DAD - Dipartimento di Architettura e Design

Corso di laurea Design e Comunicazione

A.a 2025/2026 Sessione di Laurea luglio 2026

Dispositivi meccanici e comunicazione: modelli progettuali prima dell’era digitale

Relatore: Walter Franco

Candidata: Sofia Fiorina

Indice

Introduzione 6

1. Scrittura e Stampa 9

1.1 Stampa a caratteri mobili 14

1.2 Pressa tipografica da banco 18

1.3 Macchina per scrivere 22

1.4 Ciclostile 28

2. Comunicazione a distanza 33

2.1 Telegrafo 36

2.2 Teleautografo 41

2.3 Telescrivente 45

2.4 Radio a Galena 49

3. Fotografia e Cinema 55

3.1 Lanterna magica 58

3.2 Mutoscopio 61

3.3 Macchina fotografica 65

3.4 Macchina da presa 69

4. Musica e registrazione 75

4.1 Scatola musicale a cilindro 77

4.2 Fonautografo 80

4.3 Fonografo 84

4.4 Jukebox meccanico 89

5. Arte e Disegno 95

5.1 Pantografo 97

5.2 Telaio Jacquard 100

5.3 Guida lineare di Peaucellier 103

5.4 Camera lucida 106

Conclusione 110

Bibliografia 112

Sitografia 113

Fonti audiovisive 116

Iconografia 118

Ringraziamenti 122



Introduzione

"Il design non è solo come sembra o come appare.
Il design è come funziona."
Steve Jobs

Il Design è un linguaggio che ha accompagnato e continua ad accompagnare l'evoluzione della società rispecchiando esigenze pratiche e culturali. Vivendo in un'epoca in cui vengono comunemente utilizzate tecnologie avanzate ed in cui il lavoro è sempre più digitalizzato, non è semplice credere che nel passato siano esistiti meccanismi analogici in grado di dare la possibilità all'uomo di comunicare, registrare, misurare, disegnare, dando vita a ciò che i progettisti immaginavano.

In questo scritto verrà effettuata un'analisi meccanica e storica di alcune soluzioni che hanno reso possibile la comunicazione con l'obiettivo di dimostrare come la meccanica e l'analogico non siano solo un retaggio del passato, ma una fonte inesauribile di ispirazione per il design contemporaneo e di come possano essere presi in considerazione nella ricerca di soluzioni per la progettazione, talvolta rivelandosi più convenienti e funzionali rispetto alle nuove tecnologie.

L'indagine si articola in cinque ambiti principali: nel primo, Scrittura e Stampa, vengono analizzati strumenti che hanno permesso la trascrizione e la diffusione del pensiero: dalla stampa a caratteri mobili, che ha inaugurato la riproduzione seriale del testo, alla pressa tipografica da banco, simbolo del design meccanico e artigianale applicato alla comunicazione visiva; dalla macchina per scrivere, che ha reso la scrittura portatile e personale, al ciclostile, precursore della stampa rapida e collettiva.

Il secondo ambito, Comunicazione a distanza, esamina il telegrafo, primo sistema che consentiva di comunicare in codice a distanza in tempo reale; il teleautografo, che consentiva la riproduzione grafica da remoto, per trasmettere firme o altri tipi di comunicazione scritta a mano; la telescrivente, evoluzione del telegrafo, per la trasmissione automatica della scrittura, senza il bisogno di codici, e la radio a galena, che ha introdotto la ricezione passiva dei segnali radio attraverso un semplice cristallo conduttivo e senza fili.

Nel terzo capitolo, Fotografia e Cinema, si affronta l'argomento degli strumenti ottici e meccanici che hanno permesso di catturare e proiettare immagini: la lanterna magica, antenata del proiettore cinematografico, che veniva utilizzata per narrare le storie prima del cinema, il mutoscopio, dispositivo a schede per l'intrattenimento personale, che anticipava la visione sequenziale del film, la macchina fotografica, che ha fissato l'immagine nel tempo, e infine la macchina da presa, che ha trasformato la percezione del tempo e del movimento catturando sequenze di fotogrammi.

La quarta sezione, Musica e registrazione, indaga la dimensione sonora della comunicazione analogica: dalla scatola musicale a cilindro, che ha permesso di riprodurre melodie in automatico prima della registrazione; al fonoautografo, primo strumento capace di catturare le onde sonore, e successivamente al fonografo, che ha permesso la riproduzione della voce, fino al jukebox meccanico, simbolo dell'ascolto condiviso e della socialità musicale.

Infine, il quinto ed ultimo capitolo, Arte e Disegno, analizza gli strumenti di supporto alle capacità umane, per la progettazione e la rappresentazione grafica delle idee: il pantografo, che consente la riproduzione proporzionale dei disegni, il telaio Jacquard, precursore dei sistemi programmabili e dell'automazione tessile, la guida lineare di Peaucellier, meccanismo geometrico di precisione per disegnare rette perfette, e la camera lucida, dispositivo ottico per la proiezione e la copia della realtà sul foglio.

La decisione di focalizzare la tesi sul tema della comunicazione e dei dispositivi analogici utilizzati per essa è stata guidata dalle mie passioni personali maturate nel corso degli anni, che mi hanno portato ad avvicinarmi agli oggetti analogici, al loro funzionamento ed al loro meccanismo, ritrovandomi ad osservare e analizzare oggetti affascinanti come la macchina per scrivere, la macchina fotografica analogica ed il carillon.

Tutto ciò ha contribuito in maniera determinante alla scelta di questo tema. La prospettiva di unire la comunicazione analogica con il design, coerentemente con i miei interessi al di fuori dell'ambito universitario, hanno costituito un'interessante opportunità di ricordare oggetti dimenticati.

Sullo sfondo: dettagli dei meccanismi della Macchina per scrivere Olivetti "M1" (1911). Prima macchina per scrivere prodotta industrialmente in Italia, progettata da Camillo Olivetti.

Archivio Storico Olivetti.

1. Scrittura e stampa



Caratteri mobili in legno;
Alessandro Butti, Archivio Tipografico.

Le origini della scrittura

Il segno rappresenta una delle prime forme attraverso cui l'essere umano ha lasciato una traccia di sé e della propria visione del mondo. In origine si manifestava come una semplice incisione sulla pietra, un graffio sulla roccia o un'impronta: un gesto elementare, spontaneo e istintivo.

Con il tempo, tuttavia, il segno ha assunto una funzione più complessa, trasformandosi progressivamente in strumento di ricerca, sperimentazione e comunicazione. L'aggregazione di più segni iniziò infatti a generare forme riconoscibili e interpretabili, capaci di trasmettere significati condivisi (fig 1.1). Si comprese così come un insieme codificato di segni potesse costituire un potente mezzo di trasmissione del sapere.

L'informazione è contenuta all'interno del messaggio, che si compone di un significato e di un significante. Affinché possa essere compreso in maniera universale, è necessaria l'esistenza di un codice condiviso sia da chi emette il messaggio sia da chi lo riceve.

Nel corso della storia, le diverse comunità umane hanno sviluppato numerosi sistemi di segni, ciascuno caratterizzato da regole e simboli propri. Quando culture differenti entrarono in contatto tra loro, tali sistemi iniziarono a influenzarsi reciprocamente, evolvendosi, contaminandosi e, in alcuni casi, unendosi, fino ad arrivare alle forme di scrittura che conosciamo oggi.



Fig. 1.1 La Pietra Scritta (in basso), Monte Beigua (Sassello, SV) — Incisioni rupestri protostoriche (Foto R. Malacrida)

Con il progressivo sviluppo delle società, i codici visivi divennero sempre più sofisticati fino a trasformarsi in veri e propri linguaggi scritti. La modalità più immediata per costruire un sistema di segni consisteva nella rappresentazione grafica della realtà osservata: nacquero così i pittogrammi, immagini semplificate utilizzate per rappresentare oggetti, persone o azioni (fig. 1.2, 1.3).

L'aspetto di questi segni era fortemente condizionato dagli strumenti e dai materiali utilizzati per realizzarli: la superficie di incisione, gli utensili impiegati e persino la gestualità dell'esecutore influenzavano in maniera decisiva la forma finale del segno.

Successivamente, le limitazioni tecnologiche e la crescente necessità di velocizzare il processo di scrittura portarono a una progressiva semplificazione e astrazione delle forme.

I segni iniziarono a essere utilizzati non soltanto per rappresentare elementi concreti e tangibili, ma anche concetti astratti, emozioni, eventi o idee. Dal pittogramma (fig. 1.4) si passò così all'ideogramma, segnando un importante passaggio nell'evoluzione della comunicazione visiva.[1]

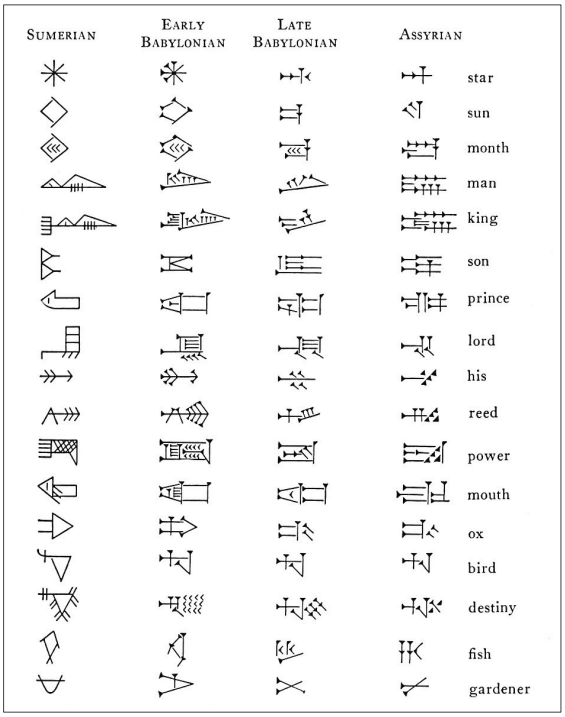


Fig. 1.4 Tabella evolutiva dei segni cuneiformi dal pittogramma sumerico iniziale alla stilizzazione assira. Rielaborazione grafica tratta da: Edward Chiera, "They Wrote on Clay: The Babylonian Tablets Speak Today", University of Chicago Press, 1938.

1 G.Ramina e M.Ferrara, *Tecnologie dei processi di produzione*, Zanichelli, 2023. Cap.1 *Dal materiale per la stampa alla stampa immateriale* consultabile sul sito: static.zanichelli.it/catalogo/assets/9788808421197_04_CAP.pdf (Ultimo accesso: 02/07/2026). pp. 6-7.



Fig. 1.2 (sinistra) Tavoletta contabile sumera nota come "Tavoletta di Kushim" (Uruk, 3100 a.C. circa). Considerata una delle più antiche testimonianze di scrittura, registra transazioni di orzo e rappresenta il passaggio dalla semplice notazione numerica alla scrittura cuneiforme, segno dell'inizio della comunicazione amministrativa.Museo del Vicino Oriente Antico, Pergamonmuseum, Berlino.

Fig. 1.3 (destra) Frammento di osso oracolare con iscrizioni in jiǎgǔwén, una delle più antiche forme di scrittura cinese, utilizzato per pratiche divinatorie (circa 1200 a.C. – 1050 a.C., tarda dinastia Shang), British Museum di Londra.

Nascita del fonogramma

In una fase iniziale, molti pittogrammi vennero utilizzati anche per rappresentare suoni o sillabe, come avvenne, ad esempio, nelle rune nordiche (fig. 1.5). Furono tuttavia le popolazioni dell' Oriente e della Persia a sviluppare i primi sistemi di scrittura fonetica strutturata.

Tra queste, i Fenici ebbero un ruolo determinante nell'elaborazione di un sistema di segni semplice (fig. 1.6), efficace e facilmente apprendibile, pensato per soddisfare un bisogno concreto e commerciale, quello di tracciare gli scambi e i flussi economici.

La necessità di creare un linguaggio scritto condiviso favorì la diffusione di un codice basato sui fonogrammi, vale a dire segni associati a specifici suoni. I frequenti rapporti commerciali tra i Fenici e le civiltà limitrofe contribuirono alla rapida propagazione di questo sistema, che divenne uno dei principali archetipi della scrittura occidentale.

Con il tempo, la scrittura smise di essere uno strumento dedicato soltanto ad attività amministrative e commerciali, e assunse un ruolo identitario per le diverse culture. È possibile individuare tre grandi tradizioni della scrittura fonetica antica: quella orientale (di matrice indiana), l'aramaico antico e il greco antico.

Il contributo più significativo fu quello dei Greci, che rielaborarono il sistema fenicio adattandolo alle proprie esigenze, introducendo un sistema alfabetico in cui i segni rappresentavano singole consonanti e vocali, e non più delle sillabe. Nacque così l'alfabeto greco (fig. 1.7), dal quale si svilupperà successivamente l'alfabeto latino moderno, così come è giunto a noi.[2]



Fig 1.5 Pietra di Tune (V sec. d.C., Norvegia), Iscrizione in fuþark antico.Kulturhistorisk Museum, Oslo.

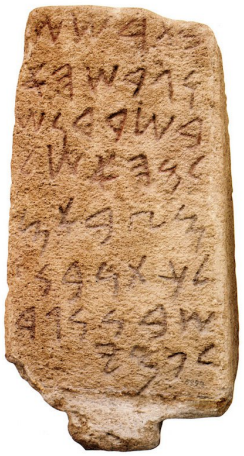


Fig 1.6 Stele di Nora (IX–VIII sec. a.C, Sardegna), testo inciso in scrittura lineare consonantica. Museo Archeologico Nazionale di Cagliari.

[2]G.Ramina e M.Ferrara, *op. cit.,* pp. 9-13

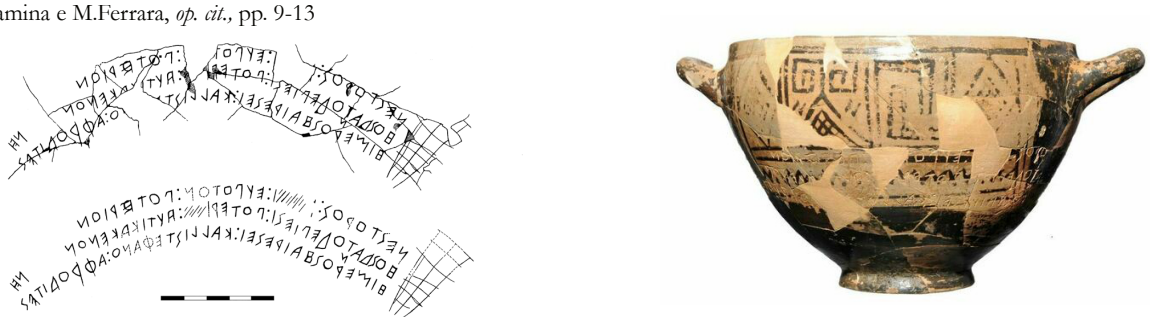


Fig 1.7 (destra) Coppa di Nestore (VIII sec. a.C, Ischia), con iscrizione (**sinistra**) in alfabeto greco arcaico, Museo Archeologico Nazionale di Napoli (MANN).

Tecnologia e trasformazione delle lettere

L'evoluzione della scrittura fu profondamente influenzata anche dall'innovazione tecnologica. L'incisione lapidaria greco-romana, ad esempio, favorì la diffusione di forme alfabetiche lineari e geometriche, caratterizzate da una ridotta presenza di curve, dovuta proprio ai limiti tecnici degli strumenti impiegati per scolpire la pietra. Successivamente, l'introduzione della scrittura manuale mediante penna o calamo rese possibile la realizzazione di lettere più morbide, fluide e decorative.

Un momento fondamentale nella storia della scrittura si verificò intorno all'VIII secolo durante il regno di Carlo Magno, quando venne introdotta la minuscola carolina (fig. 1.8): una scrittura derivata dalle forme semi-corsive precedenti, che contribuì alla standardizzazione della grafia e rappresentò un passaggio cruciale verso lo sviluppo della scrittura moderna.

Anche l'introduzione della xilografia (fig. 1.9), inizialmente in Oriente e successivamente in Europa, favorì la diffusione di caratteri facilmente riproducibili con la stampa; tuttavia, fu l'invenzione della stampa a caratteri mobili da parte di Johannes Gutenberg (ca. 1455) a segnare una svolta decisiva nella storia della comunicazione visiva e della tipografia.[3]

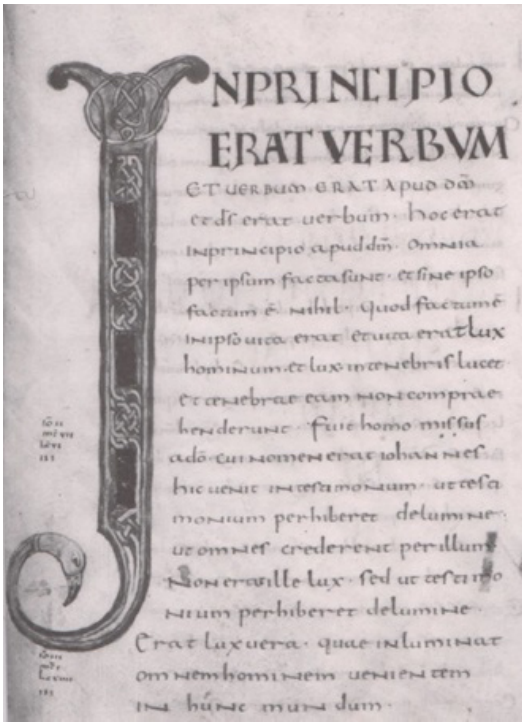


Fig. 1.8 Vangelo di San Giovanni, Codex di San Martino di Tours (IX sec.), manoscritto in minuscola carolina, Biblioteca di Tours.

[3] G.Ramina e M.Ferrara, *op. cit.*, pp. 20-25



Fig. 1.9 Sutra del Diamante, uno dei più antichi libri stampati al mondo (868 d.C.), xilografia su carta, dinastia Tang, British Museum.

1.1 Stampa a caratteri mobili

Già prima della metà del XV secolo era stato posto il problema della riproduzione dei volumi, in particolare in Cina intorno al 1045 e poi in Corea nel 1324. In Occidente, i tentativi di riproduzione effettuati furono costituiti dalla xilografia, che già dal Cinquecento divenne il principale complemento dei caratteri mobili come mezzo per illustrare i libri stampati.

L'invenzione dei caratteri mobili non è stata il risultato di una necessità storica e sociale dell'epoca: la paternità di questa invenzione continua a essere rivendicata da più autori e in svariate località dell'Europa, infatti è certo che, intorno al 1440, in più parti del continente europeo tra cui Germania, Boemia, Italia e Olanda, si stava lavorando alla creazione dei caratteri mobili.[4]



Fig. 1.10 Torchio tipografico da stampa di Johannes Gutenberg (metà XV secolo), ricostruzione

Il procedimento di stampa tipografica, detto anche "rilievografico", è stato il primo sistema di tipo industriale ad affermarsi verso la metà del XV secolo con l'invenzione comunemente attribuita a Johannes Gensfleisch[5], detto Gutenberg dal nome del villaggio presso Magonza dove era nato alla fine del 1300 e dove morì nel 1468, dei caratteri mobili (tipi, fig. 1.11) e della prima stampa. Originariamente svolgeva, dopo essersi trasferito a Strasburgo, la professione di orafo e si occupava, in particolare, del conio di monete a Magonza nel 1448 dove fonda una "Societas" con Johann Fust e con un incisore, Peter Schöffer, con lo scopo di stampare la Bibbia, opera poi detta "delle 42 linee" dal numero delle righe che componevano ogni colonna del testo. Fino al 1455, quando il libro fu messo in vendita, Gutenberg approfondisce e mette a punto una serie di tecniche: dai caratteri forgiati in metallo (uso di un punzone da orefice per creare una matrice dalla quale si potevano ricavare, attraverso apposite colature, tutti i caratteri tipografici necessari), all'inchiostro per la stampa con l'utilizzo dell'olio di lino, alle attrezzature legate alla composizione, tra cui il torchio tipografico (fig.1.10). Gutenberg, in sostanza, utilizza materiali e tecniche già presenti e sviluppati per altri scopi, adattandoli alla produzione libraria, infatti si discosta dalla tecnica xilografica per la modalità di composizione della pagina, che si compone allineando su una forma predisposta una serie di singoli caratteri forgiati in una lega metallica di piombo e stagno.[6]

[4] P.Molinaro, *Gutenberg: l'inventore della stampa*, Seminarecultura, 2025. Consultabile al sito: www.seminarecultura.it/2025/04/05/gutenberg-linventore-della-stampa/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)

[5] *A "Passato e Presente" l'invenzione della stampa*, Rai Ufficio Stampa, 2021, Testo consultabile sul sito: www.rai.it/ufficiostampa/assets/template/us-articolo.html?ssiPath=/articoli/2021/08/A-Passato-e-Presente-linvenzione-della-stampa-cc181cb1-9e0a-4ea3-bdb2-6c81a89bc6fa-ssi.html (Ultimo accesso: 02707/2026)

[6] G.Ramina e M.Ferrara, *op. cit.*, pp. 20-25



Fig. 1.11 Caratteri mobili tipografici **(sinistra)** e schema delle parti che compongono un tipo **(destra)**.

Origine del torchio

Quando si parla dei primi torchi da stampa, è inevitabile ricordare i torchi da vino e da olio che, nel Quattrocento, erano strumenti familiari in tutta Europa. Gutenberg non inventò dal nulla un meccanismo capace di esercitare una forte pressione: prese qualcosa che esisteva già e che funzionava da secoli (fig. 1.12).

I torchi da vino (fig. 1.13) avevano una struttura semplice ma ingegnosa: una grande vite verticale, azionata da una barra trasversale che scendeva, comprimendo l'uva sotto una piastra di legno massiccio. Era un sistema robusto, controllabile ed in grado di applicare una pressione uniforme: esattamente quello che serviva per imprimere un foglio di carta contro una superficie in rilievo.

Il torchio da stampa (fig. 1.14) eredita così dal torchio da vino la vite, la traversa, la struttura in legno e l'idea stessa di una piastra che scende per comprimere qualcosa, cambiando però ciò che viene compresso.

Esempio perfetto di come un'innovazione possa nascere non da un salto improvviso, ma da un riuso intelligente di tecnologie già esistenti, reinterpretate in un contesto completamente nuovo per risolvere una nuova necessità.[7]

[7] Alcune informazioni sono state estrapolate dal sito: www.metaprintart.info/cultura-grafica/4987-il-torchio-tipografico-cosi-bello-da-far-impressione/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)

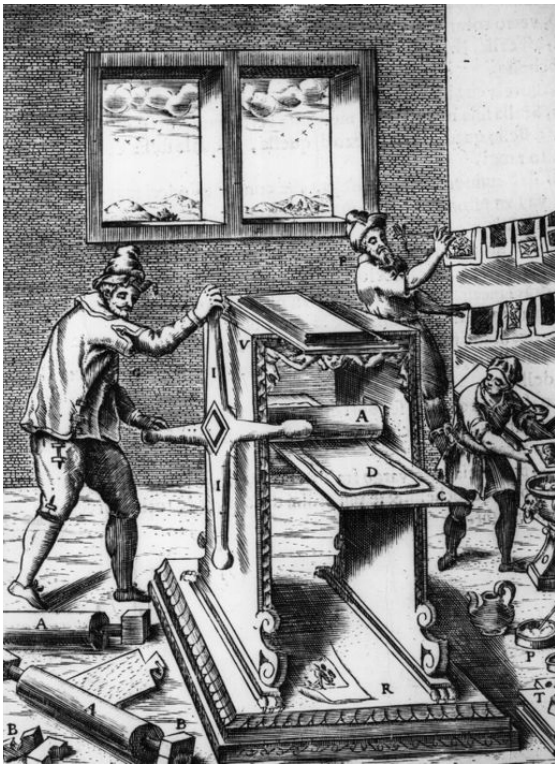


Fig. 1.12 Illustrazione torchio tipografico (XVII sec.) Hulton Archive/Getty Images.



Fig. 1.13 Torchio utilizzato per spremere l'uva.



Fig. 1.14 Torchio da stampa. Alamy.

Sequenza operativa della stampa tipografica a caratteri mobili

1. Selezione dei caratteri

I singoli caratteri (o tipi: parallelepipedi in metallo o legno con la lettera in rilievo sulla faccia superiore) vengono scelti in base a materiale, corpo e stile, individuando lettere, segni e spazi necessari al testo.
Nella stampa professionale si preferiscono tipi in piombo, perchè garantiscono maggiore precisione rispetto al legno.



2. Composizione del testo



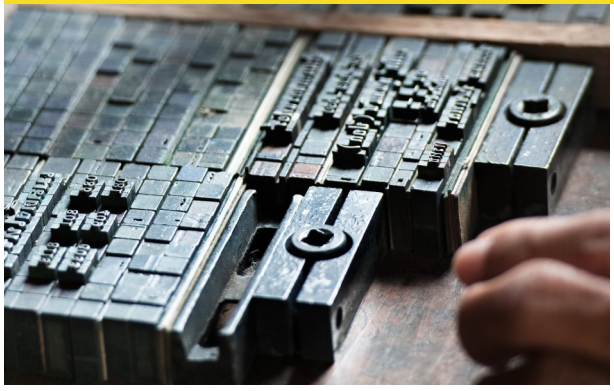
I tipi vengono successivamente inseriti nel compositoio (strumento manuale con cui il compositore tipografico raccoglie e allinea i singoli caratteri) e ordinati per formare righe leggibili nella sequenza corretta.
La composizione avviene da destra verso sinistra poichè il testo, una volta stampato, risulterà capovolto.

3. Giustificazione della riga

In seguito si aggiungono gli spaziatori (parallelepipedi senza alcuna parte in rielievo con lo scopo di separare le diverse parole) per adattare la lunghezza della colonna di testo alla misura stabilita, infatti ogni riga deve essere lunga quanto il compositoio stesso in modo da ottenere margini regolari.



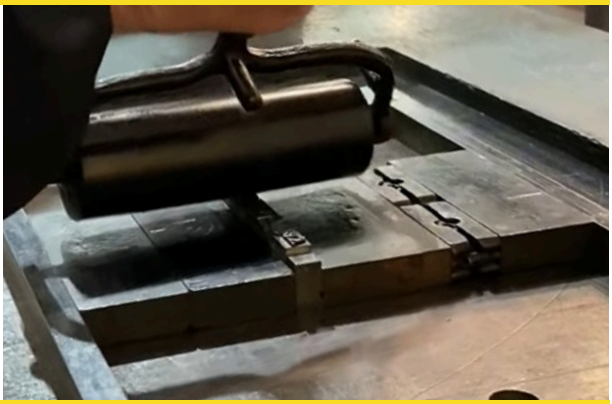
4. Bloccaggio della forma



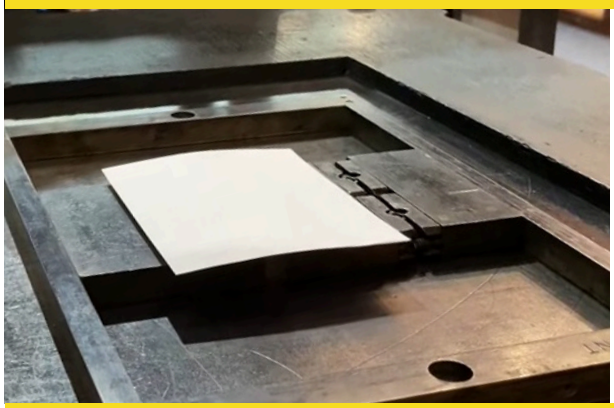
Infine, le righe composte vengono trasferite nel telaio e fissate con regoli e cunei, per impedire qualsiasi movimento durante la stampa.
In questo procedimento vengono anche utilizzati i serraggi a vite, dispositivi metallici in grado di espandersi lateralmente grazie ad una vite centrale. Questa espansione permette di bloccare in modo più stabile i tipi ed avere una migliore definizione nel risultato.

5. Inchiostratura dei tipi

Con un rullo si distribuisce uniformemente uno strato di inchiostro sulla superficie in rilievo dei caratteri, preparando la forma alla tiratura.



6. Posa del foglio



Il foglio viene poi posizionato con attenzione sul piano della pressa, in corrispondenza della forma inchiostrata.

7. Impressione sulla carta

La leva della pressa aziona la platina, piastra piana che tramite il torchio da stamapa esercita la pressione necessaria a trasferire l'impronta sul foglio.



8. Stampa ottenuta



Il foglio viene rimosso dalla pressa ed è pronto per l'asciugatura.

Fonte: Sacramento History Museum
youtu.be/NaJJ6uKlaZA?si=GYB5emGMenzVQkFA

1.2 Pressa tipografica da banco

La pressa tipografica da banco (fig. 1.15) rappresenta uno degli strumenti più significativi nella storia della stampa e della comunicazione visiva. Ancora oggi continua ad occupare una posizione importante nel campo dell'artigianato tipografico, del restauro storico e della formazione professionale, e conserva un valore storico e culturale.

La pressa da banco è una macchina progettata per esercitare una pressione controllata su una superficie stampante inchiostrata, consentendo il trasferimento dell'immagine o del testo su carta o altri supporti; l'aspetto dell'immagine stampata dipende dall'operatore che la utilizza, di conseguenza ogni stampa appare leggermente diversa dalle altre, creando un prodotto unico.

Le sue dimensioni relativamente contenute la distinguono dalle grandi macchine industriali, rendendola adatta a piccole tirature, quindi a laboratori artigianali, scuole e piccole tipografie.



Fig. 1.15 Pressa tipografica a platina (fine XIX – inizio XX secolo), macchina manuale per la stampa di piccoli formati.

Una pressa tipografica da banco è costituita da diversi elementi fondamentali che lavorano in sinergia per garantire la qualità della stampa (fig. 1.16). Il piano di stampa **(n. 11)** rappresenta la superficie sulla quale viene posizionato il supporto cartaceo. Sopra di esso viene collocata la forma tipografica, composta da caratteri mobili, cliché o matrici. Il sistema di pressione **(n. 16 e 17)** costituisce il cuore della macchina. Attraverso una leva manuale **(n. 18)** o un meccanismo a vite, viene esercitata una forza uniforme che permette il trasferimento dell'inchiostro dalla matrice al foglio. Un'altra componente essenziale è il sistema di rulli per l'inchiostrazione, che assicurano una copertura uniforme della superficie stampante. Infine, la struttura portante **(n. 15)** garantisce la stabilità della pressa sul piano d'appoggio, quindi precisione durante l'intero processo produttivo, evitando vibrazioni o movimenti che potrebbero compromettere la qualità del risultato finale.

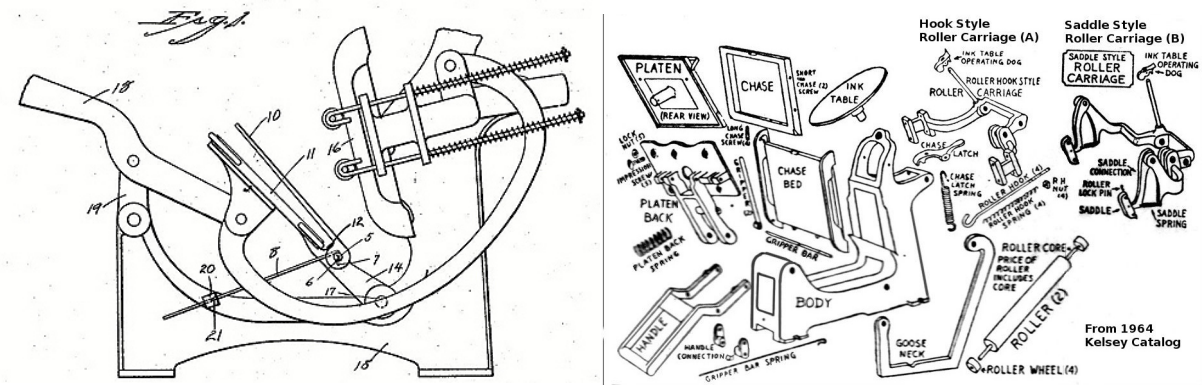


Fig. 1.16 (sinistra) Illustrazione brevettuale che mostra il progetto di Charles W. Glasnapp per una pressa tipografica realizzata per la Kelsey Press Company (20 marzo 1928, brevetto n. 1,663,197).
(destra) Vista esplosa della pressa tipografica Kelsey (dal catalogo originale 1964). Il disegno mostra la struttura meccanica e le varianti del sistema di rulli.

La modalità di impressione della pressa tipografica da banco si basa sul principio della stampa a rilievo. Le parti della matrice che costituiscono il testo o l'immagine da imprimere sul supporto risultano leggermente rialzate rispetto alle zone non stampanti (fig. 1.17). Il testo viene composto come per la stampa a caratteri mobili e predisposto nella forma tipografica, oppure viene preparato un cliché inciso. L'operatore procede all'inchiostrazione delle superfici in rilievo utilizzando la leva, che aziona anche la pressione del piano di stampa sulla matrice.

La qualità della stampa dipende da numerosi fattori, tra cui la corretta distribuzione dell'inchiostro, la precisione dell'allineamento del foglio o del supporto scelto, la qualità della carta e la forza esercitata dalla pressa.

Nonostante l'avvento delle tecnologie digitali, la pressa tipografica da banco continua ad essere utilizzata in diversi contesti. Molti laboratori artigianali la impiegano per la realizzazione di edizioni limitate, inviti, biglietti da visita, stampe artistiche e prodotti editoriali di pregio. Nel settore educativo, essa rappresenta uno strumento didattico particolarmente efficace per comprendere i principi fondamentali della stampa tradizionale e l'evoluzione delle tecniche grafiche.

Anche il mondo dell'arte ha riscoperto il valore della stampa tipografica manuale. La pressa da banco viene utilizzata per creare opere caratterizzate da una forte componente materica e da un'estetica che valorizza l'imperfezione e l'unicità del prodotto artigianale, e questo costituisce un importante patrimonio tecnico e culturale.

Musei della stampa, archivi storici e associazioni culturali si impegnano nella conservazione di queste macchine (fig. 1.18), promuovendo attività dimostrative e percorsi educativi destinati alle nuove generazioni. La loro tutela contribuisce a mantenere viva la memoria delle tecniche che hanno reso possibile la diffusione della cultura scritta nel mondo moderno, testimoniando una fase fondamentale della storia della comunicazione, durante la quale la divulgazione delle idee e della conoscenza divenne accessibile ad un pubblico sempre più ampio.



Fig. 1.17 Esempio di matrice tipografica e relativa stampa.

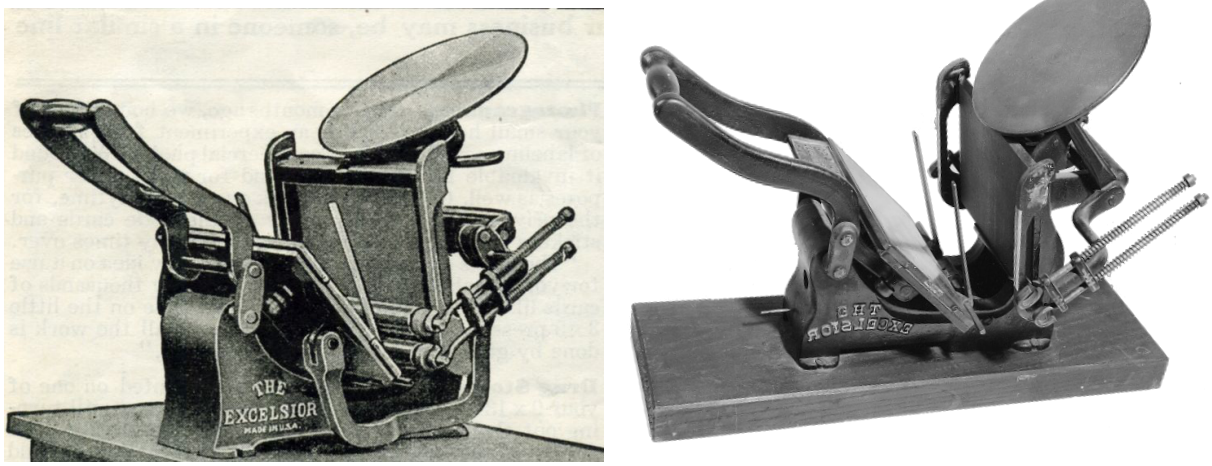


Fig. 1.18 (sinistra) illustrazione pubblicitaria della pressa tipografica a platina Excelsior Press, prodotta dalla Kelsey Press Company (USA, inizi XX secolo). **(destra)** Corrispondente modello reale della Excelsior, pressa da banco in ghisa con leva manuale e disco d'inchiostro, utilizzata per piccole tirature.

Funzionamento

Nelle presse tipografiche (come ad esempio la pressa da banco modello Boston) la forza manuale dell'operatore viene trasformata in una pressione controllata sulla forma tipografica grazie ad un sistema di leve composte e cerniere (fig. 1.19), così da garantire un'impressione uniforme senza compiere un grande sforzo, quindi permettendo la produzione di diverse copie in un tempo relativamente breve.

Quando l'operatore abbassa la leva avviene la chiusura guidata e lineare della platina tramite il braccio principale, e grazie a due bracci laterali articolati viene garantito un contatto uniforme su tutta la superficie, quindi una distribuzione omogenea dell'inchiostro. Contemporaneamente, i rulli di inchiostrazione si muovono verso l'alto e arrivano al piatto con il colore, preparandosi alla stampa successiva. Una volta rilasciata la leva, un sistema di molle di richiamo e cerniere riporta la platina nella posizione aperta, mentre i rulli scendono e vanno a contatto con la matrice inchiostrandola, permettendo all'operatore di ripetere il processo inserendo il foglio successivo sul piano di stampa.

Questo meccanismo è studiato in modo da svolgere l'intero processo con un solo gesto (fig. 1.20), facendo passare i rulli dalla matrice o cliché al piatto di inchiostrazione ad ogni movimento della leva, nello stesso momento in cui avviene la pressione per la stampa.[8]

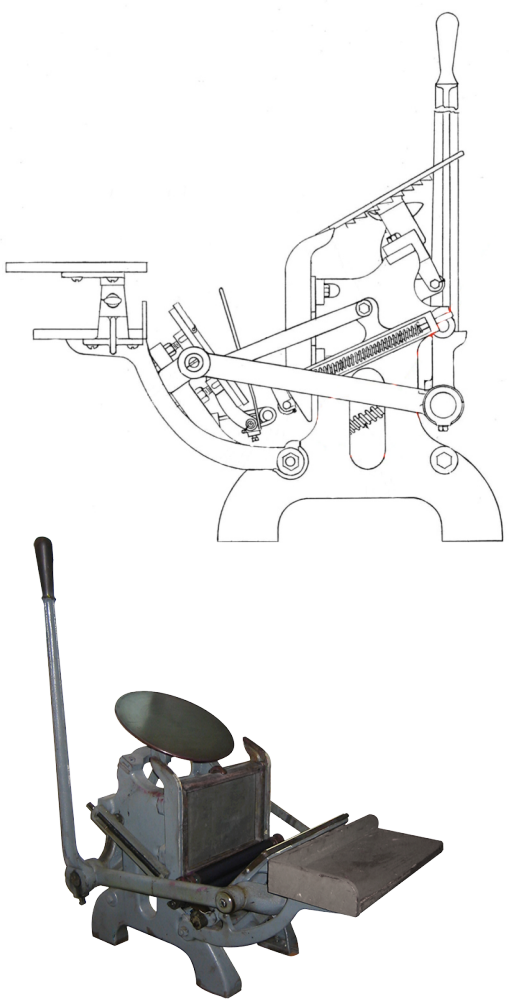


Fig. 1.19 Pressa tipografica da banco a platina modello Pilot (Chandler & Price, ca. 1911).
(In alto) schema meccanico con cinematismo della leva e molla di ritorno (dal manuale "Operating Instructions and Parts List for Chandler & Price Pilot Press", letterpresscommons.org).
(In basso) macchina originale in ghisa con piano di alimentazione in legno.

[8] Le informazioni relative al funzionamento ed ai vari elementi che la costituiscono sono stati estrapolati dallo scritto consultabile al sito: https://www.contrografismo.info/TPP/ProcedimentiProcessiStampa-2.html (Ultimo accesso: 02/07/2026)



Fig. 1.20 Pressa tipografica da banco modello Boston (Museo della Stampa e Stampa d'Arte a Lodi).
(Sinistra) Leva sollevata: fase di apertura della platina e discesa dei rulli verso la matrice per inchiostrarla.
(Destra) Leva abbassata: fase di chiusura, con platina in pressione sulla forma tipografica e rulli sollevati sul disco d'inchiostrazione per raccogliere nuovo colore e prepararsi alla stampa successiva.

Procedimento della stampa con la pressa a platina - modello Boston

1. Distribuzione dell'inchiostro sui rulli

L'inchiostro viene applicato sul piatto d'inchiostrazione e viene distribuito uniformemente (anche grazie alla rotazione compiuta dal piatto) tramite il passaggio ripetuto dei rulli, attivato manualmente utilizzando la leva (o un pedale nei modelli di dimensioni maggiori), per garantire una quantità costante di inchiostro per ogni impressione.



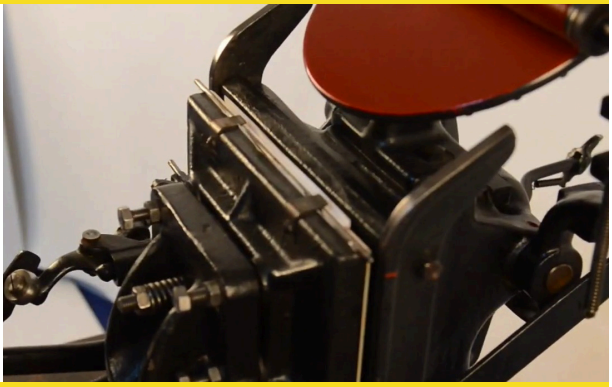
2. Inchiostrazione della matrice



La matrice viene preparata per trasferire l'immagine o il testo sul foglio, facendo scorrere i rulli sulla forma tipografica, che può essere costituita da cliché con illustrazioni o da caratteri mobili.

3. Impressione sulla carta

Il meccanismo viene attivato utilizzando la leva per azionare la chiusura della platina, che pressa la matrice inchiostrata sul foglio di carta inserito sul piano di stampa, imprimendo il testo o l'immagine sul supporto.



4. Stampa ottenuta



Una volta completata l'impressione, il foglio viene rimosso dalla platina mostrando il risultato finale: il testo o l'immagine trasferiti dalla matrice inchiostrata. La qualità dipende dalla pressione esercitata, dalla distribuzione uniforme dell'inchiostro e dalla precisione dell'allineamento tra matrice e supporto.

Fonte: Museo della Stampa e Stampa d'arte di Lodi
youtu.be/J7eyWpyhla0?si=uXtCrE-RQlNKEKJv

1.3 Macchina per scrivere

La macchina per scrivere (successivamente chiamata macchina da scrivere[9]) è un dispositivo meccanico che reso possibile l'accessibilità alla scrittura standardizzata negli uffici, nelle scuole e nelle case, causando l'abbandono progressivo della dimensione lenta del manoscritto, e rendendola veloce e standardizzata.

Le origini della macchina per scrivere sono complesse e riconducibili a diversi tentativi sviluppati tra il XVI e il XIX secolo. Uno dei primi esempi documentati risale al 1575, quando il tipografo veneziano Francesco Rampazetto progettò un dispositivo destinato a permettere ai non vedenti di comunicare attraverso caratteri in rilievo[10].

Nel corso dell'Ottocento numerosi inventori contribuirono allo sviluppo di sistemi di scrittura meccanica sempre più efficienti. Tra questi si ricordano Giuseppe Ravizza, autore del "cembalo scrivano" (fig. 1.21).

La vera diffusione della macchina per scrivere avviene però grazie a Christopher Latham Sholes, che sviluppò un modello caratterizzato da una disposizione dei tasti progettata per ridurre l'inceppamento delle leve meccaniche. Nasce così l'ordine dei tasti QWERTY, ancora utilizzato nelle tastiere contemporanee (fig. 1.22).

La macchina per scrivere funziona attraverso un sistema di leve collegate ai tasti, che azionano un martelletto in metallo, recante il carattere tipografico corrispondente all'estremità, che colpisce un nastro inchiostrato imprimendo il segno sul foglio.

Questo sistema introduce un importante cambiamento nel modo di percepire la scrittura e nel mondo del lavoro: a differenza della scrittura manuale, nella quale ogni segno dipende direttamente dalla mano dello scrivente, la macchina per scrivere rende uniforme il risultato grafico.

[9] M.C.Torchia, *Macchina da scrivere o macchina per scrivere?*, Redazione Consulenza Linguistica Accademia della Crusca, 2013 accademiadellacrusca.it/it/consulenza/macchina-da-scrivere-o-macchina-per-scrivere/817 (Ultimo accesso: 02/07/2026)

[10] Articolo pubblicato da Museo Scrivevo, 2011 e consultabile al sito: scrivevo.blogspot.com/2011/10/chi-e-linventore.html (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Disporre attorno ad un cerchio tanti martelletti, aventi alla loro estremità i tipi delle lettere e gl' interpunti; fare che tutti battano ad un punto centrale, dove ruoti la carta, destinata alla impressione dei tipi; muovere d' un passo, ogni lettera percorsa, questa carta e muoverla d'un passo in senso inverso; svolgere la serie delle impressioni in un regolare allineamento.
Giuseppe Ravizza, 1857
(Archivio Storico Olivetti, Avv. Costanzo Benzi, 1856)

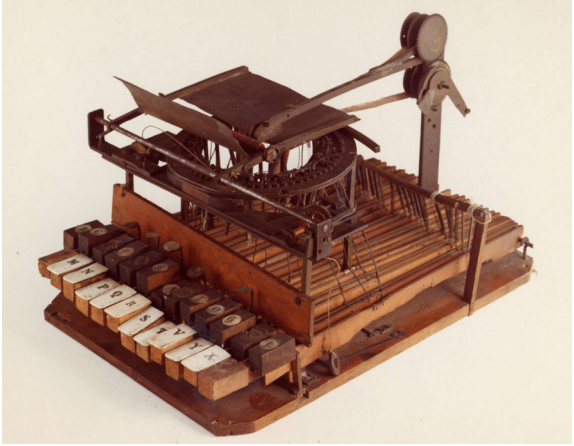


Fig. 1.21 Cembalo Scribano, Giuseppe Ravizza



Fig. 1.22 Macchina per scrivere, modello Sholes and Glidden Typewriter (Remington No. 1); Christopher Latham Sholes, Carlos Glidden, Samuel W. Soulé, Prodotta da E. Remington & Sons (Ilion, New York) nel 1874. Prima macchina da scrivere di successo commerciale della storia, ha introdotto sul mercato lo schema di tastiera QWERTY, progettato per evitare il blocco dei braccetti metallici durante la digitazione veloce.

La standardizzazione della scrittura produce effetti significativi anche sul design della comunicazione. Il testo dattiloscritto risulta più leggibile, ordinato e facilmente riproducibile; inoltre, la struttura meccanica della macchina impone una nuova organizzazione della pagina, basata su allineamento, spaziatura regolare e modularità.

Con la produzione industriale, avviata dalla Remington a partire dal 1874, la macchina per scrivere si diffonde rapidamente negli uffici, nelle amministrazioni e nei contesti professionali, trasformando permanentemente il lavoro burocratico e la comunicazione scritta.

È nel 1911 con la Olivetti M1 (fig. 1.23), progettata da Camillo Olivetti (fig. 1.24; 1.25), che viene segnato l'ingresso dell'industria italiana nel settore meccanografico (fig. 1.26), dando inizio al successo del Design Olivetti, riconosciuto a livello internazionale.



Fig. 1.23 Macchina per scrivere Olivetti "M1" (1911). Prima macchina per scrivere prodotta industrialmente in Italia, progettata da Camillo Olivetti.

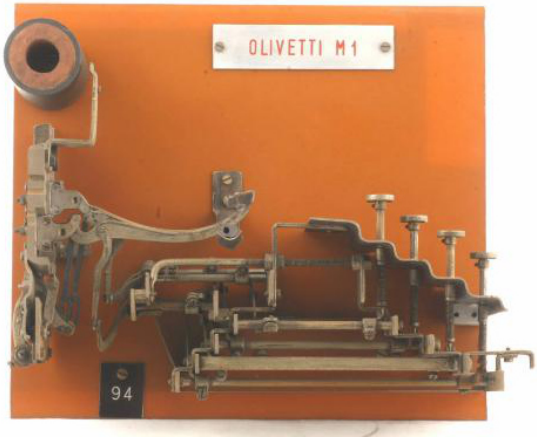


Fig. 1.24 Cinematismo di macchina per scrivere Olivetti M1

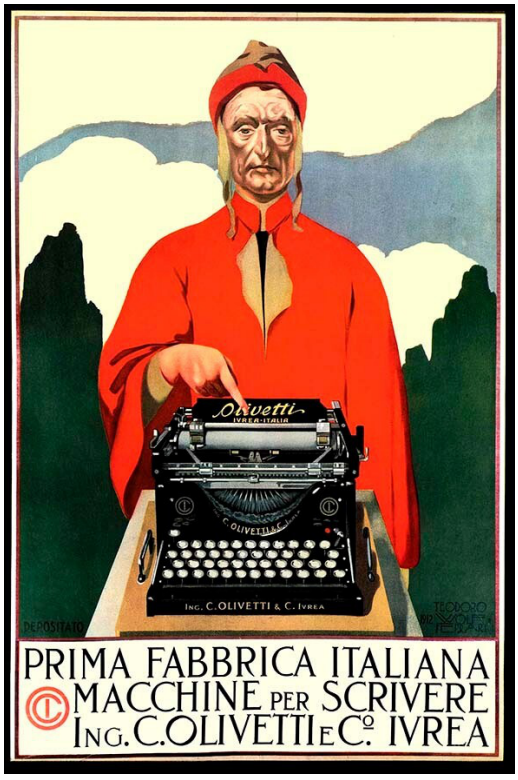


Fig. 1.26 Manifesto pubblicitario per la Olivetti M1 (1912). Illustrazione di Teodoro Wolf Ferrari per la prima macchina per scrivere prodotta in Italia.
Il manifesto, con Dante Alighieri come simbolo della cultura nazionale, celebra la nascita della Ing. C. Olivetti & C. di Ivrea e l'avvio della produzione meccanografica italiana.
Archivio Storico Olivetti.

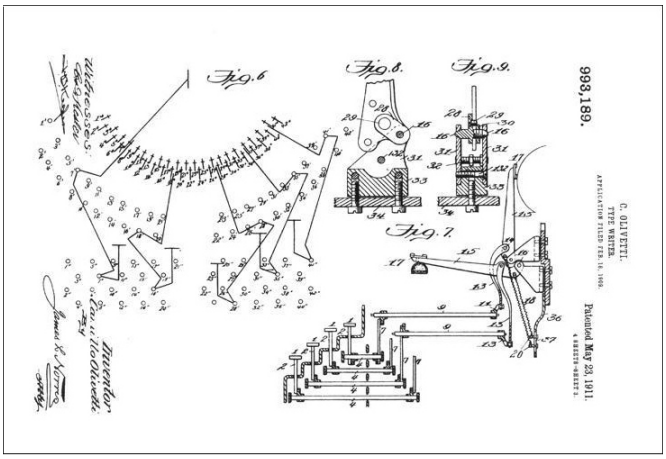


Fig. 1.25 Disegno tecnico del brevetto per macchina da scrivere Olivetti M1 (1911).
Riproduzione parziale del brevetto n. 993,189, depositato da Camillo Olivetti il 14 febbraio 1910 e pubblicato il 23 maggio 1911.
(Fonte: Archivio Storico Olivetti, riproduzione vietata, utilizzata a fini di studio e documentazione).

Nel corso del Novecento il design delle macchine per scrivere evolve notevolmente. Le prime macchine, grandi e pesanti, vengono progressivamente sostituite da modelli più compatti, leggeri e trasportabili (fig. 1.27). In questo contesto emergono aziende come Olivetti (fig. 1.28), che contribuiscono non soltanto all'innovazione tecnica, ma anche alla progettazione estetica del prodotto.

Le macchine per scrivere Olivetti, progettate con il contributo di designer e ingegneri, rappresentano uno degli esempi più significativi di integrazione tra funzionalità, ergonomia e design industriale (fig. 1.29)[11].

Molti dei principi introdotti da questo strumento rimangono ancora oggi fondamentali: modularità della tastiera, standardizzazione del testo, organizzazione lineare della pagina e rapporto diretto tra utente e dispositivo.

Nonostante la diffusione del computer e delle tecnologie digitali abbia completamente sostituito la macchina per scrivere nei luoghi di lavoro, questo strumento non è scomparso del tutto. In alcuni contesti specifici continuano ad essere utilizzate grazie alla loro affidabilità meccanica e grazie alla loro immunità ai problemi legati alla sicurezza informatica.

Alcune piccole produzioni sopravvivono ancora oggi, soprattutto in ambito collezionistico, artistico o professionale. Questo dimostra come la macchina per scrivere conservi non soltanto un valore storico, ma anche progettuale e simbolico, legato alla materialità della scrittura e al rapporto diretto tra l'utente e lo strumento.

[11] Le informazioni realative alle macchine ed ai modelli Olivetti sono consultabili sul sito: www.archiviostoricolivetti.it
(Ultimo accesso: 02/07/2026)



Fig. 1.27 Macchina per scrivere Olivetti "Lettera 22" 1950); macchina per scrivere portatile progettata da Marcello Nizzoli e ingegnerizzata da Giuseppe Beccio, icona del Design italiano del dopoguerra, premiata con il Compasso d'Oro nel 1954.
Archivio Storico Olivetti.



Fig. 1.28 Illustrazione pubblicitaria per la macchina per scrivere Olivetti Lettera 22
(annuncio pubblicato su Domus, n. 270, giugno 1952).
Archivio Storico Olivetti.

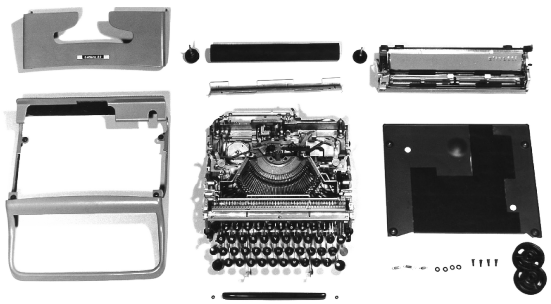


Fig. 1.29 Fotografia della vista esplosa della macchina per scrivere Olivetti Lettera 22 (dall' Archivio Storico Olivetti).

Funzionamento

Quando si preme un tasto su una macchina per scrivere (fig. 1.30; 1.31), genera una rotazione di una barra di comando (key lever), un'asta sottile che ruota attorno a un perno; all'estremità opposta si trova una biella di collegamento (link) che trasforma la rotazione in un movimento della leva a settore (type bar lever), che è parte del sistema a "ventaglio" (fig. 1.32) che sostiene i martelletti con il carattere in rilievo: ogni biella tira la leva dedicata, che ruota attorno al proprio fulcro e porta il martelletto verso il centro della macchina (dove batte sul nastro imprimendo la lettera sul foglio), nello stesso punto per ogni lettera (fig. 1.33).

Subito dopo la battuta, una piccola molla di richiamo riporta l'intero meccanismo nella posizione di partenza. Parallelamente, il carrello (e quindi il foglio) avanza di uno scatto grazie al meccanismo di avanzamento a cricchetto, sincronizzato con la battuta del tasto: ogni pressione attiva una piccola leva che libera il cricchetto e permette al carrello di spostarsi della larghezza di un carattere, evitando la sovrapposizione dei caratteri sulla pagina.

Oltre ai tasti con le lettere sono presenti altre funzioni, tra cui la barra spaziatrice, che fa avanzare il carrello per distanziare le parole, e il tasto per le maiuscole, che permette di scrivere la versione maiuscola della lettera selezionata oppure un carattere speciale, sollevando leggermente il carrello. Ogni martelletto, infatti, presenta due segni in rilievo, disposti in verticale, e il movimento del carrello verso l'alto permette di utilizzare il carattere superiore, risparmiando il numero dei tasti necessari e rendendo l'utilizzo della macchina più pratico e veloce.



Fig. 1.30 Macchina per scrivere Underwood n. 5



Fig. 1.31 Modello 3D, Animagraffs (Jacob O'Neal, Wesley O'Neal)
https://youtu.be/yKpIwi1UUIk?si=pqEt9EB-gaRJIzM5

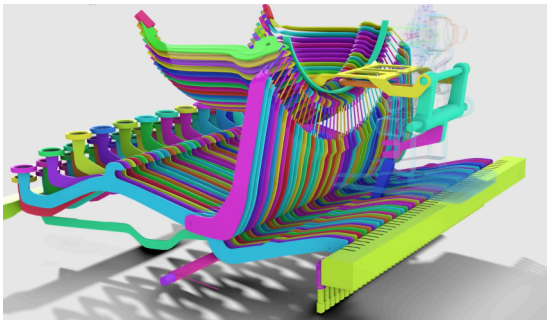


Fig. 1.32 Modello 3D della disposizione dei meccanismi dei tasti.

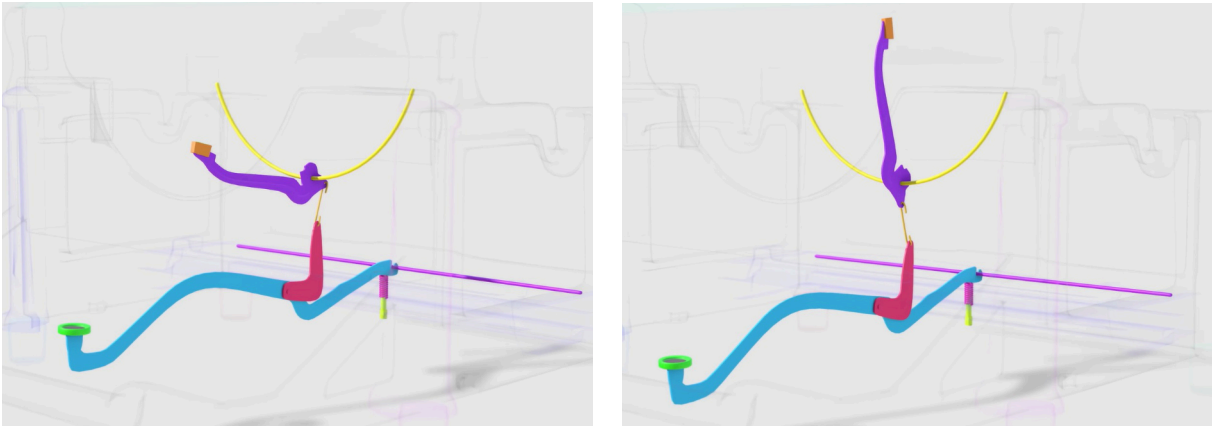
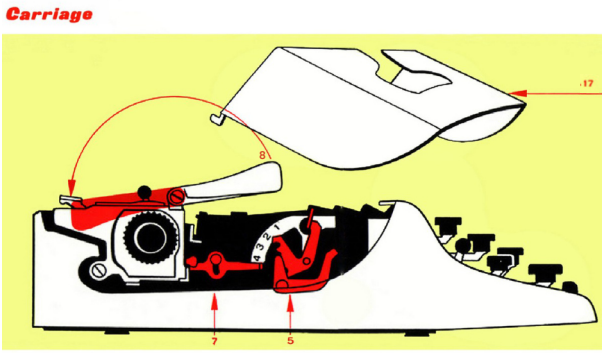


Fig. 1.33 Modello 3D del movimento di un singolo tasto.

Utilizzo e funzioni - modello Olivetti Lettera 22

1. Componenti della macchina

17) Coperchio superiore rimovibile;
Accesso al meccanismo interno.
7) Leva di bloccaggio del carrello;
Mantiene il carrello in posizione centrale.
5) Dispositivo di regolazione del tocco;
Permette di variare la tensione dei tasti.
8) Manopola di spaziatura variabile; disinnesta il meccanismo di avanzamento per regolare manualmente la posizione del foglio.



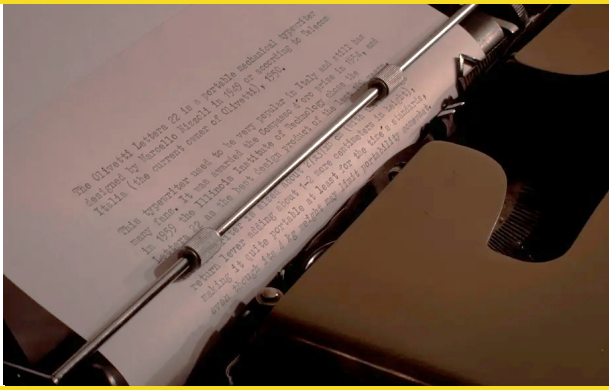
2. Dal tasto al movimento del martelletto



Quando viene premuto il tasto si attiva la leva di collegamento, che ruota attorno al suo perno e trasmette il movimento al braccio del martelletto (typebar), una piccola asta metallica che all'estremità porta il carattere tipografico in rilievo, che ruota in avanti verso il punto di battuta.

3. Impatto sul nastro inchiostrato

Il punto di battuta è costituito da un foglio davanti al quale è posizionato un nastro inchiostrato. Con il movimento del martelletto, il carattere colpisce il nastro velocemente, trasferendo l'inchiostro presente su di esso sulla carta, completando la scrittura della lettera.



4. Avanzamento automatico del carrello



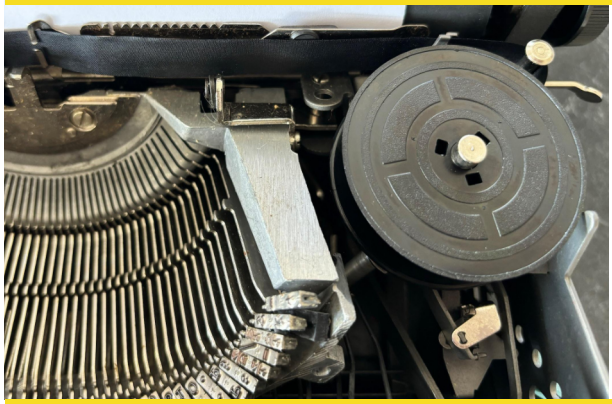
Dopo l'impatto, una molla di trazione fa avanzare il carrello di uno scatto verso sinistra, determinando la spaziatura orizzontale tra i caratteri.

5. Ritorno del martelletto in posizione di riposo

Una molla di richiamo riporta il martelletto nella sua posizione iniziale, per evitare sovrapposizioni e inceppamenti e preparare il meccanismo alla battuta successiva.



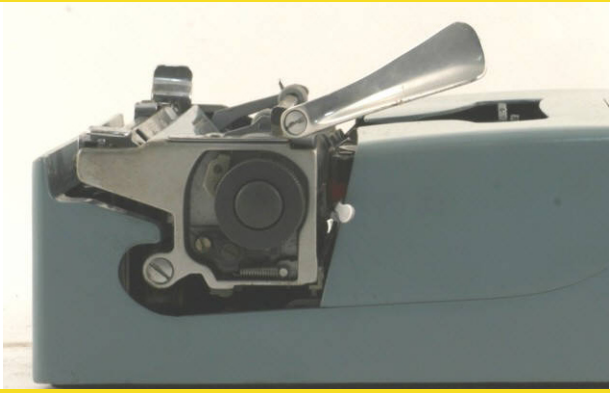
6. Avanzamento e inversione del nastro



Ogni battuta fa avanzare il nastro con l'inchiostro grazie a un meccanismo a cricchetto.
Quando una bobina arriva al suo termine, un invertitore automatico cambia direzione, permettendo di riutilizzare il nastro.

7. Fine riga e ritorno del carrello

Quando il carrello raggiunge il margine destro, il suono di una campanella avvisa l'utente, che aziona la leva di ritorno del carrello per riportarlo a sinistra e iniziare la riga successiva.



8. Impostazione dei margini



Due fermi meccanici sul binario del carrello permettono di impostare i margini (sinistro e destro) e definire quindi la larghezza della colonna di testo. L'interlinea, invece, viene determinata da un rullo di avanzamento che può essere ruotato dall'operatore.

Fonte: Archivio Storico Olivetti

1.4 Ciclostile

Tra la fine del XIX secolo e la seconda metà del Novecento, il ciclostile si impone come il primo vero dispositivo di riproduzione documentale a basso costo(fig. 1.34). Il suo funzionamento scardina il monopolio delle grandi stamperie centralizzate attraverso l'introduzione di una tecnologia flessibile basata sulla matrice a stencil, cioè un foglio cerato perforato (fig. 1.35). La preparazione della matrice avviene utilizzando una macchina per scrivere priva di nastro, sfruttando la forza d'impatto dei caratteri per forare lo stencil, unendo così due tecnologie analogiche in un unico flusso produttivo.



Fig. 1.34 Ciclostile manuale, modello a rullo (fine XIX – inizio XX secolo)

Il ciclostile, conosciuto come l'antenato della fotocopiatrice, grazie alla sua accessibilità introduce un'estetica funzionale e popolare della stampa. Le limitazioni intrinseche del mezzo (la qualità granulosa dell'inchiostro, la precisione ridotta dei registri e la fragilità della matrice) generano un'immagine cruda, immediata ed economica.

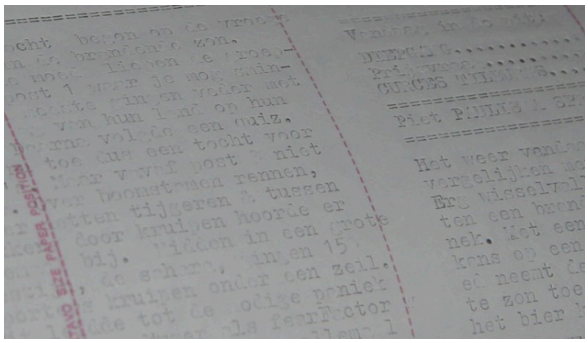


Fig. 1.35 Esempio di stencil forato utilizato per la stampa con il ciclostile.

Questo strumento ha democratizzato l'accesso alla diffusione delle idee (fig. 1.36), trasformando uffici, scuole e collettivi politici in centri autonomi di produzione visiva; rappresenta uno dei primi sistemi meccanici per la riproduzione rapida di documenti in ambito scolastico, amministrativo e professionale, perchè consentiva di produrre numerose copie a basso costo senza ricorrere alla tipografia tradizionale.

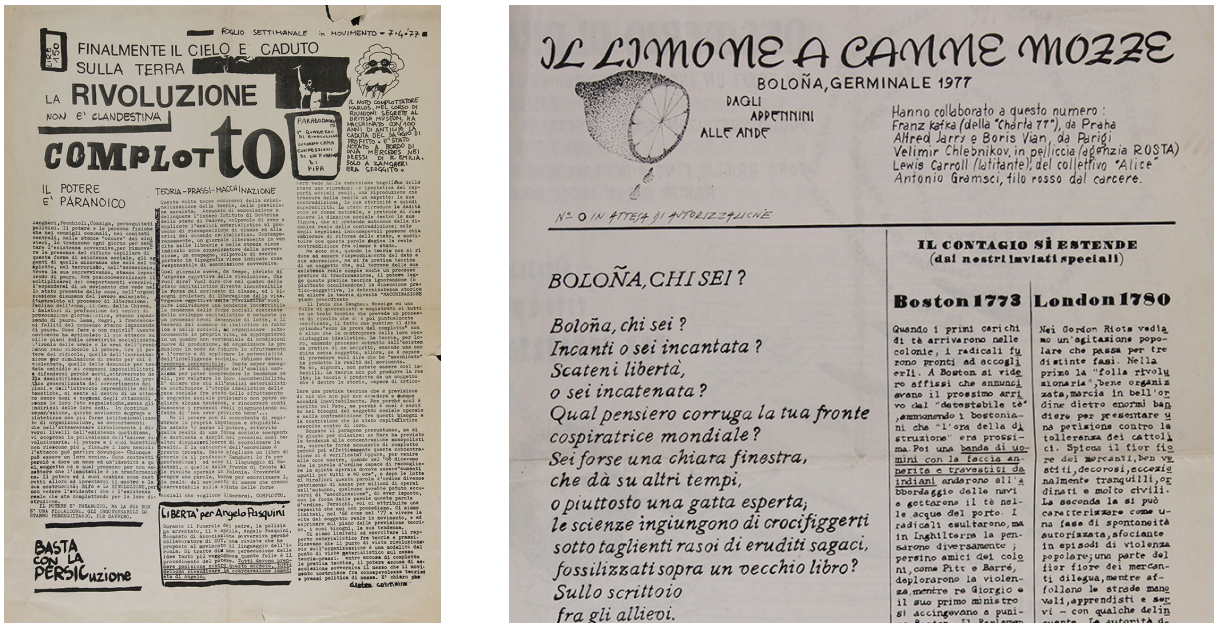


Fig. 1.36 (sinistra) Fanzine 2. «Complotto», foglio settimanale in movimento (7 aprile 1977), Archivio "Marco Pezzi"
(destra) Fanzine 9 «Il limone a canne mozze» (1977), Archivio "Marco Pezzi"

Il principio di funzionamento del ciclostile si basa sull'utilizzo di uno stencil, ovvero un foglio sottile perforato attraverso la battitura meccanica. Le parti perforate permettono il passaggio dell'inchiostro, che viene trasferito sui fogli sottostanti tramite un rullo. Nelle versioni più diffuse, lo stencil veniva preparato utilizzando una macchina per scrivere priva del nastro inchiostrato. La pressione dei caratteri perforava il foglio cerato creando così la matrice di stampa. Una volta fissato al cilindro del ciclostile, lo stencil permetteva di ottenere numerose copie in modo relativamente rapido ed economico.

Il ciclostile introduce una forma di riproduzione accessibile e decentralizzata. A differenza della stampa tipografica, che richiedeva attrezzature più complesse e costose, esperienza e precisione, questo sistema consentiva anche a scuole, uffici e piccoli gruppi di produrre autonomamente materiali informativi.

Questo strumento assume quindi un ruolo importante nella diffusione della comunicazione quotidiana e nella democratizzazione della produzione documentale. Per molti decenni rappresenta infatti uno dei mezzi principali per la distribuzione di dispense scolastiche (fig. 1.37), volantini, comunicazioni interne e materiali politici.

Anche se progressivamente sostituito da fotocopiatrici e stampanti digitali, il ciclostile conserva un importante valore storico e progettuale. La semplicità del suo funzionamento e la possibilità di controllare direttamente il processo di riproduzione lo rendono un esempio significativo di tecnologia analogica applicata alla comunicazione.[12]

[12] Le informazioni relative al Ciclostile sono state estrapolate dal sito: www.meteogiornale.it/2024/07/magazine/il-ciclostile-la-macchina-che-rivoluziono-la-stampa-alternativa/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)



Fig. 1.37 Laboratorio di giornale ciclostilato, Scuola-Città Pestalozzi, Firenze (1949-1950).
Corriere Fiorentino / Archivio Scuola-Città Pestalozzi.

Funzionamento

Per alimentare automaticamente i fogli, la macchina ha un piccolo sistema di frizione, spesso un rullo gommato o una coppia di rullini (fig. 1.38); la loro presa è abbastanza forte da trascinare il foglio superiore, ma non così forte da trascinare anche quelli sottostanti, in modo da garantire che una sola pagina alla volta entri nel percorso di stampa e che lo faccia con un tempo perfettamente coordinato con la rotazione del tamburo inchiostrato, altrimenti l'immagine risulterebbe decentrata o deformata.

Una volta raggiunto il tamburo, il foglio viene pressato contro la matrice tramite un rullo pressore in modo da garantire il passaggio dell'inchiostro attraverso le micro-perforazioni dello stencil, ed ello stesso tempo evitare schiacciamenti o slittamenti del foglio.

Dopo la stampa, il foglio viene afferrato da un secondo set di rulli (con una superficie più liscia, perché il foglio è già stampato e non deve essere segnato) che lo espelle verso il vassoio di raccolta. Il distacco dal tamburo avviene grazie alla curvatura differenziale: il foglio, più rigido del tamburo, tende a staccarsi quando cambia direzione.

Il ciclostile ha anche un sistema per regolare l'intensità del colore (fig. 1.39), che funziona equilibrando la pressione, la quantità di inchiostro disponibile e la porosità dello stencil. Questa regolazione del rullo pressore avviene tramite una vite eccentrica o una leva di pressione.

Inoltre, è spesso dotato di un contatore meccanico integrato, per verificare che tutte le copie richieste fossero state stampate; è simile a quello delle macchine da cucire industriali o dei vecchi contatori elettrici e funziona grazie a un sistema di cricchetti, ruote dentate e leve di scatto. Ogni volta che un foglio viene espulso dalla macchina, una piccola leva viene spinta facendo avanzare il contatore di uno scatto (fig. 1.40).



Fig. 1.38 Ciclostile Gestetner per la stampa, utilizzato dai partigiani della Divisione Garemi, Brigata Mameli, dall'estate 1944 all'aprile 1945, ora conservato al Museo del Risorgimento e della Resistenza.



Fig. 1.39 Leva per la regolazione dell'intensità dell'inchiostro e indicatore corrispondente.



Fig. 1.40 Contatore che indica il numero di copie prodotte.

Funzionamento del ciclostile

1. Montaggio della matrice sul cilindro

Lo stencil perforato viene fissato attorno al cilindro rotante della macchina, in modo che la tensione sia uniforme per evitare pieghe o distorsioni che comprometterebbero la nitidezza della stampa. All'interno del cilindro viene inserito l'inchiostro per alimentare costantemente la matrice.



2. Alimentazione dell'inchiostro



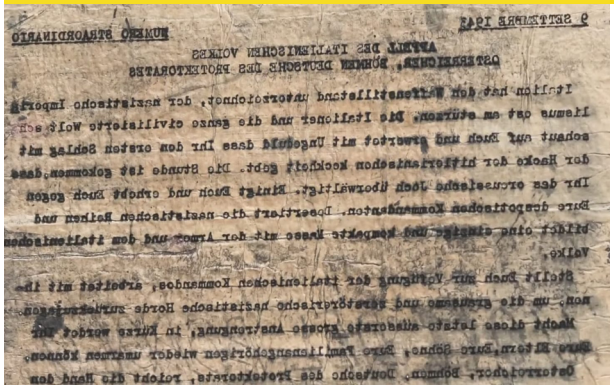
Facendo ruotare il cilindro, un rullo interno distribuisce il colore sulla superficie dello stencil. L'inchiostro è formulato per essere fluido ma viscoso, così da attraversare i micro-fori senza sbavare. La quantità è regolata da un sistema di membrane.

3. Trasferimento sul foglio

I foglii vengono fatti passare sotto al cilindro facendo ruotare una manovella, che ad ogni rotazione alimenta la macchina con una nuova pagina, producendo ogni volta una copia identica, rendendo il processo rapido ed economico.



4. Stampa e asciugatura



I fogli stampati escono dalla macchina e vengono lasciati asciugare all'aria. Lo stencil può continuare a essere utilizzato per diverse copie finchè i fori non si ostruiscono o non si danneggia.

Fonte: Musei Civici di Vicenza
youtu.be/A3igNLZ3iE0?si=vuRHD4nmrRTAuV94

2. Comunicazione a distanza



Veduta storica di North Warren Street, Trenton (New Jersey), 1891 ca.

Introduzione

La comunicazione a distanza rappresenta uno dei più grandi cambiamenti della storia, che ha modificato completamente il modo di percepire il tempo.

Per secoli la trasmissione dei messaggi è stata vincolata alla presenza fisica di persone, documenti o supporti materiali, rendendo inevitabile una forte dipendenza dai tempi e dalle distanze geografiche (fig. 2.1).

L'introduzione di dispositivi meccanici ed elettromeccanici dedicati alla comunicazione a distanza ha progressivamente modificato questo scenario, consentendo di trasferire informazioni sempre più rapidamente e con maggiore precisione, a prescindere dalla lontananza del destinatario.

A partire dal XIX secolo, l'evoluzione delle tecnologie della comunicazione ha reso possibile la trasmissione di messaggi, segni grafici, testi e successivamente segnali sonori attraverso sistemi fondati sulla conversione dell'informazione in impulsi elettrici.

Questi strumenti non hanno rappresentato soltanto innovazioni tecniche, ma hanno influenzato profondamente il nostro modo di concepire il mondo, che prima sembrava inevitabilmente più grande, e hanno collegato luoghi lontani, prima percepiti come irraggiungibili.



Fig 2.1 Quarta di copertina del calendario postale del 1935, dall'Archivio Storico di Poste Italiane. Rappresentazione della comunicazione a distanza attraverso la corrispondenza postale.

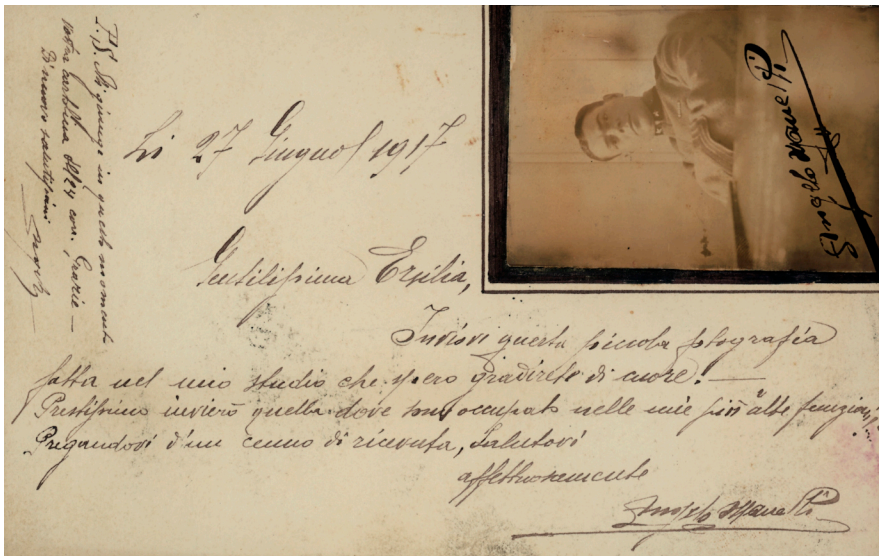


Fig 2.2 Cartolina postale; dall'Archivio Storico di Poste Italiane.



Fig 2.3 Illustrazione di un postino (inizio '900); dall'Archivio Storico di Poste Italiane.

Dal punto di vista del design, tali dispositivi risultano particolarmente significativi perché rendono visibili i processi di trasformazione dell'informazione. Ogni elemento meccanico svolge una funzione specifica e riconoscibile all'interno del sistema: la pressione di un tasto genera un impulso, un movimento viene convertito in un segnale trasmissibile, un'informazione viene codificata e successivamente ricostruita a distanza.

Questa trasparenza del funzionamento costituisce uno degli aspetti più rilevanti di tali tecnologie, poiché permette di comprendere in modo diretto il rapporto tra azione, elaborazione e risultato.

Molti principi introdotti da questi dispositivi risultano ancora oggi presenti nelle tecnologie digitali contemporanee. La codifica dei messaggi, la trasmissione remota delle informazioni, la sincronizzazione tra sistemi e la trasformazione dei segnali rappresentano infatti concetti fondamentali che trovano origine proprio nelle prime macchine per la comunicazione (fig. 2.4; 2.5).

In questo capitolo verranno analizzati alcuni dei principali dispositivi meccanici ed elettromeccanici che hanno contribuito allo sviluppo della comunicazione moderna: il telegrafo, il teleautografo, la telescrivente e la radio a galena. Attraverso lo studio del loro funzionamento e delle loro caratteristiche progettuali sarà possibile evidenziare come tali strumenti abbiano anticipato numerosi principi che caratterizzano ancora oggi i sistemi di comunicazione contemporanei.[13]

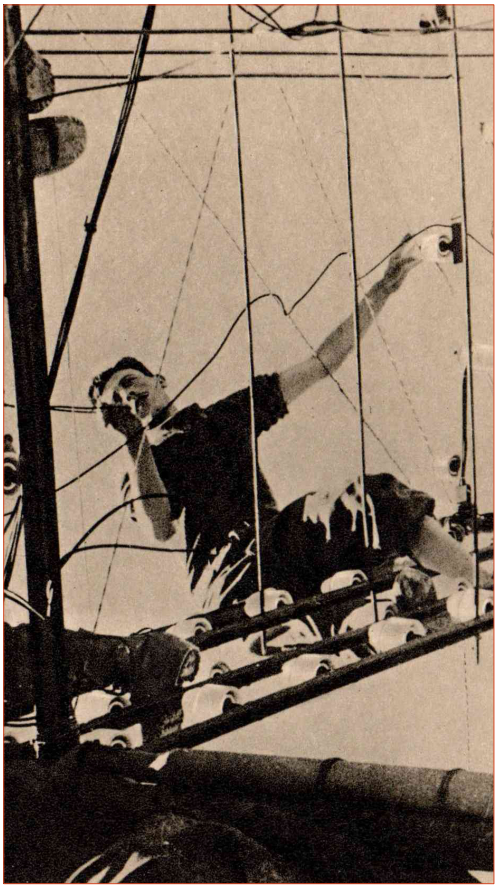


Fig 2.4 Serie:Visioni della conquista dell'Impero; Genio Telegrafisti al lavoro (1936).
Collezione cartoline Albertomos, Foto luce (ediz. d'arte v.e. Boeri v. f. Corridoni, Roma).

[13] Informazioni estrapolate dal sito: www.galaxus.it/it/page/il-telegrafo-linternet-del-19-secolo-37482 (Ultimo accesso: 02/07/2026)

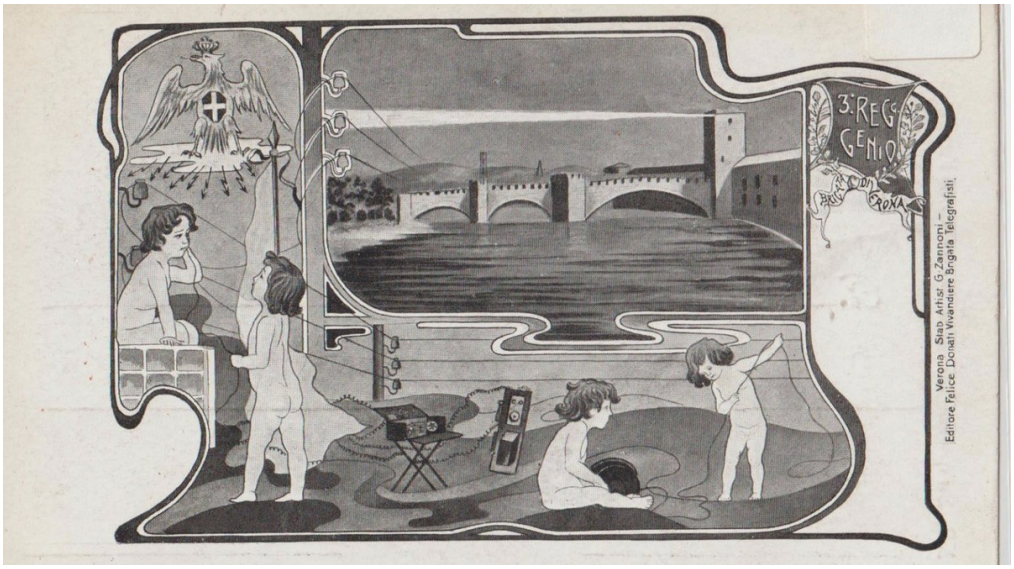


Fig. 2.5 Cartolina di inizio secolo, stile liberty, dedicata alla Brigata Telegrafisti "Verona" del 3° Reggimento Genio. G. Zannoni, editore F. Donati.

2.1 Telegrafo

Il telegrafo (fig. 2.6) fu una delle invenzioni più significative nella storia della comunicazione moderna. Per la prima volta, grazie ad esso, le informazioni potevano viaggiare a grandi distanze quasi azzerando i tempi d'attesa, superando così i limiti imposti dal trasporto fisico dei messaggi e quindi rivoluzionando completamente la percezione dello spazio e del tempo.

Le origini di questa nuova tecnologia risalgono al 1837, quando Cooke e Wheatstone presentarono un sistema telegrafico basato su aghi magnetici che si muovevano indicando lettere e simboli su un pannello; questo dispositivo risultava però complesso e costoso, anche se innovativo. Negli stessi anni anche Samuel Morse studiò una soluzione, elaborando un' alternativa più funzionale, basata sulla combinazione di impulsi elettrici e di un codice dedicato[14].

L'idea di Morse si rivelò vincente, così nel 1844 inaugurò la prima linea telegrafica operativa tra Washington e Baltimora. Dopo questo evento le reti telegrafiche si diffusero rapidamente in Europa e negli Stati Uniti, modificando per sempre il funzionamento delle istituzioni, del commercio, del giornalismo e dei trasporti (fig. 2.7).



Fig. 2.6 Telegrafo a scrittura a inchiostro, Officina Elettrica Dir. Em. Gerosa, Milano, n. 9577, (1900 ca.).
Modello standard della posta italiana, con meccanismo a molla, struttura in ottone e base in mogano.

[14] La storia del telegrafo è stata estrapolata dal sito: www.historyofinformation.com/detail.php?entryid=3270 (Ultimo accesso: 02/07/2026)

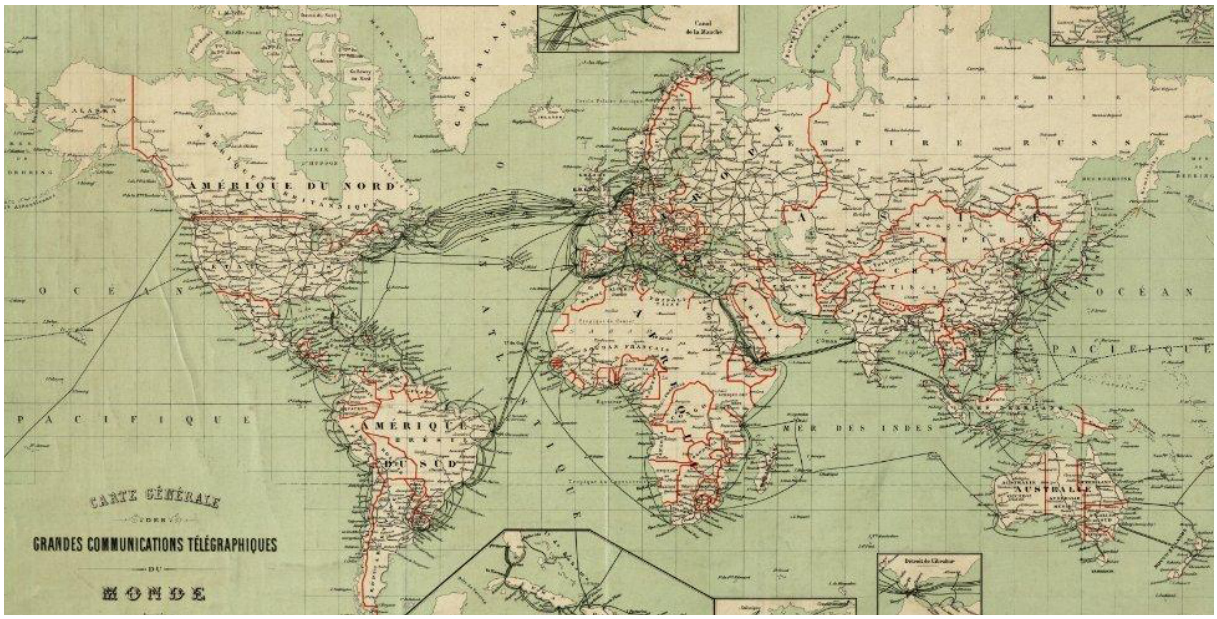


Fig. 2.7 Mappa mondiale delle telecomunicazioni telegrafiche (con collegamenti sottomarini), realizzata dal Kartographie Anstalt Lips, 1903.
Fonte: NBL Map Center Boston Public Library

Il telegrafo si basa sul principio dell'interruzione controllata di un circuito elettrico, abbinato ad un sistema di componenti meccaniche che permettono all'operatore di controllare gli impulsi e quindi generare o ricevere il messaggio; può quindi essere definito come un sistema elettromeccanico nel quale movimenti fisici, leve e molle trasformano l'azione umana in informazione trasmissibile.

L'elemento utilizzato per controllare i segnali è il tasto telegrafico (fig. 2.8; 2.9), costituito da una leva metallica incernierata su un perno. Quando l'operatore preme il tasto al termine della leva, vengono messi in contatto due terminali metallici che chiudono il circuito elettrico; una molla di richiamo riporta automaticamente il tasto nella posizione iniziale una volta rilasciato, interrompendo il passaggio della corrente.

La durata della pressione determina il segnale trasmesso (che può essere un punto o una linea). La sequenza di questi impulsi costituisce il messaggio codificato che viene inviato alla stazione ricevente tramite il codice Morse.

Questo codice è stato ideato nel 1835 (fig. 2.10) per colmare l'assenza di una tecnologia in grado di trasmettere direttamente i messaggi scritti con le lettere dell'alfabeto.

Per risolvere il problema, ogni sequenza di impulsi era assegnata ad un significato: inizialmente ad un numero abbinato ad una parola intera (identificabile consultando l'apposito libretto), poi ad una lettera, così da permettere di comporre qualsiasi frase, compresi i nomi propri (soluzione brevettata da Alfred Vail).

Il sistema del libretto era più limitato, ma si è rivelato (nel 1870 circa) funzionale a livello commerciale: in quegli anni è stato introdotto un sistema di codici dove le frasi più utilizzate erano abbinate a delle sigle, permettendo di ottimizzare il numero di parole e abbattere i costi necessari per l'invio del messaggio, in un periodo in cui le tariffe transatlantiche richiedevano centinaia di dollari per poche parole.

Questa soluzione è stata utilizzata anche durante le guerre per le attività di spionaggio e per crittografare i messaggi ed impedirne l'intercettazione (che avveniva semplicemente collegando un filo di rame ai cavi del telegrafo).

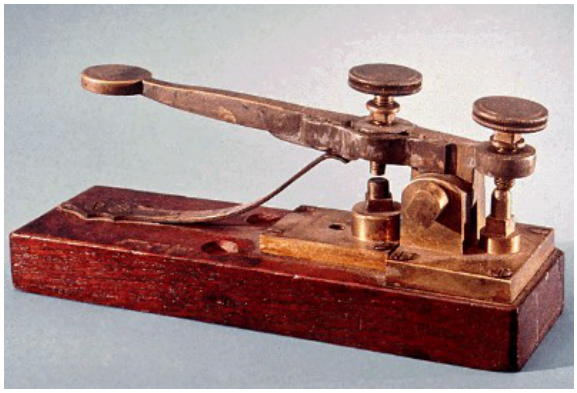


Fig. 2.8 Tasto telegrafico Vail "Lever Correspondent" (1846).

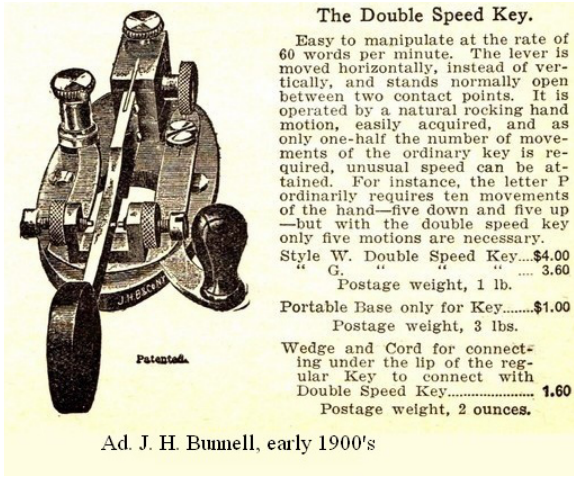


Fig. 2.9 Pubblicità del tasto telegrafico orizzontale (Sideswiper), Bunnell (1888). Dispositivo in ottone e acciaio che consentiva un movimento laterale alternato, migliorando la velocità e l'ergonomia dell'invio dei segnali Morse.

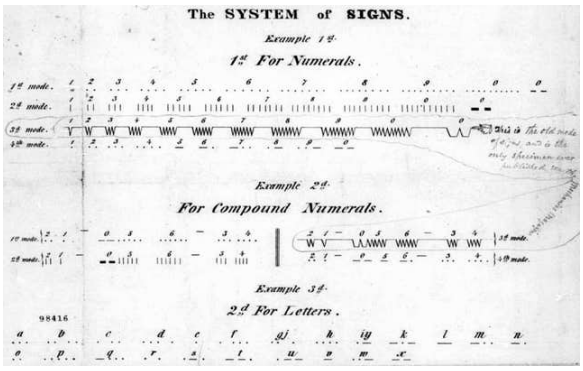


Fig. 2.10 Samuel Morse, "The System of Signs", U.S. Patent n. 1647 (1840).

All'estremità opposta della linea il messaggio viene ricevuto grazie ad un elettromagnete, costituito da una bobina di filo avvolto attorno ad un nucleo di metallo (fig. 2.11). Quando arrivano gli impulsi elettrici, la corrente attraversa la bobina generando un campo magnetico che attrae un'ancora mobile collegata ad una leva. Questo elemento replica il movimento del tasto che ha generato il messaggio.

Nei primi dispositivi Morse, sviluppati insieme all'assistente Alfred Vail, la leva utilizzava una punta metallica per imprimere i punti e le linee su una striscia di carta (fig. 2.12). Successivamente questo sistema è stato sostituito dal sounder telegrafico, che produceva un suono; gli operatori esperti non avevano più la necessità di leggere i segni, perchè erano in grado di interpretare direttamente la sequenza ritmica dei clic, velocizzando il processo.

Il telegrafo introduce già all'epoca alcuni concetti che sono validi ancora oggi: la codifica dell'informazione (il messaggio deve essere convertito in una sequenza di segnali per poter essere trasmesso, e questo è uno dei principi alla base del funzionamento delle tecnologie digitali contemporanee), e l'interfaccia uomo-macchina (converte l'azione meccanica in un segnale trasmissibile, garantendo precisione e velocità di utilizzo compatibili con il lavoro umano).

Questo dispositivo è stato rivoluzionario, non solo perchè ha cambiato completamente i tempi per la ricezione delle informazioni, ma perchè ha separato il mondo dei trasporti da quello delle comunicazioni. Prima di questa invenzione, infatti, i messaggi potevano viaggiare solo spostandoli fisicamente alla velocità di un treno o di un cavallo, mentre, dopo l'avvento di questa tecnologia, l'informazione ha iniziato a muoversi in modo indipendente (fig. 2.13)[15].

[15] Funzionamento e codice morse sono spiegati sul sito: www.digitec.ch/it/page/il-telegrafo-linternet-del-19-secolo-37482 (Ultimo accesso: 02/07/2026)



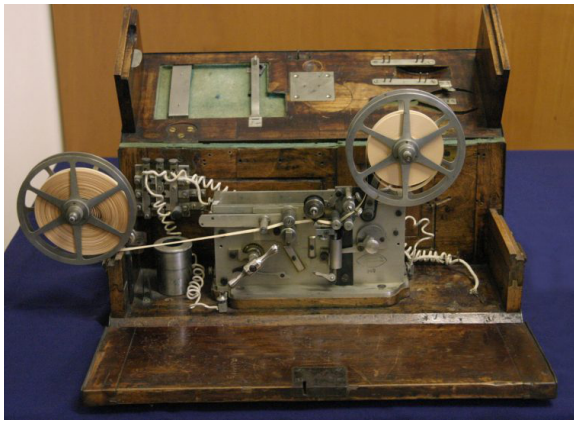


Fig. 2.11 Ricevitore telegrafico Morse n° 209, Società Fabbricazione Apparati e Materiali Elettrici (Napoli, 1898). Collezione immagini d'epoca Montani.

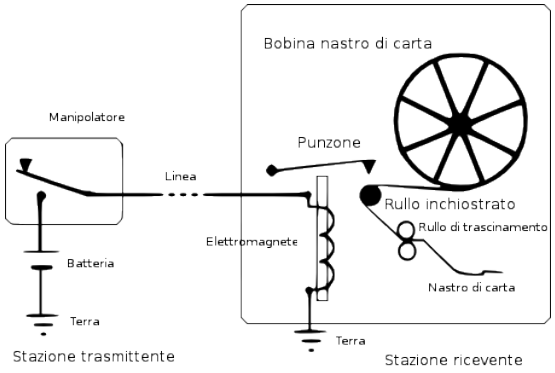


Fig. 2.12 Schema di funzionamento del circuito elettromagnetico del telegrafo.
Adattamento da archivio tecnico IKØDWJ - Italian Amateur Radio Station (G. Ferruzzi).

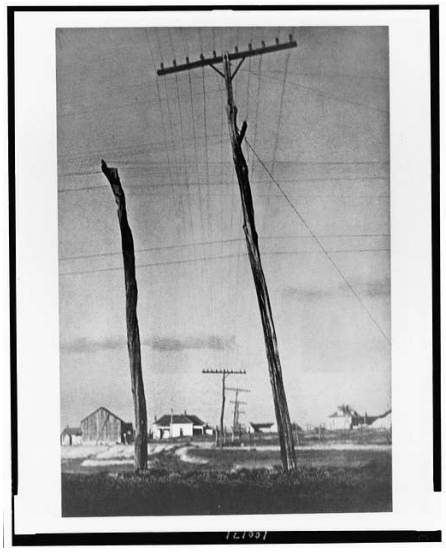
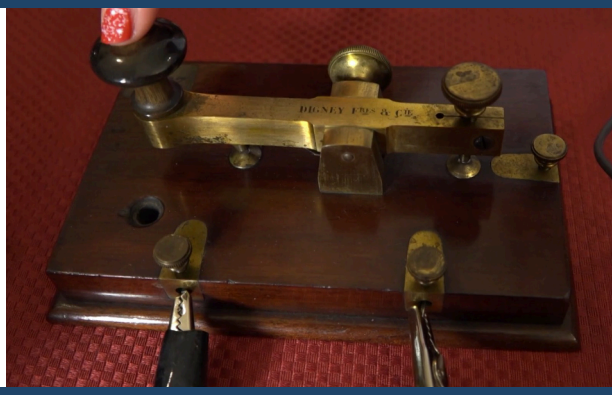


Fig. 2.13 (sinistra) Prima dell'avvento della telegrafia, il modo più veloce per attraversare l'America era il Pony Express. Per recapitare una lettera servivano quindi almeno dieci giorni.
Fonte: George M. Ottinger, 1867
(destra) Pali del telegrafo, Paul Strand (1890 - 1976), Musée d'Orsay, Parigi

Procedimento di trasmissione del messaggio telegrafico

1. Pressione del tasto telegrafico

L'operatore preme il tasto Morse, aprendo e chiudendo il contatto in modo controllato. Ogni pressione genera un impulso di durata variabile (punto o linea), che rappresenta l'unità minima del codice Morse.



2. Chiusura del circuito elettrico



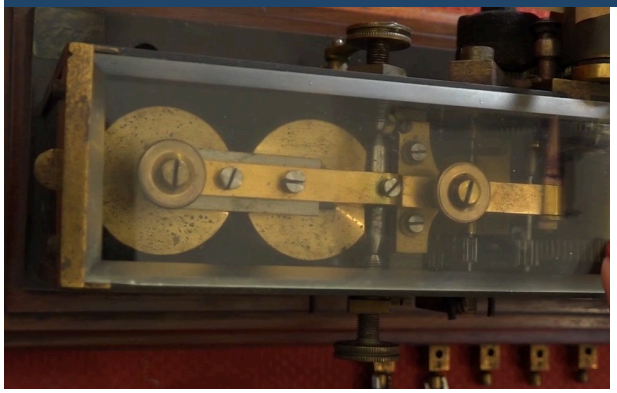
La pressione del tasto completa il circuito: la corrente inizia a fluire lungo il filo telegrafico.

3. Trasmissione dell'impulso lungo il filo

L'impulso elettrico viaggia lungo la linea telegrafica, mantenendo la sua durata originale. Il filo diventa il canale che trasporta la sequenza di punti e linee fino alla stazione ricevente.



4. Attivazione dell'elettromagnete ricevente



Alla stazione di arrivo, la corrente eccita un elettromagnete che attira e rilascia un'ancora metallica. Ogni impulso elettrico si traduce in un movimento meccanico sincronizzato.

5. Movimento dell'ancora meccanica

L'ancora vibra seguendo il ritmo degli impulsi: brevi per i punti, più lunghi per le linee, riproducendo quindi il messaggio in codice.



6. Registrazione su carta o produzione del segnale acustico



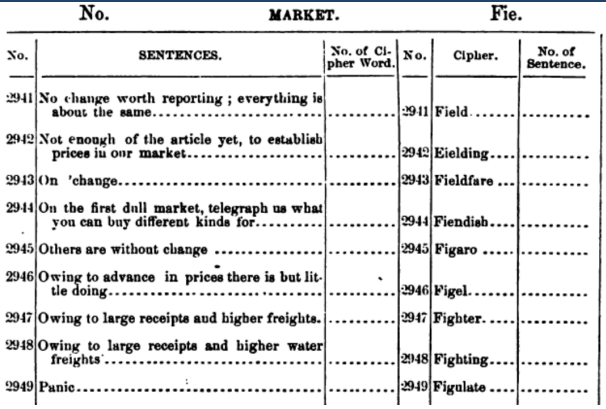
Il movimento dell'ancora può imprimere punti e linee su un nastro di carta tramite un punzone, oppure produrre un clic acustico, permettendo all'operatore esperto di "ascoltare" il codice ed interpretarlo rapidamente.

7. Decodifica del messaggio Morse

L'operatore interpreta la sequenza di punti e linee, traducendola nelle lettere corrispondenti secondo l'alfabeto Morse.



8. Interpretazione del testo da parte del ricevente



No. MARKET. Fie.

No.	SENTENCES.	No. of Cipher Word.	No.	Cipher.	No. of Sentence.
2941	No change worth reporting ; everything is about the same		2941	Field	
2942	Not enough of the article yet, to establish prices in our market		2942	Eielding	
2943	On 'change		2943	Fieldfare	
2944	On the first dull market, telegraph us what you can buy different kinds for		2944	Fiendish	
2945	Others are without change		2945	Figaro	
2946	Owing to advance in prices there is but little doing		2946	Figel	
2947	Owing to large receipts and higher freights.		2947	Fighter	
2948	Owing to large receipts and higher water freights		2948	Fighting	
2949	Panic		2949	Figulate	

Il messaggio decodificato viene compreso e utilizzato dal destinatario, tramite lo studio del codice da parte dell'operatore o consultando l'apposito libretto per interpretare le sigle utilizzate per il commercio (esempio estratto dal Commercial Cryptograph di Bloomer).

Fonte: youtu.be/5wDU8lNO_-M?si=CyBIbrGnzmSQVWJU
www.cs.columbia.edu/~cs4hs/talks/codebooks.pdf

2.2 Teleautografo

Tra i dispositivi che hanno partecipato all'evoluzione della comunicazione a distanza, il teleautografo occupa un posto a sé.

La svolta rispetto al classico telegrafo è netta: qui non servono codici astratti, perchè la macchina rende possibile la riprodizione a distanza di un segno grafico, permettendo di trasmettere lettere scritte a mano e firme.

L'invenzione porta la firma dell'ingegnere statunitense Elisha Gray, che la brevettò nel 1888 (fig. 2.14). Questo dispositivo è ricordato come l'antenato del fax moderno, ed è nato da un'esigenza pratica: saltare l'ostacolo dei codici complessi (come il Morse) che costringevano a dipendere da operatori specializzati per la decodifica.

Con il sistema di Gray, la comunicazione diventa immediata, quasi magica per l'epoca: ciò che viene tracciato da una parte si materializza quasi in tempo reale sulla scriveria della postazione collegata (fig. 2.15).

Dal punto di vista tecnico, si tratta di un apparato elettromeccanico basato sulla sincronizzazione millimetrica di due stazioni a distanza. L'apparato trasmittente è dotato di una tavoletta su cui si muove una penna collegata ad un meccanismo: tramite un sistema di leve articolate e cerniere meccaniche, il movimento della mano viene scomposto nelle sue componenti orizzontali e verticali, ricalcando gli assi X e Y di un piano cartesiano. Ogni minimo spostamento si traduce in variazioni di corrente inviate lungo la linea.

Nella stazione ricevente avviene il processo inverso: i segnali elettrici azionano un meccanismo, che tramite dei magneti guida una seconda penna sulle stesse identiche coordinate di partenza. La precisione del segno dipendeva dalla qualità dei componenti che costituivano il dispositivo. Bastavano piccoli attriti, giochi tra le articolazioni o minimi disallineamenti per rovinare la fedeltà del messaggio ricevuto; per questo motivo, la progettazione richiedeva una rigidità strutturale e una cura maniacale per i supporti.

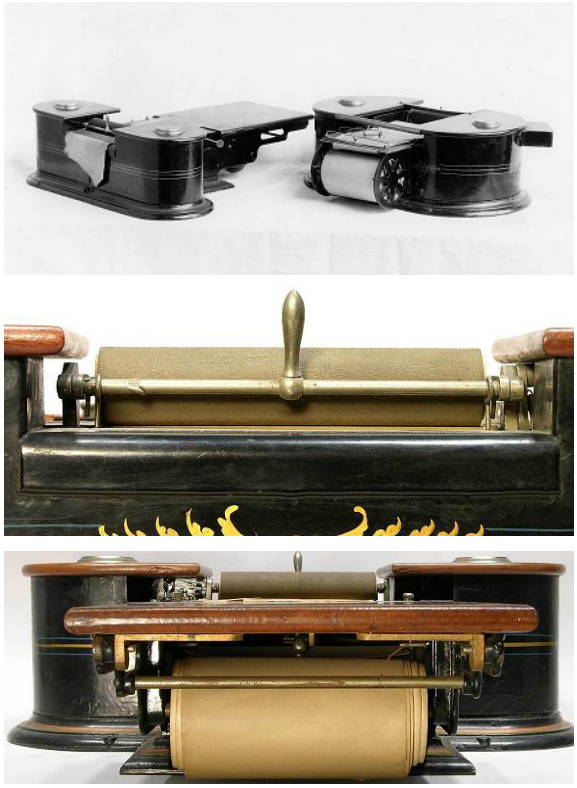


Fig. 2.14 Teleautografo di Gray, brevetto #s 461470 e 461471 (National Museum of American History)

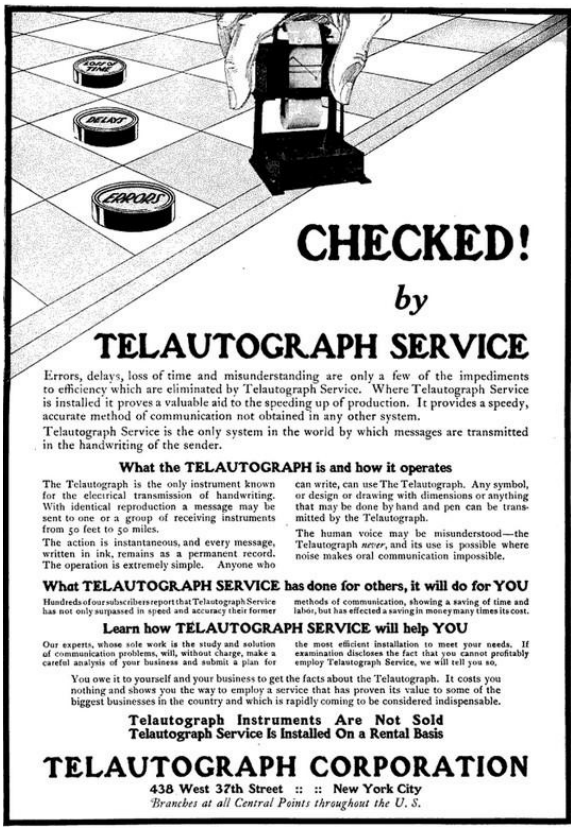


Fig. 2.15 Pubblicità del teleautografo, American Industries, volume 18, no. 8, Mar. 1918 ()

L'interfaccia, per essere la fine dell'Ottocento, risulta molto intuitiva (fig. 2.16; 2.17), perchè l'utente non deve studiare nessun manuale e non ha bisogno di affidarsi ad un operatore, ma scrive manualmente come ha sempre fatto.

Il teleautografo introduce quindi la gestione remota della grafica: firme, schizzi industriali e annotazioni potevano viaggiare via filo mantenendo un valore formale e legale che una trascrizione testuale avrebbe inevitabilmente cancellato. Pur non avendo raggiunto i numeri planetari del telefono, l'impatto pratico sul business dell'epoca fu enorme, soprattutto negli Stati Uniti.

Tra la fine del XIX e l'inizio del XX secolo, il sistema venne adottato in massa dalle compagnie ferroviarie e dalle grandi aziende per inviare ordini urgenti e contratti. Nelle stazioni, ad esempio, permetteva di far viaggiare autorizzazioni operative al riparo da qualsiasi errore di interpretazione a voce, blindando la sicurezza dei trasporti grazie all'autenticità delle firme[16].





Fig. 2.16 Telautografo di Elisha Gray (fine XIX – inizio XX secolo).

[16] Le informazioni sono state estrapolate dai siti: ethw.org/Telautograph e www.jmcvey.net/cable/elements/telautograph1.htm (Ultimo accesso: 02/07/2026)

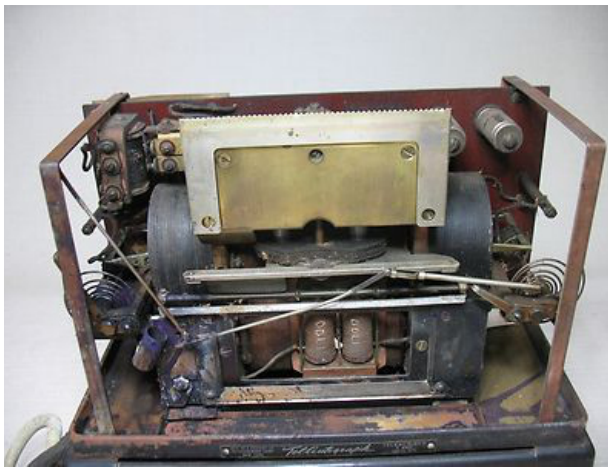




Fig. 2.17 Telautografo aperto, vista interna del meccanismo. Dettaglio del sistema di tracciamento e dei componenti elettromeccanici.

Il teleautografo utilizza potenziometri (componenti elettrici che regolano il passaggio della corrente e la sua intensità) e servomeccanismi (che traducono la corrente in forza magnetica, regolata in base al flusso ricevuto) per convertire i movimenti fisici della mano in segnali elettrici e viceversa.

Per tracciare gli spostamenti, la penna dell'emittente era collegata a due bracci meccanici ortogonali (uno per l'asse X e uno per l'asse Y), che spostano i contatti di due potenziometri e cambiano continuamente la resistenza elettrica dei circuiti (fig. 2.18).

La corrente generata viene inviata sui fili del telegrafo, che al polo opposto sono collegati a due particolari servomeccanismi analogici a solenoide (bobine magnetiche formate da avvolgimenti di filo di rame), attraverso i quali la corrente variabile passa generando una forza magnetica proporzionale all'intensità del segnale. Questa forza muove dei nuclei di ferro sospesi (presenti all'interno dei cilindri dei solenoidi), collegati a un sistema di leve speculare a quello di trasmissione (fig. 2.19).

Al termine di questo processo i bracci del ricevitore si muovono guidando la penna scrivente sul foglio, replicando fedelmente il percorso originale. Un terzo circuito separato comandava un magnete per alzare o abbassare la penna dal foglio quando l'utente sollevava la mano.

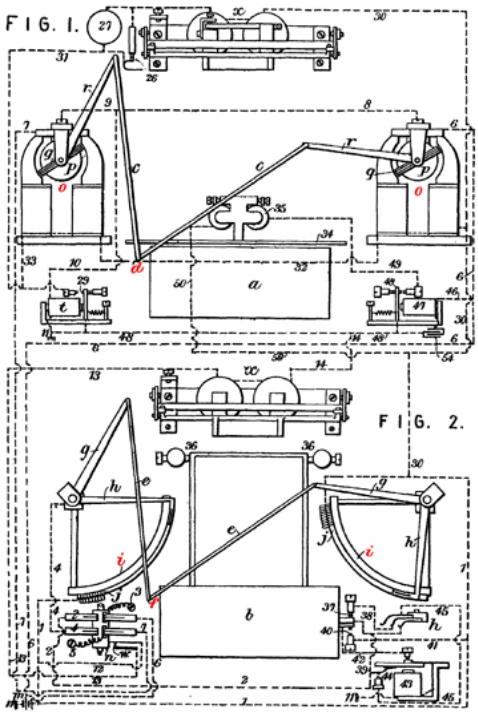


Fig. 2.18 Schema meccanico del telautografo di Elisha Gray (fine XIX secolo).
Diagramma del sistema di trasmissione elettromeccanica del segno: il tracciatore del dispositivo mittente (Fig. 2) genera variazioni di corrente che, attraverso un sistema di magneti, riproducono i movimenti del braccio ricevente e della penna nel dispositivo di ricezione (Fig. 1). Il principio di funzionamento consente la copia a distanza di scritture e disegni, anticipando i moderni sistemi di comunicazione grafica remota.
Fonte: www.jmcvey.net/cable/elements/telautograph1.htm

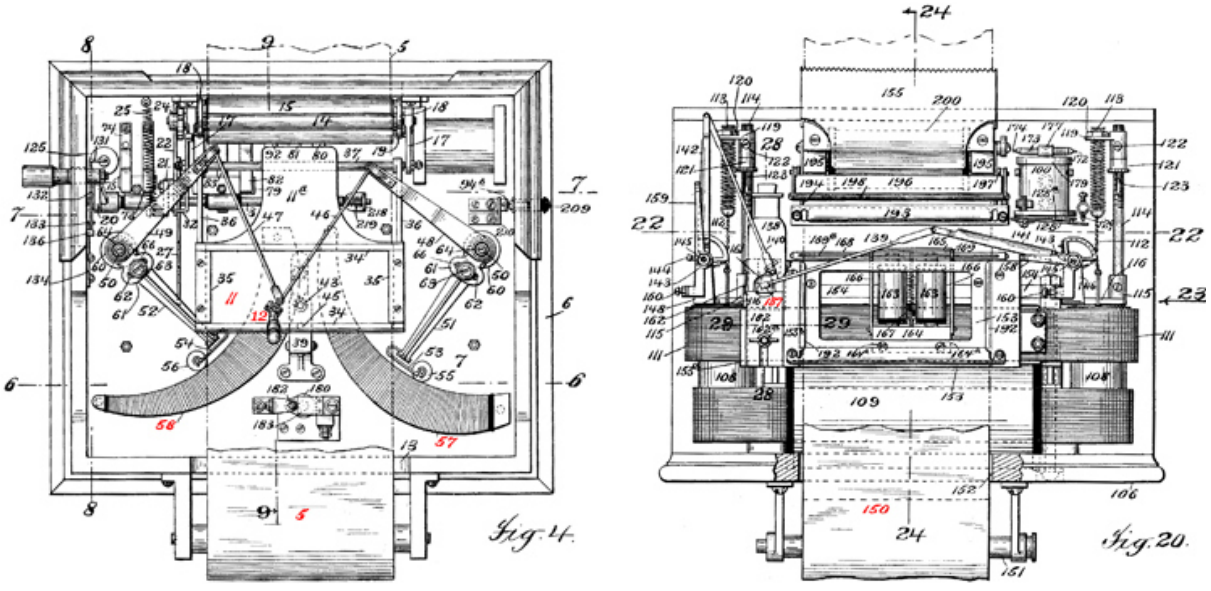
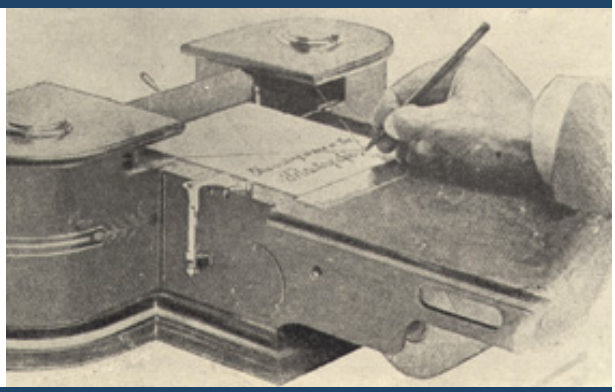


Fig. 2.19 Schema del telautografo brevettato da George S. Tiffany (US Patent No. 954,150, 1906–1910).
Vista interna degli strumenti di trasmissione e ricezione del segno grafico.
Brevetto assegnato alla Gray National Telautograph Company.
Fonte: www.jmcvey.net/cable/elements/telautograph1.htm

Procedimento di trasmissione con il teleautografo

1. Scrittura sulla tavoletta trasmittente

Il segno da trasmettere viene tracciato manualmente sulla tavoletta mediante l'utilizzo di un apposito pennino, i cui spostamenti vengono rilevati lungo gli assi X e Y del piano grazie ad un sistema di leve collegate ad esso.



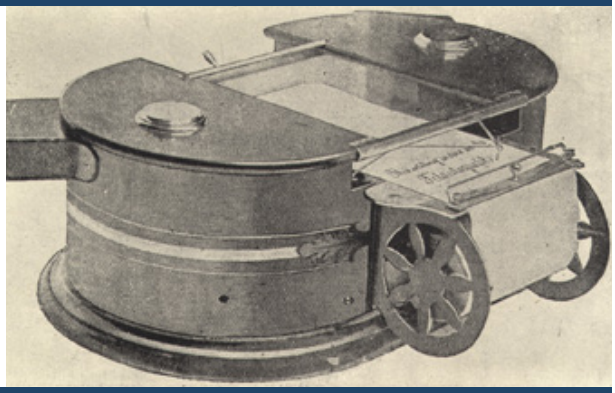
2. Conversione in segnali elettrici



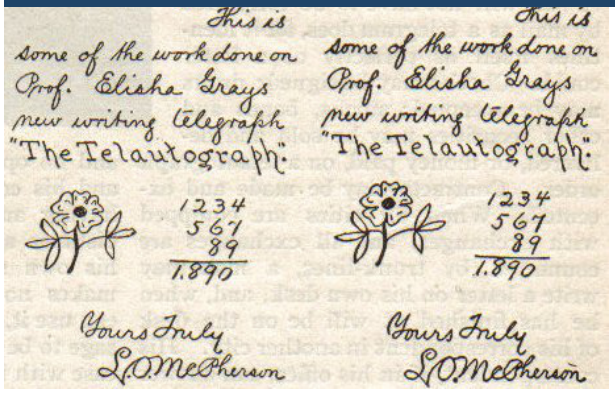
I movimenti lungo gli assi vengono convertiti in segnali elettrici, in grado vi viaggiare attraverso la linea di comunicazione, come i codici del telegrafo, e di raggiungere la stazione ricevente.

3. I segnali vengono trasmessi

Gli impulsi elettrici derivati dallo spostamento del pennino vengono interpretati dagli attuatori della stazione ricevente, per essere converititi nuovamente in un movimento, che viene replicato lungo gli assi X e Y.



4. Il messaggio viene riprodotto



Il teleautografo riproduce il segno in tempo reale mantenendo forma e proporzioni originali, permettendo al destinatario di leggere direttamente il messaggio o di osservare un disegno senza dover interpretare un codice o affidarsi all'interpretazione di un operatore specializzato.

Fonti: www.hffax.de/history/html/gray.html
ondrup.blogspot.com

2.3 Telescrivente

La telescrivente (fig. 2.20) rappresenta uno dei più importanti sviluppi nell'evoluzione della comunicazione a distanza. Nata come evoluzione del telegrafo, ha introdotto la possibilità di trasmettere e ricevere testi scritti in modo automatico, eliminando così la necessità di conoscere ed interpretare il Codice Morse. Per la prima volta la comunicazione remota avveniva scrivendo direttamente lettere e parole, rendendo il processo rapido, accessibile e affidabile.

Lo sviluppo della telescrivente ebbe inizio alla fine del XIX secolo, come soluzione alla ricerca di combinare i principi della macchina per scrivere con quelli della trasmissione telegrafica, con l'obiettivo di realizzare un sistema capace di convertire i caratteri digitati in segnali trasmissibili e di ricostruirli in forma scritta presso una stazione ricevente.

Le prime applicazioni pratiche si diffusero nel corso del XX secolo attraverso le reti telegrafiche commerciali e governative. Vennero impiegate da aziende, redazioni giornalistiche, amministrazioni pubbliche, ferrovie e forze armate, diventando per molti decenni uno degli strumenti principali per la trasmissione rapida di informazioni scritte.

A differenza del telegrafo tradizionale, la telescrivente consentiva a qualsiasi utente di digitare direttamente un messaggio utilizzando una tastiera simile a quella di una macchina per scrivere: una trasformazione fondamentale nel modo di concepire la comunicazione a distanza che rese il sistema più intuitivo e immediatamente utilizzabile.

La telescrivente può essere definita come un sistema elettromeccanico di codifica e stampa automatica. Ogni tasto della tastiera è associato ad una specifica combinazione di impulsi elettrici; quando l'operatore preme un tasto, il movimento meccanico viene convertito in una sequenza di segnali elettrici che viaggiano lungo la linea di comunicazione.

Alla stazione ricevente, un meccanismo sincronizzato interpreta i segnali ricevuti come serie di fori su una striscia di carta, che viene letta dalla macchina attivando il componente responsabile della stampa del carattere corrispondente. Il messaggio viene ricostruito automaticamente sulla carta senza richiedere alcuna decodifica manuale.



Fig. 2.20 Telescrivente della Morkrum Company, Chicago, 1910-1924.
Science Museum Group Collection, UK

Rappresenta una sintesi tra la macchina per scrivere ed il telegrafo. La tastiera costituisce l'interfaccia principale tra utente e dispositivo. Ogni tasto è collegato a un sistema di leve, molle e contatti elettrici che trasformano il movimento della pressione in una sequenza codificata di impulsi (fig. 2.21).

La macchina identificava il carattere da stampare e posizionava il martelletto o il cilindro nella posizione corretta. Una volta completata la selezione, il carattere veniva impresso sulla carta tramite un nastro inchiostrato, secondo un principio simile a quello delle macchine per scrivere.

La telescrivente introduce un principio fondamentale, cioè la separazione tra contenuto dell'informazione e mezzo di trasmissione: il testo non viene più trasmesso come segno grafico né come codice interpretato manualmente, ma come informazione codificata automaticamente da un sistema meccanico.

La Teletype Model 15 (1930) rappresenta uno dei primi modelli ampiamente diffusi e può essere considerata la telescrivente che consolidò gli standard della comunicazione telegrafica automatizzata utilizzando un meccanismo per convertire i segnali elettrici in caratteri stampati. L'intera struttura (fig. 2.22) era progettata per garantire un funzionamento continuo e affidabile anche in ambienti operativi particolarmente intensi, come redazioni giornalistiche, centrali telegrafiche e uffici governativi.

La Teletype Model 33 (1963) è invece una delle evoluzioni più significative della telescrivente e costituisce un importante collegamento con la nascita dell'informatica moderna (fig. 2.23). L'innovazione più importante riguardò l'utilizzo del codice ASCII, destinato a diventare uno degli standard fondamentali della comunicazione informatica.

La macchina non era più pensata esclusivamente per ambienti industriali, ma anche per uffici, amministrazioni e centri di comunicazione. Ergonomia, leggibilità del testo e comfort operativo diventano aspetti centrali del progetto, anticipando direttamente il funzionamento dei moderni computer e delle reti digitali.[17]

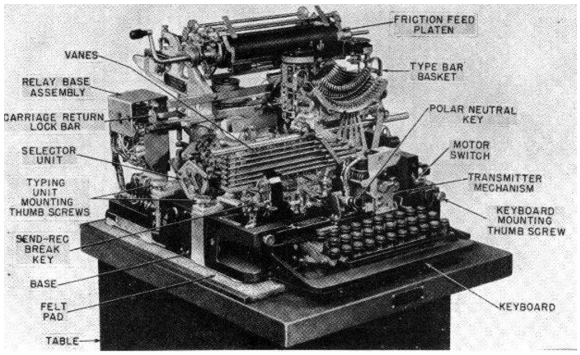


Fig. 2.21 Schema dei componenti della Teletype Model 15

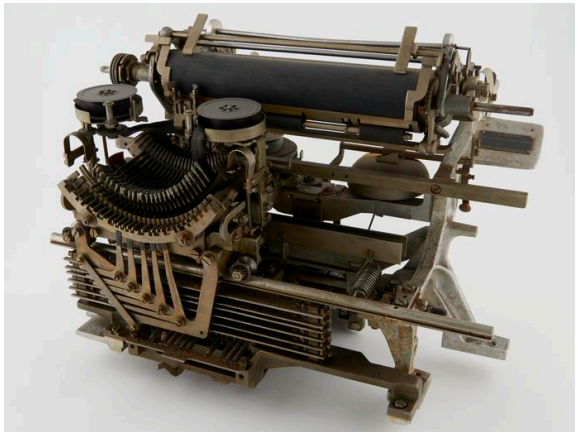


Fig. 2.22 Teletype Model 15 (1930), meccanismo senza la scocca.



Fig. 2.23 Teletype Model 33 (1963)

[17] Storia, procedimento e evoluzione dei modelli consultabile al sito: air-radiorama.blogspot.com/2016/04/storia-delle-telescriventi-olivetti.html (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Funzionamento

Prima di stampare le lettere, la telescrivente le trasformava in una sequenza di impulsi elettrici basati sul codice Baudot, un sistema a 5 bit.: ogni carattere era una combinazione di cinque "pulsazioni".

Nella seconda metà dell'Ottocento, con Émile Baudot, nasce l'idea di rappresentare ogni carattere con cinque impulsi elettrici, sempre della stessa durata, sempre nello stesso ordine, trasformando la parola in una serie di combinazioni binarie.

Con così poche combinazioni disponibili, Baudot inventa un sistema a due "livelli": uno per le lettere, uno per i numeri e i simboli. La macchina passa da un livello all'altro come se cambiasse registro linguistico, annunciando il cambio con un carattere speciale (fig. 2.25).

Questa sequenza viene tradotta dalla telescrivente in una striscia di carta forata (fig. 2.24), che può essere letta ed interpretata dalla stessa macchina, che grazie ad un sistema di magneti associa ogni riga di pallini ad un carattere, imprimendo automaticamente il segno con il martelletto corrispondente (fig. 2.26).

Il codice Baudot è il punto in cui la parola smette di essere solo segno e diventa sequenza. Un' invenzione che ha insegnato alle macchine a leggere e alle persone a pensare la comunicazione in modo nuovo, anticipando i sistemi dei moderni computer. Ogni telescrivente diventa così un interprete: riceve impulsi, li decodifica e li stampa[18].

[18] *Basic teleprinter and telegraph principles*, Creed Publications. Consultabili sul sito: www.cryptomuseum.com/telex/files/creed_basic_tty.pdf (Ultimo accesso: 02/07/2026)

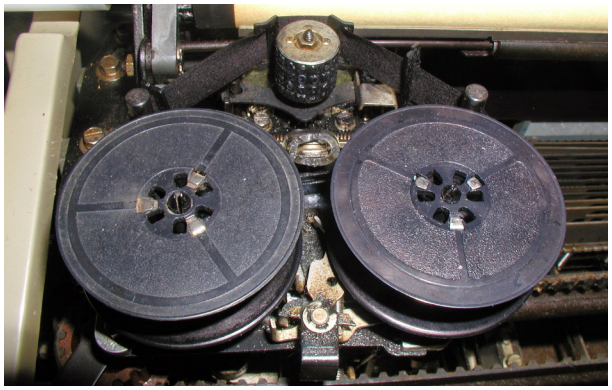


Fig. 2.26 Martelletto della Teletype Model 15, costituito da un cilindro con caratteri in rilievo.

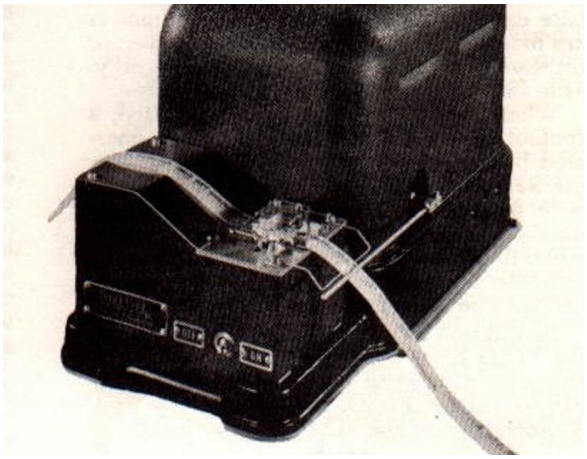


Fig. 2.24 Striscia forata con informazioni in codice Baudot.

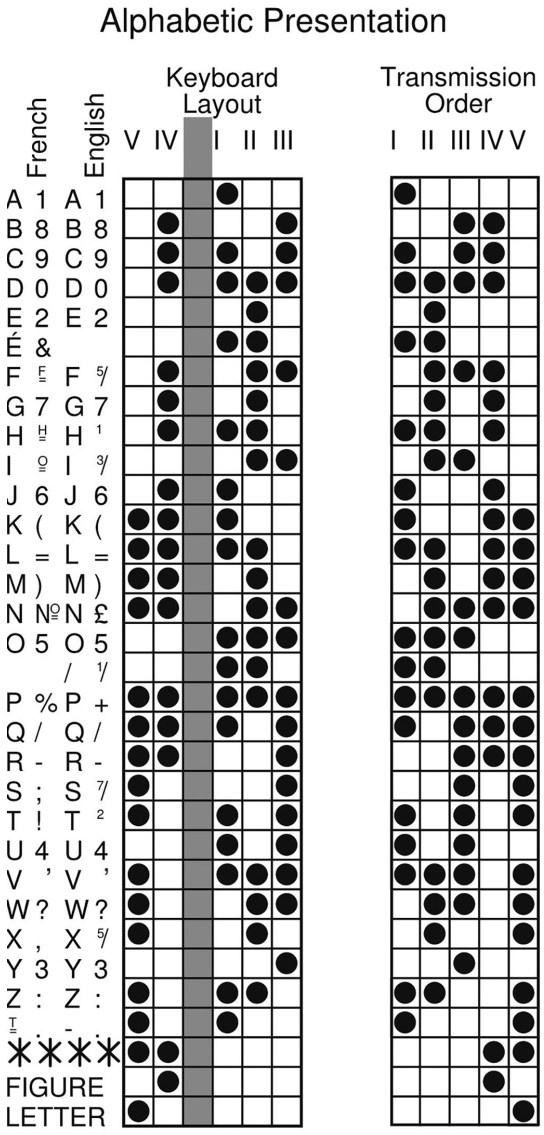


Fig. 2.25 Codice Baudot, alfabeto.

Procedimento di trasmissione con la telescrivente

1. L'operatore preme un tasto sulla tastiera

La pressione del tasto attiva un sistema di contatti elettrici e camme che preparano la macchina a generare la sequenza di impulsi corrispondente al carattere scelto.



2. Il carattere viene convertito



La telescrivente traduce il tasto premuto in un messaggio in codice Baudot, tramite un selettore meccanico che apre e chiude circuiti in una sequenza temporale precisa. Il carattere è una serie di cinque impulsi elettrici sincronizzati.

3. Gli impulsi vengono trasmessi

La sequenza codificata viaggia lungo la linea telefonica o telegrafica come un flusso continuo di corrente e assenza di corrente. La trasmissione è sincrona: ogni impulso ha la stessa durata, e il ritmo è regolato da un generatore meccanico o elettronico che mantiene la cadenza costante.



4. La stazione ricevente interpreta il codice



La telescrivente ricevente ricostruisce il carattere leggendo gli impulsi in arrivo.
Un sistema di magneti selettivi riconosce la combinazione e attiva il martelletto corrispondente, che imprime la lettera sulla carta.

Fonte: youtu.be/W4gwJAO2EWg?si=cxf69QOIBaerKxU8

2.4 Radio a Galena

La radio a galena (fig. 2.27) rappresenta uno dei dispositivi più significativi nella storia della comunicazione senza fili. Per la prima volta la comunicazione poteva raggiungere simultaneamente un numero elevato di persone senza la necessità di un collegamento diretto tra trasmettitore e ricevitore.

La sua importanza storica risiede nella semplicità costruttiva: non richiedeva batterie o fonti di energia esterne; l'energia necessaria al funzionamento proveniva direttamente dal segnale radio captato dall'antenna, caratteristica che rese il dispositivo economico, facilmente costruibile e accessibile a un vasto pubblico (fig. 2.28).

È un ricevitore radio passivo progettato per intercettare le onde elettromagnetiche trasmesse dalle emittenti e trasformarle in segnali sonori percepibili dall'orecchio umano, basandosi sul principio della rivelazione del segnale radio attraverso un cristallo semiconduttore naturale, generalmente costituito da solfuro di piombo, comunemente noto come galena (fig. 2.29).

L'elemento più caratteristico del dispositivo è il rilevatore a galena, costituito da un piccolo cristallo minerale sul quale viene appoggiato un filo metallico sottile chiamato "baffo di gatto". Il punto di contatto tra il filo ed il cristallo crea una giunzione semiconduttrice in grado di rettificare il segnale radio: il dispositivo separa il segnale audio dall'onda portante ad alta frequenza, rendendo possibile l'ascolto della trasmissione.

L'ascolto richiede una continua regolazione e sperimentazione: l'utente deve cercare il corretto punto di contatto sul cristallo e regolare accuratamente il circuito di sintonia per poter ascoltare l'audio in maniera chiara, instaurando un rapporto diretto con il funzionamento della radio.



Fig. 2.27 Radio a galena Radiojour, Francia, ca. 1920. Ricevitore a cristallo di galena da tavolo, con cofanetto in legno.

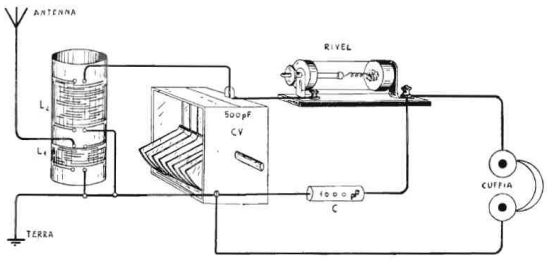


Fig. 2.28 Schema che mostra il funzionamento elettrico di una radio a galena.
Il segnale captato dall'antenna viene selezionato dalla bobina di sintonia L_1–L_2 (induttanze: avvolgimenti di filo che "risuonano" su una certa frequenza, permettendo di scegliere la stazione) e dal condensatore variabile CV (500 pF) (regola l'accordo del circuito: cambiando la capacità si cambia la frequenza che il circuito lascia passare).
Il rivelatore (cristallo di galena: "taglia" la portante, cioè rettifica il segnale per estrarre l'audio) trasforma la radiofrequenza in un segnale udibile, mentre il condensatore C (1000 pF) (filtra l'alta frequenza: blocca la portante e lascia passare solo l'audio) pulisce ulteriormente il segnale.
Le cuffie ad alta impedenza (trasduttore molto sensibile: vibra anche con correnti debolissime) trasformano le variazioni di corrente in suono.



Fig. 2.29 Cristallo di Galena.

L'ultima fase del processo avviene nell'auricolare (fig. 2.30; 2.31), perchè, essendo un ricevitore passivo, non amplifica il segnale: le variazioni di corrente attraversano una bobina generando un campo magnetico variabile che mette in movimento una sottile membrana metallica che produce variazioni di pressione nell'aria circostante, generando onde sonore che si propagano fino all'orecchio dell'ascoltatore attraverso il ricevitore collegato via cavo..

La radio a galena è particolarmente interessante perché rende evidente una doppia trasformazione dell'informazione: il suono convertito in segnale elettrico e il suono trasmesso come onda elettromagnetica.

In conclusione, la radio a galena non è soltanto un ricevitore radiofonico (fig. 2.32), ma un vero e proprio sistema di traduzione dell'informazione tra differenti forme fisiche, che anticipa i principi caratterizzanti di numerose tecnologie della comunicazione contemporanea.[19]

[19] M. della Bianca, *L'angolo della radio a galena,* www.laradiodepoca.it/Kristal.htm (Ultimo accesso: 02/07/2026)



Fig. 2.30 Famiglia all'ascolto di una radio a galena, anni '20; Portsmouth Historical Society Museum.

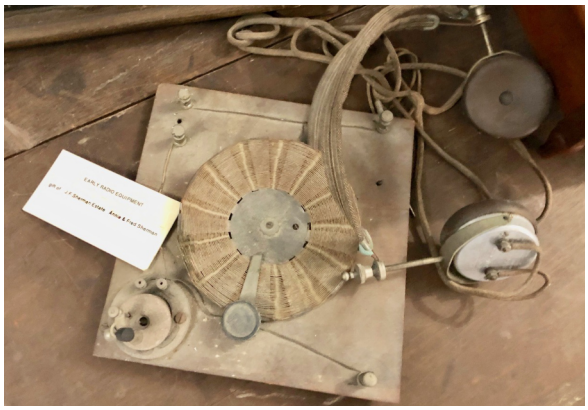


Fig. 2.31 Radio a galena, Stati Uniti, anni'20; collezione J. F. Sherman, Portsmouth Historical Society Museum.



Fig. 2.32 Radioricevitori a cristallo di galena (1920-40 ca.), Museo Marconi.

Evoluzione progettuale

I primi Crystal Set erano semplici e spesso autocostruiti (fig. 2.33), costituiti da una bobina, un cristallo di galena, un supporto regolabile per il rilevatore e un auricolare. Con una struttura aperta che permetteva l'osservazione diretta di tutti i componenti avente l'obiettivo di comprendere il funzionamento e la facilità di costruzione.

Successivamente, i modelli più evoluti, introdussero sistemi di sintonia più precisi e meccanismi di regolazione più raffinati: le bobine erano regolabili e ciò consentiva una selezione più accurata delle frequenze e il supporto del rilevatore garantiva una migliore stabilità del contatto con il cristallo con una crescente attenzione all'usabilità e alla qualità della ricezione.

Diffusi poi durante gli anni Venti e Trenta, i kit per autocostruzione, permettevano agli utenti di assemblare personalmente il ricevitore (fig. 2.34). Soluzione che contribuì alla diffusione della cultura tecnica e della sperimentazione elettronica presso il grande pubblico.
Dal punto di vista del design, il kit rappresenta un interessante esempio di progettazione aperta, nella quale il processo di costruzione diventa parte integrante dell'esperienza d'uso.

È durante gli anni Venti che migliaia di appassionati costruivano autonomamente il proprio ricevitore utilizzando componenti facilmente reperibili: in molti casi la costruzione della radio costituiva essa stessa un'attività educativa attraverso la quale si apprendevano principi di fisica, elettricità e meccanica (fig. 2.35; 2.36).

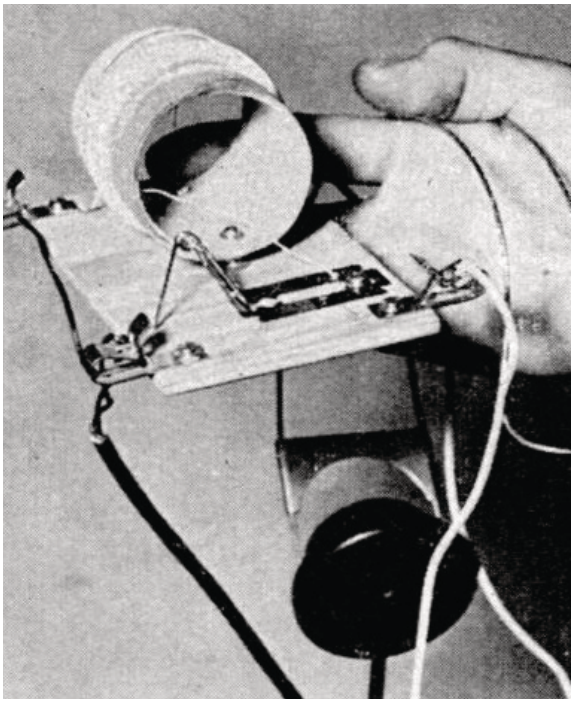


Fig. 2.33 Radio a galena autocostruita, anni '30.
Esempio di ricevitore a cristallo realizzato artigianalmente; tratta da un articolo di Umberto Alunni



Fig. 2.34 Ricevitore a galena, Spagna, ca. 1935.
Esempio di radio a cristallo di galena di fabbricazione casalinga.



Fig. 2.36 Componenti di una radio a galena, Italia, anni '20; Arteventi News.

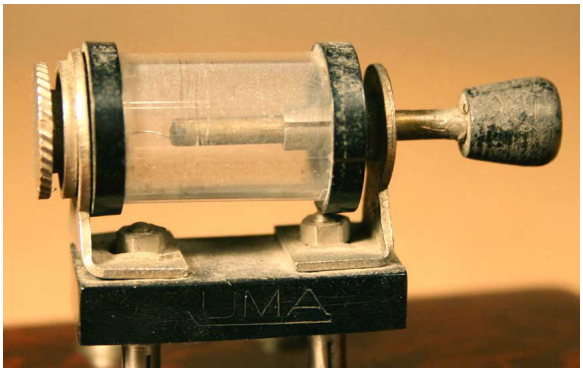


Fig. 2.35 Radio a galena Ruma 1, Italia, ca. 1940–50; Dettaglio del componente principale del ricevitore: il cristallo di galena, toccato da un sottile filo metallico ("baffo di gatto").

Procedimento di ricezione con la radio a galena

1. L'antenna intercetta le onde radio

L'antenna intercetta le onde radio presenti intorno a sè, raccogliendo un segnale grezzo composto da molte frequenze sovrapposte.



2. Si seleziona la frequenza desiderata



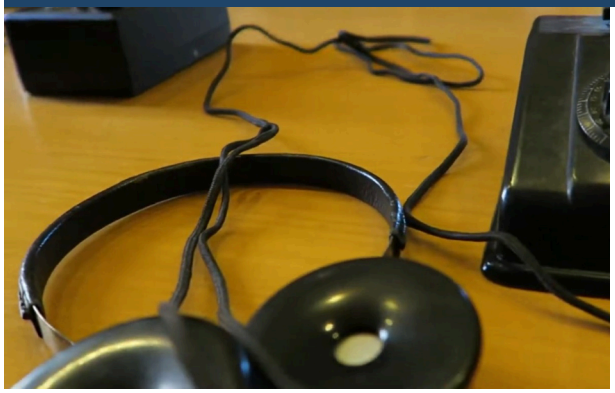
La bobina e il condensatore formano un circuito risonante che "sceglie" una sola frequenza tra tutte quelle captate. Regolando la bobina, l'operatore accorda la radio. Il segnale è ancora un'onda alternata ad alta frequenza, ma isolato dal resto.

3. Il segnale raggiunge il cristallo di galena

Il cristallo di galena, toccato dal filo "gatto", lascia passare solo una metà dell'onda, trasformando l'oscillazione in un segnale pulsante che contiene l'informazione audio, traducendo l'onda radio in un segnale udibile.



4. L'auricolare converte le variazioni elettriche in vibrazioni meccaniche



Il segnale rettificato raggiunge gli auricolari, che vibrano in proporzione alla corrente ricevuta. Non c'è amplificazione: il suono è debole ma puro, generato direttamente dall'energia catturata dall'antenna.

Fonte: youtu.be/3_Ko5x1eVRw?si=XCPcr5cqvL4xB3xn

3. Fotografia e cinema



Un fotogramma di "Sortie des usines Lumière", il primo film della storia. (Hulton Archive/Getty Images)

Introduzione

Prima che fosse possibile catturarla, l'immagine apparteneva solo allo sguardo di chi la osservava: la realtà poteva essere guardata e ricordata ma mai fermata nel tempo.

L'idea di catturare un frammento visivo e di poterlo rivedere in un secondo momento segnò una svolta importante nella storia moderna. Tra il XIX° ed il XX° secolo vennero creati una serie di dispositivi analogici come la camera oscura (fig. 3.1) e, scussessivamente, la macchina fotografica meccanica e infine digitale (fig. 3.4), per poi passare alla ricerca di catturare una scena con macchina da presa, dopo aver creato strumenti come il mutoscopio e la lanterna magica, pensati per stupire e meravigliare, che cambiarono il modo in cui le persone guardavano e interpretavano il mondo.

Una fotografia (fig. 3.2; 3.3) poteva continuare a esistere anche quando il soggetto non era più presente; una sequenza di immagini poteva essere rivista, condivisa e mostrata in luoghi diversi, diventando qualcosa che poteva durare e ripetersi.

I dispositivi analizzati in questo capitolo raccontano il passaggio dall'osservazione diretta alla riproduzione tecnica dell'immagine: dalla luce impressa sulla pellicola, al movimento creato con la successione di fotogrammi. Ogni invenzione ha segnato un passaggio fondamentale nella costruzione della nostra cultura, ed il momento in cui l'immagine ha smesso di essere solo un evento ed è diventata traccia.

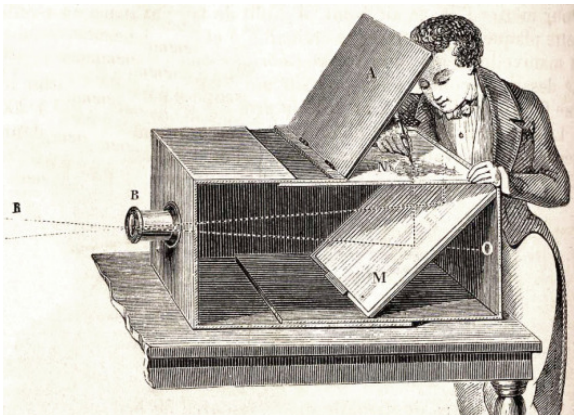


Fig 3.1 Camera oscura.
Weshoot.



Fig 3.2 Prima fotografia aerea, Boston, James Wallace Black, 1860. Scattata a bordo di una mongolfiera, a circa 600mt di altezza.
Foto Fenice.

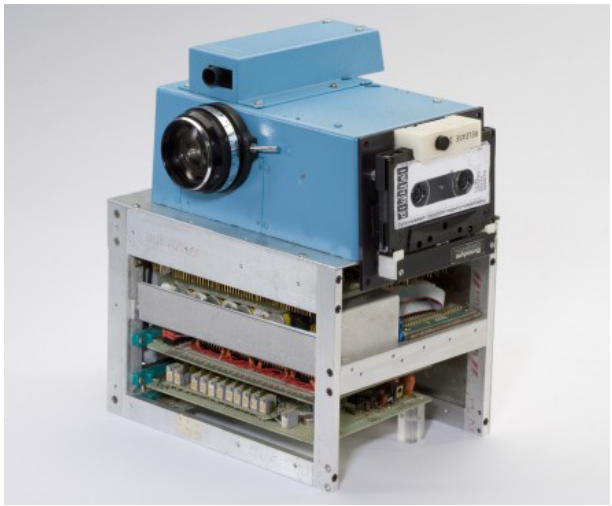


Fig 3.3 Prima macchina fotografica digitale di Steven Sasson.
Weshoot.



Fig 3.4 Prima fotografia a colori, James Clerk Maxwell e Thomas Sutton, 1861.
Foto Fenice.

Nel corso dell'Ottocento una serie di dispositivi analogici diede forma all'idea di immagine in movimento sfruttando la persistenza retinica; tra questi c'era il taumatropio (fig. 3.5), un piccolo disco di cartone con due immagini sui lati opposti che, ruotando rapidamente tra le dita, si fondevano in un'unica scena, gettando le basi per quello che verrà riconosciuto con il terimine fotogramma.

Un altro oggetto che utilizzava questo principio era il fenachistoscopio (fig. 3.6), un disco con una serie di disegni disposti lungo la circonferenza, che ruotando permetteva alle immagini di prendere vita, ottenendo un'animazione fluida ma breve.

Gli studi in questo ambito proseguono poi con lo zootropio (fig. 3.7), un cilindro con fessure verticali e una striscia di disegni all'interno: guardando attraverso le aperture mentre il cilindro ruotava, la sequenza si trasformava in un movimento continuo. La velocità di rotazione determinava la fluidità dell'animazione, anticipando il funzionamento delle macchine da presa e dei proiettori dei fratelli Lumière.

Questi strumenti, pur essendo semplici giocattoli ottici, rappresentano le basi del linguaggio cinematografico e definiscono i tre principi del cinema: persistenza retinica, sequenza di fotogrammi e visione intermittente. [20]

[20] *Animazioni del Precinema,* www.magiadellaluce.com/animazioni%20precinema.html (Ultimo accesso: 02/07/2026)



Fig 3.5 Taumatropio.
Magia della luce.



Fig 3.6 Fenachitoscopio.
Magia della luce.



Fig 3.7 Zootropio.
Magia della luce.

3.1 Lanterna magica

La lanterna magica (fig. 3.8; 3.9) è uno dei primi strumenti che hanno permesso all'immagine di diventare spettacolo, racconto e comunicazione condivisa.

Nata intorno alla metà del '600, anche grazie agli studi ottici di Christiaan Huygens, era un oggetto quasi "scientifico": una scatola di metallo con una fonte luminosa interna e un sistema di lenti che proiettavano su una parete immagini dipinte su vetro.

Nell'Ottocento la si trovava nelle fiere, nei salotti borghesi, nelle scuole, nelle chiese, nelle piazze e i lanternisti ambulanti si spostavano portando con sé storie, paure, miracoli, geografie lontane; in particolare si ricordano le phantasmagorie, spettacoli di fantasmi e apparizioni che, sfruttando il buio ed il movimento delle lastre, creavano un'esperienza immersiva quasi soprannaturale.

La lanterna magica unisce tecnica e immaginazione. Le lastre di vetro erano progettate con colori saturi, contorni netti, figure pensate per essere leggibili anche ingrandite. Alcune erano animate tramite piccoli meccanismi che permettevano movimenti semplici come onde che si muovono o occhi che si aprono[21].

È uno dei primi esempi di progettazione dell'immagine in funzione della sua proiezione, non della sua osservazione ravvicinata, progettando anche l'esperienza in sè: la stanza buia, la distanza dello schermo, la voce del narratore, il ritmo delle immagini che, insieme, contribuivano a creare un linguaggio visivo sequenziale e performativo.

Sul piano della comunicazione, la lanterna magica rappresenta una svolta decisiva, perchè, per la prima volta, un gruppo di persone poteva guardare insieme la stessa immagine, nello stesso momento, rendendo possibile la spiegazione di concetti, la narrazione di storie, l'educazione e la persuasione attraverso un medium visivo collettivo, trasformando l'immagine in un mezzo di comunicazione di massa.

[21] *La magia della Luce negli strumenti del precinema: la Lanterna magica*, 2023. Consultabile sul sito: museocity.it/opere/2022/la-magia-della-luce-negli-strumenti-del-precinema-la-lanterna-magica (Ultimo accesso: 02/07/2026)



Fig. 3.8 Lanterna Magica, Inghilterra, 1920. Museo Nicolis di Verona.



Fig. 3.9 Interno della lanterna magica (**in alto**) e lastra di vetro con illustrazione policroma (**in basso**).

La sua importanza, quindi, non sta solo nell'essere l'antenata del cinema, ma nell'aver introdotto un modo completamente nuovo di pensare l'immagine: non più oggetto da guardare, ma evento da vivere.

La lanterna magica mostra come il design possa modellare un'esperienza collettiva attraverso luce, spazio e narrazione, e come la comunicazione visiva nasca dall'incontro tra tecnica e immaginazione.

Rappresenta il primo passo verso tutto ciò che oggi consideriamo naturale: schermi, proiezioni, presentazioni, video, cinema, animazione. Un oggetto antico che ha aperto la strada al nostro modo di vedere il mondo (fig. 3.10; 3.11). [22]



Fig. 3.10 Vetro per Lanterna Magica, fotografia colorata a mano, Inghilterra, 1890 ca.
Museo del Precinema di Padova.

[22] Museo del Precinema di Padova, www.minicizotti.it/museo/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)

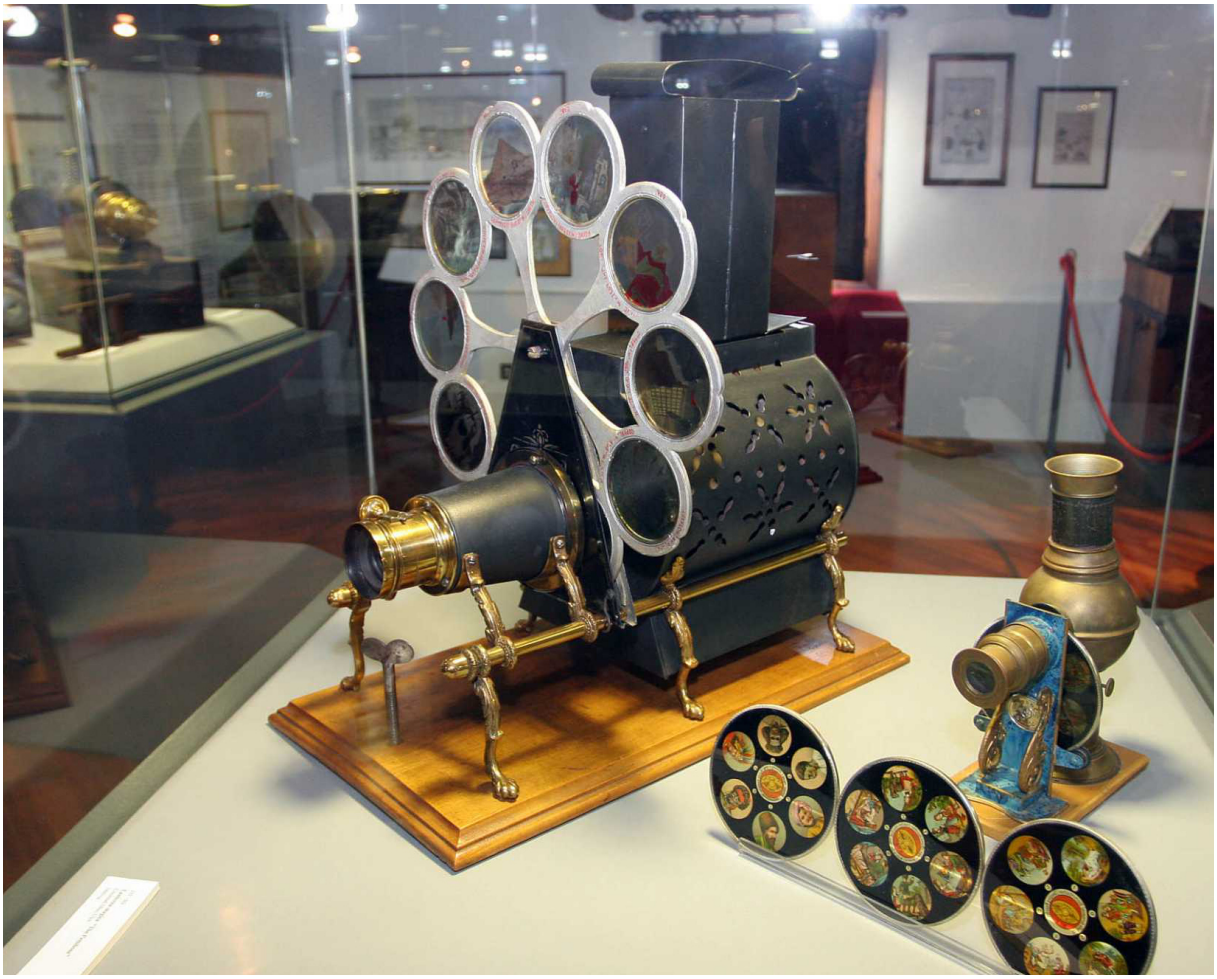


Fig. 3.11 Lanterne magiche Pettibone con lastre di vetro dipinte, Ohio 1880 ca.
Museo del Precinema di Padova

Utilizzo della lanterna magica

1. Accensione della sorgente luminosa

La sorgente un tempo era una candela, poi una lampada a olio, infine una lampada a gas o a incandescenza. L'operatore la accende e la sistema in modo che la fiamma o il filamento siano esattamente al centro del riflettore concavo. Uno specchio metallico raccoglie poi la luce e la riflette in avanti, concentrandola in un fascio più intenso.



2. Inserimento della lastra dipinta



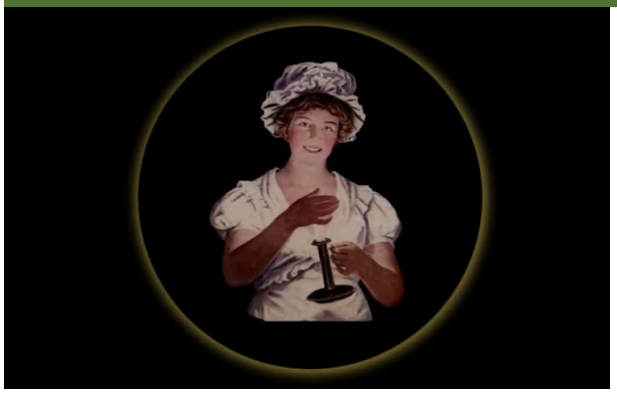
L'operatore inserisce la lastra di vetro dipinta in una fessura laterale, facendola scorrere come una diapositiva primitiva. Ogni vetro è un piccolo quadro: figure, paesaggi, scene religiose, animali, oppure immagini meccaniche. La lastra deve essere perfettamente perpendicolare al fascio di luce in modo da non essere deformata.

3. Regolazione dell'immagine

La lente principale raccoglie la luce che attraversa l'immagine e la raddrizza, la ingrandisce e la mette a fuoco. La lampada magica viene posizionata in una stanza buia, pronta per la proiezione.
La luce attraversa la lastra, passa attraverso la lente e viene ingrandita e proiettata sulla parete, e l'operatore regola la distanza tra lente e vetro: qualche millimetro avanti o indietro, finché l'immagine non appare nitida.



4. Proiezione dell'immagine



Se l'operatore vuole animare la scena, può far scorrere lentamente la lastra, oppure sostituirla con un'altra, creando una sequenza narrativa. Alcune lanterne avevano vetri mobili sovrapposti: uno fisso e uno scorrevole, per simulare pioggia, fiamme, onde, apparizioni.

Fonte: Museo del Precinema, collezione Minici Zotti
youtu.be/zi3q8Et527Y?si=fRoqNfSfBsGkpepJ

3.2 Mutoscopio

Il mutoscopio (fig. 3.12) è uno di quegli oggetti che raccontano un momento di transizione in cui l'immagine comincia a diventare movimento. È un dispositivo ibrido, meccanico, moderno nel modo in cui mette insieme tecnica, comunicazione e design.

Inventato negli Stati Uniti tra il 1894 e il 1895 da Herman Casler, funziona come un grande flipbook (fig. 3.13): centinaia di fotografie leggermente diverse tra loro montate su un tamburo metallico. Girando una manovella, le immagini scorrono davanti a una lente e creano l'illusione del movimento: ogni immagine è studiata per funzionare in continuità con la successiva, per costruire un movimento fluido, per raccontare una micro-storia in pochi secondi.

Non c'è pellicola, non c'è proiezione, non c'è schermo: c'è un rapporto diretto tra lo spettatore e la macchina. Si guarda dentro una piccola finestra, si regola la velocità, si controlla il ritmo. È un cinema che si "manovella", che si aziona con il movimento del nostro corpo, non un cinema che si guarda passivamente come accadrà in futuro.

La sua struttura è robusta, semplice, pensata per resistere all'uso continuo. La manovella è un gesto progettato: invita a partecipare, a interagire, a diventare parte del meccanismo e anche la parte estetica è curata, infatti molte macchine erano decorate, costruite in legno o metallo lucido così da attirare l'attenzione e trasformare l'esperienza in qualcosa di quasi rituale.

Offre un'esperienza personale e individuale. È uno dei primi media in cui il pubblico non è una massa indistinta, ma una persona alla volta, rendendo l'immagine più diretta, più controllabile, più "propria", trovandosi, nonostante questo particolare, in luoghi pubblici, affollati, popolari che lo rendono un mezzo di intrattenimento accessibile a tutti.

Il mutoscopio dimostra che il movimento non nasce solo dalla tecnologia della pellicola, ma anche da un'idea di narrazione per immagini, di ritmo e di partecipazione. È un piccolo oggetto che ha contribuito a cambiare il modo in cui guardiamo, interpretiamo e viviamo le immagini.



Fig. 3.12 Mutoscopio (ca. 1925).
Visore meccanico di pellicole in stile peep show, prodotto dalla International Mutoscope Reel Co. di New York.
Museu del Cinema.



Fig. 3.13 Mini mutoscopio aperto.
Picryl.com

"What the Butler Saw"

"What the Butler Saw" è il modo in cui veniva chiamato il mutoscopio, un nome ironico derivato dalle cabine installate nei luna park inglesi (fig. 3.14): la postura (il corpo piegato in avanti, la testa dentro una sorta di "visore") che le persone dovevano assumere, ricordava moltissimo l'atto di spiare attraverso una serratura, poiché molti mutoscopi mostravano brevi filmati di ballerine, scenette di varietà o contenuti considerati un po' audaci per l'epoca (fig. 3.15).

Il nome "What the Butler Saw" nasce proprio in questo contesto: richiama l'immaginario della commedia inglese, in cui il maggiordomo è spesso la figura che "vede" cose che non dovrebbe vedere. È un riferimento ironico, malizioso in linea con l'umorismo britannico di fine Ottocento e inizio Novecento. Il soprannome comincia a circolare quando il mutoscopio era ormai diffusissimo nei luna park; era un'etichetta popolare, nata dal pubblico e poi diventata così comune da identificarlo. Alcuni mutoscopi vennero addirittura decorati o pubblicizzati usando questo nome (fig. 3.16).

In realtà esistevano mutoscopi con ogni tipo di coontenuto, ma il soprannome rimase, perché catturava perfettamente l'essenza dell'esperienza: un piccolo cinema privato, da guardare da vicino, che dava la sensazione di sbirciare in un mondo riservato[23].

[23] *Mutoscopes Become "What The Butler Saw" Machines*, 2016. Articolo consultabile sul sito: racingnelliebly.com/weirdscience/mutoscopes-become-butler-saw-machines/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)



Fig. 3.15 What the Butler Saw, inizio '900.
ACMI's collection.



Fig. 3.14 Mutoscopi all'aperto, 1912.
Racingnelliebly.



Fig. 3.16 Mutoscopio vittoriano "What The Butler Saw".
Canonbury Antiques.

La manovella

Aspetto legato al design dell'interazione, allora rivoluzionario, riguarda la manovella (fig. 3.17): quando l'utente afferra la manovella e inizia a ruotarla, si mette in moto un albero meccanico collegato direttamente al grande tamburo interno su cui sono montate centinaia di fotografie stampate su cartoncino rigido, ognuna leggermente diversa dalla precedente.

La rotazione della manovella (fig. 3.18) fa avanzare il tamburo in modo continuo e regolare, come se si stessero sfogliando molto rapidamente le pagine di un libro. È un movimento semplice, ma calibrato con precisione: ogni scatto della manovella corrisponde allo scorrimento di una singola immagine davanti alla lente.

La velocità del filmato dipende interamente dalla mano dello spettatore: se la manovella viene girata lentamente, le immagini scorrono una per una, quasi come un'animazione primitiva; se invece la si gira più velocemente, il movimento diventa fluido, cinematografico. Questo aspetto la rende un'esperienza fisica: il ritmo del film è letteralmente nelle dita di chi guarda.

All'interno, un piccolo sistema di molle e frizioni impedisce che il tamburo scorra troppo liberamente o che si blocchi, garantendo l'allineamento delle immagini davanti alla lente, mantenendo una continuità visiva.

Un dettaglio interessante è che la manovella permette anche di invertire il movimento: se la si gira al contrario, il film "torna indietro".

La manovella, quindi, non è solo un componente tecnico, ma è un elemento di design dell'esperienza. Trasforma la visione in un atto corporeo e personale. Ogni spettatore vede il film a modo suo, con il proprio ritmo, con la propria curiosità.

È un cinema che si "suona", come uno strumento, e che restituisce un rapporto diretto tra gesto e immagine. Ed è proprio questa relazione fisica, tattile, a rendere il mutoscopio un oggetto così unico nella storia della comunicazione visiva, anticipando l'idea moderna di "scorrere" un contenuto, di manipolarlo, di farlo proprio.

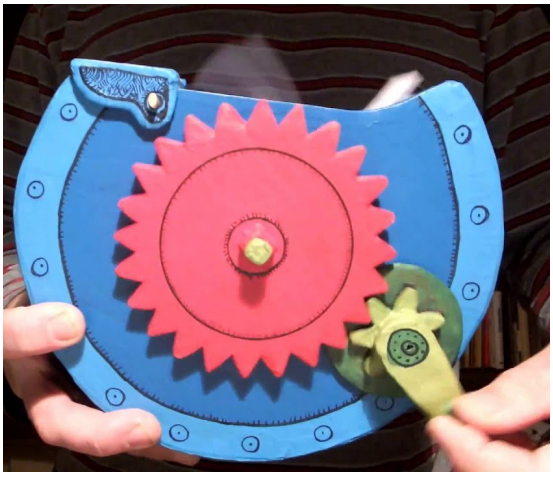


Fig. 3.17 Modello di manovella in cartone.
Alejandro Arce
www.youtube.com/watch?v=NHigXn55iVE

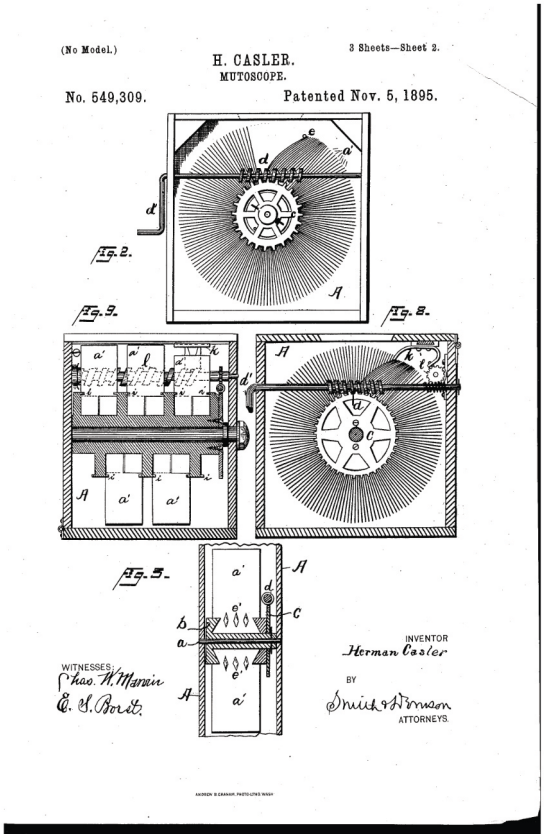


Fig. 3.18 Disegno tecnico originale di un brevetto storico, Herman Casler, 5 novembre 1895; numero di brevetto 549.309.
Habr.

Utilizzo del mutoscopio

1. Azionamento della manovella

L'utente inizia a girare la manovella che mette in movimento un tamburo o un cilindro interno su cui è montata una lunga serie di fotografie stampate su cartoncino rigido. Ogni immagine è leggermente diversa dalla precedente, come i fotogrammi di un film.



2. Sfogliamento delle immagini



Un dente metallico blocca per un istante e rilascia ogni cartoncino facendo sì che le immagini passino davanti all'obiettivo una alla volta, a una velocità che dipende direttamente dalla mano dell'osservatore e proprio per questo ogni visione è leggermente diversa, più lenta o più rapida, più fluida o più scattosa.

3.Visione dalla lente di ingrandimento

Davanti alle immagini in movimento c'è una lente di ingrandimento, spesso montata in una piccola finestra oculare attraverso cui l'osservatore può vedere le fotografie trasformarsi in un'unica scena animata. La lente ingrandisce, concentra lo sguardo, isola la visione dal mondo esterno, creando un piccolo spazio intimo in cui l'immagine prende vita.



4. Percezione dell'occhio



L'utente percepisce la successione rapida come un'unica scena fluida, grazie alla persistenza retinica. Quando la moneta ha esaurito il suo "tempo", un fermo meccanico blocca il tamburo e la storia si interrompe.

Fonte: Charlie Chaplin's "His trysting place" (1914) Mutoscope at MOMI
www.youtube.com/watch?v=TMhOlxraA0A
www.youtu.be/k-U4hmLe2tc?si=7GzVagj1bJ6F6tW0

3.3 Macchina fotografica

La macchina fotografica meccanica (3.19; 3.20; 3.21) rappresenta un momento importante da un punto di vista storico, politico, sociale e culturale: la sua funzione principale consiste nel conservare un frammento di realtà rendendolo accessibile per sempre.

La fotografia introduce una trasformazione radicale: per la prima volta un dispositivo meccanico diventa capace di registrare la luce proveniente da una scena reale, modificando profondamente il rapporto tra individuo, memoria e rappresentazione e diventando una tecnologia e uno strumento culturale capace di influenzare il modo in cui gli esseri umani osservano e interpretano il mondo.

Le origini della macchina fotografica vengono ricondotte alla camera oscura (dispositivo ottico conosciuto già in epoca antica): attraverso un piccolo foro praticato in una superficie chiusa, la luce proietta un'immagine capovolta della realtà esterna su una parete interna. Principio che per secoli venne utilizzato come supporto al disegno e alla rappresentazione artistica [24].

Nel XIX secolo, grazie allo sviluppo di materiali fotosensibili, divenne possibile fissare in modo permanente tali immagini. I primi procedimenti fotografici richiedevano tempi di esposizione molto lunghi e apparecchiature ingombranti, ma, con il progressivo perfezionamento delle emulsioni fotografiche e dei sistemi meccanici di controllo della luce, la fotografia divenne sempre più pratica e accessibile.

Esempio di integrazione tra ottica, meccanica e interazione umana: l'obiettivo raccoglie e concentra la luce; il diaframma ne controlla la quantità; l'otturatore determina il tempo di esposizione; la pellicola registra l'immagine risultante.

La fotografia introduce inoltre una particolare relazione tra essere umano e macchina: è il fotografo che sceglie soggetto, inquadratura, momento dello scatto e impostazioni tecniche, collaborando con il dispositivo nella costruzione dell'immagine finale.



Fig. 3.19 Macchina da studio Colin & Bernicard, 1870, Francia. Museo Nicolis di Verona.



Fig. 3.20 Macchina fotograficaBencini Comet II, 1953, Italia. Museo Nicolis di Verona.



Fig. 3.21 Kodak Folding n.1. Museo Nicolis di Verona.

[24] redi.imss.fi.it/invenzioni/index.php/Camera_oscura (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Uno degli aspetti più sorprendenti della fotografia consiste nella sua capacità di registrare un intervallo temporale preciso che, dal punto di vista della comunicazione visiva, è simbolo di una nuova modalità per rappresentare la realtà (fig. 3.22).

La fotografia permette di osservare eventi troppo rapidi per essere percepiti dall'occhio umano oppure di condensare lunghi intervalli temporali in un'unica immagine e può quindi essere considerata uno dei più significativi esempi di progettazione analogica del XX° secolo.

Attraverso la combinazione di ottica, meccanica e sensibilità umana, essa ha reso possibile una nuova forma di comunicazione basata sulle immagini, modificando il modo in cui l'uomo osserva, documenta e ricorda la realtà (fig. 3.23; 3.24).



Fig. 3.22 Prima fotografia della storia, 1826, Le Gras (Francia).
www.lefotografiechehannofattolastoria.it

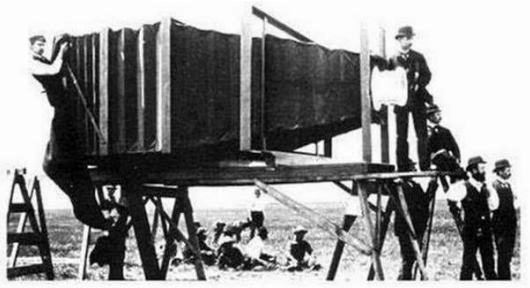


Fig. 3.23 George R. Lawrence con la sua macchina fotografica gigante, Chicago, 1900.
Fotografia che documenta la costruzione della grande camera di oltre due metri progettata da Lawrence per realizzare stampe di formato eccezionale, utilizzata per immortalare il treno Alton Limited.
Geographicus Rare Antique Maps & Prints, George R. Lawrence Collection.





Fig. 3.24 Negativo e positivo fotografico su lastra di vetro, primi del XX secolo.
Esemplari provenienti dall'archivio della Fundación Zaragueta Zulaica Fundazioa, dedicato alla conservazione e catalogazione di cliché fotografici su vetro e celluloide appartenenti a fotografi spagnoli di inizio Novecento.
Fonte: Fundación Zaragueta Zulaica Fundazioa, Archivo fotográfico

Funzionamento - modello Leica I

La prima Leica, la Leica I del 1926 (fig. 3.25), nata dall'idea di Oskar Barnack, rende la fotografia rapida, portatile e controllabile, usando il piccolo formato 35mm invece delle lastre ingombranti.

Quando si premeva il pulsante di scatto, non si muoveva solo un otturatore: si attivava una piccola catena di eventi meccanici calibrati con precisione.

La Leica I utilizzava un otturatore a tendina sul piano focale, composto da due tende in tela gommata che scorrevano davanti alla pellicola. La prima si apriva lasciando entrare la luce, la seconda la seguiva a una distanza variabile, determinando il tempo di esposizione (fig. 3.26), permettendo tempi molto rapidi per l'epoca, fino a 1/500 di secondo, e soprattutto garantiva una grande affidabilità.

Il trascinamento della pellicola era completamente meccanico (fig. 3.27): ruotando la manopola di avanzamento, si tendevano le molle dell'otturatore e si faceva avanzare il film di un fotogramma, il tutto sincronizzato da un sistema di ingranaggi che impediva doppi scatti o sovrapposizioni.

La messa a fuoco era manuale, tramite una ghiera sull'obiettivo che spostava avanti e indietro l'intero gruppo ottico: usando la profondità di campo come riferimento, si stimava la distanza.

La Leica I non aveva molte regolazioni, ma quelle che offriva erano già quelle fondamentali della fotografia moderna: il tempo di esposizione, selezionabile tramite una piccola ghiera sull'otturatore, con valori tipici come 1/20, 1/40, 1/60, 1/100, 1/200, 1/500;il diaframma regolato direttamente sull'obiettivo, con valori continui che permettevano di controllare la profondità di campo; la messa a fuoco tramite ghiera, con scala delle distanze incisa; l'avanzamento della pellicola che avveniva in modo manuale; il mirino galileiano (mirino che mostra un campo visivo approssimativamente corrispondente a quello dell'obiettivo montato sulla fotocamera). [25]



Fig. 3.25 Leica I A, 1926, Germania.
Museo Nicolis di Verona.



Fig. 3.26 Dettaglio della ghiera di messa a fuoco.



Fig. 3.27 Dettaglio della rotella per l'avvolgimento del rullino e del pulsante di scatto.

[25] Alcune informazioni sono state estrapolate da *Leica I: tutti i modelli,* consultabile al sito: www.wetzlar-historica-italia.it/Leica%20I.html (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Utilizzo della macchina fotografica meccanica

1. Caricamento della pellicola

L'utente apre il dorso della macchina, inserisce il rullino e lo aggancia al rocchetto di trascinamento, controllando che la pellicola sia tesa, allineata e pronta a scorrere senza incepparsi. Chiudendo il dorso, la macchina diventa una piccola camera oscura portatile.



2. Messa a fuoco



L'operatore porta l'occhio al mirino e regola la ghiera dell'obiettivo finché l'immagine non appare nitida, o stimando la messa a fuoco in base alla distanza dall'obiettivo nel caso delle macchine fotografiche con mirino galileiano, cioè una lente separata da quella dell'obiettivo, che mostra approssimativamente l'inquadratura, ma non la messa a fuoco dell'immagine.

3. Regolazione dell'esposizione

L'operatore sceglie il tempo di scatto e l'apertura del diaframma. Il tempo controlla quanto a lungo l'otturatore resterà aperto; il diaframma decide quanta luce entrerà (troppa luce brucia la pellicola, troppo poca la lascia muta).



4. Scatto e riavvolgimento della pellicola



Premendo il pulsante, l'otturatore si apre per una frazione di secondo e lascia entrare la luce. La realtà attraversa la lente e colpisce l'emulsione fotosensibile della pellicola. Subito dopo lo scatto si trascina la pellicola. Con una leva o una rotella, l'operatore avanza il rullino, portando un nuovo fotogramma in posizione.

Fonte: youtu.be/FYxd3wYMAxQ?si=szO4aYiZUdsNyWy4

3.4 Macchina da presa

La macchina da presa a manovella (fig. 3.28; 3.29) nasce dall'esigenza di registrare il movimento, trasformando una successione di immagini statiche in una rappresentazione dinamica della realtà.

Grazie a questo dispositivo, il tempo non viene più semplicemente fermato, ma può essere osservato, conservato e riprodotto, rendendo possibile registrare azioni, gesti ed eventi nella loro continuità temporale, creando una nuova forma di linguaggio capace di raccontare storie attraverso immagini in movimento.

Le origini della cinematografia sono strettamente legate agli studi sulla percezione visiva con autori come Auguste e Louis Lumière, che nel 1895 presentarono il celebre Cinématographe.

Dal punto di vista progettuale, il cuore della macchina da presa è costituito dal sistema di avanzamento intermittente della pellicola, reso possibile dalla cosiddetta croce di Malta, un meccanismo capace di trasformare un movimento rotatorio continuo in un movimento intermittente.

Particolarmente importante è inoltre il ruolo dell'otturatore rotante che interrompe periodicamente il passaggio della luce e consente l'esposizione del singolo fotogramma, sincronizzandosi con il movimento della pellicola.

Il movimento percepito sullo schermo non esiste realmente sulla pellicola: il film è composto da una successione di immagini statiche registrate, una dopo l'altra. È la rapida alternanza di questi fotogrammi che induce il cervello umano a percepire un movimento continuo.

L'importanza storica della macchina da presa a manovella risiede nella sua capacità di registrare il movimento e nell'aver introdotto un nuovo linguaggio attraverso il quale diventa possibile raccontare storie, documentare eventi, trasmettere emozioni e costruire narrazioni visive condivise da milioni di persone. [26]



Fig. 3.28 Cinepresa a manovella per pellicole formato 35mm, Ernemann (1899/ 1926). catalogo.beniculturali.it



Fig. 3.29 Apparecchio cinematografico da ripresa e per proiezione a manovella (per pellicole da 35mm), Museo scienza tecnologia Milano.

[26] www.brevestoriadelcinema.org/01-3-la-prima-proiezione/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)

La Sortie de l'Usine Lumière

Parlando delle prime rappresentazioni di immagini in movimento, è importante citare i fratelli Lumière e il momento in cui il cinema smise di essere un esperimento tecnico e divenne un gesto sociale, davanti agli occhi di tutti (fig. 3.30).

Il loro primo film, La Sortie de l'Usine Lumière à Lyon, 1895 (fig. 3.31), è una scena molto semplice: il cancello della fabbrica si apre e gli operai escono, chiacchierano, si muovono, attraversano il cortile. Non c'è recitazione, non c'è trama, non c'è messa in scena. È la vita reale immortalata su una pellicola.

Il 28 dicembre 1895, quando il film venne proiettato al Salon Indien du Grand Café di Parigi, gli spettatori guardavano una scena quotidiana, assistendo alla nascita di un nuovo linguaggio: il cinema.

Fu proprio questa necessità pratica di documentare la realtà ad aprire la strada a reportage, documentari, narrazioni visive e alla cultura dell'immagine in movimento.

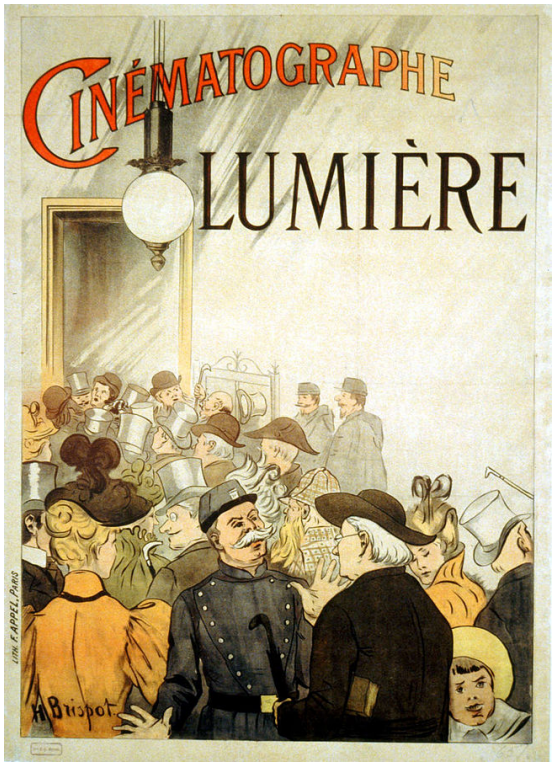


Fig. 3.30 Primo manifesto della storia del cinema, litografia disegnata dall'artista francese Henri Brispot per una delle prime proiezioni pubbliche dei fratelli Lumière a Parigi,1895.
Finestre sull'Arte.



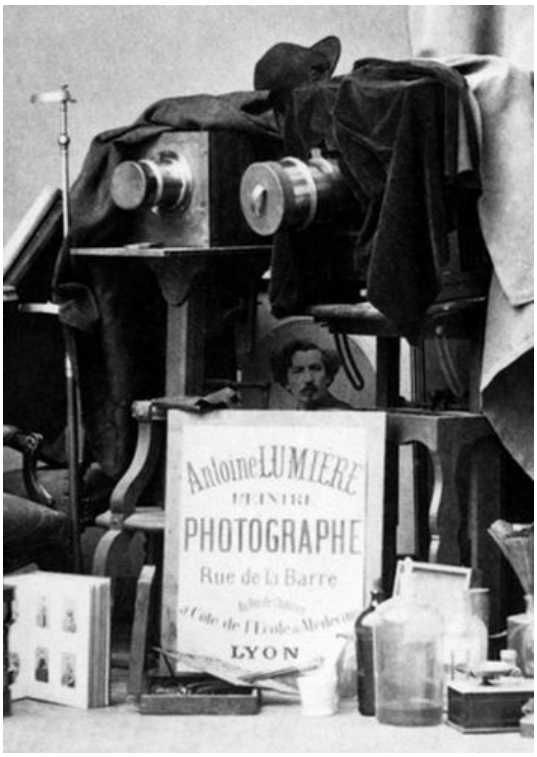


Fig. 3.31 (sinistra) Frames dal film "La Sortie de l'Usine Lumière" (www.storiadellafotografia.com);
(destra) Antoine Lumière nel suo studio fotografico, Lione, fine XIX secolo
(Biblioteca Salaborsa, Bologna - Mostra "Lumière. L'invenzione del cinematografo", 2016–2017).

Funzionamento - modello di Étienne-Jules Marey

Il fucile fotografico di Étienne-Jules Marey del 1882 (fig. 3.32; 3.33) è una delle prime macchine da presa della storia dell'immagine in movimento chiamato così perchè somigliava davvero a un'arma: impugnatura, grilletto, canna.

Quando veniva premuto il "grilletto", all'interno del fucile si metteva in moto un meccanismo caratterizzato da un otturatore rotante e da un disco fotosensibile che ruotava a scatti rapidissimi che corrispondevano a un'esposizione, e in un secondo il fucile poteva registrare 12 immagini della stessa azione. Era la prima volta che un dispositivo riusciva a catturare il movimento in modo continuo, regolare, scientifico.

Un disco circolare ricoperto di emulsione fotosensibile disposto in forma radiale è montato su un asse e collegato a un sistema di molle e ingranaggi. Premendo il grilletto, la molla rilasciava energia e faceva ruotare il disco a scatti regolari. Ogni scatto portava una nuova porzione del disco davanti all'obiettivo. Contemporaneamente, un otturatore a settore ruotava sincronizzato con il disco. Ogni volta che l'apertura passava davanti all'obiettivo, lasciava entrare un lampo di luce, impressionando una sezione del disco. Il risultato era una sequenza di immagini sullo stesso supporto, come i fotogrammi di una pellicola primitiva.

Era provvisto anche di un mirino che permetteva di seguire il soggetto in movimento, non sofisticato, ma sufficiente per mantenere l'inquadratura mentre il meccanismo interno lavorava, usato per studiare il movimento: dal volo degli uccelli, alla corsa dei cavalli o al salto degli atleti. Ogni sequenza mostrava come il corpo si trasformava nel tempo.

La forma a fucile non era un vezzo estetico, ma un modo per seguire con precisione soggetti in rapido movimento: il grilletto era il gesto più naturale per attivare una sequenza rapida e il disco rotante era una soluzione ingegnosa per evitare di cambiare lastra. Senza il fucile fotografico, non ci sarebbero stati Muybridge, i Lumière, né il concetto stesso di fotogramma. [27]

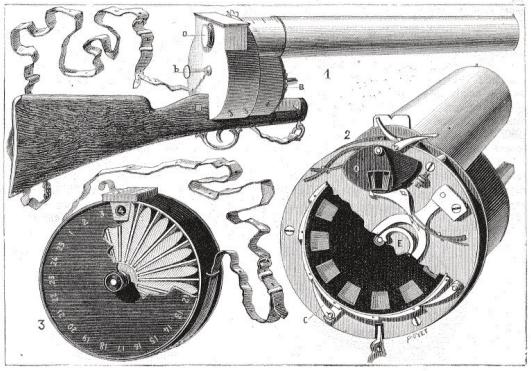


Fig. 3.32 Illustrazione del fucile fotografico di Etienne Jules Marey.
Darsmagazine.



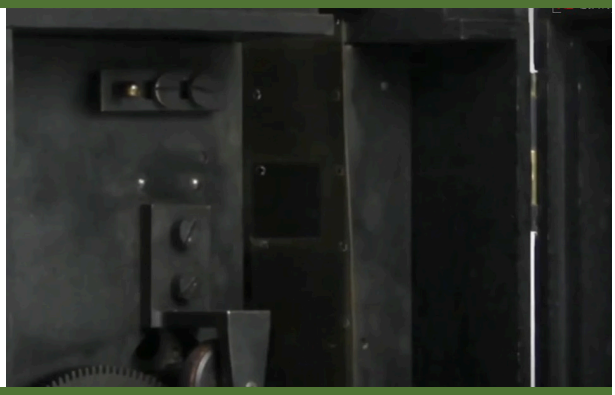
Fig. 3.33 Fucile fotografico in uso, incisione, Étienne-Jules Marey, "Le movement", 1894.
Linda Hall Library.

[27] Étienne-Jules Marey, *Scientist of the Day*, 2020. Consultabile al sito: www.lindahall.org/about/news/scientist-of-the-day/etienne-jules-marey/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)

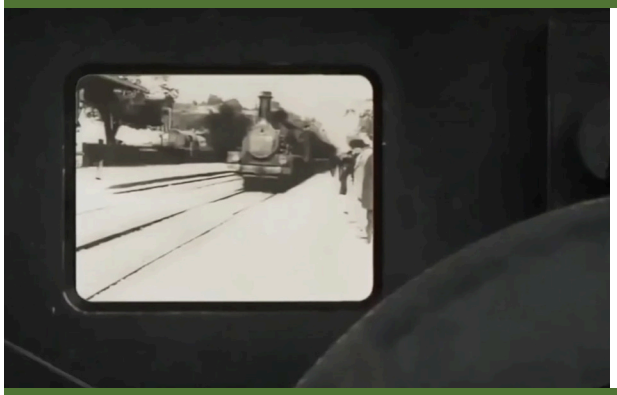
Utilizzo della macchina da presa a manovella

1. Caricamento della pellicola

L'operatore apre il vano posteriore, inserisce il rocchetto pieno e aggancia la coda della pellicola al rocchetto ricevente. La pellicola deve scorrere attraverso il percorso guidato, passando davanti alla finestra dell'otturatore e tra i denti del trascinamento intermittente.



2. Messa a fuoco e regolazione dell'obiettivo



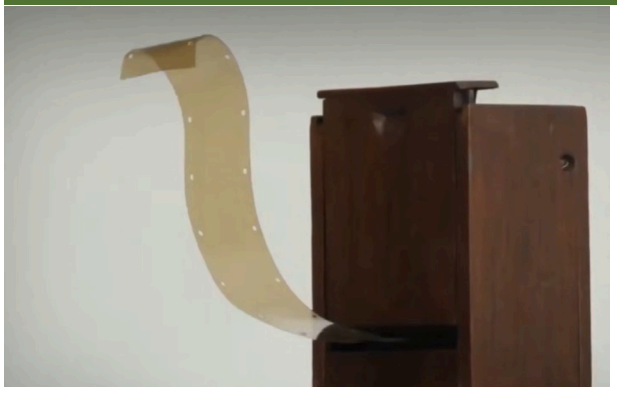
L'operatore osserva attraverso il mirino o il vetro smerigliato, regolando la distanza focale finché l'immagine non appare nitida. Si sceglie anche l'apertura del diaframma, che determina quanta luce entrerà.

3. Azionamento della manovella

Si inizia girando la manovella: l'otturatore si apre e si chiude a intervalli regolari, la pellicola avanza a scatti, ogni fotogramma si ferma per una frazione di secondo davanti alla finestra di esposizione e poi viene trascinato via per lasciare spazio al successivo. La velocità della manovella determina la fluidità del movimento: troppo lenta e l'immagine risulterà accelerata, troppo veloce e sembrerà rallentata.



4. Riavvolgimento e rimozione della pellicola



La manovella viene invertita o si utilizza un sistema dedicato per riportare la pellicola nel rocchetto originale. Una volta riavvolta, la pellicola viene estratta al buio o in un sacchetto di caricamento, pronta per essere sviluppata.

Fonte: Samuele Pizzo - La prima macchina da presa
youtu.be/qJR0mcFCjys?si=03Pgk1VERwWfasUb

4. Musica e registrazione



"His Master's Voice", Regno Unito, 1898 ca.
Fotografia del cane Nipper accanto a un fonografo, divenuta simbolo della casa discografica HMV.

Introduzione

Prima che fosse possibile registrarlo, il suono apparteneva esclusivamente all'istante in cui veniva prodotto: potevano essere ascoltati, ricordati e tramandati, ma non conservati. L'idea di catturare un suono e farlo rivivere in un momento successivo rappresentò una delle conquiste tecnologiche dell'età moderna.

I dispositivi sviluppati tra il XIX e il XX secolo non permisero soltanto di registrare e riprodurre la musica. Cambiarono profondamente il rapporto tra le persone e l'esperienza dell'ascolto: una voce poteva continuare a esistere anche in assenza di chi l'aveva pronunciata; un'esecuzione musicale poteva essere ascoltata più volte, in luoghi diversi e da persone differenti. Il suono smetteva così di essere legato esclusivamente al momento presente.

I dispositivi analizzati in questo capitolo raccontano l'evoluzione dal tentativo di osservare graficamente le onde sonore fino alla possibilità di scegliere e ascoltare un brano all'interno di un locale pubblico. Ogni invenzione rappresenta un passaggio fondamentale nella costruzione della cultura dell'ascolto moderna.

La storia della registrazione sonora non è soltanto la storia di una tecnologia. È la storia del momento in cui il suono ha smesso di essere soltanto un evento e ha iniziato a diventare memoria (fig. 4.1; 4.2).



Fig 4.1 Pubblicità per il fonografo di Edison, 1989. World Piano News.

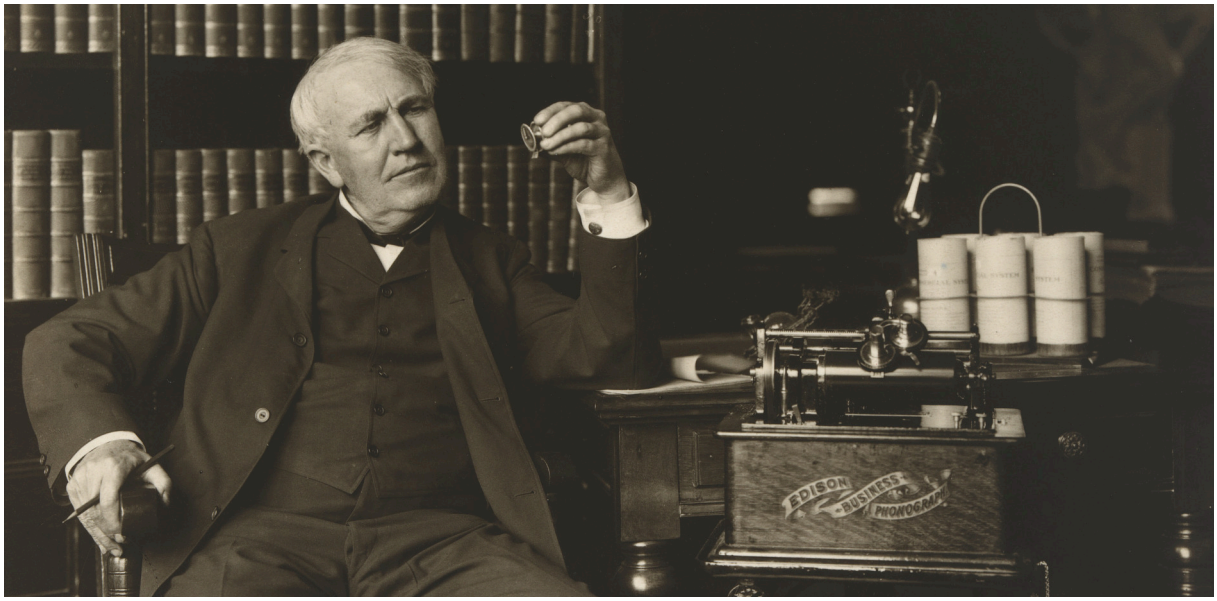


Fig 4.2 Thomas Alva Edison, 1907; Pach Brothers Studio. National Portrait Gallery, Smithsonian Institution.

4.1 Scatola musicale a cilindro

Uno dei primi e più affascinanti sistemi di riproduzione sonora automatica della storia, la scatola musicale a cilindro (fig. 4.3), nata a cavallo tra la fine del Settecento e l'inizio dell'Ottocento in Svizzera grazie all'intuizione dell'orologiaio Antoine Favre che propose di inserire un piccolo meccanismo a lamelle sonore all'interno degli orologi da tasca: durante l'Ottocento divennero il principale mezzo per ascoltare musica registrata nelle case della ricca borghesia europea e americana.

Il funzionamento è un perfetto esempio di programmazione analogica e automazione: il cuore è un motore a molla che, caricato manualmente tramite una chiave o una leva, fa ruotare a velocità costante un cilindro di metallo con la superficie ricoperta di minuscoli perni o spine sporgenti, posizionati a mano secondo uno spartito musicale. Accanto al cilindro è fissata una tastiera d'acciaio (pettine), composta da una serie di lamelle di lunghezze diverse che, pizzicate, vibrano producendo una specifica nota musicale.

Concepita come un oggetto d'arte d'élite, capace di appagare sia l'udito che la vista; il meccanismo interno in ottone e acciaio lucido veniva racchiuso in scatole di legno pregiato, impreziosite da intarsi in madreperla, avorio o legni esotici. Con il tempo, il design si arricchì di elementi visibili sollevando il coperchio, campanelli d'argento o tamburi in miniatura che si muovevano a tempo di musica.

I modelli Cartel erano i classici formati da salotto con cilindri lunghi capaci di suonare fino a sei o otto melodie diverse spostando leggermente l'asse del cilindro di pochi millimetri. Spiccano poi i modelli Sublime Harmonie, dotati di due o più pettini perfettamente accordati tra loro per creare un effetto di coro orchestrale, e gli esemplari Puccini o Mandoline, dove le lamelle del pettine erano disposte in gruppi per ripetere la stessa nota in modo molto veloce, imitando il tremolo tipico del mandolino. Infine, i modelli Interchangeable Cylinder che permettevano all'utente di estrarre il cilindro e sostituirlo con altri rulli per cambiare la melodia. [28]



Fig. 4.3 Scatola Musicale a lamine pizzicate a cilindro, fine '800, Museo Nicolis di Verona, ph Rosa.

[28] *The MusicBox, An International Journal of Mechanical Music*; Volume 25 Number 8 Winter 2012. Consultabile sul sito: mbsgb.org.uk/TMB/V25_B8.pdf (Ultimo accesso : 02/07/2026).

Realizzazione dei dentini sul cilindro

I dentini incisi sul cilindro venivano creati uno per uno, con una cura estrema.
Il cilindro era solitamente in ottone o in un metallo abbastanza sottile da poter essere inciso, ma comunque resistente da non deformarsi durante la rotazione.

Per realizzare i dentini l'artigiano prendeva una piccola lima o un bulino e incideva una serie di minuscole sporgenze equidistanti dando così vita ai singoli "eventi sonori" che, quando il cilindro ruotava, pizzicando la lamella metallica, produceva una nota.

La distanza tra un dente e l'altro determinava il ritmo, mentre la loro disposizione lungo la circonferenza stabiliva la sequenza melodica: per realizzarli bisognava calcolare con precisione la posizione di ogni punto, perché anche un errore di pochi millimetri avrebbe alterato la melodia o introdotto irregolarità nella vibrazione.

Dopo aver inciso una sezione, l'artigiano passava un'unghia o una lamina sottile lungo la superficie del cilindro: il suono prodotto da questo gesto era già un primo test. Se il fruscio risultava irregolare, significava che uno dei denti era troppo alto o troppo basso, e andava ritoccato.

Quando era completo, veniva lucidato con delicatezza per eliminare le sbavature, ma senza arrotondare i denti.

Una volta pronto veniva montato nella scatola musicale, dove quella sequenza di minuscoli rilievi diveniva una melodia perfettamente ripetibile. E proprio questa ripetibilità era il dettaglio più particolare: ogni volta che la manovella veniva girata, la musica tornava identica, come se il tempo stesso fosse inciso nel metallo.

Questo processo, inizialmente eseguito manualmente dall'artigiano, oggi viene compiuto industrialmente utilizzando una macchina (fig.4.4).



Fig. 4.4 Realizzazione dei dentini sul cilindro della scatola musicale; processo industriale.
Fonte: DSCDocumentries.
https://youtu.be/K9TCqW23mCQ?si=Lxg9u4Ezg7pJBkH1

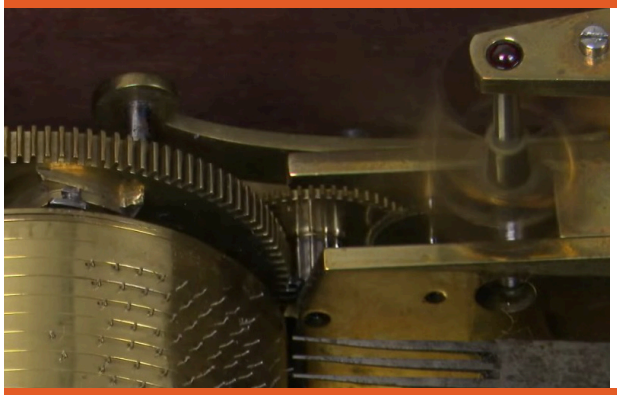
Utilizzo della scatola musicale a cilindro

1. Accumulo dell'energia

Viene azionata una chiave o una leva esterna per caricare una molla d'acciaio racchiusa in un bariletto così da alimentare l'intero meccanismo.



2. Avvio e regolazione del movimento



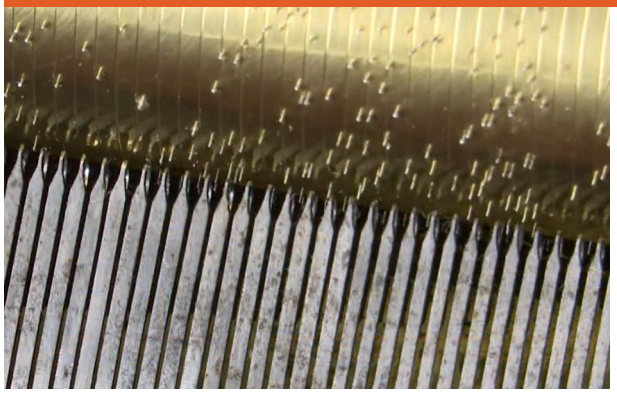
Al rilascio del freno, la molla inizia a srotolarsi e trasmette il movimento a una serie di ingranaggi. Questa catena muove una ventola metallica rotante (chiamata regolatore a farfalla) che sfrutta la resistenza dell'aria per far girare il cilindro centrale a una velocità costante.

3. Rotazione del cilindro

Il cilindro di ottone inizia a ruotare. Nei modelli multibrano, il cilindro compie anche un impercettibile spostamento laterale automatico per allineare i perni della melodia selezionata.
Continuando la sua rotazione, il perno del cilindro incontra la lamella d'acciaio (il dente del pettine) corrispondente alla nota musicale e la solleva.



4. Amplificazione del suono



La vibrazione della lamella genera un suono nitido e cristallino: essendo che le lamelle hanno lunghezze e spessori differenti, ognuna produce una nota musicale precisa e intonata. Le vibrazioni del pettine d'acciaio si trasmettono ad una piastra di ghisa sottostante e la scatola di legno amplifica il suono.

Fonte: Museum für Musikautomaten Seewen SO
youtu.be/fQjeUh2C8f4?si=vXVBfC6h8y0qwSqI

4.2 Fonautografo

Inventato dal francese Édouard-Léon Scott de Martinville e brevettato nel 1857, il fonautografo (fig. 4.5) occupa un posto importante nella storia della tecnologia poiché è il primo apparecchio capace di registrare visivamente le onde sonore (fig. 4.6; 4.7) basato sulla conversione diretta dell'energia acustica in un segno grafico.

Scott si ispirò all'anatomia dell'orecchio umano: per simulare le funzioni del canale auricolare e del timpano utilizzò un piccolo cilindro chiuso con una membrana di pergamena flessibile; per gli ossicini adottò una setola di maiale, collegata alla membrana, che faceva da leva di amplificazione. Si faceva poi ruotare a mano, tramite una manovella, un cilindro di vetro o metallo avvolto da un foglio di carta precedentemente annerito con il fumo di una lampada a olio. Vibrando sotto l'effetto del suono, lo stilo oscillava lateralmente e graffiava lo strato di fuliggine, rimuovendolo e lasciando una linea bianca a zigzag che rappresentava l'esatta forma visiva dell'onda sonora, modulata dalle variazioni della pressione dell'aria registrando così un fonoautogramma (come Scott battezzò la trascrizione grafica delle onde sonore).

Il suo elemento più voluminoso e caratteristico era un grande imbuto o una camera acustica a forma di parabola o di barile, realizzata in legno o in gesso, progettata per imitare la struttura dell'orecchio esterno umano e convogliare il suono, montata su un solido di legno massiccio, accanto al cilindro rotante.

Il modello originale del 1857 era caratterizzato da una camera acustica cilindrica in legno e un supporto a foglio piatto, presto abbandonato per la scarsa precisione. L'esemplare più famoso e perfezionato è il modello del 1859, costruito da Rudolph Koenig; questo tipo presentava la camera parabolica in gesso, un cilindro rotante in ottone mosso da un asse filettato di precisione e un sistema di registrazione su carta chimica o annerita molto più stabile. [29]



Fig. 4.5 Fonautografo, seconda Meta' XIX Secolo. Progetto NEMO.

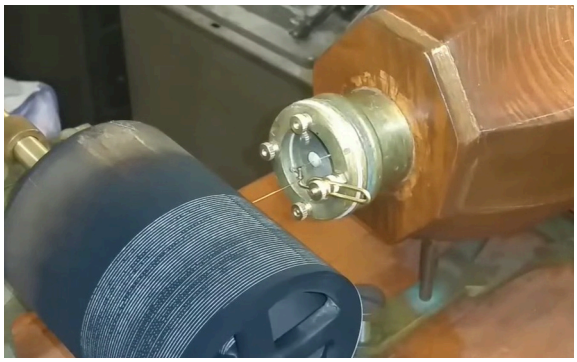


Fig. 4.6 Puntina del Fonautografo incide il cilindro. youtu.be/QTq8RCME28Y?si=f0-9vlxbDvZNlJYK

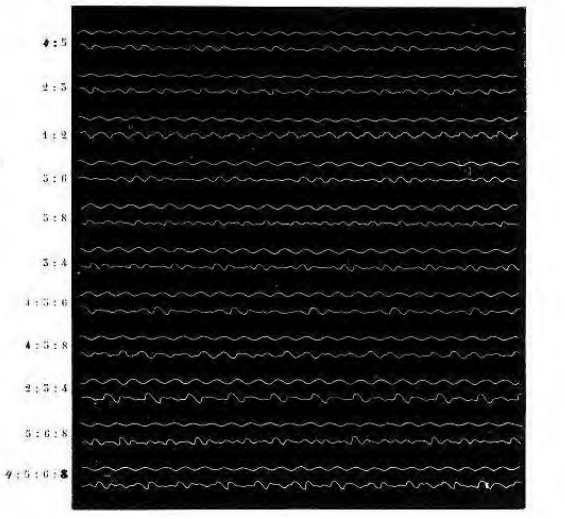


Fig. 4.7 Registrazione di onde sonore su carta affumicata, 1865.
Tracciato ottenuto con il fonoautografo di Édouard-Léon Scott de Martinville, pubblicato nel catalogo degli strumenti acustici di Karl Rudolph Koenig. Smithsonian National Museum of American History; "Hear My Voice" Exhibition.

[29] P. Feaster (a cura di), *The Phonautographic Manuscript of Edouard-Léon Scott de Martinville*, 2010. Consultabile sul sito: www.firstsounds.org/public/Phonautographic-Manuscripts.pdf (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Il corno e i suoi modelli:
Dal primo imbuto artigianale al corno scientifico

Nel primo fonautografo di Scott (fig. 4.8), del 1857, il corno era un oggetto semplice, in lamiera sottile, modellato come un imbuto allungato, cercando di imitare l'orecchio umano con mezzi puramente meccanici. La sua funzione era essenziale: convogliare il suono verso la membrana. Era un corno "da laboratorio", non pensato per l'estetica ma per la funzionalità. La sua forma era ancora intuitiva, infatti era un oggetto funzionale, costruito in metallo sottile o in lamiera stagnata, con una forma che ricordava un imbuto allungato.

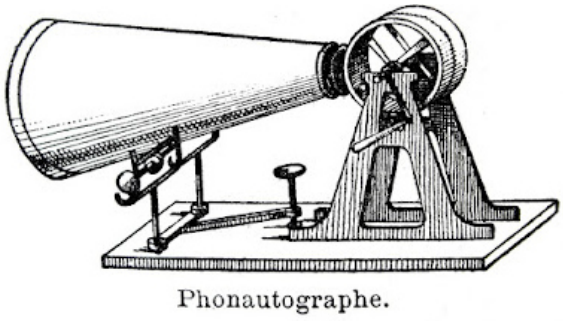


Fig 4.8 Fonoautografo, 1857.
Brevettato in Francia con il n. 31470.
EDMU, "Petite histoire de l'enregistrement du son", 2019.

La cosa su cui si fa confusione è il suo scopo: non cercava di amplificare il suono per renderlo più forte all'ascolto, ma per renderlo più leggibile. Il corno serviva a far vibrare la membrana con sufficiente energia da muovere lo stilo e lasciare una traccia chiara sul nerofumo. Senza quel piccolo imbuto, la voce umana sarebbe stata troppo debole per incidere una linea stabile.

Il corno di questo primo modello non era orientato verso l'alto o verso l'esterno, ma puntava direttamente verso la membrana, orientamento rigido e diretto che dava al fonautografo un aspetto un po' anatomico, come se fosse davvero un orecchio meccanico che ascolta con attenzione.

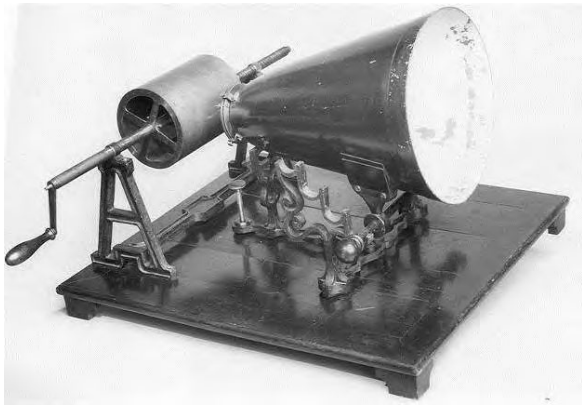


Fig 4.9 Fonoautografo di
Édouard-Léon Scott de Martinville.
Modello costruito e commercializzato a Parigi da
Karl Rudolph Koenig, 1859.
Smithsonian National Museum of American History;

Con il passare degli anni, però, Scott e poi Koenig iniziarono a perfezionarlo rendendolo più lungo, con un profilo più regolare e una curvatura studiata per migliorare la pressione sonora sulla membrana, cercando di ottimizzare la trasmissione delle vibrazioni, riducendo dispersioni e turbolenze dell'aria.

In particolar modo nel modello Koenig del 1859 (fig. 4.9), il corno assume un aspetto più professionale: metallo più spesso, forma più stabile, un attacco più preciso alla membrana rispondendo a tre esigenze specifiche: una maggiore sensibilità per far vibrare la membrana anche con suoni deboli; una maggiore precisione grafica che produceva fonautogrammi più leggibili; un maggiore controllo scientifico, affidabile per studiare frequenza, ampiezza e timbro (fig. 4.10)[30].

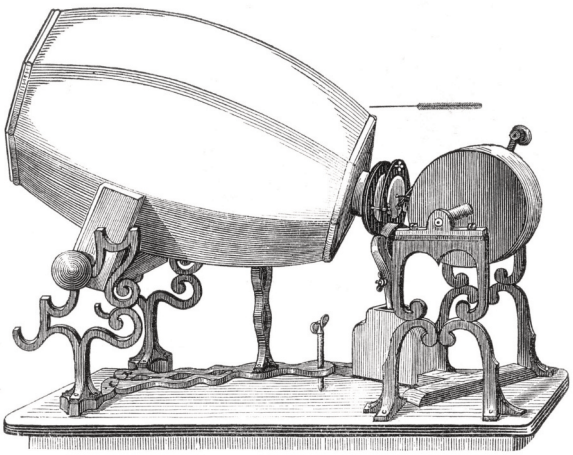


Fig 4.10 Franz Josef Pisko, uno dei primi esemplari di fonautografo (1859), 1865
Catalogo generale dei Beni Culturali.

[30] *Origins of Sound Recording: The Inventors*, 2017. Consultabile sul sito: www.nps.gov/edis/learn/historyculture/origins-of-sound-recording-edouard-leon-scott-de-martinville.htm(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Utilizzo del fonautografo

1. Predisposizione del supporto

Si prende un foglio di carta liscia, lo si avvolge attorno al cilindro dell'apparecchio e lo si espone al fumo denso di una lampada a olio fino a ricoprirlo interamente con un sottile e uniforme strato di fuliggine nera.



2. Avvio del movimento



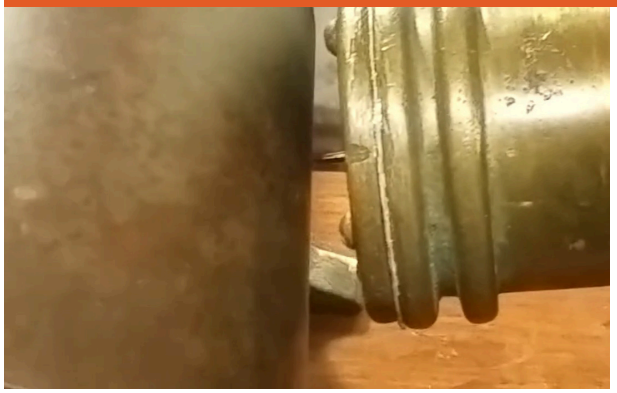
Tramite l'azionamento manuale di una manovella, si inizia a far ruotare il cilindro a una velocità il più possibile costante e, in contemporanea, un asse filettato sposta il cilindro lateralmente per far sì che la registrazione si sviluppi a spirale.

3. Emissione del suono

La sorgente sonora si posiziona davanti all'imboccatura della camera acustica in legno (o gesso) a forma parabolica (progettata appositamente per catturare il suono come un orecchio umano).



4. Canalizzazione delle onde



La camera acustica concentra le onde sonore e le spinge verso l'estremità più stretta dell'imbuto, dove si trova l'alloggiamento della membrana.

5. Vibrazione del diaframma

L'onda sonora colpisce una sottile membrana flessibile facendola oscillare seguendo il ritmo e l'intensità della voce.



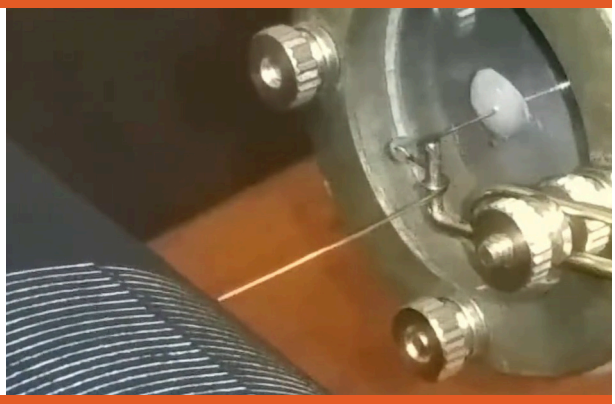
6. Trasmissione alla leva



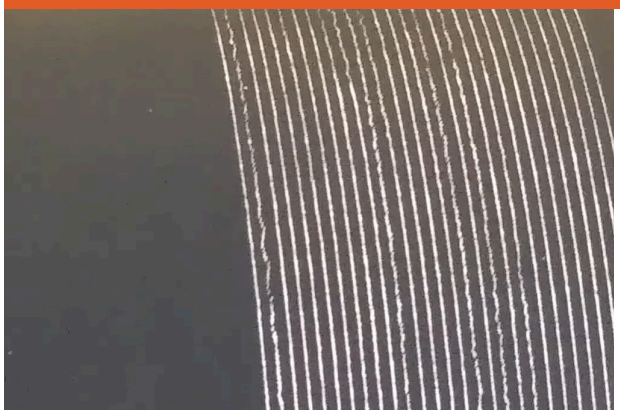
Le oscillazioni della membrana vengono trasmesse a una leva collegata al suo centro, che amplifica il movimento meccanico ondulatorio.

7. Incisione grafica sulla fuliggine

All'estremità della leva, uno stilo finissimo sfiora la carta in movimento e, oscillando lateralmente, graffia via lo strato di fuliggine.



8. Fissaggio della forma d'onda



Lo stilo lascia dietro di sé una linea bianca a zigzag sulla carta annerita, che rappresenta la prima "fotografia" visiva della forma geometrica dell'onda sonora.

Fonte: youtu.be/QTq8RCME28Y?si=f0-9vlxbDvZNlJYK

4.3 Fonografo

L'invenzione del fonografo (fig. 4.11) rappresenta uno dei momenti più rivoluzionari della storia umana: per la prima volta in assoluto, l'umanità riuscì a catturare l'aria della voce e della musica, imprimendola per sempre su un supporto fisico. Nato dall'ingegno di Thomas Edison (fig. 4.12) mentre cercava di perfezionare un sistema per ripetere i messaggi telegrafici, il primo suono nella storia ad essere registrato e ripetuto da questa macchina fu "Mary had a little lamb", la filastrocca intonata dallo stesso Thomas Edison il 6 dicembre 1877.

Il fonografo rappresenta una novità assoluta: a questo punto l'idea di catturare e riprodurre delle immagini era un fenomeno conosciuto, ma nessuno aveva mai avuto la possibilità di registrare il suono e riprodurlo potenzialmente all'infinito.

Thomas Edison pensava alla sua invenzione come ad un dispositivo utilizzabile principalmente negli uffici, per la stampa o per l'insegnamento, ma venne ben presto adottato come fonte di intrattenimento domestico, segnando l'inizio dell'industria discografica. Il fonografo poteva essere usato per la dettatura negli uffici, per la registrazione di messaggi telefonici o come ripetitore per l'insegnamento della dizione.

La North American Phonograph Company presentò il fonografo come "una macchina in grado di far risparmiare tempo e soldi, molto più efficiente di qualsiasi stenografo".

Il primo prototipo ideato da Thomas Edison (fig. 4.11; 4.12) prevedeva una membrana vibrante collegata ad una puntina mosso a mano tramite una manovella, che però era costituito da un foglio di stagno che si deteriorava dopo pochi ascolti. La membrana trasmetteva le vibrazioni alla puntina (inserita in un riproduttore, una scatola metallica di forma circolare) che a sua volta incideva un solco sul supporto rotante di rame o ottone ricoperto prima di carta cerata, poi di carta stagnola. Il corpo centrale del fonografo viene chiamato anche mandrino, ed è l'equivalente del piatto di un giradischi. [31]



Fig. 4.11 Fonografo Gem T.A. Edison, primi anni del '900. Museo Nicolis di Verona, ph Rosa.



Fig. 4.12 Thomas Alva Edison con il fonografo, 1878. Museum of Magnetic Sound Recording

[31] *La macchina parlante: il genio di Thomas Alva Edison*, catalogo.beniculturali.it/approfondimento/la-storia-della-registrazione-del-suono-i-protagonisti/la-macchina-parlante (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Per riprodurre il suono bisognava invertire il processo, applicando una seconda puntina che ripassava sui solchi precedentemente incisi senza rovinarli, e trasmettendo le vibrazioni alla membrana (fig. 4.13). Il suono veniva amplificato dal corno, in modo da essere ascoltabile nell'ambiente.

La velocità di movimento era diversa per ogni dispositivo, quindi i cilindri incisi a velocità diverse non potevano essere riascoltati utilizzando un'altra macchina. I primi modelli erano completamente meccanici (fig. 4.14): per far girare il cilindro si utilizzava una manovella ed era un processo completamente manuale; successivamente si diffusero sul mercato dei modelli ad orologeria, che utilizzavano sistemi a molla più o meno complessi; infine, i modelli più complessi erano dotati di motori a pile, oppure utilizzavano l'elettricità.

Il design dei modelli più diffusi univa la precisione ingegneristica della ghisa, dell'ottone e dell'acciaio al calore dei mobili in legno pregiato, arricchiti da intarsi e coperchi a valigetta per proteggere il meccanismo dalla polvere.

L'elemento più iconico rimane la tromba a forma di imbuto o di fiore, che si slanciava verso l'alto per diffondere la musica nella stanza. Negli anni successivi, per soddisfare i gusti della borghesia dell'epoca (fig. 4.15), i progettisti decisero di nascondere la tromba all'interno di mobili verticali in legno.



Fig 4.13 Cilindro fonografico Edison Gold Moulded Record.
Museum of Magnetic Sound Recording.

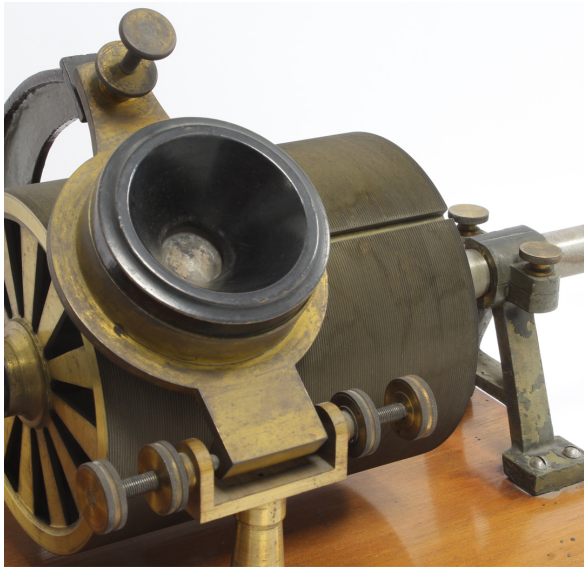
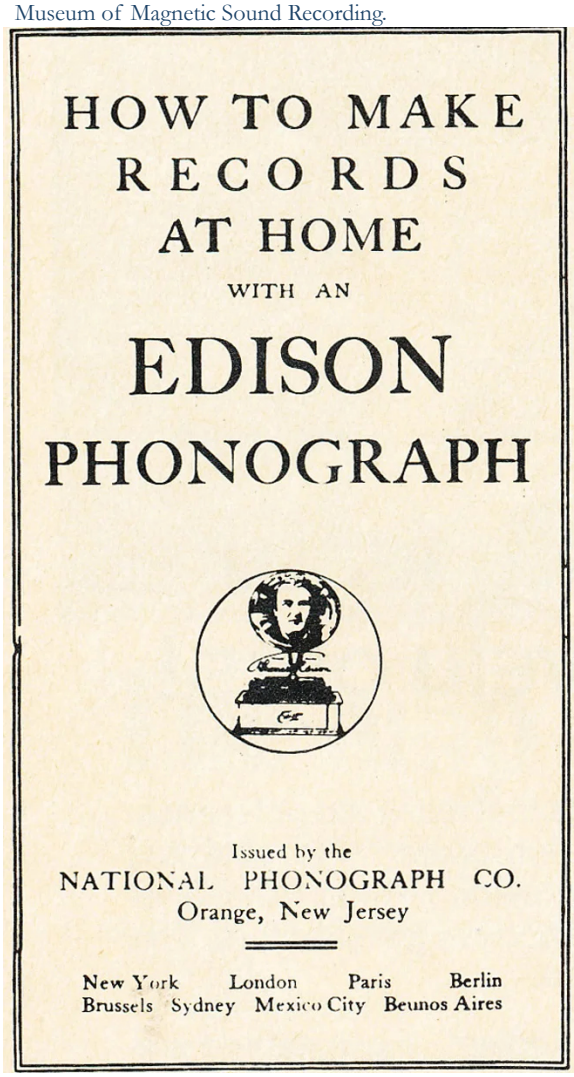


Fig 4.14 Fonografo di Edison, collezione del Politecnico di Milano.
Foto: G. Motta, SBB-ASAB Politecnico di Milano.


HOW TO MAKE
RECORDS
AT HOME
WITH AN
EDISON
PHONOGRAPH

Issued by the
NATIONAL PHONOGRAPH CO.
Orange, New Jersey

New York London Paris Berlin
Brussels Sydney Mexico City Beunos Aires

Fig 4.15 Libretto originale del 1910 intitolato "How to Make Records at Home with an Edison; Phonograph"National Phonograph Co., New Jersey.
Museum of Magnetic Sound Recording.

Funzionamento: il solco

Un aspetto tecnico significativo è il meccanismo di incisione e lettura del solco grazie al quale il suono viene trasformato in una traccia materiale (fig. 4.16; 4.17; 4.18).

Quando una voce o una melodia raggiungeva il diaframma, un sottile disco metallico, vibrava seguendo le onde sonore.

Alle vibrazioni era collegata una puntina d'incisione che, premuta contro la superficie morbida di un cilindro di cera, non tracciava una linea uniforme: scavava un percorso irregolare, fatto di una serie di variazioni che corrispondevano esattamente alle oscillazioni del suono. Ogni vibrazione diventava una piccola deviazione, una curva, un'increspatura.

Il solco era una sorta di calligrafia invisibile a occhio nudo, ma perfettamente leggibile dalla macchina. Non rappresentava il suono in modo simbolico: era il suono tradotto in movimento. Il solco non era mai identico da un punto all'altro. Le parti più profonde corrispondevano ai suoni più intensi, quelle più strette ai suoni più acuti.

Quando la puntina tornava a scorrerci dentro, seguiva quelle irregolarità e il diaframma ricostruiva le vibrazioni iniziali. Il suono veniva rimesso in movimento dalla stessa traccia che lo aveva catturato.

In questo senso il solco inciso è un archivio fisico ed un gesto: è la memoria di un movimento che può essere rimesso in vita ogni volta che la puntina lo attraversa.

Per la prima volta un suono non dipendeva più dalla presenza di chi lo aveva prodotto. Poteva essere ascoltato in un altro luogo, in un altro momento, da persone che non avevano mai incontrato la voce originale.

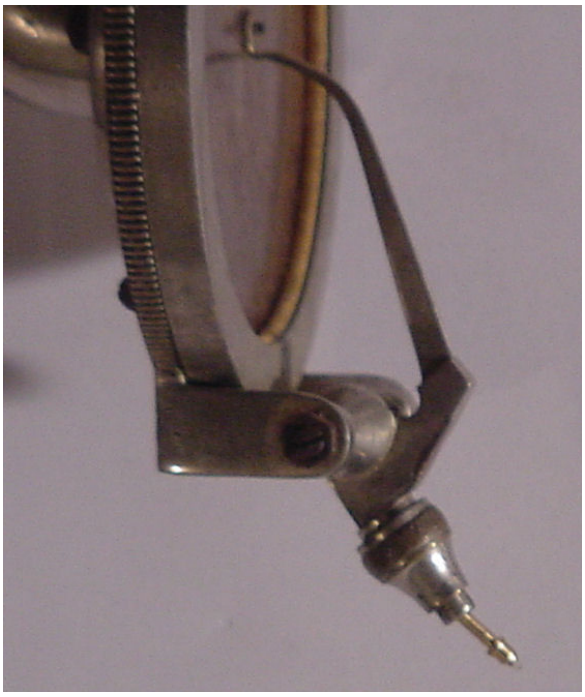


Fig 4.16 Stilo a sfera in zaffiro.
Veroantico.

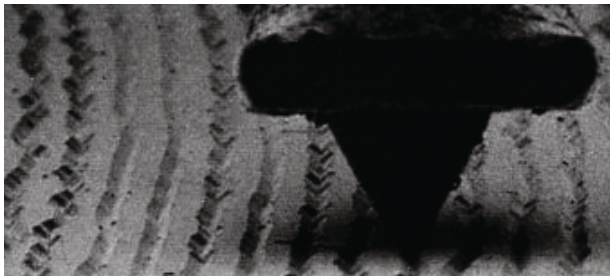


Fig 4.17 Puntinascorre su un solco.
Raropiu.

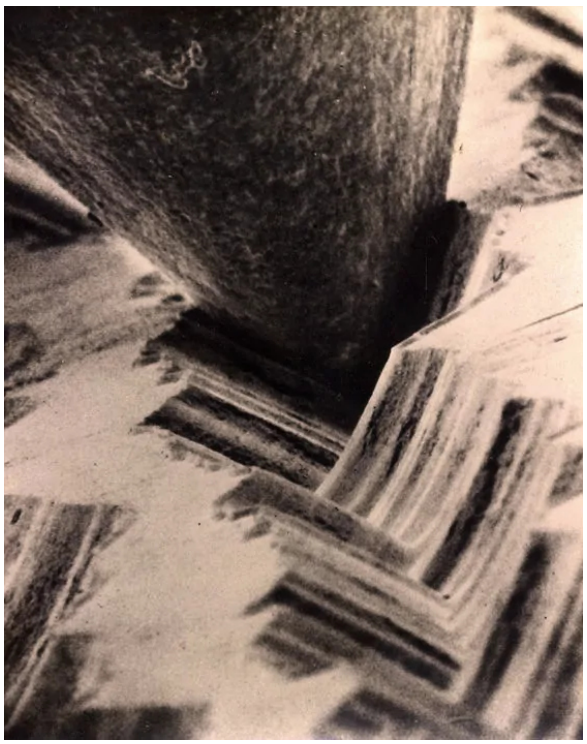
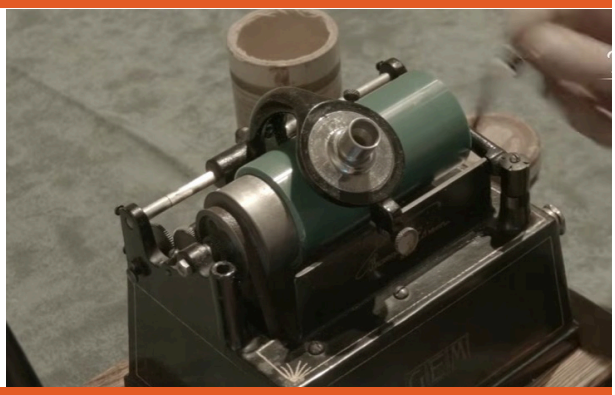


Fig 4.18 Puntina scorre su un solco.
Legendarycover.

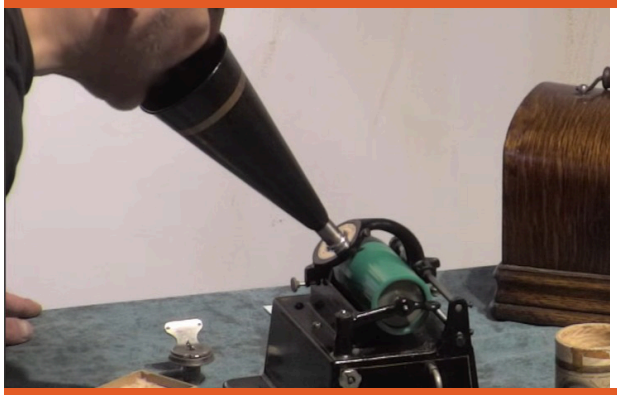
Utilizzo del fonografo - incisione

1. Avvio del movimento

L'operatore gira una manovella per caricare un motore a molla, che inizia a far ruotare il cilindro a una velocità costante.
Contemporaneamente, un asse filettato sposta lateralmente l'intero blocco di registrazione



2. Vibrazione del diaframma



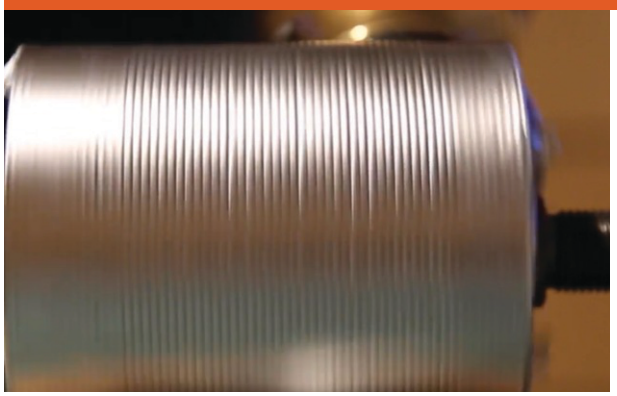
Il cantante o l'oratore si posiziona davanti alla grande tromba di metallo e inizia a produrre suoni. La tromba li incanala verso la sua estremità finale, concentrando l'energia acustica. L'onda sonora colpisce direttamente una membrana circolare chiamata diaframma che inizia a oscillare avanti e indietro, vibrando allo stesso identico ritmo e con la stessa intensità della voce o dello strumento musicale.

3. Incisione

Al centro del diaframma è fissata una puntina metallica molto affilata, detta zaffiro di incisione a cui vengono trasferite le vibrazioni del diaframma che, premendo contro il cilindro di cera in rotazione, scava un microsolco continuo.



4. Formazione del solco sonoro



La puntina crea una serie di microscopici rilievi e avallamenti sul fondo del solco, registrando l'onda sonora in modo permanente nella cera.

Utilizzo del fonografo - ascolto

1. Rotazione del cilindro

Si riporta il blocco meccanico all'inizio del rullo e si sostituisce la testina inserendo uno zaffiro di riproduzione, che ha una punta arrotondata per non danneggiare i solchi appena scavati.
Il motore a molla viene riattivato e il cilindro ricomincia a girare alla stessa velocità della registrazione.
La puntina arrotondata viene calata all'interno del microsolco a spirale.



2. Trasmissione delle vibrazioni al diaframma



Man mano che il cilindro ruota, la puntina incontra i rilievi e avallamenti incisi in precedenza e inizia a ricreare lo stesso identico movimento oscillatorio della fase di incisione.
Questi minuscoli saltelli della puntina vengono trasmessi direttamente al diaframma.

3. Riproduzione dell'onda sonora

La membrana riprende a oscillare alla stessa frequenza, muovendo l'aria circostante e generando un'onda sonora che riproduce la voce o la musica originale.



4. Amplificazione del suono



L'onda sonora prodotta dal diaframma è troppo debole per essere udita chiaramente in una stanza. Il suono viaggia quindi all'interno della grande tromba che, allargandosi progressivamente verso l'esterno, funge da amplificatore acustico, diffondendo il brano musicale nell'ambiente.

Fonte: Fundación Movistar Argentina
youtu.be/nkcRphpPYm0?si=YLDK8RoK4acLb5Jx

4.4 Jukebox meccanico

Icona della cultura giovanile e del design del ventesimo secolo, il juke-box meccanico (fig. 4.19), una macchina capace di fondere automazione industriale, musica e aggregazione sociale.

La sua storia affonda le radici alla fine dell'Ottocento con i primi fonografi a gettone di Edison, ma esplode negli Stati Uniti durante gli anni Trenta come valvola di sfogo economica durante la Grande Depressione e vivendo la sua epoca d'oro tra gli anni Quaranta e Cinquanta con la nascita del Rock 'n' Roll.

Il funzionamento inizia quando l'utente inserisce una moneta nella fessura, e in poco meno di un secondo segue una serie di controlli su dimensione, peso, qualità della lega, ecc. di cui è composta la moneta e se uno di questi parametri non è regolare viene automaticamente scartata e rigettata nella parte inferiore dell'oggetto.

Successivamente, premendo una combinazione di lettere e numeri sulla tastiera frontale, l'utente attiva un carosello rotante o un rack lineare (chiamato magazzino) che custodisce i dischi in vinile. Un braccio meccanico automatizzato si sposta individuando il disco scelto e lo deposita sul piatto rotante. Quindi, una testina dotata di puntina in diamante cala sul solco del vinile leggendo la traccia musicale. Le vibrazioni vengono così diffuse da un amplificatore a valvole interno. Terminato il brano, il braccio meccanico solleva il disco e lo ripone al suo posto, pronto per la selezione successiva. [32]

Primo vero algoritmo di diffusione musicale di massa gestito direttamente dal pubblico: collocato nei bar, nelle tavole calde e nelle sale da ballo, ha democratizzato la musica, togliendo alle stazioni radiofoniche il monopolio su cosa fosse popolare. Strumento principale attraverso cui generi musicali marginali, come il Rhythm and Blues e il Rock 'n' Roll, hanno superato le barriere politiche e sociali. Creava comunità: decidere quale canzone suonare era un modo per esprimere la propria identità, attirare l'attenzione o invitare qualcuno a ballare (fig. 4.20).



Fig. 4.19 Wurlitzer modello 500, 1938; dotato di gettoniera originale americana e amplificato a valvole, è capace di suonare 24 dischi a 78 giri.
Museo del disco d'epoca.



Fig. 4.20 Jukebox meccanico (anni '40–'50).
Simbolo dell'intrattenimento pubblico e della cultura pop statunitense degli anni '50.
Onda Musicale.

[32] jukeboxandretrofair.co.uk/how-a-jukebox-works/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Negli anni Quaranta e Cinquanta, i progettisti iniziarono a utilizzare materiali innovativi come la plastica traslucida, i dettagli cromati a specchio e i tubi a bolle d'aria che creavano un movimento cromatico ipnotico (fig. 4.21). La griglia frontale ricordava il radiatore di un'automobile d'epoca o le linee di un grattacielo in stile Art Déco, ma l'elemento visivo più importante resta la trasparenza: il coperchio superiore era una grande cupola di vetro che permetteva ai clienti del locale di ammirare il movimento del braccio meccanico mentre afferrava il disco, trasformando la riproduzione in un vero e proprio spettacolo visivo.



Fig 4.21 Jukebox Wurlitzer modello 1015 'Bubbler', dettaglio.

Tra gli esemplari storici più famosi spicca il Wurlitzer 1015 del 1946, soprannominato "The Bubbler" (fig. 4.22) per via dei suoi tubi luminosi a bollicine con linee ad arco e plastiche colorate, dischi su un supporto girevole a raggiera: è il jukebox più venduto e imitato della storia.

Un altro modello leggendario è quello del Seeburg M100A del 1949 (fig. 4.23) ricordato poiché fu il primo apparecchio capace di contenere ben 50 dischi e suonarli su entrambi i lati, disponendoli affiancati tra loro come libri in uno scaffale, offrendo per la prima volta una selezione di 100 brani.



Fig 4.22 Jukebox Wurlitzer modello 1015 'Bubbler', 1947. Andrew Jones Auctions.



Fig 4.23 Seeburg M100A jukebox, 1948-'51.ù Jukeboxdoc.nl

Funzionamento: la moneta

Quando la moneta viene inserita subisce una serie di controlli per verificare il valore della moneta (5, 10, 25 cents) e la veridicità (fig. 4.24; 4.26).

Si inizia con un primo controllo che riguarda le dimensioni: quelle troppo piccole o troppo grandi restano nei canali di misurazione e, solo quelle selezionate (fig. 4.25), vengono immesse in una leva che oscilla in modo da verificare i differenti pesi, inviandole, a seconda del peso, ad un determinato canale con selezionatore.

Le monete passano poi in un campo magnetico, composto da un magnete permanente, in cui vengono attratte dal magnete secondo la lega cadendo su un perno con la funzione di deviare le monete false nel canale di uscita.

Le monete accettate colpiscono un interruttore che mette in funzione un elettromagnete che libera tre ruote dentate e, contemporaneamente, parte un secondo elettromagnete riguardante il valore della moneta che dava il diritto all'ascolto di più o meno brani (con una moneta da 25 cents si potevano ascoltare 5 dischi e così via).



Fig 4.24 Accettatore di monete di un Jukebox. Paste Magazine.



Fig 4.25 Selettore di monete meccanico di un Jukebox, Mech 0.900. Suzo Happ.



Fig 4.26 Accettatore di monete di un Jukebox. Jukebox Lanfredi.

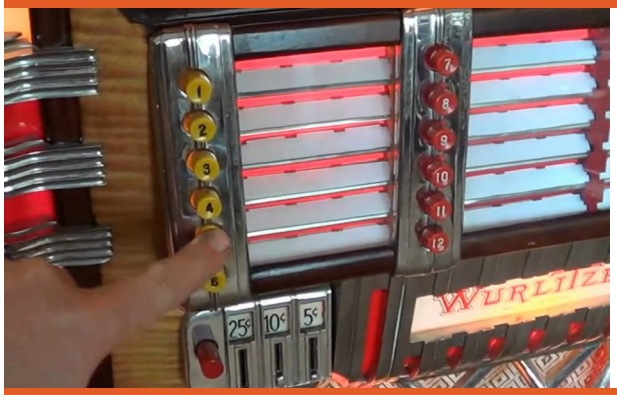
Utilizzo del jukebox - modello Wurlitzer 1015

1. Sblocco del sistema (credito)

Inserimento della moneta nella fessura esterna. La moneta scivola attraverso un selettore magnetico che ne verifica il peso e la dimensione per evitare truffe. Il passaggio della moneta chiude un contatto elettrico che sblocca la tastiera e accende la spia “Select".



2. Registrazione della selezione



L'utente preme la combinazione di tasti corrispondente alla canzone scelta, attivando un solenoide (bobina elettrica) che fa scattare meccanicamente un perno metallico posizionato su una ruota di selezione interna (chiamata pinwheel).

3. Rotazione del carosello

L'attivazione del perno avvia il motore principale della macchina.



4. Ricerca del disco



Il grande carosello circolare, che custodisce i dischi disposti verticalmente, inizia a ruotare su se stesso e un braccio di lettura meccanico striscia sulla ruota dei perni che, quando incontra il perno sollevato dalla tastiera, si blocca istantaneamente: il disco scelto si trova davanti al braccio sollevatore.

5. Posizionamento sul piatto

Un braccio meccanico a forma di pinza (il sollevatore) si infila nel carosello, afferra il disco e lo solleva deponendolo sopra il piatto rotante già in movimento.



6. Innesco della puntina



Un secondo cinematismo sposta il braccio di riproduzione acustica (il braccio della puntina) verso l'esterno del disco e lo cala delicatamente sul solco iniziale del vinile. La puntina di diamante inizia a leggere i solchi.

7. Amplificazione del suono

Le vibrazioni meccaniche della puntina vengono trasformate in impulsi elettrici dalla testina magnetica che passano attraverso un amplificatore interno che a sua volta spinge il segnale verso gli altoparlanti frontali.



8. Riposizionamento e reset



Quando la puntina raggiunge il solco finale (il solco di sformo al centro del disco), il movimento del braccio attiva un interruttore di fine corsa. Il braccio della puntina si solleva e torna a riposo, il braccio sollevatore afferra il disco e lo ripone nel suo alloggiamento dentro il carosello, mentre una leva riabbassa il perno della selezione sulla pinwheel, azzerando il credito.

Fonte: Phonomuseum Alte Schule
youtu.be/t7BeqCAVPlU?si=IBkbRCm7lEJOhjXc

5. Arte e disegno



Tessuto decorativo disegnato da
John Henry Dearle per Morris & Co., ca. 1900–10;
Victoria and Albert Museum, Londra.

Introduzione

Prima che fosse possibile creare le immagini in modo digitale, il disegno apparteneva alla mano e allo sguardo di chi lo tracciava rendendo impossibile replicare forme ed immagini identiche tra loro. L'idea che un gesto potesse essere moltiplicato o trasformato attraverso un dispositivo rappresentò una delle svolte più profonde nella storia della comunicazione visiva, permettendo di supportare e migliorare le capacità umane.

Tra il Settecento e l'Ottocento nacquero strumenti che cambiarono il modo stesso di concepire il rapporto tra occhio, mano e mondo (fig. 5.1). Strumenti come il pantografo permisero per la prima volta di ingrandire o ridurre un disegno mantenendone le proporzioni rendendo la geometria riproducibile, un movimento che poteva essere trasmesso da un punto all'altro dello spazio con una fedeltà. Il meccanismo di Peaucellier dimostrò che anche la linea retta, poteva essere generata meccanicamente, senza deviazioni, senza incertezze, attraverso un sistema perfetto di aste e snodi. La meccanica iniziava a correggere la mano, a superarne i limiti, a offrirle una precisione nuova.

Allo stesso tempo, strumenti come la camera lucida offrirono all'artista una sovrapposizione diretta tra realtà e foglio, un modo diverso di osservare e rappresentare la realtà: non ci si doveva più affidare solo alla memoria visiva o alla capacità di misurare proporzioni a occhio, ma la realtà veniva proiettata direttamente sul foglio, sovrapponendosi al tratto e guidando la mano in un processo di traduzione immediata. Infine il telaio Jacquard (fig. 5.2), tramite schede perforate, mostrò che un'immagine poteva essere tradotta in un linguaggio di fori e fili, anticipando la logica dei computer.

Questi dispositivi non furono soltanto strumenti tecnici, ma modificarono la cultura del disegno e dell'arte, rendendo possibile la ripetizione, la variazione controllata, la trasmissione fedele di forme e movimenti. L'immagine smise di essere un gesto irripetibile e divenne processo, codice, meccanismo.

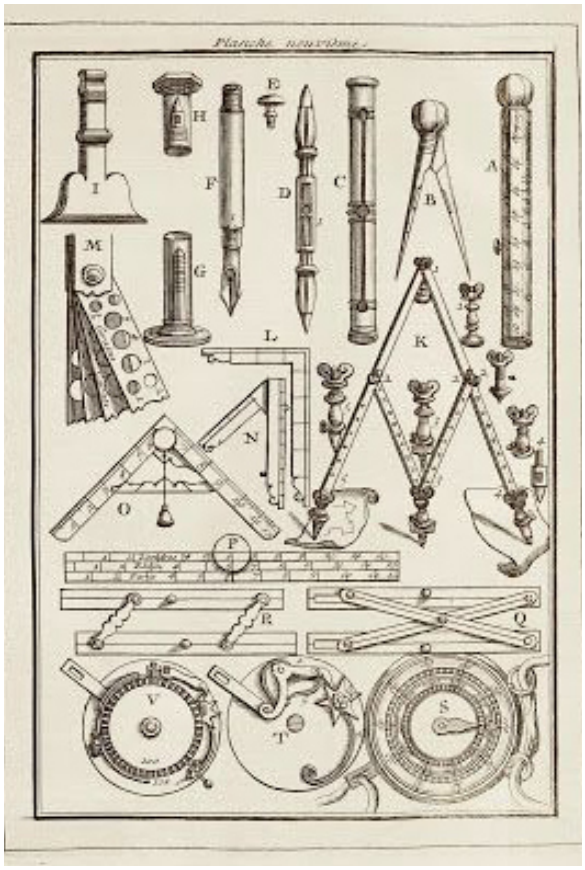


Fig 5.1 Tavola dal Trattato sulla costruzione e sull'uso dei principali strumenti matematici di Nicolas Bion (1709). Zanichelli Sammarone Strumenti Disegno, Didatticarte.

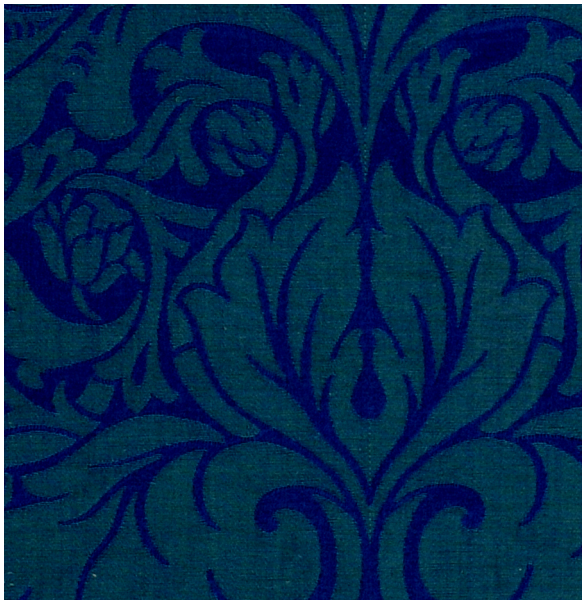


Fig 5.2 Acanthus, William Morris, 1879; tessuto a telaio manuale Jacquard dalla East-Anglian Weaving Co. di Macclesfield, 1924 (catalogo F156, acquistato dalla William Morris Gallery nel 1955).
William Morris Gallery, London Borough of Waltham Forest.

5.1 Pantografo

Inventato da Christoph Scheiner nel 1603, il pantografo (fig. 5.3; 5.4) era fondamentalmente un parallelogramma articolato con aste di legno e tre punte: una da fissare sul piano, una che seguiva i contorni del disegno originale e l'altra per tracciare la copia in scala.

Nasce come strumento matematico, pensato per dimostrare che una figura può essere trasformata mantenendo le proporzioni, e con il tempo diventa uno strumento di lavoro perché permetteva di ingrandire, ridurre o copiare un disegno con una precisione che la mano, da sola, non poteva garantire.

Tra le molte varianti realizzate, soprattutto dal '600 all'800, vanno ricordate quelle con articolazioni regolabili in modo da ottenere diversi rapporti di ingrandimento o riduzione e le diverse varianti realizzate con materiali differenti: legno, metalli (acciaio, bronzo, ottone) e, recentemente, anche in acrilico, per versioni economiche.

Una serie di aste articolate, collegate tra loro da snodi, forma una struttura mobile che si muove come un corpo unico. Quando la punta tracciante segue una linea, un'altra punta riproduce lo stesso movimento, ma ingrandito o ridotto secondo un rapporto determinato dalla geometria dell'insieme (fig. 5.5)[33].

È un mezzo di traduzione: traduce la realtà in disegno, il disegno in copia, la copia in progetto, anticipando l'idea moderna di "file", di "scalabilità", di immagine come informazione e diventando uno dei primi strumenti che rendono l'immagine riproducibile, trasferibile, condivisibile.

L'artista o il tecnico non perde il controllo del gesto: lo affida a una struttura che lo amplifica o lo riduce senza modificarlo nella forma. [34]

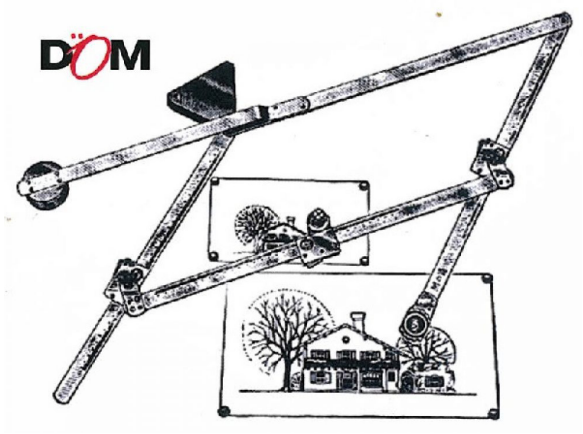


Fig 5.3 Illustrazione che rappresenta un pantografo che riproduce in scala un disegno.
Novart Deco.

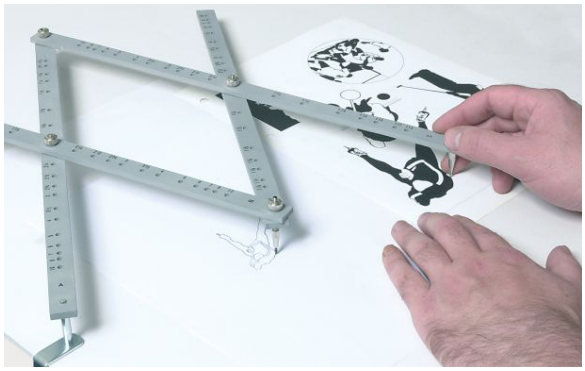


Fig 5.4 Pantografo con morsetto per fissaggio sul tavolo, utilizzato per riprodurre graficamente qualsiasi disegno in scala maggiore, naturale o ridotta.
Sulle aste sono incisi tutti i valori di ingrandimento o riduzione per poter trovare la scala desiderata.
Dal Molin Falegnameria.

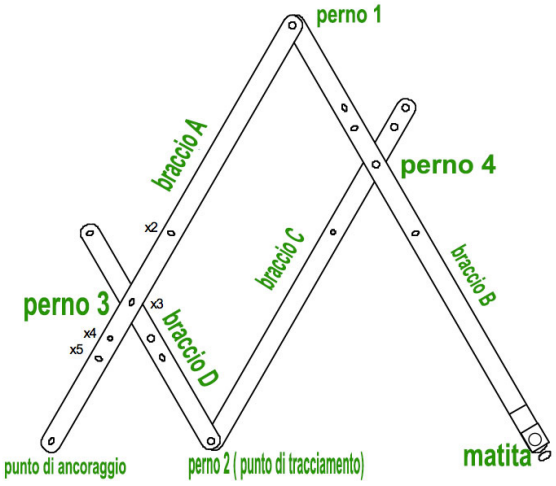


Fig 5.5 Il Pantografo configurato per un'espansione tripla (quando l'installazione è corretta, le braccia A e C sono parallele e le braccia B e D sono anche parallele - si saprà se è sbagliato in quanto non si muoverà). I perni 1 e 2 sono permanenti e non devono essere annullati. I perni 3 e 4 vengono spostati per selezionare l'ingrandimento richiesto (x2, x3, x4 o x5) - il più vicino Perno 2 è il punto di ancoraggio, maggiore è l'espansione.
Pietro Maker.

[33] *Come si costruisce un pantografo in legno*, www.pietromaker.it/2018/01/come-si-costruisce-un-pantografo-in.html (Ultimo accesso: 02/07/2026)

[34] M. Roginska-Niesluchowsla, *The Journal of Polish Society for Geometry and Engineering Graphics*; Volume 29, pp. 59-65. International Scientific Committee; Gliwice, 2016. Testo scaricabile al sito: mostwiedzy.pl (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Evoluzione progettuale

Il pantografo, come già accennato, nasce nel 1603 con Christoph Scheiner, descritto nel suo Pantographice, non era ancora lo strumento elegante e leggero che diventerà nei secoli successivi. Era un dispositivo più massiccio, costruito in legno duro e metallo, pensato per dimostrare un principio matematico prima ancora che per essere un utensile da bottega.

Nel corso del Settecento il pantografo esce dai trattati matematici e entra nelle mani degli incisori, dei cartografi, dei costruttori di strumenti scientifici: le aste diventano più leggere, gli snodi più precisi, i materiali più stabili. Il pantografo non è più solo un oggetto per dimostrare un teorema, ma diventa un utensile quotidiano, usato per copiare mappe, ridurre incisioni, trasferire disegni tecnici, affermando la sua identità di macchina per la riproduzione fedele.

Nell'Ottocento raggiunge la sua forma più riconoscibile: le aste sono in ottone o acciaio, gli snodi sono più precisi e le punte diventano intercambiabili. Entra nei laboratori di litografi, architetti, ingegneri, topografi (fig. 5.6; 5.7).

Con la rivoluzione industriale nascono pantografi a braccio rigido, a tavola scorrevole, a guida meccanica, usati per incidere metalli, per scolpire modelli in legno, per produrre matrici tipografiche, diventando una macchina da officina: non più solo un dispositivo per disegnare, ma un mezzo per trasferire forme tridimensionali, per ridurre sculture, per incidere lettere e decorazioni, diventando parte integrante del design industriale.

Con l'arrivo del disegno tecnico computerizzato, il pantografo si trasforma diventando la base dei sistemi CAD, dei file vettoriali, della grafica digitale.



Fig 5.6 William Ford Stanley, 1876, Londra. Circuitousroot.



Fig 5.7 Robert Banks, 19°secolo. Circuitousroot.

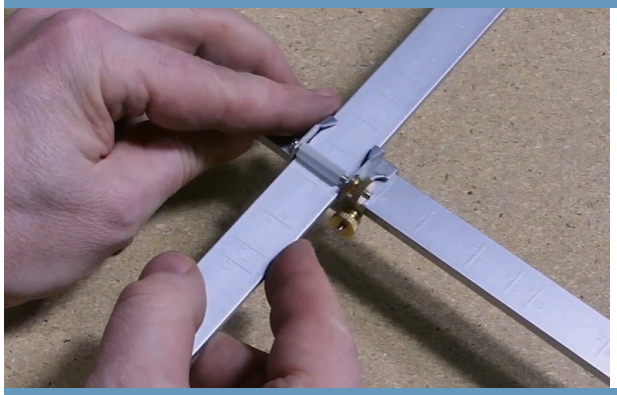
Utilizzo

1. Bloccaggio del pantografo

Ci si siede davanti a un tavolo, con il foglio originale da un lato e quello destinato alla copia dall'altro. Il pantografo viene prima aperto e disteso, come un compasso complesso, e fissato al tavolo tramite un perno o un peso che ne stabilizza uno dei vertici (essenziale perchè fulcro attorno al quale l'intera struttura trasmette il movimento).



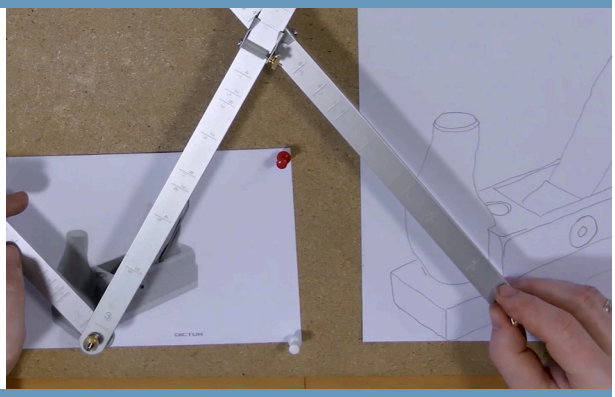
2. Regolazione



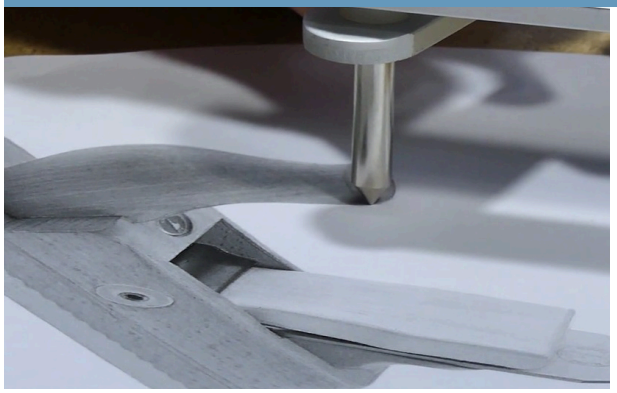
Una volta fissato il fulcro, si regola la geometria delle aste, scegliendo il rapporto di ingrandimento o riduzione. Nel modello di Scheiner, questa regolazione non era immediata: bisognava spostare manualmente gli snodi lungo aste forate, trovando il punto esatto in cui la distanza tra i bracci garantiva la proporzione desiderata.

3. Riproduzione del disegno

Si posizionano poi le due punte: la punta guida, che segue il disegno originale, e la punta tracciante, che riproduce il gesto sul foglio destinato alla copia. Nel pantografo di Scheiner queste punte erano spesso semplici stili metallici, affilati e intercambiabili. Si impugna la punta guida come una penna: ogni minimo movimento viene tradotto altrove, con una precisione che la mano da sola non può garantire.



4. Risultato



Mentre la punta guida scorre lungo i contorni dell'immagine originale, la punta tracciante si muove simultaneamente, descrivendo la stessa forma ma su una scala diversa. L'operatore non guarda solo la punta che guida, ma anche quella che traccia, verificando che la copia sia fedele.

Fonte: Dictum GmbH
youtu.be/01k4Zqt8I_4?si=RI5KcIBiiK5hyl4A

5.2 Telaio Jacquard

Il telaio Jacquard (fig. 5.8) nasce all'inizio dell'Ottocento grazie a Joseph-Marie Jacquard e rivoluzionò l'industria tessile dando la possibilità di produrre in modo automatizzato dei tessuti con fantasie intricate e dettagliate.

I prodotti creati con il telaio Jacquard sono riconosciuti per la loro alta qualità, per la complessità dei tessuti realizzabili, e per la personalizzazione dei motivi. Il telaio Jacquard è ampiamente utilizzato ancora oggi (nella sua versione elettronica), soprattutto per la produzione nell'ambito dell'alta moda.

Il cuore dell'invenzione è il principio di selezione programmata: una serie di schede perforate (fig. 5.9; 5.10), collegate in un nastro continuo, passano davanti a una batteria di aghi: dove c'è un foro, l'ago avanza e attiva un gancio; dove il foro manca, l'ago resta indietro. Ogni gancio solleva o non solleva un filo dell'ordito, basandosi su linguaggio binario ante litteram: foro = 1, assenza di foro = 0. Da questa sequenza di decisioni elementari nasce il disegno, riga dopo riga, come se il tessuto fosse la stampa di un codice.

Originariamente le schede perforate non erano presenti: l'idea fu adottata più tardi da Charles Babbage circa il 1830 per controllare il suo motore analitico, e in seguito ancora da Herman Hollerith per tabulare il censimento degli Stati Uniti del 1890.

Il telaio tradizionale è la base e sopra di esso si innalza l'incastellatura con un sistema di lettura delle schede, la catena di trascinamento e i contrappesi collegati ai licci. Ogni passaggio della spoletta è preceduto da una "decisione" presa dalla macchina, che interpreta la scheda successiva e modifica la configurazione dei fili, eliminando il lavoro manuale del tessitore.

Ogni scheda è un modulo, un'unità di informazione che può essere sostituita, riordinata, duplicata, rendendo la macchina un sistema aperto, espandibile, capace di generare un numero teoricamente infinito di pattern.

Per la prima volta, un'immagine non è più legata alla mano che la crea: può essere codificata, conservata, trasmessa e replicata altrove.



Fig. 5.8 Macchina Jaquard per merletti.
A.R.T.S. Onlus, Museo del Tessile "Martinelli Ginetto".

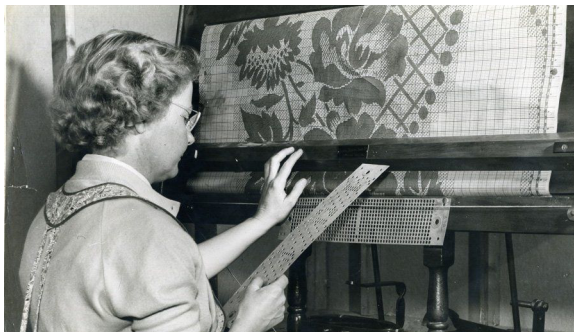


Fig. 5.9 Macchina per tradurre i modelli in schede perforate per il telaio Jaquard, c. 1950.
Science Museum Group Collection, foto di Garth Dawson, Accrington.



Fig. 5.10 Serie di carte perforate sul telaio a mano Jacquard; Textiles Gallery, Science and Industry Museum. Collezione del gruppo del museo della scienza.

L'immagine di Jaquard

Nel 1839 a Lione, venne realizzato il ritratto di Jacquard (fig. 5.11; 5.12) quando il telaio stesso era ormai diffuso nelle manifatture europee. Per ottenere quell'immagine, furono necessarie circa 24.000 schede perforate, ognuna delle quali conteneva una micro-istruzione: solleva questo filo, lascia giù quest'altro. È un numero enorme, quasi sproporzionato, ma necessario per rendere le sfumature tonali del volto, dei capelli, dei tessuti dell'abito. [35]

Il risultato è un'immagine che sembra fotografica, pur essendo anteriore alla fotografia.

Ogni variazione di luminosità è ottenuta alternando fili chiari e scuri. Il tessuto diventa così un display meccanico, traducendo un'immagine in una trama di fili.

Per la prima volta, un'immagine complessa viene: codificata in una sequenza di istruzioni, memorizzata in un supporto fisico (le schede) e riprodotta fedelmente da una macchina.

Una curiosità è che il ritratto non era un semplice esercizio tecnico, ma un manifesto. Mostrava al mondo che il telaio Jacquard non era solo una macchina per produrre tessuti decorativi, ma un dispositivo capace di manipolare l'informazione visiva. Per questo motivo veniva esposto nelle fiere industriali come prova tangibile della potenza del sistema Jacquard.

Il ritratto di Jacquard, in questo senso, è un antenato remoto delle immagini digitali, dei bitmap, dei file jpg. È un oggetto che non è ancora digitale, ma non è più analogico. È un'immagine che pensa come un algoritmo.

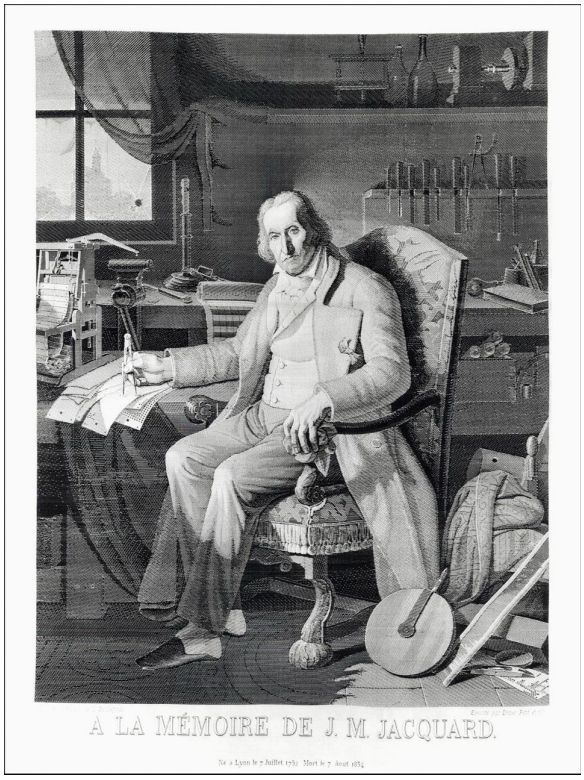


Fig 5.11 Ritratto di Joseph Marie Jacquard, Lione 1839. Science History Institute/Jesse Olanday

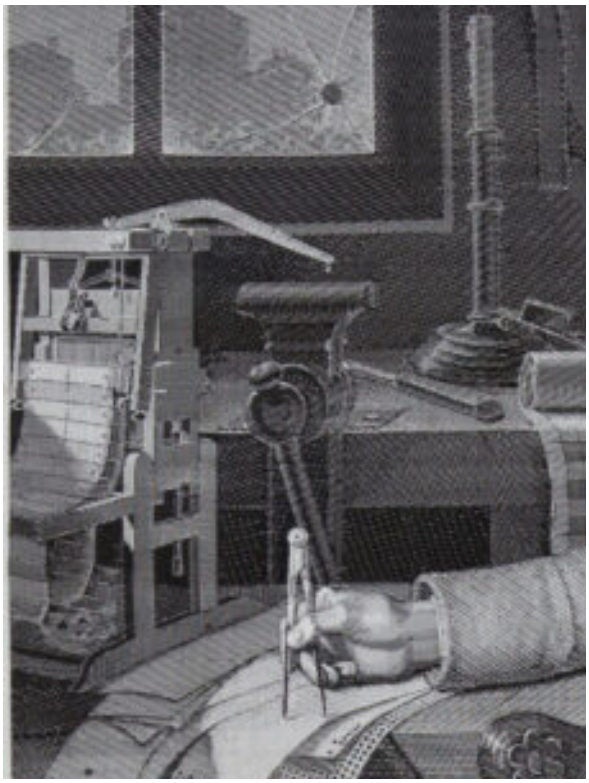


Fig 5.12 Dettaglio del telaio jaquard sullo sfondo del ritratto.

[35] *Joseph Marie Jacquard,* The Metropolitan Museum of Art (New York), www.metmuseum.org/art/collection/search/222531 (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Utilizzo

1. Creazione delle schede

Si dipinge un motivo su carta, poi con una macchina per creare le carte si traduce il modello riga per riga in schede perforate: per ogni quadrato sulla carta che non è stato dipinto, il creatore di carte realizza un foro nella carta; per ogni quadrato dipinto, non viene praticato alcun foro.



2. Preparazione delle carte per il telaio



Le carte, ognuna con la propria combinazione di fori corrispondenti alla parte del modello che rappresentano, vengono allacciate insieme, pronte per passare in sequenza una dopo l'altra attraverso il meccanismo del telaio.

3. Lettura delle carte utilizzando i perni

Quando una carta viene spinta verso una matrice di perni nel meccanismo Jacquard, i perni passano attraverso i fori, e i ganci vengono attivati per sollevare i loro fili di ordito: dove non ci sono fori, i perni premono contro la carta, impedendo ai ganci corrispondenti di sollevare le loro filettature.



4.Creazione del tessuto



Viene fatta passare una navetta con il filo di trama attraverso i fili di ordito, in parte sollevati e in parte abbassati in base allo schema definito dalle schede forate.
Questo processo ripetuto fa sì che il telaio produca il tessuto con la fantasia desiderata.

Fonte: The Henry Ford
youtu.be/MQzpLLhN0fY?si=pBbPwy28-JgZ3prl

5.3 Guida lineare di Peaucellier

La Guida lineare di Peacullier nasce nell'Ottocento, ma le sue radici concettuali affondano nel Settecento, quando matematici e meccanici cercavano un modo per ottenere un moto rettilineo perfetto senza ricorrere a guide scorrevoli, pattini o binari. Le guide fisiche introducevano attrito, usura, imprecisioni, quindi nacque il meccanismo di Peaucellier-Lipkin: un insieme di aste articolate che, muovendosi, costringono un punto a descrivere una retta perfetta. È il primo vero inversore di movimento della storia: trasforma un arco di cerchio in un segmento rettilineo grazie alla proprietà dell'inversione geometrica.

Il design dei primi modelli è elegante: le aste sono sottili, spesso in ottone o acciaio brunito, collegate da snodi lucidati che devono muoversi senza il minimo gioco. La forma ricorda un piccolo organismo articolato. Non c'è nulla di decorativo: la bellezza nasce dalla necessità, dalla simmetria, dalla proporzione. Ogni asta ha una lunghezza precisa, ogni snodo un ruolo determinato.

Muovendo un punto del meccanismo lungo un arco, un altro punto si muove lungo una retta perfetta. Non c'è attrito di guida, non c'è binario da seguire: la retta nasce dal vincolo matematico che lega le lunghezze delle aste. È come se la macchina correggesse ogni deviazione e la geometria interna compensasse il movimento in tempo reale. Il risultato è un moto rettilineo che dipende dalla precisione della costruzione geometrica.

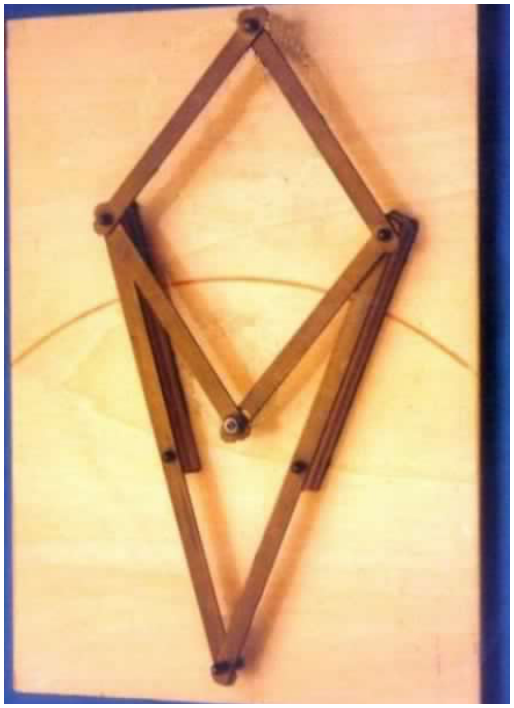


Fig. 5.13 Guida lineare di Peacullier in legno.
Laboratorio delle macchine matematiche, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia.

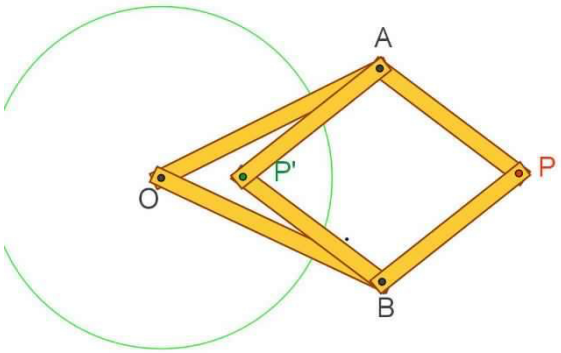


Fig. 5.14 xxSchema della Guida lineare di Peacullier che mostra i punti e la circonferenza descritta dal meccanismo.
Macchine Matematiche.

[36] Funzionamento e spiegazione del meccanismo consultabili al sito: archimede.dimai.unifi.it/archimede/archimede/curve/schede/schede_pdf/peaucellier.pdf
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Il principio matematico dell' inversione

Il principio matematico dell'inversione geometrica (fig. 5.15), applicato alla guida lineare di Peaucellier, è una trasformazione che associa a ogni punto P del piano un punto P' tale che il prodotto delle distanze dal centro dell'inversione è costante. Se il centro è O e il raggio dell'inversione è k, la relazione fondamentale è: OP□ OP' = k2

Questa relazione trasforma cerchi non passanti per il centro in altri cerchi, e trasforma cerchi passanti per il centro in rette (proprietà che rende possibile il funzionamento del meccanismo di Peaucellier come rettificatore perfetto).

La guida lineare di Peaucellier è costruita attorno a due strutture fondamentali: un diamante articolato formato da quattro aste uguali e un quadrilatero formato da due aste lunghe e due corte. Le lunghezze sono scelte in modo che il punto mobile del diamante e il punto di uscita del meccanismo soddisfino esattamente la relazione di inversione. Il diamante garantisce che un punto P rimanga sempre a distanza costante dal centro O del meccanismo, mentre il quadrilatero collega questo punto a un secondo punto P' che si muove in modo vincolato.

La geometria interna del sistema fa sì che: OP□ OP'=costante (ottenuta tramite relazioni metriche tra le aste) e impone l'inversione come conseguenza della sua struttura.

La guida di Peaucellier è il primo meccanismo della storia a realizzare un'inversione geometrica perfetta. La sua precisione dipende dalla rigidità delle aste e dalla precisione degli snodi. Se le lunghezze rispettano le proporzioni richieste, il moto rettilineo è matematicamente garantito.

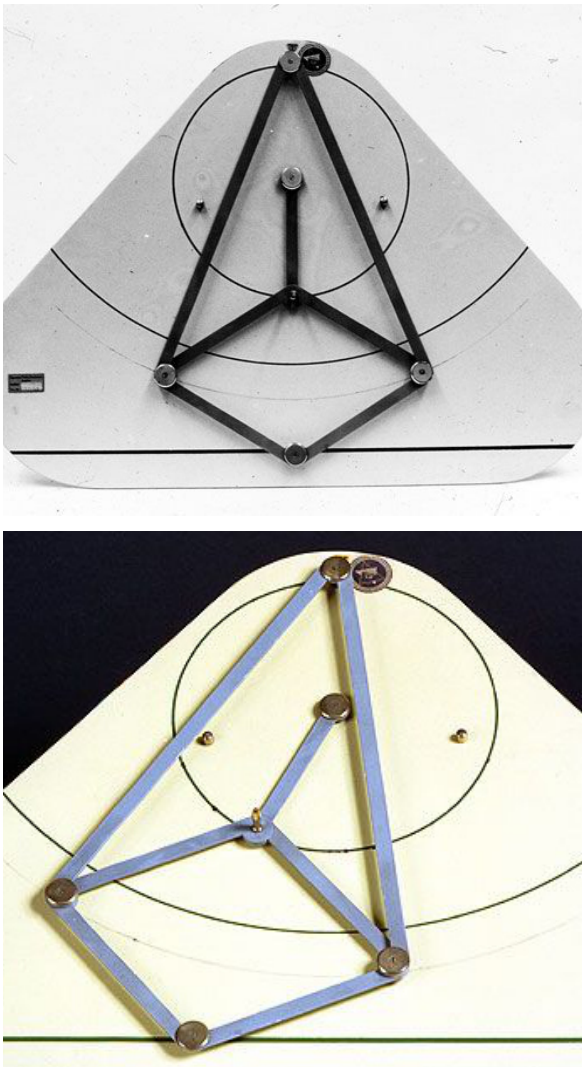
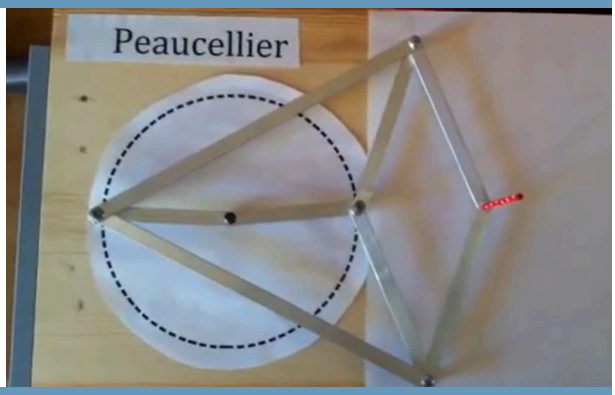


Fig 5.15 Il modello illustra la teoria dell'inversore di Peaucellier, mediante la quale la mappatura per raggi reciproci, o l'inversione rispetto a un cerchio, può essere realizzata meccanicamente.
Quattro aste di lunghezza a sono unite a formare un rombo ABCD; nei giunti C e D sono articolate altre due aste (situate sullo stesso piano) di lunghezza b, fissate al punto O.
In ogni posizione dell'inversore, i punti O, A e B si trovano su una stessa linea retta, e A e B sono punti inversi rispetto al cerchio centrato in O con raggio $\sqrt{(b^2 - a^2)}$.
Se il punto A scorre lungo una curva C, il punto B si muove lungo la curva C*, che è l'inversa di C. Nel caso in cui A si muova lungo un cerchio passante per O, B scorre lungo una linea retta.
DAMM Digital Archive of Mathematical Models

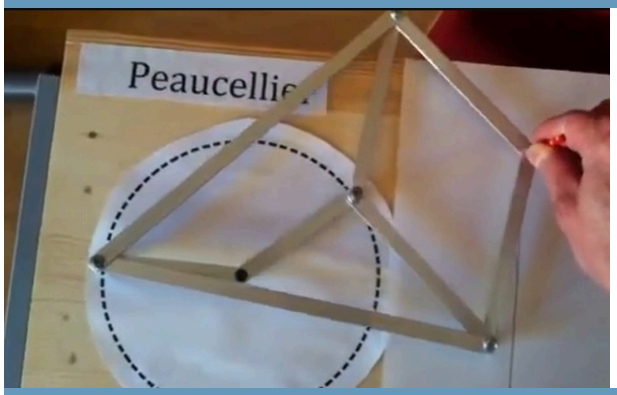
Utilizzo

1. Preparazione del meccanismo

Si apre la guida lineare; le aste devono muoversi liberamente, gli snodi devono essere puliti e senza gioco. Non c'è una base da fissare come negli strumenti da disegno tradizionali. Si sceglie il punto che fungerà da "centro di movimento".



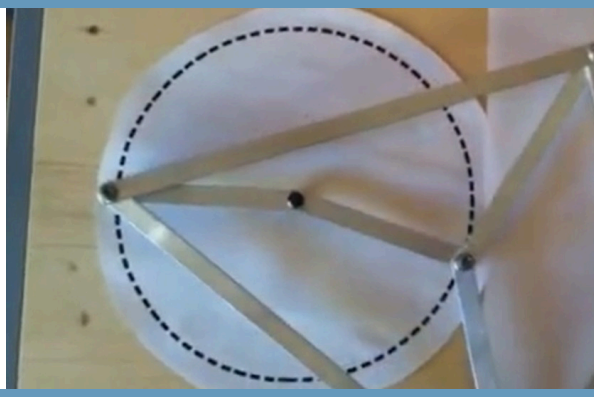
2. Impostazione della guida



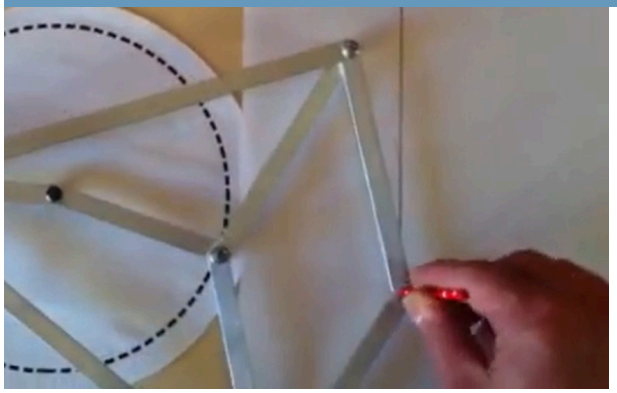
La guida di Peaucellier funziona solo se le aste rispettano proporzioni precise. Prima dell'uso, si controlla che le lunghezze siano quelle previste dal modello e che la struttura sia simmetrica. Non si "regola" l'ellisse o la curva, come in altri strumenti, ma un sistema che deve produrre una retta perfetta.

3. Movimento del braccio meccanico

A questo punto si muove il punto designato lungo un arco di cerchio. Si accompagna il braccio del meccanismo lungo la sua traiettoria curva. E mentre questo punto descrive l'arco, un altro si muove lungo una linea retta perfetta.



4. Tracciamento della retta



Infine si osserva il punto rettilineo mentre avanza. La sua traiettoria è pura: non vibra, non devia, non "oscilla" come nei meccanismi approssimativi. Se è presente un gioco negli snodi o un'asta non perfettamente rigida, la retta lo rivela immediatamente, altrimenti la retta tracciata appare perfettamente dritta.

Fonte:
youtu.be/D30iFxhJTQA?si=kjzWNahhNbcuscY9

5.4 Camera lucida

La camera lucida (fig. 5.16; 5.17) è un dispositivo ottico nato all'inizio dell'Ottocento che permette all'occhio umano di sovrapporre il mondo reale e il foglio, così che la mano possa tracciare ciò che vede senza mediazioni, come se la realtà stessa si appoggiasse sulla carta.

La storia della camera lucida comincia nel 1807, quando William Hyde Wollaston brevetta un sistema basato su un piccolo prisma a quattro facce che devia la luce in modo controllato. L'idea è quella di far sì che l'artista veda contemporaneamente il soggetto e il foglio, senza dover distogliere lo sguardo.

Già nel Settecento si sperimentavano specchi inclinati e dispositivi ottici per aiutare il disegno dal vero. Wollaston, però, è il primo a trasformare questa intuizione in un oggetto portatile, preciso, replicabile.

Il design della camera lucida è un equilibrio tra ottica e meccanica. Il prisma è al centro del sistema: una piccola scultura di vetro che riflette e rifrange la luce in modo da far apparire l'immagine del soggetto direttamente sul foglio. Il braccio articolato, spesso in ottone, serve a posizionare il prisma all'altezza giusta dell'occhio, mantenendo la stabilità necessaria.

Il funzionamento è un gioco di luce e percezione: l'occhio guarda attraverso il prisma e vede due cose allo stesso tempo: il soggetto reale e il foglio. L'immagine del soggetto viene deviata dal prisma e "proiettata" sulla superficie bianca in modo tale che l'artista deve semplicemente seguire con la matita i contorni che vede sovrapposti.

Non altera la prospettiva naturale dell'occhio: ciò che si disegna è esattamente ciò che si vede, per questo è stata usata anche in ambito scientifico: permette di registrare forme complesse come un insetto, con una precisione nata dalla fedeltà percettiva. È uno strumento che parla della modernità del vedere, della volontà di registrare il mondo con esattezza, della fiducia nella tecnologia come alleata dell'occhio umano. [37]



Fig. 5.16 Camera Lucida.
Fondazione Scienza e Tenica di Firenze.



Fig. 5.17 Prisma a riflessione.
Fondazione Scienza e Tenica di Firenze.

[37] B.Jardine, *The camera lucida and the technologies of imitation*, pp. 91-101 visionabili e scaricabili sul sito: static1.squarespace.com/static/5ce651495a3b6400015aa78b/t/66cc4d5f5fa9344c9e77e62b/1724665195431/2022+Camera+Lucida+Hockney.pdf (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Funzionamento ottico del prisma

Il cuore della camera lucida è un piccolo prisma (nei modelli di Wollaston) o uno specchio semiriflettente (nei modelli successivi) progettato per deviare i raggi provenienti dal soggetto e indirizzarli verso l'occhio dell'osservatore, mentre allo stesso tempo permette all'occhio di vedere direttamente il foglio sottostante.

Il prisma di Wollaston è composto da quattro facce con angoli studiati per ottenere due effetti simultanei: riflettere l'immagine del soggetto verso l'occhio e lasciar passare la luce proveniente dal foglio. L'occhio, ricevendo contemporaneamente entrambe le informazioni luminose, le integra in un'unica percezione: il soggetto appare come se fosse appoggiato sul foglio. Non c'è una vera immagine fisica sulla carta: è un'immagine mentale, un fenomeno di sovrapposizione percettiva (fig. 5.18; 5.19).

Il cervello completa l'operazione: interpreta la luce riflessa dal prisma e la luce diretta dal foglio come appartenenti allo stesso piano visivo. È un inganno ottico controllato, basato sulla capacità dell'occhio di mettere a fuoco contemporaneamente due distanze simili.

A differenza di una lente, non introduce distorsioni, non curva le linee, non modifica le proporzioni: l'immagine riflessa è esattamente quella che l'occhio vedrebbe senza il prisma, solo che grazie ad esso (che devia i raggi senza modificarne la convergenza), è collocata percettivamente sul foglio.

Dal punto di vista fisico, il prisma sfrutta: riflessione interna totale su una delle facce; riflessione parziale su un'altra; trasmissione diretta della luce proveniente dal foglio. Il risultato è un sistema ottico ibrido, in cui l'occhio riceve due fasci luminosi con angoli diversi ma compatibili. La percezione della sovrapposizione è un effetto emergente: non è il prisma a "proiettare", è l'occhio a combinare. [38]

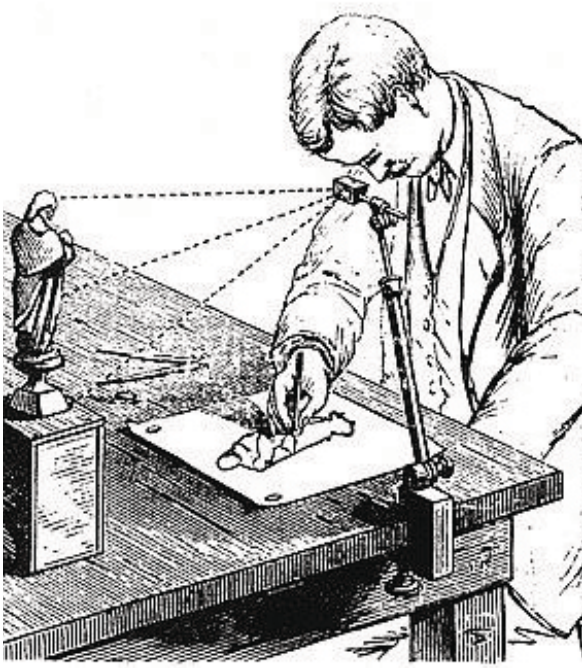


Fig 5.18 Illustrazione di una Camera Lucida in uso. Wikimedia Commons.

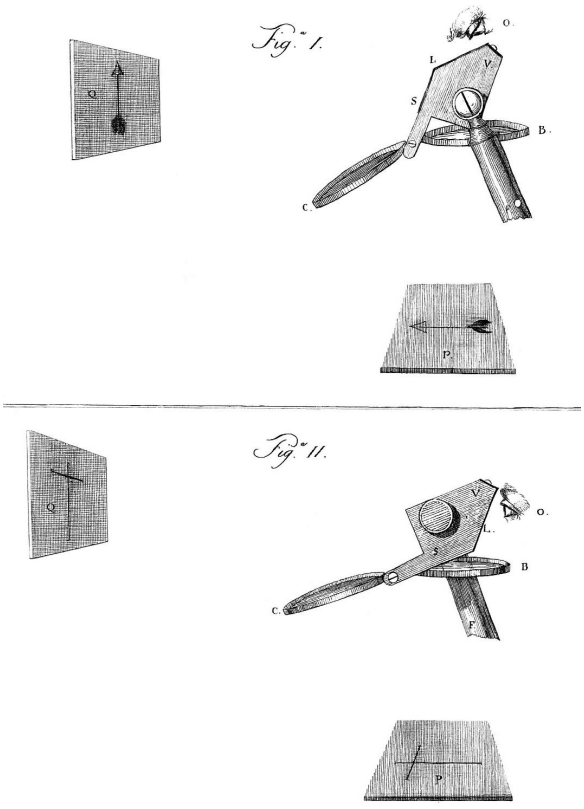


Fig 5.19 Giovanni Battista Amici, consigli per usare la Camera Lucida, 1819.
NeoLucida.

[38] *Un'immersione profonda nella Camera Lucida*, 2024. Consultabile sul sito: drawscope.com/it/blogs/noticias/a-deep-dive-into-the-camera-lucida?srsltid=AfmBOorhAvQE2cAoZYNP2OC58gH_tIP4yXKdgcULRnLa8Ggv6v7AayfX
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Utilizzo

1. Posizionamento

La camera lucida viene posizionata davanti al soggetto scelto; la stabilità del prisma e dell'occhio è essenziale per ottenere una sovrapposizione corretta: si fissa il braccio articolato al tavolo o al cavalletto e si porta il prisma all'altezza dell'occhio, inclinato secondo l'angolo previsto dal modello. Il foglio deve essere ben illuminato e il soggetto visibile senza ombre parassite.



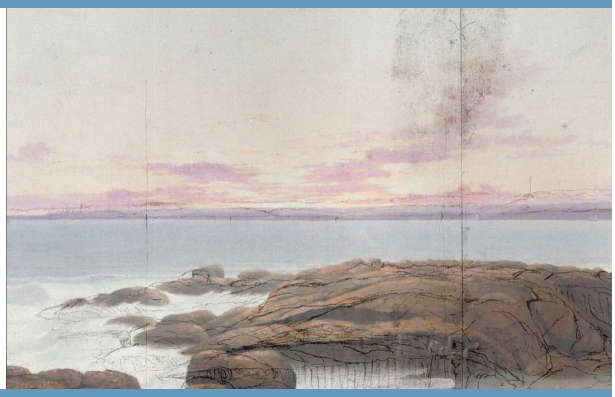
2. Allineamento di occhio, prisma e foglio



Il principio ottico funziona solo se si guarda attraverso il prisma in un punto preciso: si deve avvicinare l'occhio al bordo del prisma in modo da vedere il soggetto riflesso; si regola l'inclinazione del prisma finché l'immagine del soggetto non appare "appoggiata" sul foglio. Bisogna mantenere la testa stabile: anche piccoli movimenti alterano la sovrapposizione.

3. Regolazione

Si osserva il soggetto attraverso il prisma e si verifica che i contorni coincidano con il foglio. Se l'immagine è troppo chiara o troppo scura si deve regolare la luce o la posizione del soggetto.



4. Tracciamento dei contorni sul foglio



Trovata la distanza giusta tra occhio e prisma, il disegno diventa un'estensione di ciò che si vede. Si tracciano i contorni proiettati sul foglio, mantenendo l'occhio fermo sul prisma mentre la mano si muove. Se si perde l'allineamento, bisogna riallineare occhio e prisma senza spostare il foglio.

Fonte: Museum of Fine Arts, Boston
youtu.be/6ktb1qCo4kY?si=UAwpkjHlm-3cdoJX

Conclusioni

Lo scritto ha quindi dimostrato l'effetiva funzionalità, anche nel nostro mondo, dei dispositivi analogici: analizzarli da vicino ha permesso di comprendere come l' innovazione nasca da un gesto, da un meccanismo, da una soluzione concreta pensata per rispondere a un'esigenza umana sempre più importante e fondamentale con l'avanzare del tempo.

La presente analisi ha voluto sottolineare come la tecnologia digitale non abbia cancellato questi dispositvi, che, invece, rappresentano la logica alla base della suddetta tecnologia: senza i dispisitivi citati non ci sarebbe stata alcuna invenzione per come le conosciamo.

Ripercorrere la storia di questi oggetti ha permesso di mettere in luce il loro valore tecnico e anche la loro capacità di raccontare un modo di progettare più diretto, tangibile e intuitivo di quanto accade oggi. In essi si ritrova una chiarezza funzionale che può ancora ispirare la nostra contemporaneità, suggerendo processi di pensiero più essenziali, consapevoli e sostenibili rispetto alle soluzioni digitali. La meccanica, con la sua concretezza e la sua trasparenza, continua a offrire modelli progettuali che meritano di essere recuperati e reinterpretati.

In conclusione, questo lavoro vuole essere un invito a considerare la meccanica non come un capitolo chiuso, ma come una risorsa progettuale che continua a offrire spunti, metodi e idee. Recuperare il valore dell'analogico significa ampliare lo sguardo sul design, comprendere meglio le sue radici e immaginare nuove possibilità per il futuro, dove tradizione e innovazione possano convivere in modo complementare e fecondo.



Sullo sfondo: illustrazione pubblicitaria per la Macchina per scrivere Olivetti Lettera 22.

Archivio Storico Olivetti.

Bibliografia

G.Ramina e M.Ferrara, 2023, *Tecnologie dei processi di produzione*, Zanichelli, pp. 6-25
static.zanichelli.it/catalogo/assets_9788808421197_04_CAP.pdf
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

M.P. Cardew, 1901, *The Telautograph*, articolo n.3271, ICE Publishing, pp. 296-300
ia800805.us.archive.org/view_archive.php?archive=/13/items/crossref-pre-1909-scholarly-works/10.1680%252Fimotp.1901.18554.zip&file=10.1680%252Fimotp.1901.18875.pdf (Ultimo accesso: 02/07/2026)

W. Maver, 1903, *American Telegraphy and Encyclopedia of the Telegraph,* Maver Publishing Company, N.Y.
https://archive.org/details/americantelegrap00mave/page/n6/mode/1up (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Basic teleprinter and telegraph principles, Creed Publications, pp.1-8
www.cryptomuseum.com/telex/files/creed_basic_tty.pdf
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

S.M. Bellovin, 2009, *Compression, Correction, Confidentiality, and Comprehension: A Look at Telegraph Codes*, Columbia University, pp.1-29
www.cs.columbia.edu/~cs4hs/talks/codebooks.pdf
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

MoMA, *Press Archives n.82*, 1967
www.moma.org/momaorg/shared/pdfs/docs/press_archives/3932/releases/MOMA_1967_July-December_0014_82.pdf (Ultimo accesso: 02/07/2026)

The National Phonograph Company, 1900, *The Phonograph and how to use it*
catalogo.beniculturali.it/xDamsCMS/2023/09/12/IT-ICCD-CMS-0001-001131/HowToUseIt.pdf
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

B. Jardine, *The camera lucida and the technologies of imitation* pp. 91-101
*static1.squarespace.com/static/*5ce651495a3b6400015aa78b/t/66cc4d5f5fa9344c9e77e62b/1724665195431/2022+Camera+Lucida+Hockney.pdf
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

The MusicBox, An International Journal of Mechanical Music; Volume 25 Number 8 Winter 2012
mbsgb.org.uk/TMB/V25_B8.pdf
(Ultimo accesso : 02/07/2026)

E.L. Scott de Martinville, tradotto da P. Feaster, 2009, *The Phonautographic Manuscript of Edouard-Léon Scott de Martinville*,First Sound, Bloomington (Indiana)
www.firstsounds.org/public/Phonautographic-Manuscripts.pdf
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

D.Colciago, 2025, *Radio a cristallo di galena: un oggetto magico senza pile né spine*, Jacobacci&Partners
www.jacobacci.com/news/la-radio-a-cristallo-di-galena
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Sitografia

The Codex Laureshamensis
www.archivum-laureshamense-digital.de/en/codex_laureshamensis/index.html
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Il torchio tipografico
www.metaprintart.info/cultura-grafica/4987-il-torchio-tipografico-cosi-bello-da-far-impressione/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

A "Passato e Presente" l'invenzione della stampa
www.rai.it/ufficiostampa/assets/template/us-articolo.html?ssiPath=/articoli/2021/08/A-Passato-e-Presente-linvenzione-della-stampa-cc181cb1-9e0a-4ea3-bdb2-6c81a89bc6fa-ssi.html
(Ultimo accesso: 24/06/2026)

Gutenberg: chi è l'uomo che rivoluzionò la stampa
www.pixartprinting.it/blog/gutenberg-chi-era/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)

La rivoluzione tipografica: chi inventò la stampa a caratteri mobili?
studiolegalelavorospoltore.it/marketing-digitale/otros/chi-invento-la-stampa-a-caratteri-mobili/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Le prime tecniche e la xilografia
www.dworld.biz/storia-della-stampa/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Macchine da scrivere: chi è l'inventore?
scrivevo.blogspot.com/2011/10/chi-e-linventore.html
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Olivetti M1 industria, manifattura, artigianato
www.lombardiabeniculturali.it/scienza-tecnologia/autori/24773/?sort=sort_date_int (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Contrografismo e processi di stampa 1 e 2
www.contrografismo.info/TPP/ProcedimentiProcessiStampa-1.html
www.contrografismo.info/TPP/ProcedimentiProcessiStampa-2.html
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Storia Olivetti, Valentine, design e grafica per un prodotto cult
www.storiaolivetti.it/articolo/93-valentine-design-e-grafica-per-un-prodotto-cult/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Gutenberg, l'inventore della stampa
www.seminarecultura.it/2025/04/05/gutenberg-linventore-della-stampa/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

La storia della stampa cartotecnica
cartotecnicacbc.com/la-storia-della-stampa-cartotecnica/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Johannes Gutenberg, la rivoluzione della stampa a caratteri mobili
best5.it/post/johannes-gutenberg-la-rivoluzione-della-stampa-a-caratteri-mobili-che-ha-cambiato-il-corso-della-storia/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Nascita della Stampa
training.gattosulweb.com/course/view.php?id=94
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

The Olivetti Alphabet
artsandculture.google.com/story/the-olivetti-alphabet-fondazione-adriano-olivetti/2AVB8k3ndS-RJQ?hl=en
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Il ciclostile: la macchina che rivoluzionò la stampa alternativa
www.meteogiornale.it/2024/07/magazine/il-ciclostile-la-macchina-che-rivoluziono-la-stampa-alternativa/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Archivio Olivetti, Lettera 22 e Olivetti M20
www.archiviostoricolivetti.it/museo-digitale/lettera-22/
www.archiviostoricolivetti.it/en/prodotto/olivetti-m20/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Il telegrafo: l'internet del 19° secolo
www.digitec.ch/it/page/il-telegrafo-linternet-del-19-secolo-37482
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Telautograph
www.historyofinformation.com/detail.php?entryid=3270
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Telautograph
ethw.org/Telautograph
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

The Telautograph: Handwriting at a Distance
history.ieee.org/the-telautograph-handwriting-at-a-distance/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Storia delle telescriventi Olivetti
air-radiorama.blogspot.com/2016/04/storia-delle-telescriventi-olivetti.html
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Poste Italiane, Le nostre storie
www.posteitaliane.it/it/le-nostre-storie.html (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Telegrafia acustica, ottica ed elettrica
www.ik0dwj.it/shack/codice-morse/telegrafia-acustica-ottica-ed-elettrica/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Il telegrafo: l'internet del 19° secolo
www.galaxus.it/it/page/il-telegrafo-linternet-del-19-secolo-37482
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Telautograph documents
www.jmcvey.net/cable/elements/telautograph1.htm
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

La Radio d'Epoca, Kristal
www.laradiodepoca.it/Kristal.htm
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Camera oscura e origini della fotografia
www.genteinmovimento.com/notizie/camera-oscura-e-le-origini-della-fotografia
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Apparecchio cinematografico da ripresa e per proiezione, a manovella, per pellicole da 35mm
catalogo.beniculturali.it/detail/ScientificOrTechnologicalHeritage/0301970228
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Cenni sugli inizi del cinema
www.enzodegiorgi.it/Cenni%20sugli%20inizi%20del%20Cinema.pdf
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Fratelli Lumière e il cinema
www.accademia09.it/fratelli-lumiere-cinema/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)

La prima proiezione
www.brevestoriadelcinema.org/01-3-la-prima-proiezione/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

La magia della luce negli strumenti del precinema
museocity.it/opere/2022/la-magia-della-luce-negli-strumenti-del-precinema-la-lanterna-magica
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Museo del Precinema di Padova
https://www.minicizotti.it/museo/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Cinema 2.0: Thomas Alva Edison
www.darsmagazine.it/cinema-2-0-thomas-alva-edison-il-nuovo-inventore-del-cinema/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Jacquard Loom: Revolution in Fashion Industry
rifo-lab.com/en/blogs/rifo-stories/jacquard-loom-revolution-in-fashion-industry?srsltid=AfmBOopR5RrOTN0YuH-hJuRyTJusFiiykvEJVeAPiZRBPrjIxOymXNa
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Tessuto Jacquard e nascita del computer
www.harpersbazaar.com/it/moda/storie/a61762274/tessuto-jacquard-nascita-del-computer/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Pantografo (Invenzioni)
redi.imss.fi.it/invenzioni/index.php/Pantografo
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Come si costruisce un pantografo
www.pietromaker.it/2018/01/come-si-costruisce-un-pantografo-in.html
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Theory of the inversor of Peaucellier
mathematical-models.org/de/models/2
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Pantograph in Context
circuitousroot.com/artifice/letters/press/typemaking/making-matrices/pantograph-in-context/index.html
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Che cos'è la camera lucida
www.lomography.it/school/che-cos-e-la-camera-lucida-fa-rlmap3lm
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Camera lucida di Wollaston
www.fstfirenze.it/camera-lucida-di-wollaston/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Prisma a riflessione
www.fstfirenze.it/prisma-a-riflessione/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Il primo fonografo
veroantico.altervista.org/il-primo-fonografo/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Strumenti meccanici e fonografo di Edison
www.treccani.it/enciclopedia/strumenti-meccanici-e-fonografo-di-edison_(Storia-della-civiltà-europea-a-cura-di-Umberto-Eco)/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)

La macchina parlante
catalogo.beniculturali.it/approfondimento/la-storia-della-registrazione-del-suono-i-protagonisti/la-macchina-parlante
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Il fonoautografo
robertocalosci.net/2020/10/30/il-fonoautofrafo/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Edison Manufacturers
museumofmagneticsoundrecording.org/ManufacturersEdison.html
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Profezie materiali
catalogo.beniculturali.it/approfondimento/la-storia-della-registrazione-del-suono-i-protagonisti/profezie-materiali
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

23 novembre 1889: il primo jukebox
www.ondamusicale.it/musica/15825-23-novembre-1889-per-la-prima-volta-fa-la-sua-comparsa-il-jukebox/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Il jukebox
museodeldiscodepoca.com/il-jukebox/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Camera Oscura
redi.imss.fi.it/invenzioni/index.php/Camera_oscura
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Leica I: tutti i modelli
www.wetzlar-historica-italia.it/Leica%20I.html (Ultimo accesso: 02/07/2026)

How a Jukebox Works
jukeboxandretrofair.co.uk/how-a-jukebox-works/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Come si costruisce un pantografo in legno
www.pietromaker.it/2018/01/come-si-costruisce-un-pantografo-in.html
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Joseph Marie Jacquard
www.metmuseum.org/art/collection/search/222531
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Funzionamento e spiegazione del meccanismo
archimede.dimai.unifi.it/archimede/archimede/curve/schede/schede_pdf/peaucellier.pdf
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Un'immersione profonda nella Camera Lucida
drawscope.com/it/blogs/noticias/a-deep-dive-into-the-camera-lucida?srsltid=AfmBOorhAvQE2cAoZYNP2OC58gH_tIP4yXKdgcULRnLa8Ggv6v7AayfX (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Fonti audiovisive

Ciclostile, la bisnonna delle fotocopie
youtu.be/eH_hE3TWLpk?si=te033wW6BpBZkN3R
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Gestetner Cyclostyle: the Original Office Copy Machine
youtu.be/NdBSYUbaAZg?si=OYMoaplNiE0dIUSX
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Gestetner 230
youtu.be/LyOVzyis2UQ?si=RaOd5nTyVciv-eYe
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Il Ciclostile Gestetner per la stampa
youtu.be/A3igNLZ3iE0?si=COqs71FNPNxGBKMW
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Come funziona una macchina da scrivere meccanica
youtu.be/yKpIwi1UUIk?si=zbq0euTzetpZpuia
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Telegrafo Morse
youtu.be/5wDU8lNO_-M?si=3_Rv-k2XzvP2BcKX
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Old telegraph - telegraf - with paper tape & ink
youtu.be/DRlXZGMWnfI?si=qQ0diHAAeH16PQY2
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Il telegrafo
youtu.be/UDlvBwGm3B8?si=iXLXQ_33FBZLNeh9
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Teletype Model 15
youtu.be/bHkNZA28cMA?si=0pwdpJDe8ku5I-wJ
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Teletype 33 ASR Part 1: Restoration Begins
youtu.be/QzfjT1mCRww?si=N3vGJ_a3YuE1naHl
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

One Hundred Years at the Library: The Telautograph
youtu.be/HLFZZ4oqnPc?si=IDZ8F1MLIhY0VUC_
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Forgotten Innovations The Telautograph
youtu.be/p6fXrupNUXQ?si=-25tb_ITxQRFCZbc
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

ASR33 Teletype 1972
youtu.be/W4gwJAO2EWg?si=JUu92HmMUk0cLdwl
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Teletype Model 15
youtu.be/bHkNZA28cMA?si=Zp4HaT6uDJUrcQqB
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Come funziona (ASR33)
youtu.be/5Hevjrhk5xM?si=jJn0PywBXdkETWa8
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Teletype Model 15 Slow Motion
youtu.be/_emtWAfygpY?si=xvAVKdCUkWUjpJeG
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Teletype modello 15: come funziona?
youtu.be/pEQtVH3Z6n4?si=17SD1UuYiZWIjl3X
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Radio a galena
youtu.be/3_Ko5x1eVRw?si=G3fE80OGb84t71dS
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Charlie Chaplin's HIS TRYSTING PLACE (1914) Mutoscope at MOMI
youtu.be/TMhOlxraA0A?si=ncY9VI4ftLcU0Coc
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Mutoscope
youtu.be/5RegaAUXaWw?si=ImiFSvAByLgbJU6v
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Mutoscope Mechanism
youtu.be/k-U4hmLe2tc?si=o3MCY-cAwQ8JIuxK
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

La prima proiezione al Salon Indien du Grand Café (1895) Lumière
youtu.be/L4U0T6-P-M4?si=Qy2wW2r2ef7-pJnq
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

How an 1803 Jacquard Loom Led to Computer Technology
youtu.be/MQzpLLhN0fY?si=ViHGmLHCVx_0RBbK
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Der Pantograph - Anleitung zum Vergrößern und Verkleinern – Tutorial
youtu.be/01k4Zqt8I_4?si=nUp7HtEb1T9eGyuq
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Mecanismo de Peaucellier
youtu.be/D30iFxhJTQA?si=GDkWlYBxUNmXz2oV
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Using the Camera Lucida
youtu.be/6ktb1qCo4kY?si=q1UmPUUj8YCXx3gp
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Una breve storia della Lanterna Magica
youtu.be/HcOfdRZxK1Q?si=qAhgP7SszN4_ia9Z
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Lanterna Magica e proiezioni luminose
youtu.be/zi3q8Et527Y?si=raUgjs4SHOIowfky
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

La prima macchina da presa.
youtu.be/qJR0mcFCjys?si=XxQtMLjQ8XAZ0K0O
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

The World's First 35mm Camera, the Leica 1A
youtu.be/FYxd3wYMAxQ?si=W9ix6SzIzZR5kS_N
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

140° Aniversario del Primer Registro Sonoro
youtu.be/eBXVQSQmKcg?si=MYI2IAp4cHX9eVwQ
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

1857 phonautograph, stylus test # 2
youtu.be/oum3dOo5r04?si=wldAlNc8qVHEUjoP
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

1857 phonautograph recording test # 1
youtu.be/QTq8RCME28Y?si=xKpoQkNbpvX9aFE-
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

How to make Cylinder Music Boxes
youtu.be/K9TCqW23mCQ?si=39w7qW0s4JvXW8o9
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

How the Wurlitzer 1015 Jukebox Works Part 1: The Credit and Selection Process
youtu.be/htbN7-vxUbg?si=UbxetuVWJexd8no3
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Wurlitzer 1015 Jukebox
youtu.be/t7BeqCAVPlU?si=E1s7mYnNqyeI9FzO
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Wurlitzer 1015 Jukebox
youtu.be/t7BeqCAVPlU?si=yoOCbBaLfOLlY2SR
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Iconografia

Archivio Tipografico, caratteri mobili in legno.
https://archiviotipografico.it/collezioni/caratteri-mobili/semplicita/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Kelsey Excelsior 5x8 press, National Museum of American History
americanhistory.si.edu/collections/object/nmah_1212327
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Pressa tipografica, pedalina tipo Boston, Società Pergola; C. M. Zini
www.lombardiabeniculturali.it/scienza-tecnologia/schede-complete/ST110-00613/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Olivetti M20, Archivio Storico Olivetti
www.archiviostoricolivetti.it/en/prodotto/olivetti-m20/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Duplicatore ciclostile Roneo modello n10, Amarcord Vintage
www.amarcord-vintage.it/prodotto/duplicatore-ciclostile-roneo-modello-n10-by-neostyle-company-regno-unito-anni-10/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Le fanzine del '77 , Archivi del Presente
archividelpresente.org/2022/02/24/le-fanzine-del-77/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Teleautografo E. Gray, Google Patents
patents.google.com/patent/US386815
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

The Telautograph (1888), The Scroller, 20 forgotten inventions
www.thescroller.net/36065/20-forgotten-inventions-that-were-way-ahead-of-their-time/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Teleautografo E. Gray, HISTV
www.histv.net/gray
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Two Teletype Teleprinters (1910–1924), Science Museum Group
collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co33491/two-teletype-teleprinters-1910-1924
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

North Warren St. (ca. 1890), Trenton History
www.trentonhistory.org/northwardsurvey.html (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Guardafili: storia postale, Poste Italiane
www.posteitaliane.it/it/guardafili-storia-postale.html
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Samuel Morse - Patent U.S. #1647, ARIBG, Evoluzione dei tasti telegrafici moderni
www.aribg.it/levoluzione-dei-tasti-telegrafici-moderni/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Model 15 KSR (keyboard send and receive) Taipei Signal Army
taipeisignalarmy.blogspot.com/2015/01/the-model-15-by-teletype-corporation.html (Ultimo accesso: 02/07/2026)

The Teleautograph 1893
www.hffax.de/history/html/gray.html
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Gray telautograph transmitter, patent #s 461470 and 461471, American History Museum
americanhistory.si.edu/collections/object/nmah_712470
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

H. Thiel, Sammlung Patrick Voelker, Ondrup
ondrup.blogspot.com/2016/02/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Radio a galena , Museo Marconi
www.museomarconi.it/apparati_museo/radio-a-galena/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Radio a galena autocostruita, Arteventi News
arteventinews.it/2021/09/21/costruire-una-radio-a-galena/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Le radio a galena, Ameria Radio
www.ameriaradio.com/le-radio-a-galena/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Radio a galena Ruma, Bertibenis
www.bertibenis.it/Radio%20a%20galena%20Ruma%201.htm
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Radio a galena Ruma 2E , Bertibenis
www.bertibenis.it/Radio%20a%20galena%20Ruma%202%20E.htm
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Fonografo di Edison, Museo Nicolis
www.museonicolis.com/gem-t-a-edison/?_gl=1*2hudsc*_up*MQ..*_ga*NDI2NDU5NjExLjE3ODMzNjAxODA.*_ga_5XPNMYWPKQ*czE3ODMzNjAxODAkbzEkZzAkdDE3ODMzNjAxODAkajYwJGwwJGgxNzg3NjkyNDc1
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

American family in the 1920s listening to a crystal radio; Crystal Radio (1920)
portsmouthhistorynotes.com/2020/05/04/portsmouth-in-the-1920s-the-crystal-radio/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Illustrazione del codice Baudot
books.openedition.org/ugaeditions/42653
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Receptor de radio de galena, Museo Telecomunicaciones
blogs.upm.es/museotelecomunicaciones/receptor-de-radio-de-galena/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Scheda tecnica radio a galena, Planet Antique Radio
www.planet-antiqueradio.com/fiche_731.html (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Lanterna Magica Pettibone, Museo del Precinema di Padova
https://www.minicizotti.it/museo/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Un fotogramma della "Sortie des usines Lumière"
tg24.sky.it/spettacolo/2017/12/27/nascita-del-cinema
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Lanterna magica GBN, Museo Nicolis
www.museonicolis.com/en/lanterna-magica-gbn/museo-nicolis-lanterna-magica-gbn-ph-museo-nicolis-1-2/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Cinepresa a manovella, Catalogo Beni Culturali
catalogo.beniculturali.it/detail/ScientificOrTechnologicalHeritage/0301970226
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

What the butler saw frame, ACMI
www.acmi.net.au/works/search/?work_type=film (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Macchina Jaquard per merletti, Museo del Tessile
www.museodeltessile.it/tessitura-jacquard/ (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Mutoscopio, Museu del Cinema Girona
museudelcinema.girona.cat/esp/colleccio_objectes_fitxa.php?id=7858
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Lawrence George, Macchina fotografica gigante
www.geographicus.com/P/ctgy&Category_Code=lawrencegeorger
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Cinepresa, Museo di Fisica
www.museodifisica.unito.it/index.phtml?Museo&id=274
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Fucile fotografico di Étienne-Jules Marey, Linda Hall Library
www.lindahall.org/about/news/scientist-of-the-day/etienne-jules-marey/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Strumenti del disegno, Didatticarte
www.didatticarte.it/Blog/documenti/Zanichelli_Sammarone_Strumenti_Disegno.pdf
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Hand-loom Jacquard woven, WM Gallery
wmgallery.org.uk/technique/hand-loom-jacquard-woven/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Pantografo in perspex 35 cm, Novart Deco
www.novartdeco.it/prodotti/cancelleria-e-libri/pantografo-in-perspex-35-cm/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Pantografo 35 cm (riproduzione in scala)
dalmolinicone.it/it/prodotti/altri-prodotti/accessori-per-disegno/pantografo-cm35-riproduzione-in-scala-di-disegni-c750
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Historical Camera Lucida, NeoLucida
neolucida.com/historical-camera-lucida-documents
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Scatola musicale a cilindro, Museo Nicolis
www.museonicolis.com/category/museo-strumenti-musicali/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Fonografo di Edison, Museo Virtuale Politecnico di Milano
www.museovirtuale.polimi.it/fonografo-di-edison-2/
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Jukebox, selettore monete, Paste Magazine
www.pastemagazine.com/travel/vinyl-in-europe (Ultimo accesso: 02/07/2026)

Thomas Alva Edison, National Portrait Gallery
npg.si.edu/object/npg_NPG.93.388.9
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Fonautografo, Smithsonian
americanhistory.si.edu/documentsgallery/exhibitions/hear-my-voice/2.html
(Ultimo accesso: 02/07/2026)

Ringraziamenti

Giunta al termine di questo importante percorso, desidero ringraziare chi ha reso possibile questo traguardo.

Il ringraziamento più grande va ai miei genitori, ai miei nonni e a tutta la mia famiglia e a Giuseppe: il vostro sostegno e i sacrifici quotidiani sono stati la mia forza in ogni momento.

Un grazie speciale ad Aurora, presenza insostituibile in questi anni di studio e nella vita.

Infine, ringrazio di cuore tutte le persone, gli amici e i compagni che, con un gesto o una parola di incoraggiamento, mi hanno supportato in questi anni.

Infine ringrazio il mio relatore, il Professor Walter Franco, per la guida autorevole, la disponibilità e gli insegnamenti che hanno reso possibile la stesura di questo lavoro.