che riflette la forma dell'onda portante modulata. Le radioonde sono di solito pluridirezionali, e la portata del segnale dipende dalla sua frequenza. Un radiorecettore capta tutte le frequenze, ma usa un circuito di sintonizzazione per individuare un segnale specifico che viene poi demodulato per estrarne i dati originari.

Onda VHF (altissima frequenza)

I segnali in FM vengono trasmessi sotto forma di onde radio VHF con una gamma di frequenze compresa fra 30 e 300 MHz (lunghezza d'onda 10-1 m) ma hanno una portata molto limitata, soltanto lungo una linea ottica diretta

Onda sonora Il parlato o la musica si compongono di onde di pressione con frequenza e ampiezza variabili



Modulazione del segnale

Le radioonde che trasportano dati relativi a suoni o ad immagini devono essere modulate (configurate) da tali dati. Per trasportare suoni, l'onda sonora viene dapprima convertita da un microfono in un segnale elettrico di tensione variabile. Il segnale viene poi sovrapposto a un'onda portante a radiofrequenza. La modulazione fa variare la frequenza (FM) oppure l'ampiezza (AM) dell'onda portante.

FM (modulazione di frequenza)

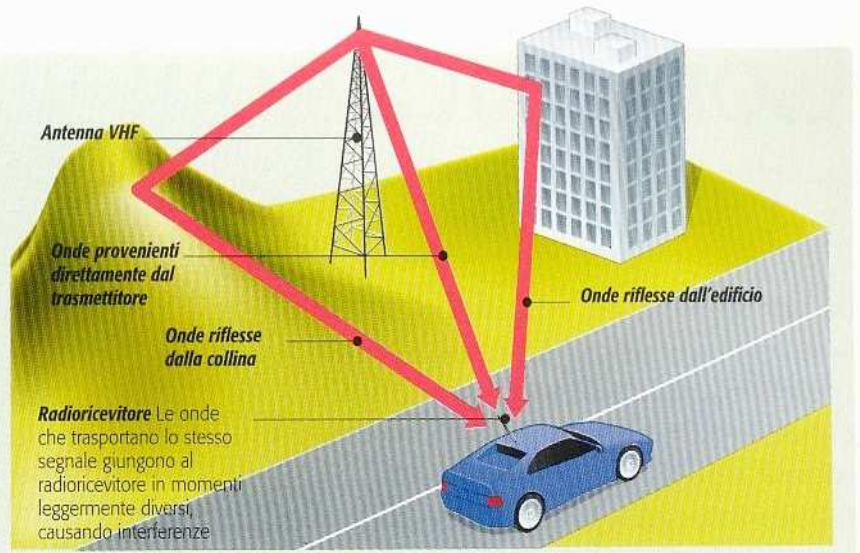
I segnali FM vengono generati alterando la frequenza dell'onda portante in modo da farla variare con la tensione del segnale elettrico sonoro

AM (modulazione di ampiezza)

I segnali AM vengono generati alterando l'ampiezza (grandezza o intensità) dell'onda portante in modo da farla variare con la tensione del segnale sonoro

Ricevere forte e chiaro

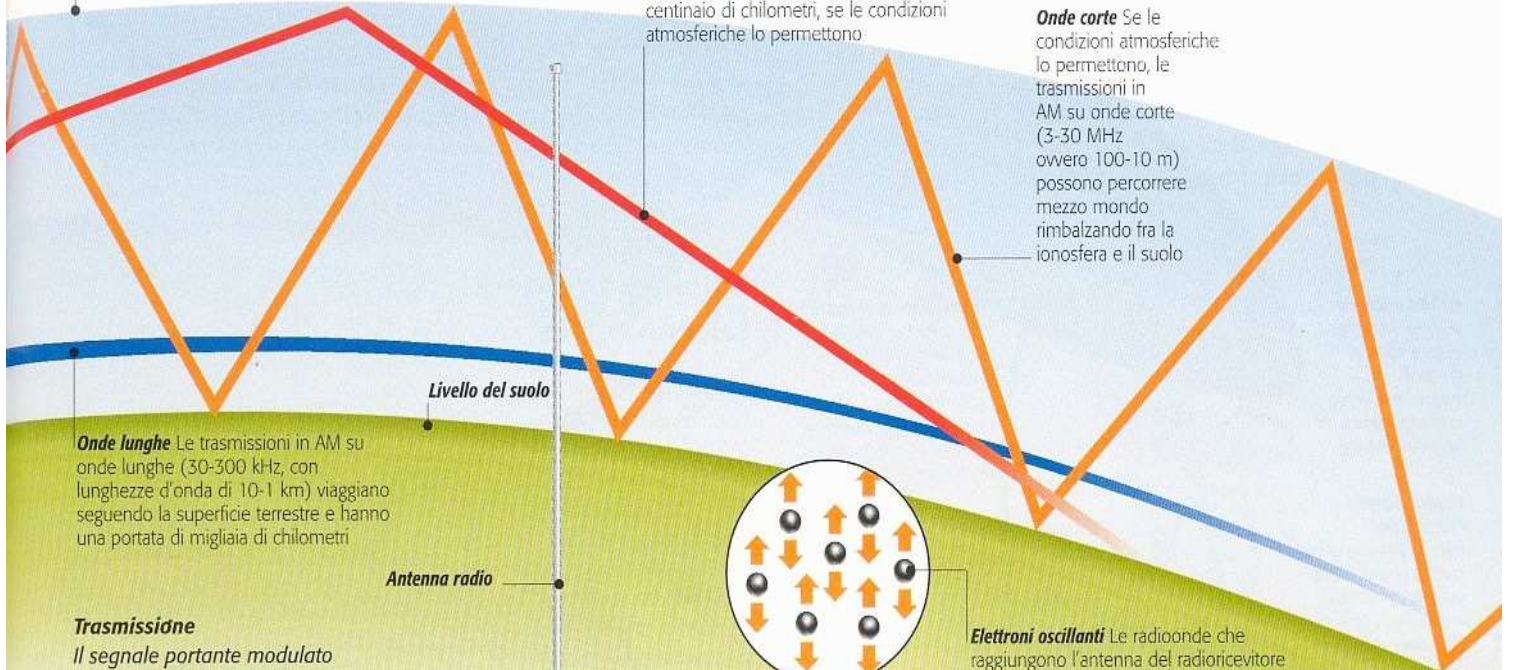
Un'antenna radio omnidirezionale trasmette radioonde in tutte le direzioni e viene usata per la radiodiffusione. Le radioonde possono essere riflesse da superfici come edifici e colline, per cui un radiorecettore può ricevere contemporaneamente trasmissioni della stessa larghezza di banda che hanno viaggiato tutte per distanze diverse. Ciò provoca un tipo di interferenza chiamato interferenza per cammini multipli, che distorce il suono. I segnali analogici in AM e in FM sono particolarmente soggetti a questo genere di interferenza nelle aree edificate. Le trasmissioni radio digitali evitano questo inconveniente codificando il segnale in modo che il radiorecettore possa ricostruirlo anche se vi è interferenza.



Ionosfera Alcune radioonde rimbalzano su questo strato dell'atmosfera terrestre dotato di cariche elettriche

Onde medie I segnali AM vengono trasmessi su frequenze medie da 300 kHz a 3 MHz (lunghezza d'onda 1 km - 100 m) con una portata di qualche centinaio di chilometri, se le condizioni atmosferiche lo permettono

Onde corte Se le condizioni atmosferiche lo permettono, le trasmissioni in AM su onde corte (3-30 MHz ovvero 100-10 m) possono percorrere mezzo mondo rimbalzando fra la ionosfera e il suolo



Onde lunghe Le trasmissioni in AM su onde lunghe (30-300 kHz, con lunghezze d'onda di 10-1 km) viaggiano seguendo la superficie terrestre e hanno una portata di migliaia di chilometri

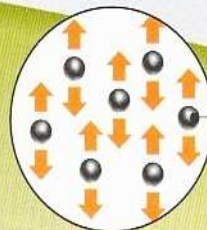
Livello del suolo

Trasmissione

Il segnale portante modulato viene inviato a un supporto di antenna. Gli elettroni presenti nel supporto oscillano alle stesse frequenze del segnale portante ed emettono radioonde a tali frequenze.

Antenna radio

Radiorecettore



Elettroni oscillanti Le radioonde che raggiungono l'antenna del radiorecettore fanno oscillare gli elettroni alla frequenza dell'onda, generando una corrente elettrica

Sintonizzatore Un circuito di sintonizzazione seleziona la frequenza dell'onda portante della trasmissione desiderata, escludendo tutte le altre

Ricezione

Un circuito di sintonizzazione filtra selettivamente le oscillazioni degli elettroni nell'antenna per consentire la ricezione soltanto delle frequenze entro una certa larghezza di banda. La piccola corrente oscillante prodotta è una replica dell'onda portante modulata. Questa viene poi amplificata, raddrizzata e demodulata, producendo un equivalente elettrico dell'onda sonora originaria. Un altoparlante infine converte il segnale in onde sonore.



Segnale AM amplificato

Le oscillazioni del minuscolo segnale elettrico nel circuito di sintonizzazione vengono amplificate



Segnale AM raddrizzato

Metà dell'oscillazione di tensione del segnale elettrico viene eliminata



Segnale demodulato

La frequenza dell'onda portante viene eliminata dal segnale, ricreando il segnale elettrico originario



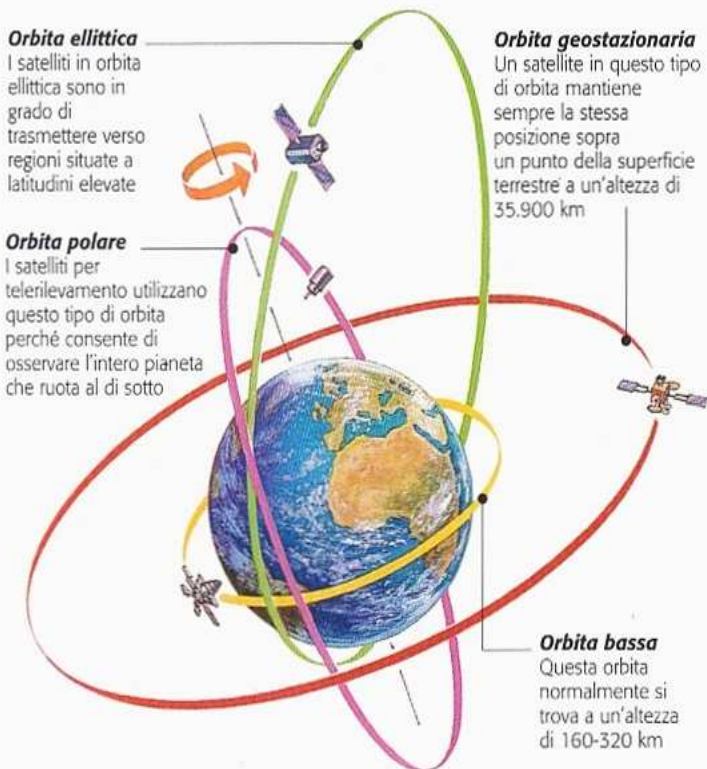
Altoparlante Un altoparlante infine riconverte il segnale elettrico in onde sonore.

Comunicazioni via satellite

Dal lancio del primo satellite, lo *Sputnik 1*, nel 1957, i satelliti hanno rivoluzionato la trasmissione di informazioni e il rilevamento di dati. I satelliti per telecomunicazioni ritrasmettono immagini televisive, chiamate telefoniche e dati Internet da una parte all'altra della Terra utilizzando microonde che viaggiano alla velocità della luce. Altri tipi di satellite rilevano dati sulle condizioni atmosferiche, osservano i mutamenti ambientali e urbani, individuano giacimenti minerari e trasmettono segnali per la navigazione.

Negli ultimi 40 anni sono state lanciate diverse migliaia di satelliti mediante razzi e veicoli spaziali riutilizzabili come la Navetta spaziale. Se il satellite viaggia alla velocità appropriata per la sua quota, l'attrazione gravitazionale della Terra lo trattiene in un'orbita circolare o ellittica. Per la maggior parte i satelliti per telecomunicazioni viaggiano in alte orbite geostazionarie, in cui ruotano attorno alla Terra alla stessa velocità di rotazione del pianeta, per cui mantengono sempre la stessa posizione sopra la

superficie terrestre. Questi satelliti vengono di solito immessi in un'orbita bassa prima di essere trasferiti all'orbita definitiva mediante i motori di bordo e l'ultimo stadio del veicolo di lancio. Una volta nell'orbita desiderata, il satellite utilizza celle fotovoltaiche collocate su ampi pannelli solari per generare energia elettrica per i propri sistemi operativi. Propulsori a gas e giroscopi vengono usati per mantenere costante l'orientamento del satellite e tenere le antenne puntate verso la Terra. I satelliti per telecomunicazioni ricevono i dati sotto forma di segnali radio da trasmettitori sulla Terra (tratta in salita) e ritrasmettono i segnali a radiorecettori altrove sul pianeta (tratta in discesa) tramite antenne paraboliche. Per via del crescente volume di dati che viene trasmesso via satellite, le bande di microonde attualmente in uso corrono il rischio di esaurirsi. Per fornire una capacità supplementare, la NASA sta sperimentando un satellite che utilizza microonde di frequenza più elevata.



Orbite dei satelliti

La funzione del satellite determina l'altezza, la forma e l'angolazione della sua orbita. Per la maggior parte i satelliti per telecomunicazioni sono collocati sopra l'equatore e portano a termine un'orbita in 24 ore, lo stesso tempo impiegato dalla Terra per una rotazione. In queste orbite geostazionarie il satellite rimane fisso sopra un unico punto della superficie terrestre. I satelliti per telerilevamento ruotano più volte al giorno lungo orbite polari basse.

Satellite per telecomunicazioni ACTS

Lanciato nel 1993, il Satellite per telecomunicazioni a tecnologia avanzata (ACTS) è un veicolo spaziale sperimentale progettato per ritrasmettere segnali a frequenze molto maggiori rispetto ai satelliti tradizionali. Ciò consente all'ACTS di ricevere e trasmettere molti più dati al secondo rispetto a un satellite che impieghi segnali a frequenza inferiore. L'ACTS è anche molto più preciso nel raggiungere la destinazione delle sue trasmissioni in discesa.

Stazione a terra 1

Questa stazione utilizza una grande antenna per trasmettere i segnali a microonde all'ACTS

Antenna ricevente
Questa antenna raccoglie i segnali a microonde in arrivo

Tratta in salita
I dati audio e video vengono ritrasmessi all'ACTS sotto forma di segnali a microonde

Collegamento a terra
Gran parte dei dati a terra viene trasmessa in forma digitale attraverso cavi elettrici o fibre ottiche

Satelliti per telerilevamento

I satelliti per telerilevamento hanno due tipi di sensori. I sensori passivi captano la radiazione ambientale, come la luce, riflessa o emessa dalla Terra, mentre i sensori attivi emettono radioonde e ne analizzano la riflessione da parte della superficie terrestre. Un rivelatore cartografico tematico utilizza questi dati per produrre un'immagine digitale della superficie.

Panorama dallo spazio

Questa immagine digitale della città di Washington è stata prodotta utilizzando i dati relativi alle radiazioni visibili e infrarosse captate dal satellite per telerilevamento Landsat della NASA.



Motore per controllo assetto L'ACTS è manovrato da questo motore in un'orbita geosincrona, in cui il satellite segue ogni giorno lo stesso percorso attorno al pianeta

Serbatoio del combustibile
In questo serbatoio è contenuto il propellente gassoso

Antenna trasmittente

Questa antenna può inviare trasmissioni a molteplici destinatari

Tratta in discesa L'ACTS utilizza per le trasmissioni in discesa una frequenza di microonde cinque volte più elevata rispetto a quella usata dai satelliti tradizionali

Pannello solare

Le celle fotovoltaiche dei pannelli solari forniscono elettricità per i sistemi di comunicazione

Subriflettore

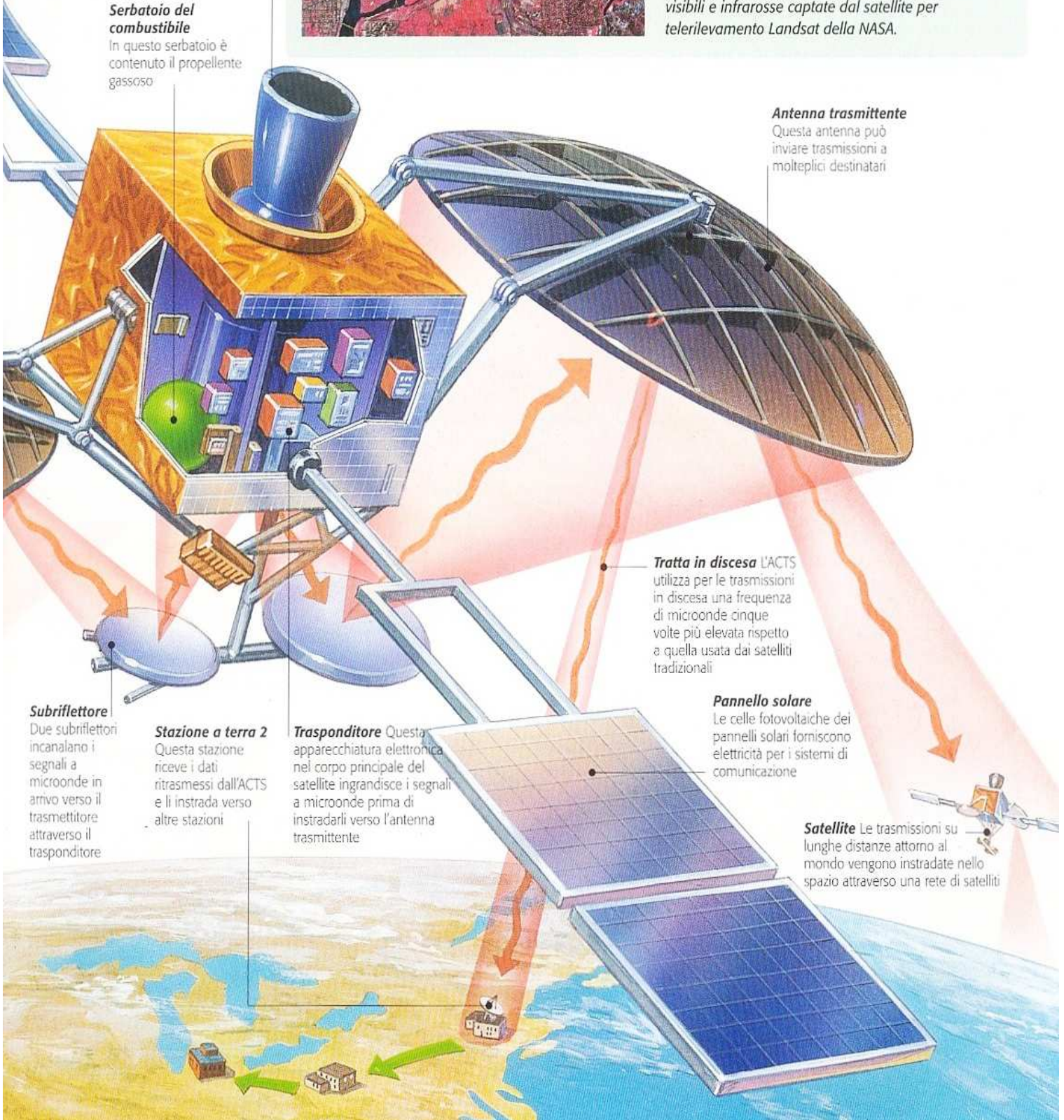
Due subriflettori incanalano i segnali a microonde in arrivo verso il trasmettitore attraverso il trasponditore

Stazione a terra 2

Questa stazione riceve i dati ritrasmessi dall'ACTS e li instrada verso altre stazioni

Trasponditore Questa apparecchiatura elettronica nel corpo principale del satellite ingrandisce i segnali a microonde prima di instradarli verso l'antenna trasmittente

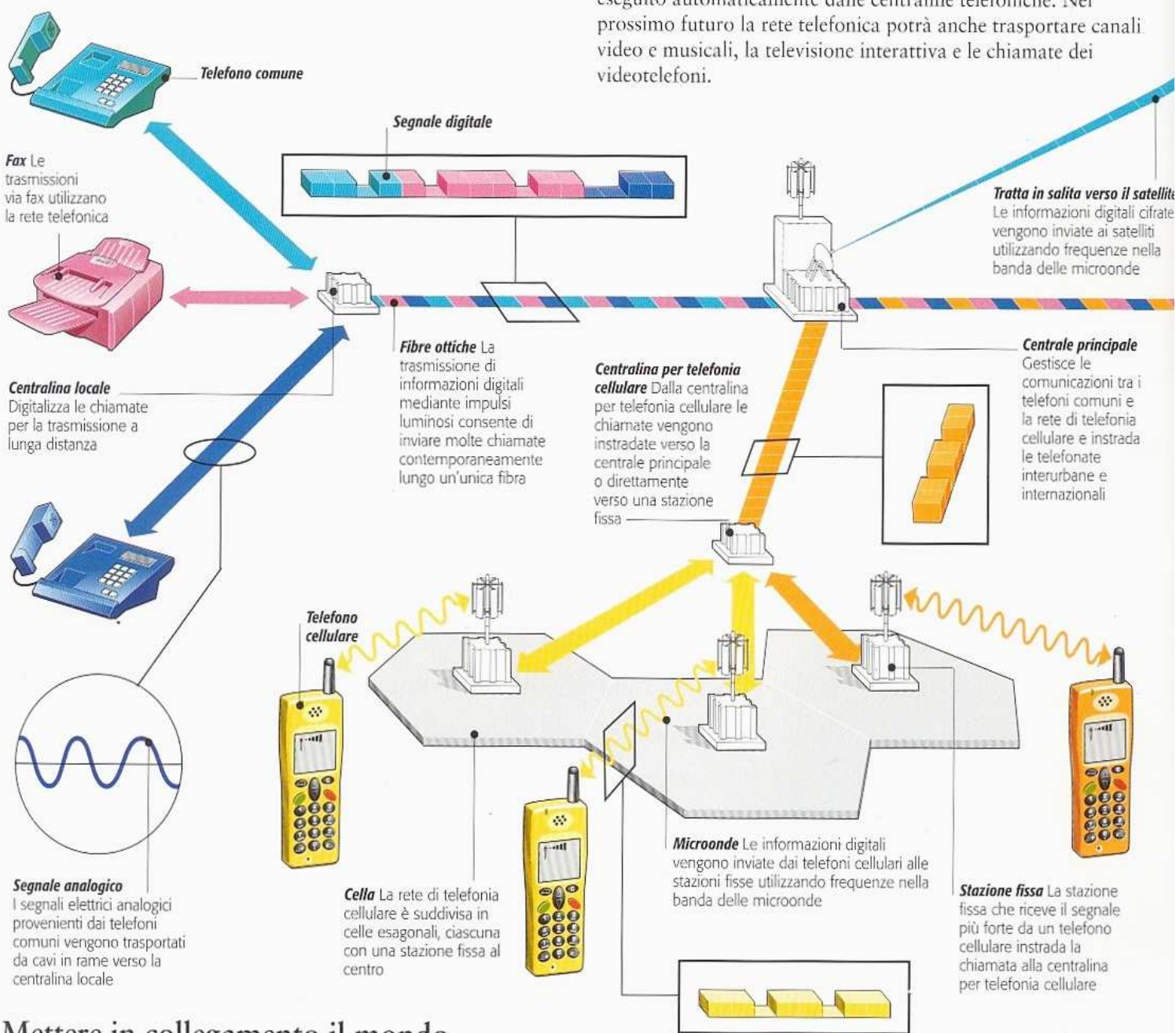
Satellite Le trasmissioni su lunghe distanze attorno al mondo vengono instradate nello spazio attraverso una rete di satelliti



La rete telefonica

Da quando l'inventore britannico Alexander Graham Bell brevettò il telefono nel 1877, la telefonia è diventata la più importante forma di comunicazione a distanza. La rete telefonica è ora veramente su scala planetaria, con cavi sottomarini e satelliti per telecomunicazioni che collegano tutti i continenti. Questa rete diffusa sull'intero globo gestisce telefonate, trasmissioni via fax e traffico su Internet.

L'"ossatura" su lunga distanza della rete telefonica è costituita da cavi a fibre ottiche di grande capacità. Cavi in rame di piccola capacità collegano i singoli telefoni alla rete. Il segnale analogico proveniente da un comune telefono viene campionato 4000 volte al secondo e convertito in un segnale digitale a 8 bit. Diverse conversazioni possono allora essere trasmesse contemporaneamente lungo lo stesso cavo, utilizzando una tecnica chiamata trasmissione multiplex, che aumenta la capacità della rete. L'instradamento delle chiamate nella rete viene eseguito automaticamente dalle centraline telefoniche. Nel prossimo futuro la rete telefonica potrà anche trasportare canali video e musicali, la televisione interattiva e le chiamate dei videotelefoni.



Mettere in collegamento il mondo

Questo schema illustra i componenti principali della rete telefonica planetaria. Le centraline locali instradano le chiamate da e per i telefoni comuni. Nella centralina locale i segnali vengono digitalizzati e inviati a una centrale principale. Questa può comunicare con le

centraline della telefonia cellulare e inviare chiamate interurbane o internazionali verso altre centrali principali. Le chiamate telefoniche possono essere inviate lungo cavi in rame o in fibre ottiche oppure attraverso collegamenti a microonde.

Satellite per telecomunicazioni
Satelliti orbitanti vengono usati per instradare le chiamate fra località non collegate via cavo

Segnale digitale Le informazioni digitali vengono trasmesse con modalità multiplex, consentendo la trasmissione contemporanea di molti segnali

Trasmissione per ponte radio
Le chiamate digitalizzate provenienti dalle centraline locali vengono spesso instradate verso la centrale principale attraverso collegamenti mediante ponte radio

Collegamento interurbano o internazionale
Vengono usate fibre ottiche per trasmettere le chiamate su lunghe distanze; molti cavi in fibre ottiche sono posati sul fondo marino

Centralina per telefonia cellulare
Invia segnali di controllo per localizzare la stazione fissa che riceve il segnale più forte da un telefono cellulare

Rete di telefonia cellulare Le stazioni fisse inviano informazioni digitali alla centralina per telefonia cellulare lungo cavi in rame o in fibre ottiche

Indebolimento del segnale
A mano a mano che il telefono cellulare si allontana dalla stazione fissa, il segnale si indebolisce

Telefono cellulare in movimento La mobilità è il vantaggio principale del telefono cellulare

Ricollegamento continuo Mentre il telefono cellulare passa da una cella all'altra, la chiamata viene reinstradata da una stazione fissa all'altra, senza interruzione della conversazione

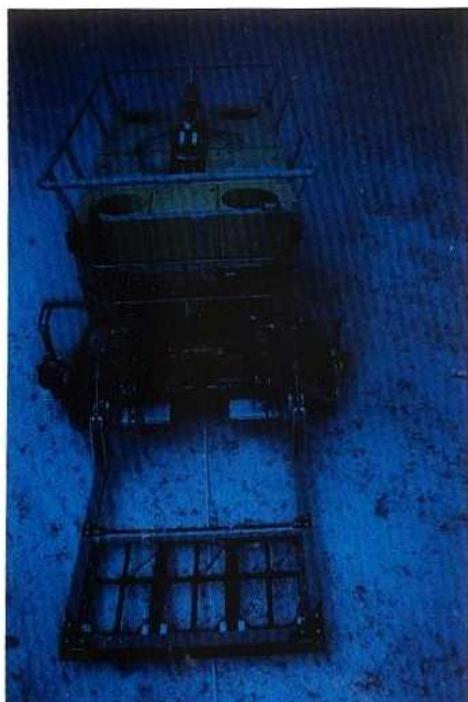
Segnale digitale

Cella urbana Le celle nelle aree urbane sono più piccole e forniscono alla rete una maggiore capacità

Tecnologia dei cavi

Le telecomunicazioni moderne dipendono dalla trasmissione precisa e rapida di grandi quantità di informazioni. I cavi, il canale originario per le informazioni, rimangono fondamentali per le reti di telecomunicazioni, malgrado gli sviluppi della tecnologia satellitare. I progressi nella tecnologia dei cavi hanno condotto allo sviluppo di cavi di collegamento telefonico che possono trasmettere contemporaneamente decine di migliaia di chiamate.

La comunicazione su lunghe distanze si ottiene mediante la trasmissione di dati sotto forma di onde o flussi di impulsi. Una corrente elettrica alternata (che cambia direzione) a frequenze nella banda delle radioonde viene modulata (configurata) da un segnale di dati analogico o digitale. L'onda modulata viene inviata attraverso cavi coassiali oppure trasmessa sotto forma di radioonde attraverso stazioni a terra e satelliti. Le informazioni digitali possono anche essere inviate sotto forma di flussi di impulsi luminosi (oppure, meno comunemente, di impulsi elettrici), in cui un impulso rappresenta un "1" e l'assenza di impulso rappresenta uno "0". I cavi agiscono da autostrade per questi flussi di dati e devono essere studiati in modo da ridurre al minimo l'interferenza tra i diversi flussi di dati, cosa che può condurre alla perdita di dati. La larghezza di banda di un cavo è la misura della quantità di dati che è in grado di trasmettere. Le fibre ottiche hanno una larghezza di banda maggiore rispetto ai cavi coassiali e possono trasmettere segnali più lontano e più rapidamente poiché la luce è meno soggetta ad attenuazione (perdita di potenza) rispetto alle correnti elettriche e si propaga più velocemente. La larghezza di banda di un sistema di cavi può essere aumentata installando più cavi, ma anche impiegando le tecniche multiplex, che comprimono una maggiore quantità di dati lungo ciascun cavo.

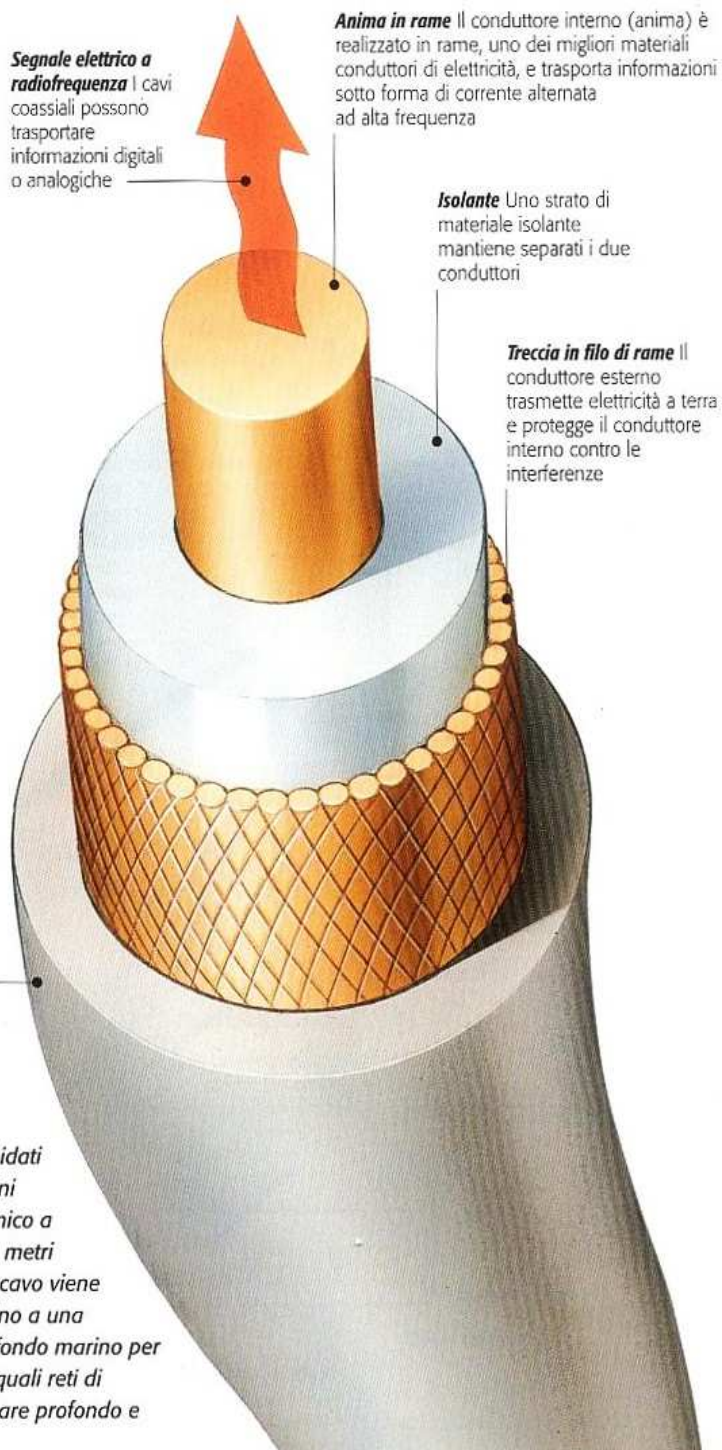


Rivestimento esterno
Un robusto rivestimento in plastica protegge il cavo contro i danneggiamenti

Cavi transoceanici
Si utilizzano veicoli teleguidati per posare cavi sottomarini subito sotto il fondo oceanico a profondità anche di 1000 metri sotto il livello del mare. Il cavo viene sepolto in solchi scavati fino a una profondità di 3 metri nel fondo marino per proteggerlo contro rischi quali reti di pescherecci, correnti di mare profondo e attività sismica.

Cavo coassiale

I cavi coassiali hanno un conduttore interno in rame che scorre al centro di una schermatura cilindrica in rame. I due canali conduttori sono separati da uno strato isolante. Il canale interno trasporta informazioni sotto forma di corrente alternata in radiofrequenza, mentre il canale esterno fornisce protezione contro l'interferenza elettromagnetica. I cavi coassiali sono usati nelle reti telefoniche, di computer e Tv via cavo, nonché per collegare le antenne Tv ai ricevitori.

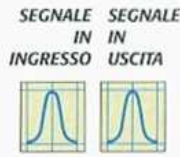


Cavo a fibre ottiche

Le fibre ottiche sono filamenti sottilissimi composti da due strati di vetro purissimo o plastica. Uno strato esterno di rivestimento (mantello) imprigiona i segnali luminosi nel conduttore interno (nucleo) grazie a un fenomeno chiamato riflessione totale. Una guaina in plastica protegge la fibra contro i danneggiamenti. Le informazioni digitali vengono trasmesse sotto forma di impulsi luminosi. Tuttavia, la trasmissione non è impeccabile. Ciascun impulso può viaggiare lungo vari percorsi (modi) attraverso la fibra e tende gradualmente a disperdersi, per cui un chiaro impulso di ingresso diventa sfocato e perde di intensità durante il viaggio. Tale dispersione dell'impulso limita la velocità e la portata della trasmissione dati.

Fibra monomoda

La fibra monomoda ha un nucleo sottile che costringe la luce a viaggiare lungo il suo asse seguendo un'unica traiettoria (modo), per cui vi è pochissima dispersione dell'impulso. Deve essere utilizzata luce di lunghezza d'onda coerente, per cui si usa il laser come sorgente luminosa. La fibra monomoda viene usata per le telecomunicazioni su lunghe distanze.



Fibra multimoda a indice di rifrazione graduale

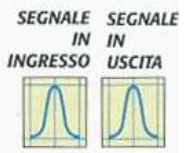
Per via delle variazioni di densità del nucleo dal centro verso i bordi, la luce che segue la traiettoria più breve al centro viaggia più lentamente rispetto alla luce sui bordi. Pertanto i raggi luminosi che costituiscono ciascun impulso raggiungono il ricevitore quasi allo stesso tempo indipendentemente dalla traiettoria, con il risultato di una dispersione dell'impulso relativamente limitata.

Impulso luminoso I raggi luminosi viaggiano lungo un'unica traiettoria lungo l'asse del nucleo

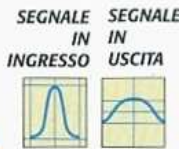
Anima di acciaio per rinforzo

Fibra a indice di rifrazione graduale Queste fibre vengono usate per trasmettere informazioni nelle reti locali

Impulso luminoso Un diodo a emissione luminosa (Led) viene usato come sorgente di luce



Impulso luminoso I raggi luminosi viaggiano a zigzag lungo il nucleo rimbalzando sul mantello



Fibra multimoda con indice a gradino

Al pari della fibra con indice graduale, questo tipo di fibra ha un nucleo grosso che consente molteplici traiettorie, le quali variano in lunghezza e provocano la dispersione dell'impulso. La fibra con indice a gradino viene pertanto usata dove sono necessari soltanto brevi tratti di fibra, per esempio negli endoscopi. Le fibre multimoda possono utilizzare come sorgente i diodi a emissione luminosa (Led), al posto dei costosi laser.

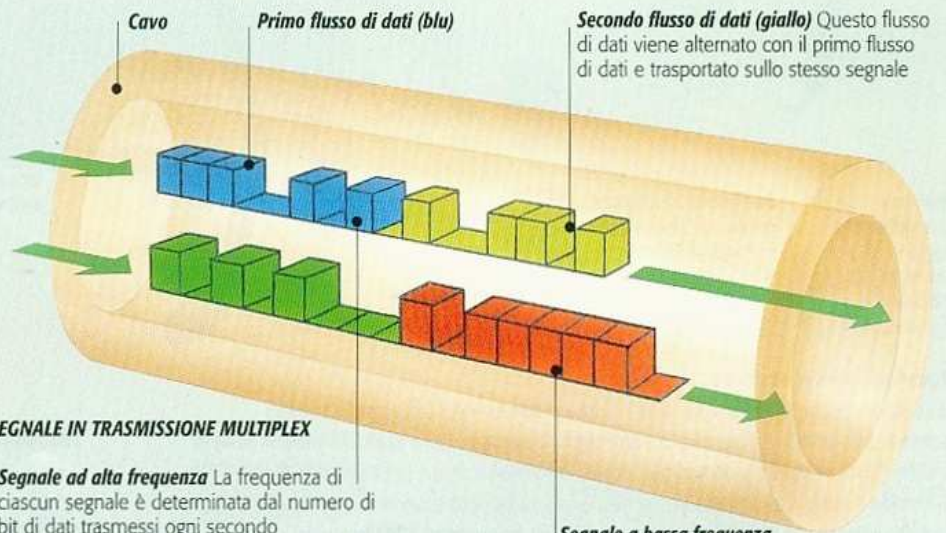
Guaina in plastica Una guaina esterna opaca impedisce alla luce parassita di entrare nella fibra

Strato protettivo del cavo

Cavo

Tecnica multiplex

La tecnica multiplex aumenta la capacità dei sistemi di cavi accrescendo la larghezza di banda di ciascun cavo. Numerosi flussi di dati vengono inviati lungo un unico cavo unendosi in modo da formare un unico segnale complesso. I flussi vengono poi separati all'estremità di uscita del cavo. La tecnica multiplex a divisione di tempo (Tdm) alterna i flussi di dati digitali, consentendo di inviare molti flussi di dati in una frazione del tempo che sarebbe necessario per inviarli separatamente. La tecnica multiplex a divisione di frequenza (Fdm) invia migliaia di flussi a frequenze diverse. Tdm e Fdm possono essere usate assieme per sfruttare al massimo la larghezza di banda del cavo.

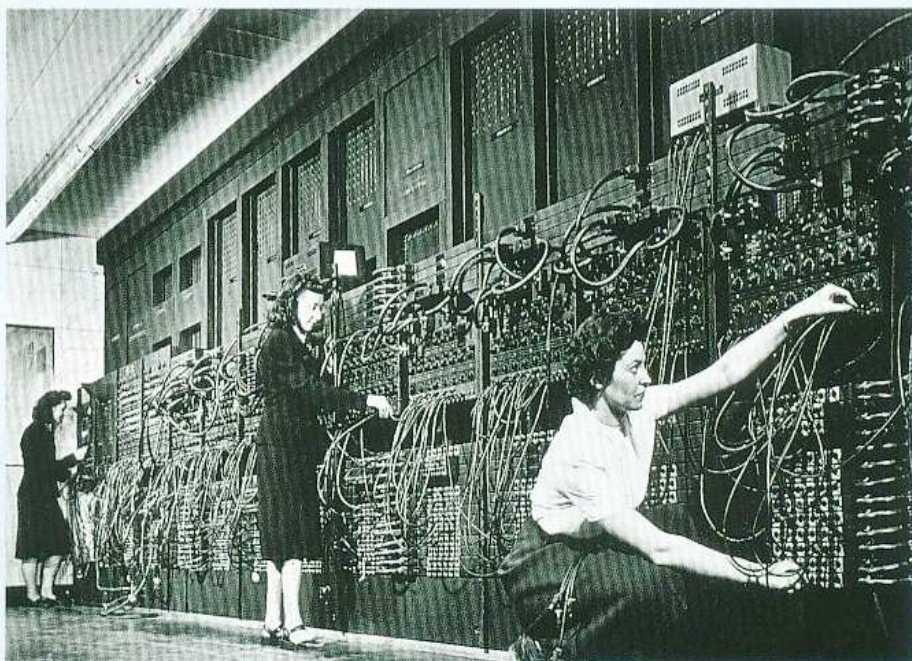


Storia del computer

Il primo progetto per un calcolatore (in inglese *computer*) programmabile (in grado cioè di seguire una serie di istruzioni) viene solitamente ritenuto la "macchina analitica" ideata dall'inventore britannico Charles Babbage nel 1832. L'apparecchiatura di Babbage era progettata per eseguire una sequenza di calcoli utilizzando istruzioni immesse mediante schede perforate e comprendeva sia una "memoria" sia un'unità di elaborazione. Era un modello interamente meccanico.

Purtroppo Babbage non costruì mai il suo calcolatore, e soltanto nel Novecento, con l'invenzione della valvola elettronica, divennero disponibili i componenti per un elaboratore elettronico realizzabile in pratica. La valvola elettronica (o tubo elettronico) è un'apparecchiatura che può bloccare o amplificare una corrente elettrica o agire da interruttore acceso/spento. Durante gli anni Venti e Trenta gli scienziati studiarono come collegare tali apparecchiature in gruppi di elementi che accettassero segnali elettrici rappresentanti numeri, elaborassero i segnali secondo un programma ed emettessero i risultati. Tra i famosi calcolatori a valvole elettroniche vi furono il Colossus britannico, progettato per decifrare il codice tedesco Enigma durante la seconda guerra mondiale, e l'americano ENIAC. Queste macchine erano enormi, e programmarle comportava modificarne i circuiti inserendo e disinserendo cavi, sebbene le macchine successive registrassero i programmi in aree di memoria azionate elettronicamente.

A parte le loro grandi dimensioni, i calcolatori basati sulle valvole elettroniche presentavano altri inconvenienti. I filamenti incandescenti delle valvole surriscaldavano i calcolatori, e spesso i filamenti "saltavano". Ma nel 1947 lo sviluppo dei transistor a opera degli scienziati dei laboratori Bell Telephone trasformò il



ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator)

Creato verso la fine della seconda guerra mondiale per risolvere problemi matematici in balistica, l'ENIAC fu il primo calcolatore elettronico polivalente con programma memorizzato. Pesante 30 tonnellate, operava con numeri decimali anziché binari e necessitava di decine di operatori. Le 18 mila valvole elettroniche dell'ENIAC si surriscaldavano durante il funzionamento, e la macchina si guastava spesso.

Elaboratore centrale degli anni Sessanta

I computer degli anni Cinquanta e Sessanta avevano dimensioni che andavano da quelle di una stanza a quelle di un armadio ed erano basati sui transistor, che negli anni Sessanta erano ormai raggruppati su chip di silicio. Chiamati elaboratori centrali (mainframe), erano condivisi da molti utenti in grandi aziende come le banche ma erano meno potenti di un moderno PC. Dati e programmi per le macchine erano memorizzati su bobine di nastro magnetico.



panorama dei calcolatori. Questi minuscoli componenti erano realizzati a partire da cristalli di semiconduttori come germanio e silicio e potevano fare tutto ciò che faceva la valvola elettronica, ma erano più piccoli e più affidabili. Entrarono ben presto in produzione calcolatori più economici e più compatti, anche se alcuni ancora occupavano un'intera stanza.

Accanto agli sviluppi delle componenti fisiche (*hardware*) vi furono cambiamenti nelle componenti di programmazione (*software*). Inizialmente tutte le istruzioni per i calcolatori erano scritte in codice binario ("linguaggio macchina"). Nel 1951 una programmatrice di nome Grace Hopper propose un "software riutilizzabile", segmenti di codice che potevano essere riuniti assieme secondo le istruzioni scritte in un "linguaggio avanzato" (qualcosa di più somigliante alla lingua naturale). La Hopper inoltre elaborò il concetto di compilatore (*compiler*), un programma che traducesse in linguaggio macchina le istruzioni scritte in un linguaggio avanzato. Il Fortran, il primo linguaggio maturo, e il suo compilatore entrarono in uso nel 1956. Nello stesso periodo i nastri e le schede perforate utilizzati per inserire i dati nei calcolatori venivano a poco a poco sostituiti da dischi e nastri magnetici.

Circuiti integrati

Nel 1959 gli ingegneri della Texas Instruments dimostrarono che era possibile incorporare molti transistor, collegati mediante piste metalliche, su un'unica piastrina di silicio. Questa innovazione venne chiamata circuito integrato o "chip" e la tendenza da allora è riassunta nella "legge di Moore": il numero di transistor che possono essere collocati su un chip raddoppia ogni 12 o 18 mesi. Gordon Moore, che formulò questa legge nel 1965, in seguito fu tra i fondatori della Intel, azienda produttrice di circuiti integrati.

I circuiti integrati condussero presto allo sviluppo di calcolatori ancora più piccoli ed economici, chiamati minicomputer o minicalcolatori. Seppure ancora troppo costosi per la maggior parte dei consumatori, erano relativamente semplici da usare. Altre innovazioni degli anni Sessanta furono le tastiere per l'inserimento dei dati nei computer e i monitor per visualizzare tali dati e i risultati dei calcoli prima che venissero stampati. Nel 1971 fu messo in commercio il dischetto flessibile (floppy disk) per la memorizzazione dei dati.

Microprocessori e microcomputer

Sebbene i circuiti integrati rendessero i computer più piccoli, le unità di elaborazione erano ancora composte da numerosi circuiti su chip separati. Nel 1971 un ingegnere che lavorava per la Intel si rese conto che una serie di circuiti destinati a una calcolatrice elettronica potevano essere messi tutti su un unico chip, e che l'apparecchiatura risultante poteva essere



Computer Lisa della Apple (1983)

Il computer Lisa, precursore del Macintosh della Apple, fu il primo personal computer (PC) con interfaccia grafica utente, grazie alla quale si potevano selezionare i comandi premendo menù a tendina o icone (piccole immagini) sullo schermo, invece di usare la tastiera. Per far funzionare l'interfaccia, l'utente spostava avanti e indietro sulla scrivania una nuova apparecchiatura chiamata mouse ("topo"). Il Lisa aveva inoltre due lettori di floppy disk, 1 megabyte di RAM e un monitor monocromatico.

usata come "computer su un chip" polivalente. Il risultato fu l'Intel 4004, il primo microprocessore del mondo. Fisicamente si componeva di una piastrina di silicio in una capsula protettiva in ceramica, con una serie di piedini metallici sporgenti che lo collegava ad altri componenti dell'apparecchiatura da gestire. Conteneva 2300 transistor, eseguiva 60 mila operazioni al secondo e poteva essere usato per qualunque apparecchiatura (compresi computer e robot) richiedesse un "cervello" per accettare dati in entrata e seguire un programma di istruzioni per produrre un risultato in uscita. Nel giro di cinque anni comparvero parecchi microprocessori molto potenti. L'invenzione dei microprocessori preparò la scena per l'avvento del microcomputer o personal computer (PC), una macchina che le masse potevano permettersi. I primi PC, sotto forma di componenti da montare, comparvero alla metà degli anni Settanta, e alla metà degli anni Ottanta erano ormai diffuse in tutto il mondo macchine come il Macintosh della Apple e quelle basate su un tipo di PC messo in commercio dalla Ibm nel 1981. Il successo di queste macchine condusse a un'esplosione del software, in particolare a una serie di programmi per fogli elettronici a espansione, elaborazione testi, grafica, didattica e giochi. Dagli anni Ottanta la rivoluzione dei computer è stata portata avanti da numerosi temi interconnessi, fra cui un continuo aumento della potenza di calcolo e una riduzione delle dimensioni e dei costi dei PC; la maggiore importanza assegnata alle macchine collegate fra loro rispetto a quelle isolate, come risulta evidente dalla crescita delle reti locali e di Internet; e la diffusione delle applicazioni del computer praticamente in ogni aspetto della vita domestica e lavorativa.



Computer palmare Palm V

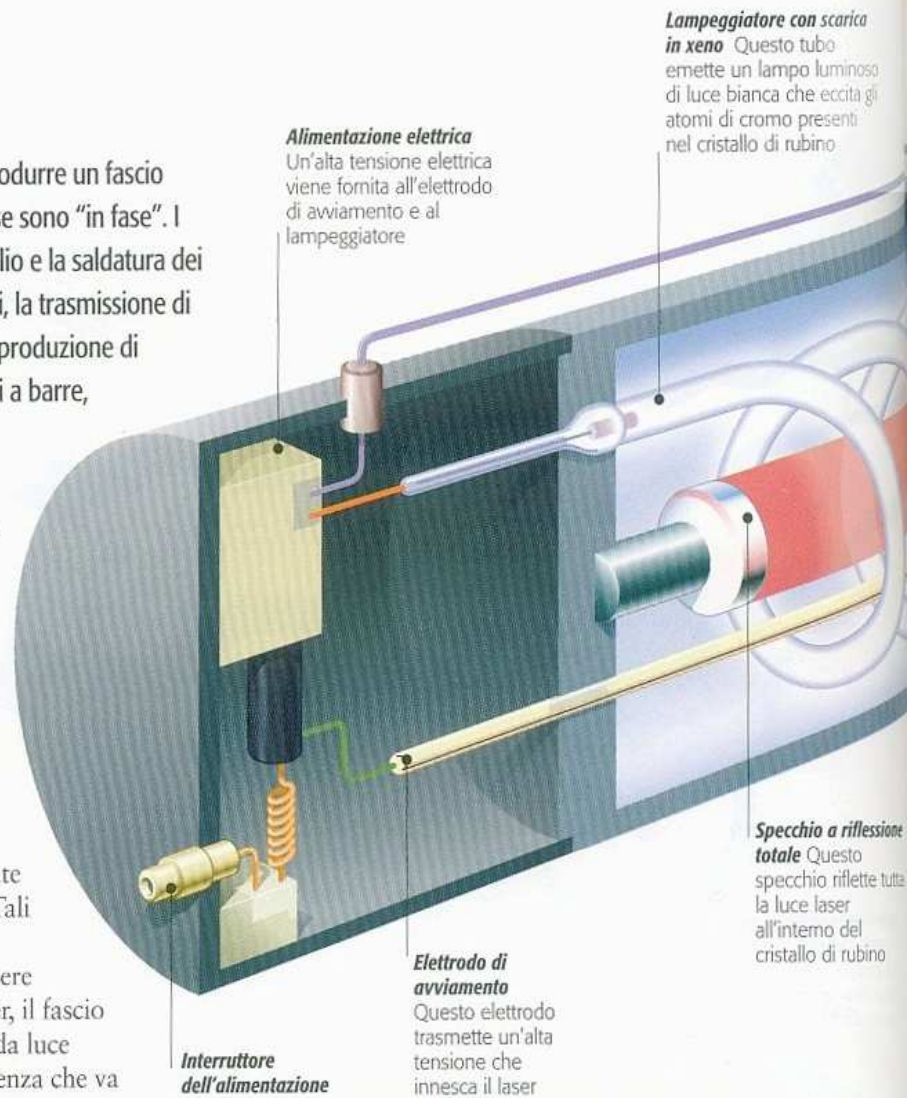
Essendo molto compatto, normalmente il computer palmare viene usato come agenda, calcolatrice, blocco per appunti e apparecchio per posta elettronica. Spesso può accedere a Internet via etere e trasferire dati mediante infrarossi. Alcuni, come il modello Palm, sanno riconoscere la scrittura del proprietario.

Laser

Un laser è un'apparecchiatura che amplifica la luce per produrre un fascio sottile e intenso di colore purissimo in cui le onde luminose sono "in fase". I laser hanno una vasta gamma di applicazioni, fra cui il taglio e la saldatura dei metalli, l'incisione di tessuti durante gli interventi chirurgici, la trasmissione di segnali lungo fibre ottiche, la misurazione di distanze e la produzione di ologrammi. I laser vengono usati anche nei lettori di codici a barre, nelle stampanti, nelle fotocopiatrici e nei lettori di CD.

La luce proveniente dal Sole e dalla maggior parte delle sorgenti luminose artificiali contiene una miscela di lunghezze d'onda (ovvero, in termini di particelle, fotoni di energia diversa). Questa luce inoltre si diffonde in molte direzioni a partire dalla sorgente. La luce laser invece è coerente: ha una piccolissima gamma di lunghezze d'onda, e tutte le onde sono in fase. Per di più, un fascio laser presenta una diffusione di gran lunga minore rispetto alla luce normale.

I laser contengono una cosiddetta sostanza attiva, che può essere solida, liquida o gassosa. Si usa una fonte di energia per eccitare gli atomi della sostanza attiva. Tali atomi allora emettono luce, che viene intrappolata e amplificata da specchi in una cavità ottica prima di essere emessi sotto forma di fascio. A seconda del tipo di laser, il fascio può essere continuo o a impulsi; può essere costituito da luce visibile, infrarossa o ultravioletta; e può avere una potenza che va da pochi milliwatt a migliaia di miliardi di watt.



Il laser in chirurgia

I laser vengono sempre più utilizzati in chirurgia. Diversamente dal bisturi, il laser taglia generando calore nel tessuto dell'organismo. Tale calore cauterizza i vasi sanguigni durante l'incisione, riducendo al minimo la perdita di sangue. La luce laser può venire diretta con grande precisione, per cui è ideale per l'uso nella delicata chirurgia oculistica per "saldare" retine distaccate, cauterizzare vasi sanguigni in seguito a rottura o scolpire la cornea per correggere difetti visivi. I bisturi laser generalmente utilizzano come sostanza attiva il gas anidride carbonica, mentre i laser usati in chirurgia oculistica adoperano di solito il gas argo.

Chirurgia oculistica con laser

Durante l'intervento di chirurgia oculistica la testa del paziente viene bloccata per impedirne il movimento, e il laser viene puntato mediante un dispositivo chiamato oftalmoscopio con lampada a fessura. I trattamenti con laser per affezioni quali il distacco della retina e le retinopatie di solito non richiedono anestesia né



Barra di rubino Gli atomi di cromo eccitati nel cristallo di rubino emettono fotoni, alcuni dei quali rimbalzano fra gli specchi

Involucro L'interno dell'involucro di alluminio è lucido allo scopo di riflettere la luce verso il cristallo di rubino

Specchio a riflessione parziale Questo specchio consente a parte della luce rossa di emergere sotto forma di fascio laser

Fascio laser Viene emesso un fascio di luce rossa

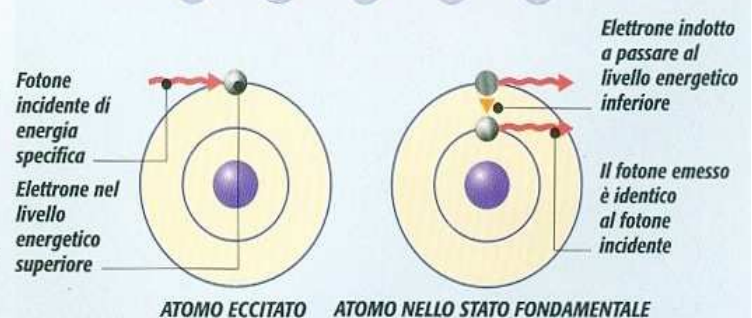
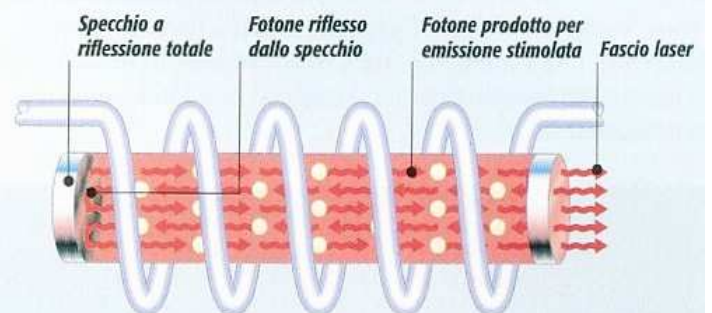
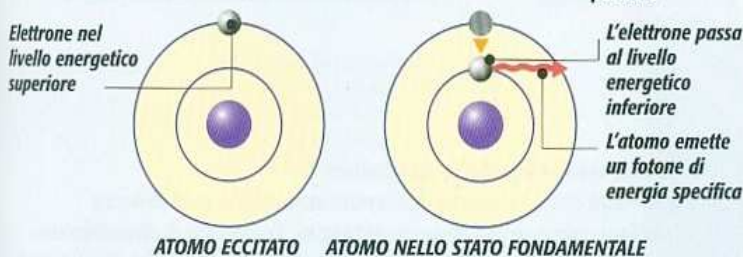
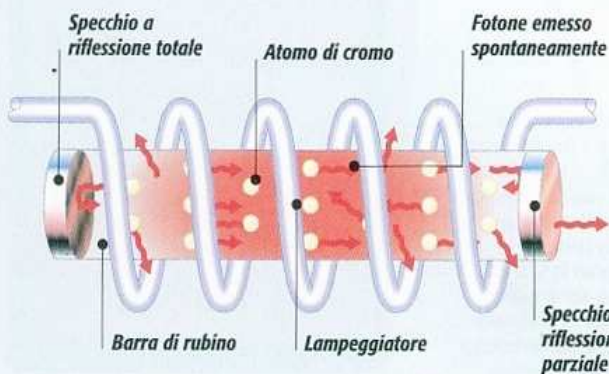
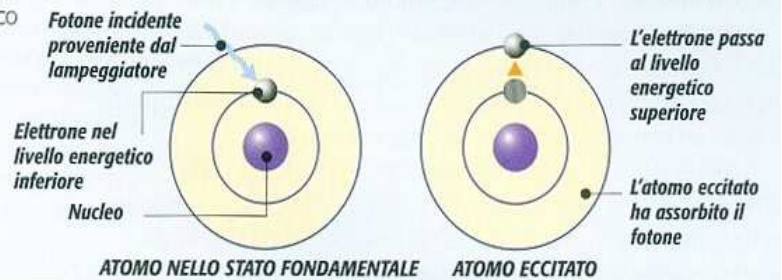
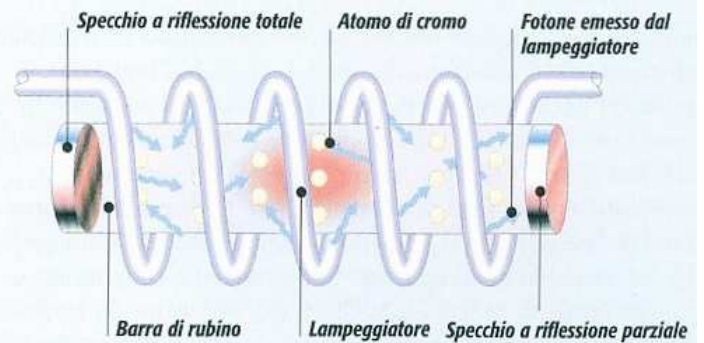
Laser a rubino

Il primo laser costruito era un laser a rubino. Il rubino è un cristallo di ossido di alluminio, contenente alcuni atomi di cromo. Un tubo lampeggiatore avvolto attorno a una barra di rubino fornisce l'energia luminosa, che eccita gli atomi di cromo. La luce emessa da questi atomi rimbalza fra gli specchi posti alle estremità della barra, inducendo altri atomi di cromo a emettere luce.

Amplificazione della luce

Laser è l'acronimo di "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" (amplificazione di luce mediante emissione stimolata di radiazioni). In un laser a rubino l'energia proveniente dal lampeggiatore eccita gli atomi di cromo facendoli uscire dal loro stato fondamentale. Questi atomi eccitati emettono spontaneamente fotoni di luce rossa e ritornano allo stato fondamentale. Se uno di tali fotoni colpisce un atomo eccitato, viene emesso un fotone identico per un fenomeno chiamato emissione stimolata. I fotoni che percorrono la barra di rubino, rimbalzando fra due specchi, provocano una cascata di tale emissione stimolata, producendo un fascio laser.

1 Normalmente quasi tutti gli atomi di cromo si trovano nello stato fondamentale. Affinché avvenga la generazione di laser, quasi tutti gli atomi devono eccitarsi (portare gli elettroni a un livello energetico più elevato). Questo fenomeno si chiama "inversione della popolazione".



2 Un atomo eccitato emette luce quando il suo elettrone passa spontaneamente da un livello di energia più elevato a uno inferiore. Il fotone emesso ha un'energia pari alla differenza tra i livelli energetici. Questa emissione spontanea si verifica in direzioni casuali e secondo tempi casuali.

3 L'emissione stimolata ha luogo quando un atomo eccitato viene colpito da un fotone di energia specifica (emesso da un altro atomo eccitato). Così l'atomo ritorna allo stato fondamentale ed emette un fotone avente energia (lunghezza d'onda), fase e direzione di moto uguali al fotone incidente.

Olografia

Gli ologrammi sono ben noti come fotografie tridimensionali e come emblemi multicolori di sicurezza su carte di credito e confezioni di CD. La teoria dell'olografia fu elaborata nel 1948 da Dennis Gabor, che coniò il termine "ologramma" dalle parole greche *hólos* ("tutto") e *gramma* ("scritto"), ma l'olografia divenne una possibilità pratica soltanto dopo lo sviluppo dei laser negli anni Sessanta.

Un ologramma è la fotografia di una figura di interferenza creata dall'interazione di fasci luminosi. Diversamente da una normale fotografia, che è una copia diretta del soggetto, l'immagine su una lastra per olografia non assomiglia affatto al soggetto. Invece è costituita da frange chiare e scure che contengono informazioni sulla luce giunta sulla lastra e proveniente dall'oggetto riprodotto, fra cui l'indicazione della fase (se le onde luminose erano in fase oppure no). Le informazioni sulla fase sono quelle che conferiscono all'ologramma la profondità e consentono all'osservatore di vedere alcune parti dell'immagine da varie angolazioni. Per realizzare ologrammi si utilizza il laser perché fornisce la necessaria luce coerente (luce le cui onde sono tutte in fase). Quando si osserva un ologramma, le frange diffrangono (deviano) le onde luminose che le colpiscono, cosicché queste sembrano arrivare dall'oggetto originario.

L'olografia è ampiamente usata nella ricerca e nella sperimentazione scientifica. Le etichette olografiche vengono usate come dispositivi di sicurezza perché sono difficili da falsificare. Fra le altre applicazioni vi sono i visori "a testa alta" per gli aerei, che proiettano immagini della strumentazione nel campo visivo del pilota, e i lettori di codici a barre dei grandi magazzini. E se i computer ottici, basati su impulsi ottici anziché su segnali elettrici, diventeranno una realtà, si affideranno alla tecnologia degli ologrammi.



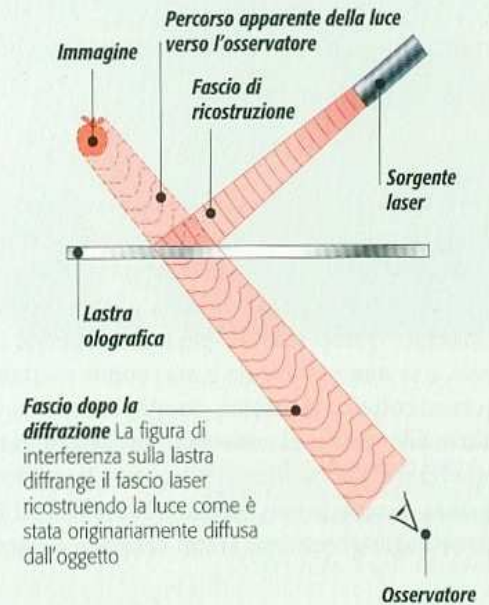
L'olografia nell'arte e nello spettacolo

A parte il suo uso in importanti ricerche scientifiche e in delicate applicazioni commerciali come la sicurezza, l'olografia è diventata una forma d'arte, e si trovano ologrammi in musei e gallerie di tutto il mondo. Gli ologrammi possono essere prodotti in serie in maniera sufficientemente economica da essere usati per regali e articoli di moda. L'industria dello spettacolo è in attesa dello sviluppo dell'olografia di oggetti in movimento, ma la tecnologia per realizzare programmi Tv, film e videogiochi olografici non ha ancora raggiunto la maturità.



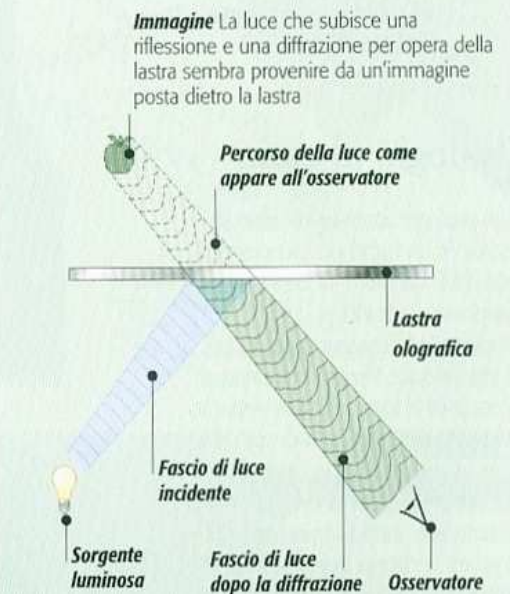
Osservazione di ologrammi

La figura di interferenza sulla lastra fotografica diffrange (devia) la luce che la colpisce. In questo modo si crea un'immagine tridimensionale con la ricostruzione dei raggi di luce come sono stati originariamente diffusi dall'oggetto. Gli ologrammi in riflessione vengono illuminati dal lato anteriore della lastra. Gli ologrammi in trasmissione vengono di solito illuminati da dietro la lastra, ma alcuni, come quelli sulle carte di credito, sono impressi in rilievo su pellicola riflettente in modo da poter essere illuminati frontalmente.



Ologramma in trasmissione

Quasi tutti gli ologrammi in trasmissione vengono illuminati mediante luce laser diretta attraverso la lastra e sono monocolori. Gli ologrammi in trasmissione a luce bianca vengono illuminati dalla luce ordinaria e producono immagini multicolori.



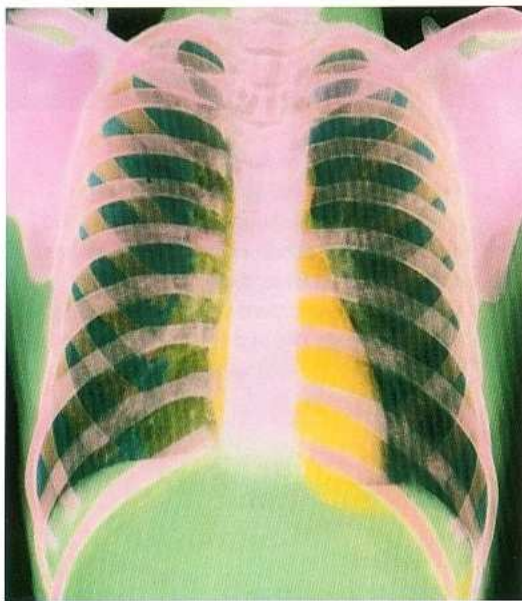
Ologramma in riflessione

Gli ologrammi in riflessione si osservano usando luce bianca per illuminare la lastra sullo stesso lato dell'osservatore. Sono solitamente monocolori e possono evidenziare dettagli minuti.

Radiografie e Tac

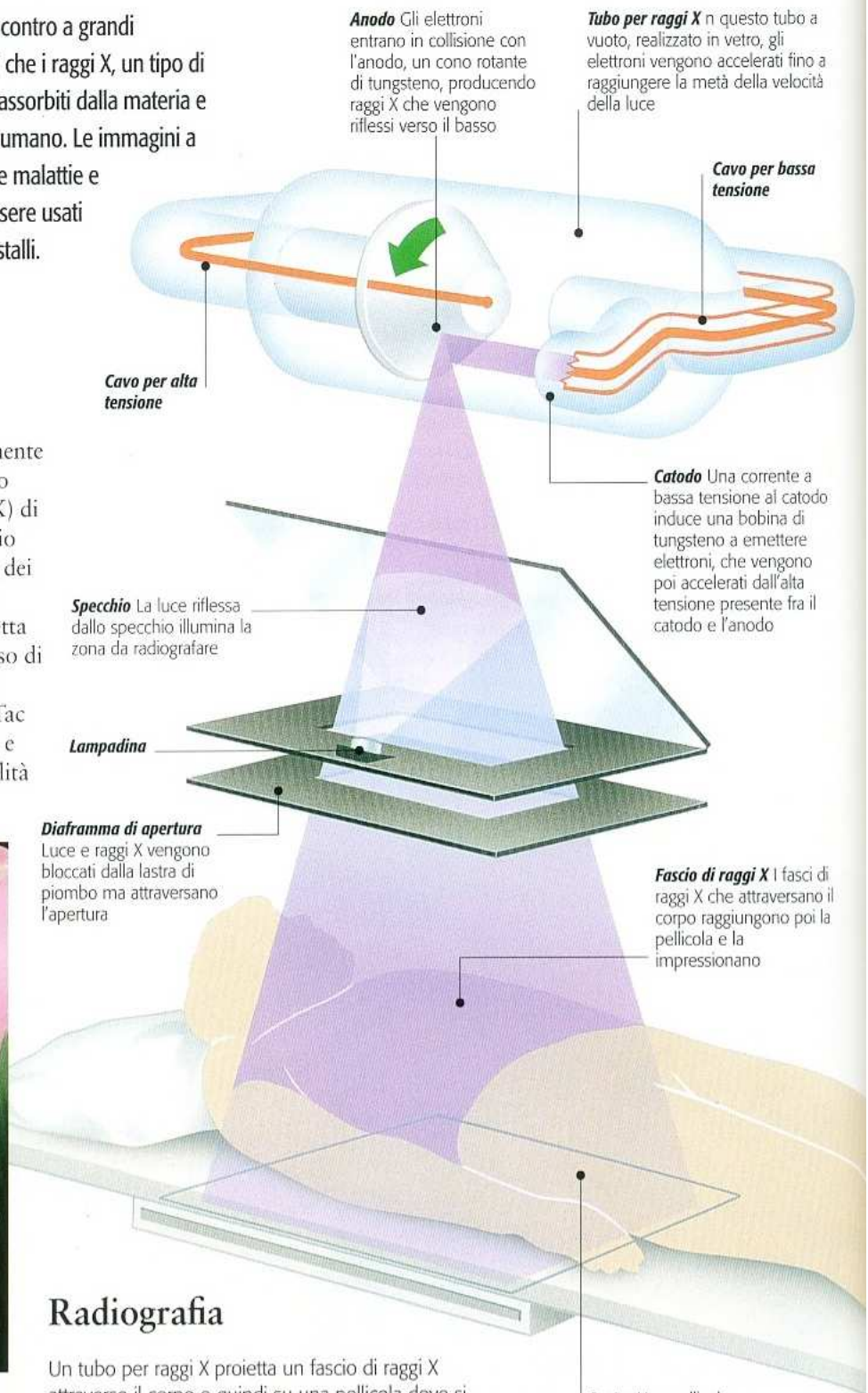
La conoscenza dell'anatomia interna umana andò incontro a grandi progressi quando Wilhelm Roentgen scoprì nel 1895 che i raggi X, un tipo di radiazione elettromagnetica, vengono parzialmente assorbiti dalla materia e possono essere usati per creare immagini del corpo umano. Le immagini a raggi X vengono utilizzate per diagnosticare fratture e malattie e anche per analizzare i materiali. I raggi X possono essere usati per curare il cancro e per studiare la struttura dei cristalli.

Le prime macchine per radiografie rivelavano ombre sui polmoni, fratture nelle ossa e infiammazioni artritiche nelle articolazioni. In seguito si sono messe a punto le sostanze radioopache, che vengono introdotte appositamente nell'organismo per assorbire i raggi X, rendendo così possibili le radiografie (fotografie ai raggi X) di tessuti molli. Vengono fatti ingerire pasti di bario per rivelare ulcere gastriche, e vengono iniettati dei coloranti per ottenere immagini di cuore e reni. Oggi, macchinari avanzati realizzano la cosiddetta tomografia assiale computerizzata (Tac) con l'uso di fasci multipli di raggi X per costruire immagini dettagliate del corpo in sezione trasversale. La Tac mostra chiaramente la struttura di tutti i tessuti e delle ossa, aumentando notevolmente le possibilità di diagnosi e terapia.



Radiografia del torace

Questa radiografia a colori del torace di un ragazzo di 11 anni mostra che i polmoni (aree scure) e il cuore (in giallo) sono sani. La radiografia mostra anche alcune vertebre della spina dorsale, le costole (strisce rosa), il diaframma (in verde) e le clavicole.



Radiografia

Un tubo per raggi X proietta un fascio di raggi X attraverso il corpo e quindi su una pellicola dove si realizza la radiografia. Il fascio, che procedendo verso il corpo attraversa un'apertura di dimensioni variabili, viene assorbito in maniera diversa a seconda della densità dei tessuti interni. Le ossa assorbono una parte maggiore del fascio di raggi X rispetto ai muscoli, ai polmoni o ad altri tessuti e sulla radiografia formano aree più chiare.

Tomografia assiale computerizzata

Tubo per raggi X Un tubo emette una serie di fasci di raggi X mentre l'apparecchiatura ruota attorno al corpo

L'apparecchiatura per tomografia assiale computerizzata (Tac) proietta una serie di sottili fasci di raggi X da angolazioni diverse a mano a mano che l'anello ruota descrivendo un cerchio di 360 gradi attorno al corpo del paziente. Un

rivelatore posto di fronte al tubo invia segnali a un computer, che sintetizza le molte immagini in un'unica figura digitale, mostrando una sezione trasversale sottile del corpo. La sovrapposizione tridimensionale di diverse sezioni consente di osservare interi organi.

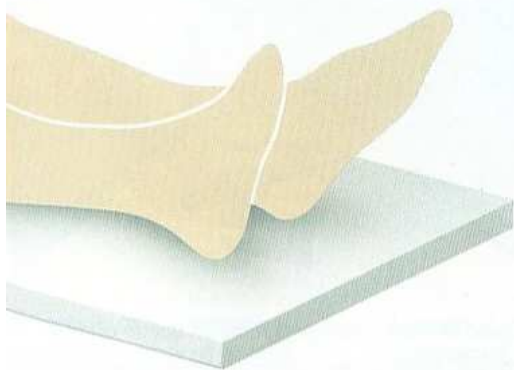
Fascio di raggi X I fasci di raggi X attraversano il corpo e vengono captati da un rivelatore

Rivelatore I fasci di raggi X colpiscono i cristalli fotosensibili del rivelatore e vengono convertiti in segnali elettronici che vengono trasmessi a un computer

Letto motorizzato Il lettino può spostarsi avanti o indietro in modo che ogni parte del corpo possa essere allineata con il tomografo

Struttura ad anello Durante ogni tomografia, l'anello viene ruotato di 360 gradi. Può anche venire inclinato fra una tomografia e l'altra per modificare l'angolo di osservazione

Immagine realizzata con la Tac Questa immagine tridimensionale, che mostra una parte dell'apparato digerente umano visto dal basso, può essere utile ai chirurghi durante la preparazione di operazioni difficili in prossimità di organi vitali. Chiaramente visibili sono le costole e la colonna vertebrale (in giallo), lo stomaco e il duodeno (in viola), il pancreas (in verde) e i reni (in azzurro).



Risonanza magnetica e Tep

Le moderne tecniche di formazione di immagini consentono ai medici di osservare l'interno del corpo umano in maniera molto più dettagliata rispetto alle radiografie. Tecniche quali la risonanza magnetica nucleare e la tomografia a emissione di positroni (in sigla Tep o anche Pet dalle iniziali delle parole inglesi) forniscono immagini dei tessuti molli all'interno del corpo e perfino di trasformazioni chimiche all'opera nei tessuti che svolgono certe funzioni. Nel loro insieme queste tecniche stanno rivoluzionando molti aspetti della diagnosi, della terapia e della ricerca.

Mentre le radiografie si basano sul fatto che i differenti tessuti corporei assorbono in misura diversa i raggi X puntati nella loro direzione, la risonanza magnetica e la Tep trasformano il corpo in un'emittente di radiazioni. La Tep rileva radiazioni provenienti da una sostanza "tracciante" introdotta nel corpo. Il tracciante viene assorbito dalle regioni del corpo maggiormente attive, per cui la Tep può essere usata per eseguire una mappatura delle funzioni corporee. Con la risonanza magnetica l'intero corpo viene magnetizzato e quindi analizzato a scansione mediante radioonde in modo da formare immagini estremamente dettagliate della struttura e della composizione dei tessuti. Queste tecniche forniscono, rispetto alle radiografie, maggiori informazioni con un rischio minore per l'organismo.

Come funziona la risonanza magnetica

Il corpo umano è ricolmo di atomi di idrogeno, ciascuno dei quali agisce come un minuscolo magnete. Normalmente questi atomi sono allineati a caso, per cui il corpo non presenta nessun campo magnetico netto. Un'apparecchiatura per risonanza magnetica costringe tutti gli atomi di idrogeno ad allinearsi e quindi sonda il corpo con radioonde per "vedere" la densità dell'idrogeno nelle diverse regioni.

Bobina per gradiente z Questo magnete crea un campo disposto in direzione testa-piedi

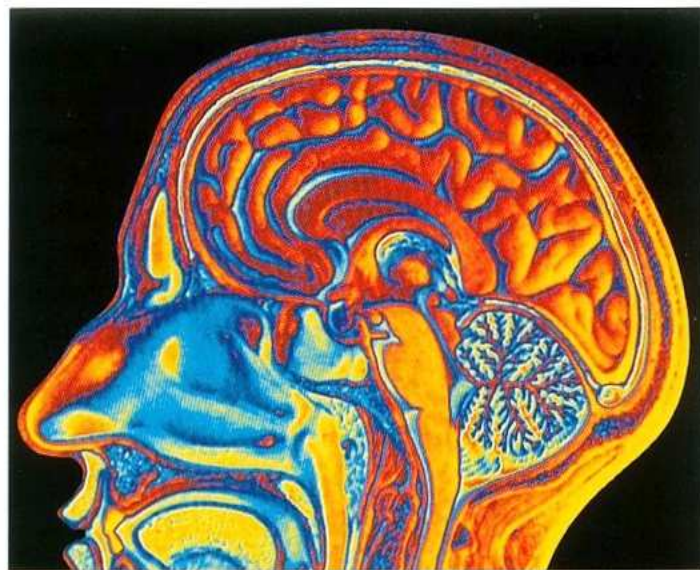
Bobina per gradiente y Questo magnete produce un campo disposto in direzione sopra-sotto

Magnete principale

Bobina per gradiente x Questo magnete genera un campo disposto in direzione destra-sinistra

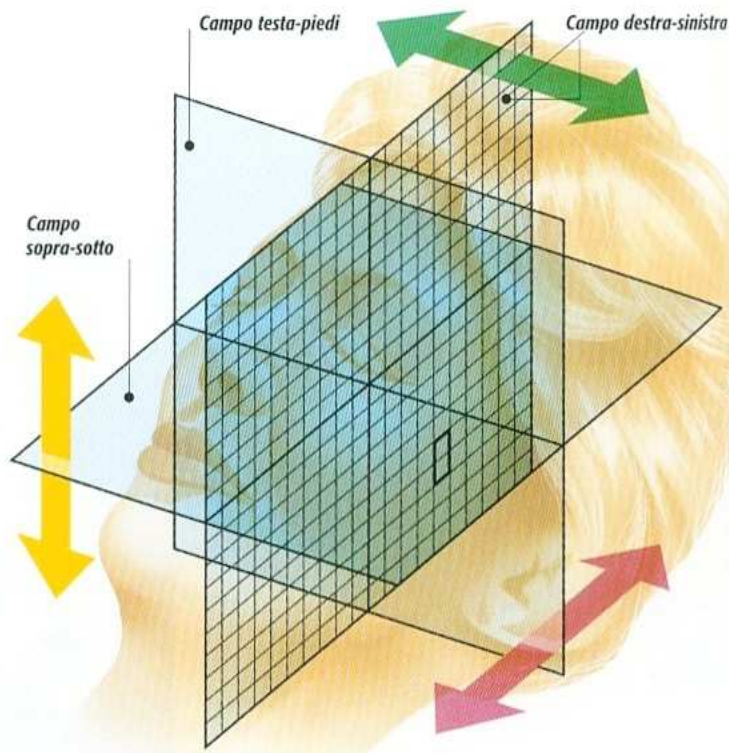
Bobina per radiofrequenza Questa bobina genera un potente impulso di radioonde

1 L'apparecchiatura per risonanza magnetica contiene diverse bobine magnetiche, ciascuna delle quali ha una funzione separata. Un elettromagnete principale è acceso continuamente, e tre bobine per gradiente vengono accese a seconda delle esigenze. Nella prima fase della procedura, il paziente entra nell'apparecchiatura per essere immerso nel campo potentissimo del magnete principale.



Sezione della testa a falsi colori

La risonanza magnetica produce immagini basate sulla distribuzione degli atomi di idrogeno nell'organismo. Gli atomi di idrogeno si trovano nell'acqua e in molte molecole organiche. I fluidi corporei presentano la massima densità di atomi di idrogeno, seguiti dai tessuti molli, dalle cartilagini e dalle membrane. Le ossa sono invisibili alla risonanza magnetica.



2 Quando viene attivata una delle tre bobine per gradiente, questa altera il campo del magnete principale lungo un asse, consentendo di selezionare una sottile sezione magnetica del corpo. Una bobina individua la sezione e le altre due leggono i dati in senso longitudinale e trasversale in tale sezione. Questa viene suddivisa in una griglia di caselle (voxel) dal computer dell'apparecchiatura.

Come funziona la Tep

La tomografia a emissione di positroni (Tep) esegue la mappatura delle funzioni di organi e tessuti del corpo individuando il livello di attività metabolica o chimica in una particolare regione del corpo. Viene introdotta nell'organismo una piccola quantità di una sostanza tracciante, normalmente glucosio radioattivo. Le molecole di glucosio tracciante vengono infatti "marcate" con atomi di fluoro radioattivo. Il tracciante si concentra nelle regioni del corpo che sono maggiormente attive e necessitano di molto glucosio. La radiazione proveniente dal decadimento delle molecole di tracciante viene quindi individuata da una serie di rivelatori disposti ad anello.

Mappatura del cervello

L'apparecchiatura Tep produce una mappa dell'attività dei tessuti cerebrali captando la radiazione emessa quando i positroni (prodotti dalle molecole radioattive del tracciante) entrano in collisione con gli elettroni del tessuto cerebrale.

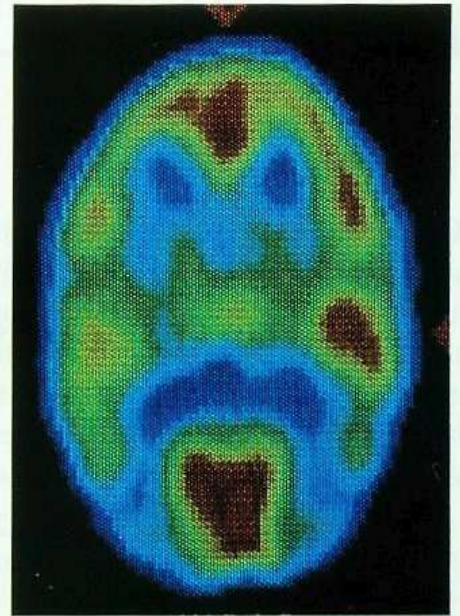
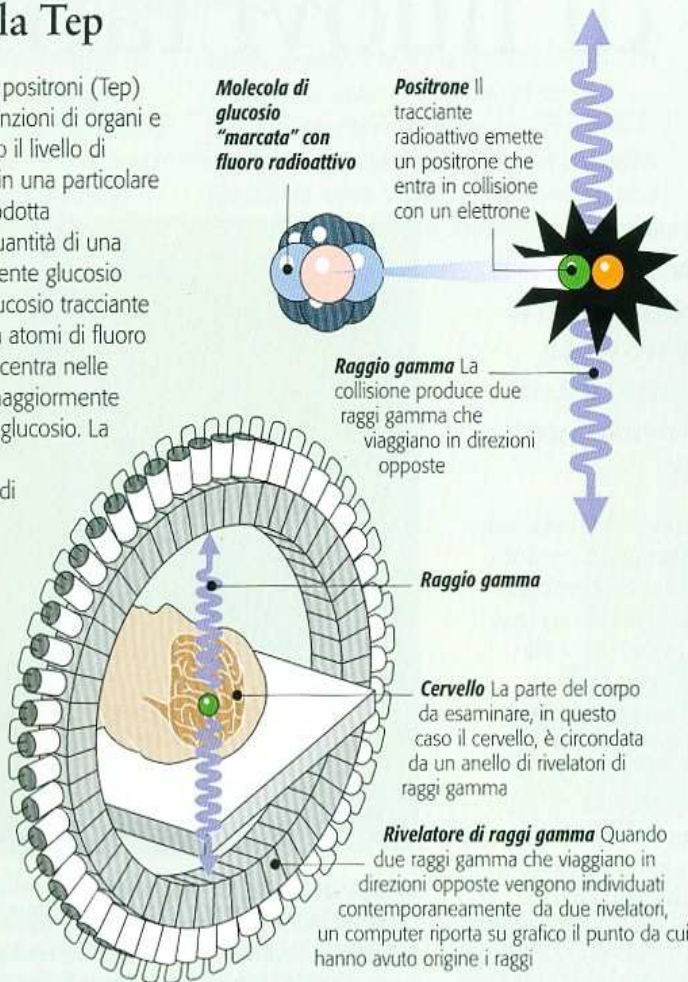


Immagine tomografica dell'attività cerebrale

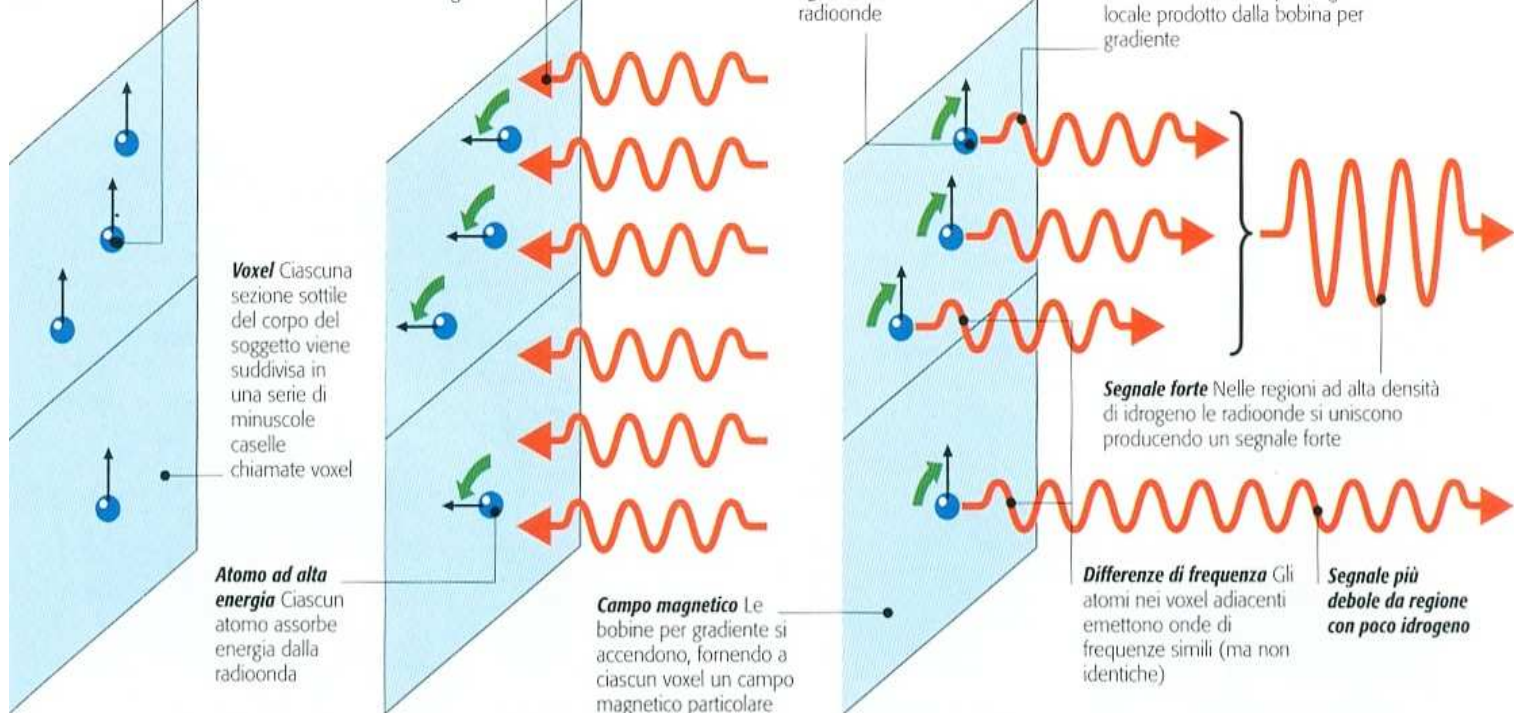
Questa immagine è stata codificata in colore per indicare le variazioni locali di attività cerebrale durante l'ascolto di musica. Il rosso e il giallo indicano attività elevata, il blu e il verde un'attività ridotta. I ricercatori possono utilizzare la Tep per individuare le regioni cerebrali utilizzate in varie attività intellettive, mentre i chirurghi possono farne uso per localizzare i danni cerebrali.

Atomo di idrogeno Ciascun atomo si allinea con il campo magnetico, ma oscilla alla frequenza di Larmor

Radioonde incidenti Un impulso radio sintonizzato con precisione modifica l'orientamento degli atomi di idrogeno

Atomo diseccitato Gli atomi di idrogeno si diseccitano riallineandosi con il campo magnetico ed emettendo radioonde

Emissione di radioonde La frequenza delle onde emesse quando gli atomi di idrogeno si riallineano dipende dall'intensità del campo magnetico locale prodotto dalla bobina per gradiente



3 Il potente campo magnetico principale costringe gli atomi di idrogeno ad allinearsi in una direzione e a oscillare attorno ai poli magnetici a una frequenza

4 Quando il corpo viene irradiato con un impulso di radioonde alla frequenza di Larmor, gli atomi di idrogeno ne assorbono l'energia e si eccitano assumendo temporaneamente un

5 Le bobine per gradiente vengono accese, e gli atomi di idrogeno ritornano in allineamento con il campo principale, emettendo radioonde. L'intensità e la frequenza delle onde prodotte dipendono dall'intensità del campo locale. Da punti diversi della sezione provengono radiofrequenze diverse, mentre l'intensità del segnale rivela la densità degli atomi di

