

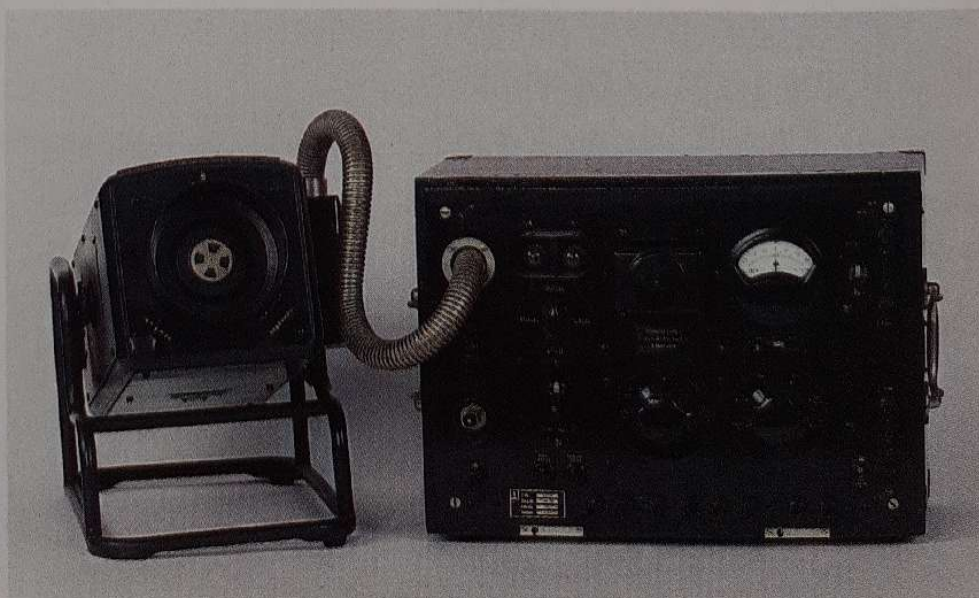
Ecometro composto da trasmettitore, calibratore e indicatore con relativi alimentatori e bobina di impedenza STC (1950)

to, per ridurre (a frequenza vocale) le diafonie sulle coppie simmetriche, a quella usata, sempre sulle coppie, per ridurre la diafonia a frequenze portanti; tipici i diafonometri per i sistemi a 12 canali a due bande di frequenza.

Per quanto riguarda il cavo coassiale fra i tanti strumenti è da notare una vetrina interamente dedicata all'ecometro STC del 1950, composto da sei elementi tra loro interconnessi e utilizzato per il

rilievo delle caratteristiche di regolarità dei cavi coassiali; anche in caso di guasti l'ecometro può mostrare la sua utilità.

Infine, prima di abbandonare l'esposizione degli apparati per misure di telecomunicazioni è da ricordare la presenza, nel Museo, di vari strumenti per il controllo dei circuiti telegrafici e per prove su apparecchiature di segnalazione, a completamento della panoramica degli strumenti per apparecchiature.



Distorsionometro meccanico con stroboscopio per circuiti telegrafici Siemens & Halske (1934)

Sala di esposizione

Dopo aver così esaminato i settori relativi agli apparati di trasmissione, commutazione e di misura possiamo passare a esaminare la esposizione, in una apposita sala, di reperti connessi all'attività delle telecomunicazioni, sala di cui abbiamo già fatto cenno inizialmente.

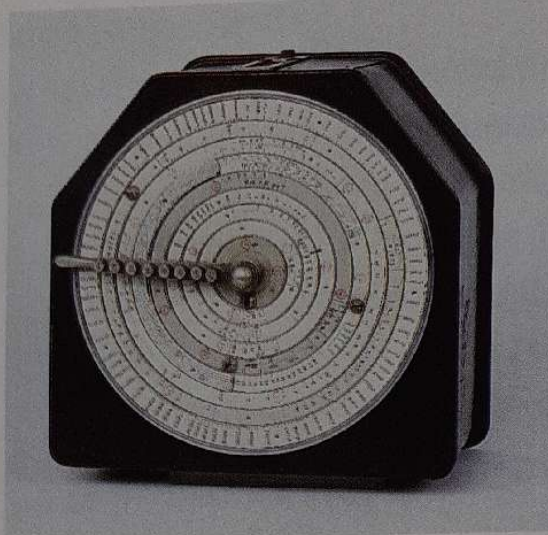
Data la notevole quantità di esemplari esposti, nella illustrazione seguiremo il seguente filo conduttore, cominciando dai mezzi di calcolo e di progetto e passando, subito poi, al più antico mezzo di comunicazione elettrica, cioè la telegrafia:

1. *Mezzi di calcolo e di progetto*
2. *Telegrafia, telex, facsimile e trasmissione dati*
3. *Apparecchi telefonici*
4. *Tubi elettronici e semiconduttori*
5. *Radio e Televisione*
6. *Linee e reti*
7. *Componenti vari, attrezzi e utensili*
8. *Apparati militari.*

1. Mezzi di calcolo e di progetto

L'esposizione relativa a questi mezzi copre un campo molto vasto, ma non ci si deve meravigliare di questo perché il progetto completo di un impianto di telecomunicazioni va dalle opere civili (scavo di trincee, posa di canalizzazione e cavi, edifici fuori terra o interrati, tralicci per antenne, sospensioni per passaggi aerei, ecc.), a misure geodetiche (allineamento di antenne per ponti scatter, posizionamento di stazioni terrene per satellite, ecc.), fino ai calcoli e alla progettazione dell'impianto vero e proprio di telecomunicazioni. Cominciando dalla rassegna dei mezzi di calcolo, sono esposti i primi strumenti di calcolo ana-

**Regolo calcolatore
multiplo, su scala polare,
tipo Washington
per calcoli relativi
al cemento armato (1928)**



logico (meno preciso, ma spesso sufficiente nel campo tecnico) e numerico (passibile della precisione desiderata).

Tra gli strumenti analogici, il regolo calcolatore lo-

garitmico, adatto anche a specifici programmi di calcolo, è quello che ha avuto la massima diffusione.

Nella vetrina del calcolo compare, in bella evidenza, un regolo calcolatore multiplo, su scala polare.

Sono mostrate anche macchine addizionatrici e calcolatrici meccaniche (ed anche le prime di tipo elettronico) capaci delle 4 operazioni (e nei tipi più sofisticati anche della radice quadrata), che hanno permesso di espletare i calcoli con una certa facilità.

Sono infine mostrate le calcolatrici elettroniche programmabili che hanno sostituito tutti gli altri mezzi divenuti ormai obsoleti.

Completano l'esposizione alcuni prototipi di memorie per grossi elaboratori della prima generazione.

Passando ai mezzi necessari per le opere civili, si trova una ampia raccolta di strumentazione topografica e geodetica anche di alta precisione (si pensi alla campagna di scandagli per identificare il percorso di un cavo sottomarino).

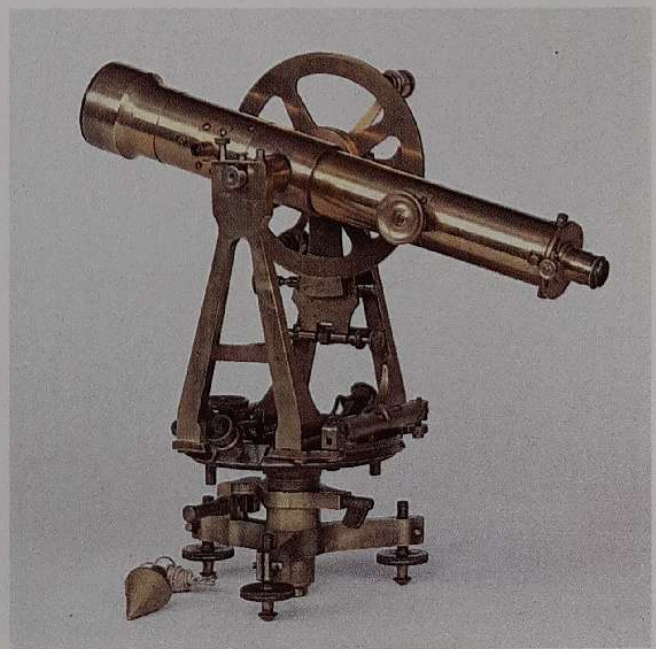
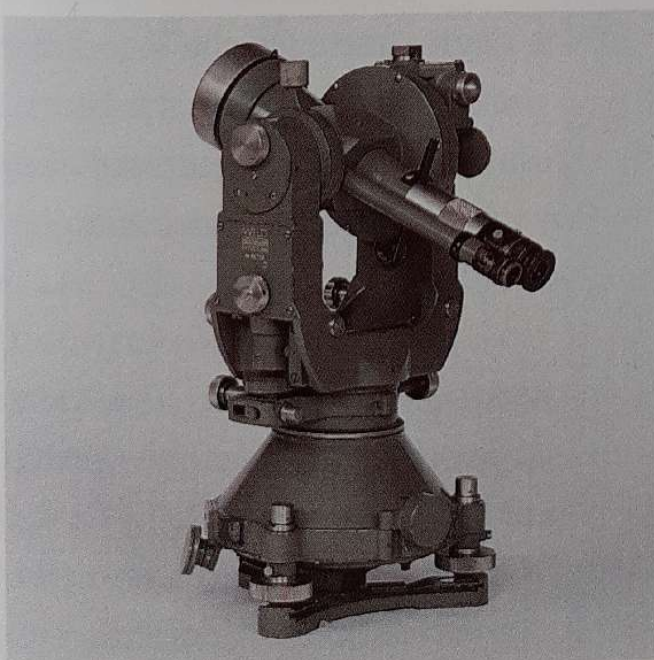
Inoltre, per tutte quelle opere relative alla posa di cavi e impianto delle stazioni di ponti radio, esiste nel Museo, una ampia rassegna delle strumentazio-

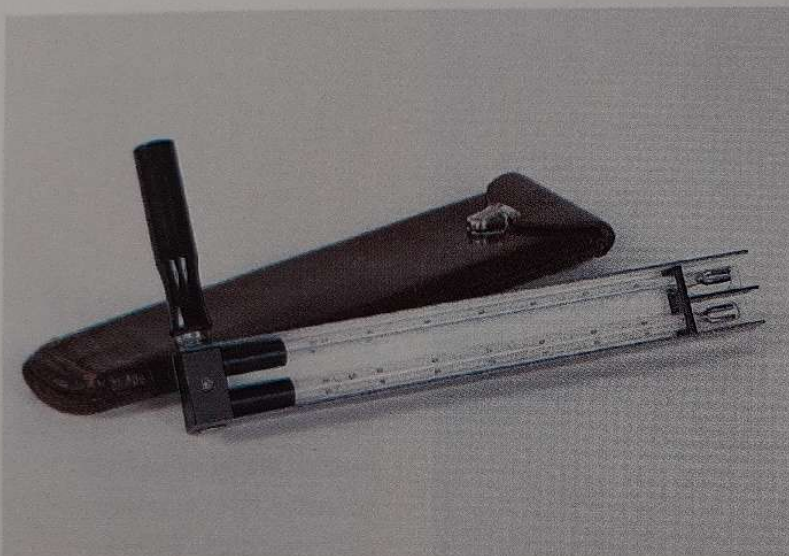
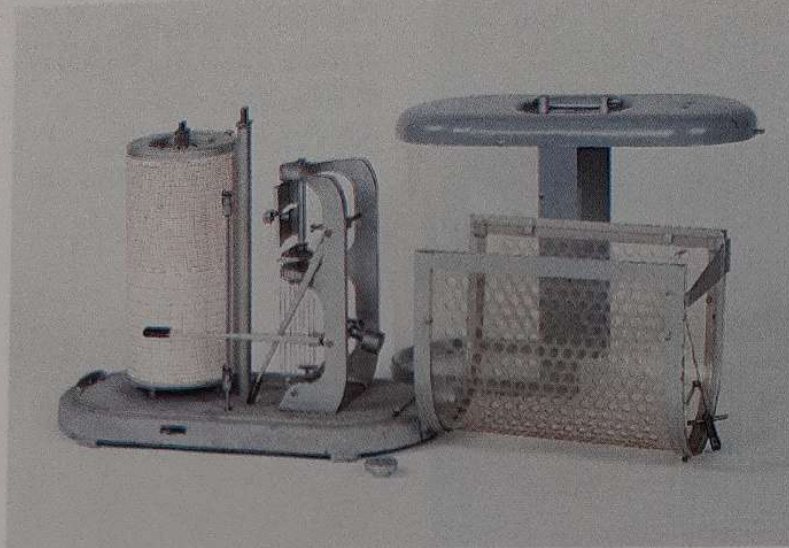
Vetrina contenente
diversi esemplari
di strumenti
per rilievi topografici



A sinistra
Teodolite tipo Wild T3
ad alta precisione
particolarmente idoneo
alla determinazione della
posizione geografica
tramite rilevamenti
astronomici (1953).

A destra
Teodolite per lavori
di triangolazione (1900)





**Termografo
e psicrometro**

rologiche di una data zona e che le caratteristiche tecnico funzionali degli apparati dipendono dalle condizioni ambientali.

Vasta è perciò la gamma degli strumenti che il tecnico deve avere in dotazione per rilevare tutti i dati necessari. Dal termometro allo psicrometro, dal barometro all'altimetro; dal cronometro al flessimetro; dal contagiri all'indicatore di potenza e così via.

Nella pagina seguente

In alto

**Modello di pila Voltiana
a colonna, con elementi
in rame e zinco**

In basso

**Ricostruzione del
telegrafo ottico di Chappe**

2. Telegrafia, telex, facsimile e trasmissione dati

• *Pile, accumulatori, alimentatori* - La prima vetrina della sala non poteva non iniziare con le pile.

E', infatti, la scoperta Voltiana che ha dato avvio alla elettrodinamica ed alle applicazioni telegrafiche.

ni quali squadri, bussole, tachimetri ecc., indispensabili ai rilevamenti stessi e che troviamo raccolti nelle vetrine.

Finalmente, sono esposti tutta una serie di apparecchi per misure di tipo fisico-tecnico, che traggono la loro necessità dal fatto che, in sede di progettazione di impianto, come nel caso dei ponti radio, occorre, per il rilievo ambientale, effettuare una serie di misure fisiche di vario tipo.

E' noto infatti che i fenomeni di propagazione elettromagnetica nello spazio sono legati alle condizioni meteo-

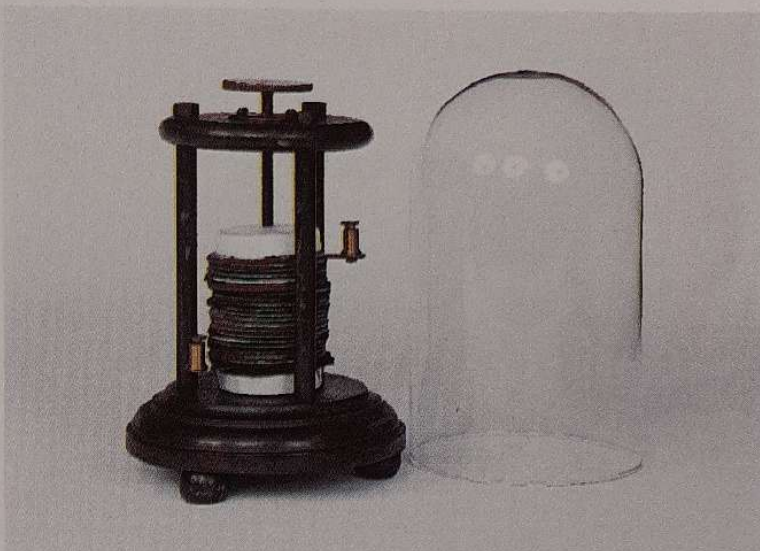
Per l'alimentazione dei microfoni telefonici, di centrali, di apparati telegrafici, di sistemi di segnalazione ed altro, la pila ha costituito la più comune sorgente base di energia.

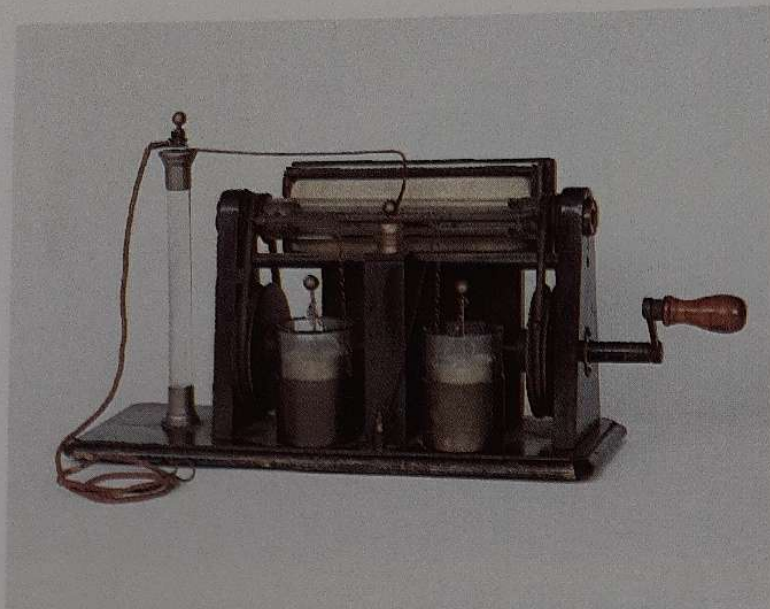
Non certo la classica pila a colonna, ideata nel 1799 da Alessandro Volta, di cui è esposto un esemplare, ma la pila in tutte le sue multiformi esecuzioni industriali, dal tipo a liquido, a liquido immobilizzato a quelle a secco.

Sono anche esposti accumulatori sia del tipo al piombo che del tipo al ferro nikel (detti anche alcalini).

Anche gli appositi raddrizzatori, che utilizzano come sorgente la rete di distribuzione in corrente alternata oppure appositi gruppi elettrogeni, sono esposti nel Museo.

• *Telegrafia ottica ed elettrica* - Il Museo dedica anche spazio al progenitore del telegrafo elettrico cioè il telegrafo ottico: un esemplare (ricostruito) del telegrafo semaforico Chappe è posto all'ingresso: esso, inventato nel 1792, fu il primo mezzo veramente pratico, in servizio pubblico, per comunicare





Modello di telegrafo elettrostatico di Lesage (1780).

velocemente a distanza.

Dalla posizione reciproca di un'asta orizzontale e di due estreme, posizionabili, era possibile trasmettere e ricevere dei messaggi in codice, facilmente interpretabili mediante l'impiego di una opportuna tabella di decodificazione.

In Italia, veniva utilizzato un

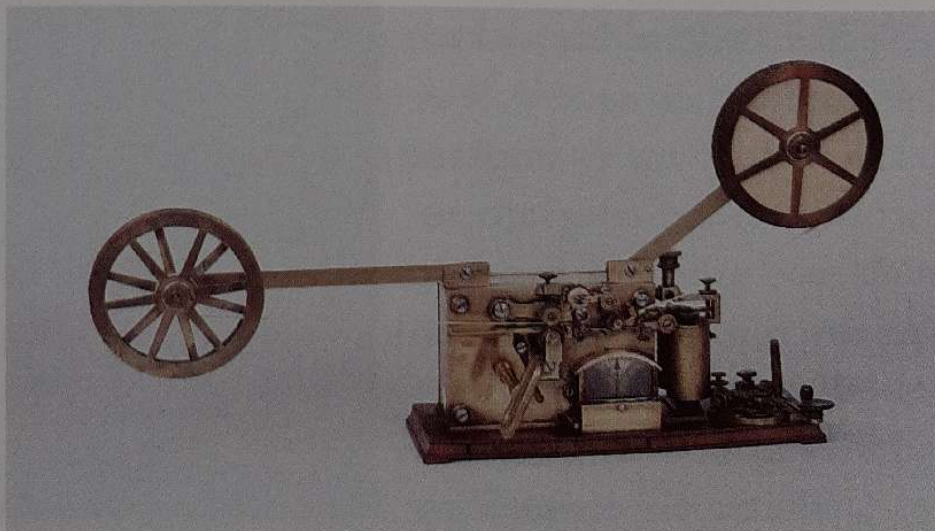
analogo sistema, studiato dal Gonella, installato sulle linee piemontesi e lombardo/venete tra il 1810 ed il 1850 circa.

Nel secolo scorso, soprattutto per scopi militari, hanno avuto molta diffusione i telegrafi ottici a luce solare od artificiale detti, rispettivamente, eliografi e diottrici.

Essi realizzavano la comunicazione interrompendo il fascio di luce secondo un codice. Sono esposti diversi esemplari di questi sistemi.

La telegrafia prosegue con una bella mostra di apparati elettrici, apparati che hanno preceduto le applicazioni industriali dell'elettricità.

Apparato telegrafico da campo in uso presso l'esercito francese (1870÷1920).

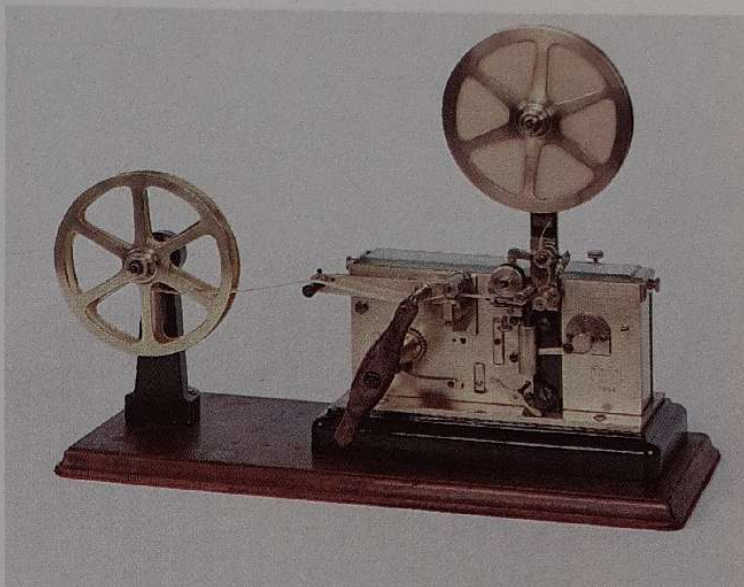


Ancora prima della scoperta della pila si pensò di sfruttare i fenomeni elettrostatici per realizzare un sistema per comunicare, ma con scarso esito pratico.

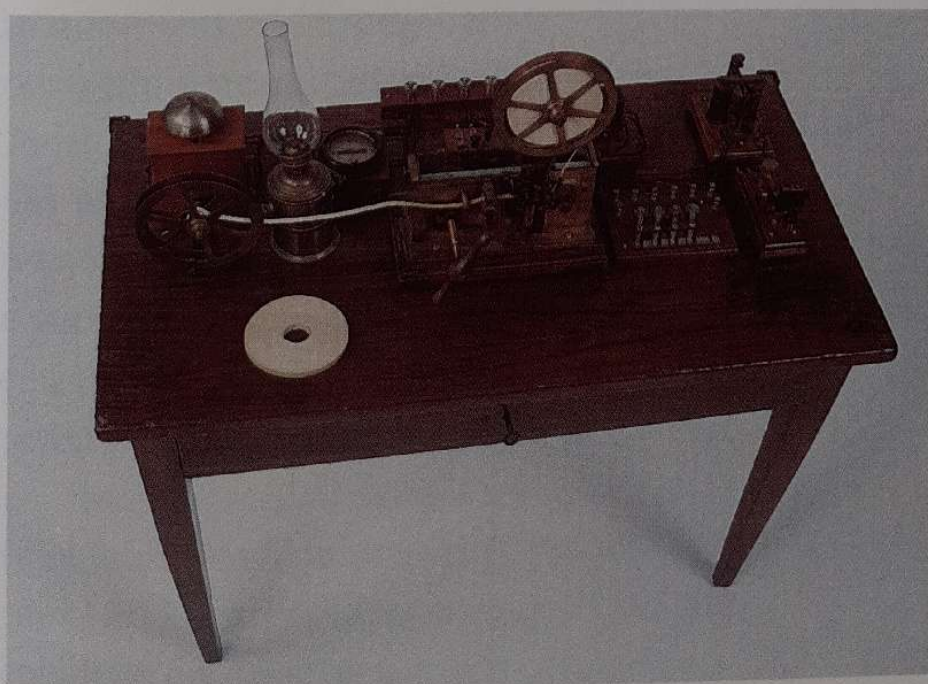
E' solo dopo la scoperta dell'elettromagnetismo che verranno realizzati i primi telegrafi ad ago magnetico, i telegrafi a quadrante, i telegrafi (scriventi od acustici) in codice, dei quali il sistema Morse è il capostipite.

In particolare, sono da segnalare, fra i vari reperti, il modello di un primitivo telegrafo elettrostatico del Lesage, ideato alla fine del XVIII secolo ed il modello di un telegrafo elettromagnetico a quadrante ideato da Breguet a metà del secolo scorso.

Segue una interessante serie di modelli, dal classico apparato Morse, in varie esecuzioni, sino ad un *tavolo Morse* tipo Hipp, completo di ogni accessorio, uti-



Apparato ricevitore scrivente per stazione telegrafica Morse sistema Hipp in uso presso le Poste e Telegrafi italiani (1860÷1960)



Tavolo telegrafico Morse sistema Hipp. Tipica configurazione di una stazione telegrafica completa di tutti gli accessori (tasto manipolatore, suoneria, commutatore, avvolgizona, ecc.) in uso presso le Poste e Telegrafi italiani (1860÷1960)

Vetrine contenenti esemplari di telegrafi elettrici e relativi accessori di varie epoche, tra cui, di particolare interesse, un modello, per uso didattico, di una coppia di telegrafi ad indice con movimento passo-passo (sistema Wheatstone 1838); una cassetta telegrafica campale (sistema Morse-Hipp) in uso presso l'Esercito Italiano (1860-1945), vari tipi di tasti, relé e commutatori.



Ricevitore telegrafico scrivente (ondulatore) per sistema di telegrafia rapida *Wheatstone* (1872)



lizzato per quasi un secolo dai *telegrafi italiani*.

Nel Museo diverse vetrine sono dedicate alla telegrafia elettrica così come appare dalla figura.

Di rilevanza particolare la rarissima statuetta, in fusione di bronzo, raffigurante *La Telegrafia*, realizzata in occasione del raduno dei telegrafisti alle celebrazioni Voltiane del 1899.

Sono anche da notare esemplari di apparati per telegrafia rapida *Wheatstone e Creed*.

- *Telex e teletstampanti* - A questo punto va ricordato che, fino al secondo dopoguerra, cioè fino al 1945 in Italia si usò il telegrafo, senza introdurre, in servizio

commerciale pubblico, il telex, cioè il servizio basato sulla introduzione al domicilio dell'utente delle telestampanti e sull'impiego di centrali di commutazione automatica analoghe a quelle telefoniche.

Peraltro, molto tempo prima, le telestampanti erano usate negli uffici telegrafici e per collegamenti fissi; anche i militari le usavano ampiamente.

Nel Museo sono esposte diverse telestampanti dei primi tempi e fra queste notevole certamente, per rarità, una telestampante Hell che usava,

per la trasmissione, un metodo di esplorazione e ricostruzione dei caratteri alquanto complesso, simile a una scansione per righe.

E' esposto anche un esemplare *Morkrum* (la prima telestampante del 1910) e altri esemplari della *Creed*, della *Siemens*, *Teletype* e *Olivetti*. Anche le moderne stampanti per calcolatori trovano posto nel Museo.

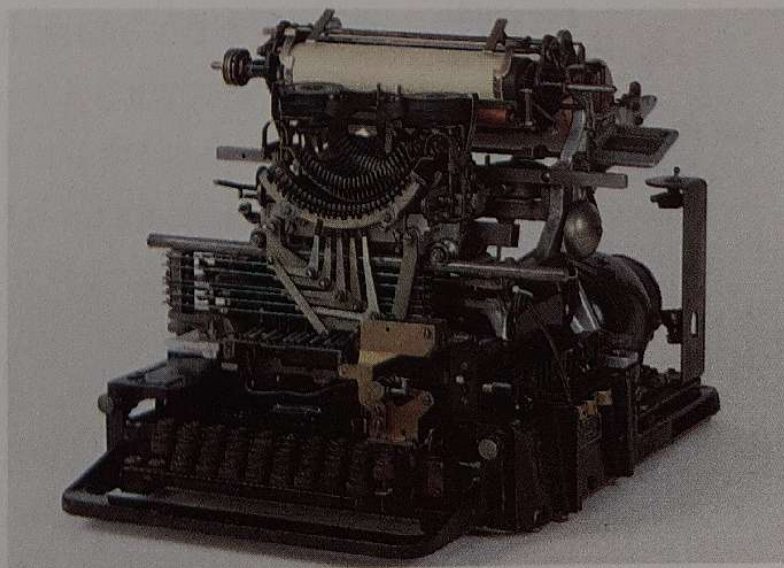
Creed, *Siemens*, *Teletype*, *Olivetti* sono i nomi di altrettante classiche telescriventi, utilizzate per il servizio pubblico di utente (telex), delle quali diversi esemplari sono esposti nel Museo, fino alle recenti stampanti utilizzate nell'informatica.

Infine, insieme agli apparati telegrafici, sono esposti, per affi-



Telestampante Hell (1940)

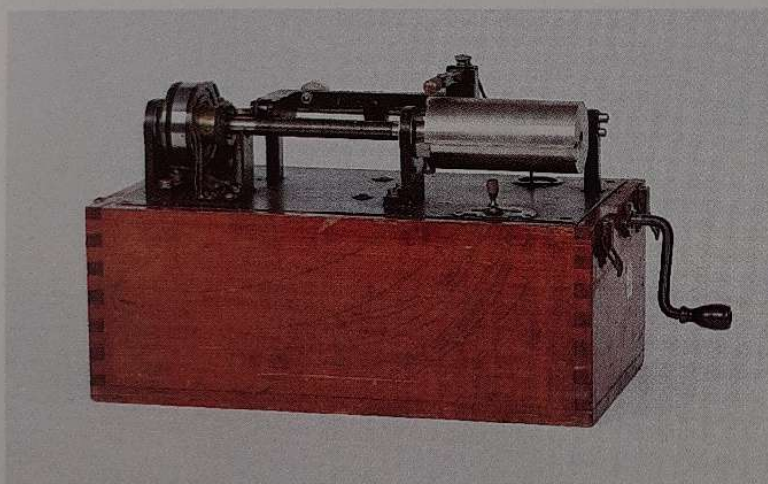
Telescrivente aritmica, stampante su foglio, in uso presso Signal Corps-USA Teletype (1939)



nità di funzionamento (almeno iniziale), dispositivi di segnalazione come orologi elettrici comandati da un orologio pilota, indicatori di incendio, antifurto, ecc.

Un particolare interesse è dato nel Museo agli apparati di segnalamento e blocco usati nelle ferrovie.

• *Facsimile e trasmissione dati* - La trasmissione di immagini fisse è stata il sogno dei primi telegrafisti, e qui va ricordato il pantelegrafo Caselli del 1862, di cui un esemplare si trova a Roma. Nel Museo *Sirti*, si trova un esemplare altrettanto interessante, dei primi del secolo, basato sulla esplorazione dell'immagine per punti e la sua riproduzione per via elettrochimica.



Ricevitore di immagini, sistema Belin, realizzato sul principio dell'esplorazione per punti e la riproduzione in ricezione per via elettrochimica. (Successivamente si usò nella telefoto la riproduzione fotochimica)

Oggi si sta diffondendo, con gran velocità, il facsimile (bianco e nero) che incontra un grande favore presso gli utenti; questa diffusione, dovuta anche al fatto che è possibile, con appositi modem, usare i normali collegamenti telefonici commutati per inviare il

flusso di dati del facsimile, rende ormai obsoleti gli apparati di diversa tecnica per immagini fisse. Anche lo sviluppo di sistemi per immagini fisse (bianco e nero o colore), o per immagini fisse a ritmo di qualche immagine al secondo, con metodi televisivi, fa sì che la raccolta di questi apparati, per la trasmissione di immagini fisse, assuma un interesse storico crescente.

Quanto alla trasmissione dati, possiamo dire che, in attesa di dedicare un apposito settore a questa tecnologia che accoppia informatica a telecomunicazioni, sono esposti alcuni reperti quali modem, utilizzati per la trasmissione su circuiti normali e circuiti dedicati ed alcuni terminali per la elaborazione dei dati.

3. *Apparecchi telefonici*

Questo settore del Museo è di interesse eccezionale. La gamma esposta è veramente ampissima: citofoni, interfonici, apparecchi BL, BC, BCA, urbani/intercomunicanti, posti pubblici, telefoni stagni per ambienti esterni, telefoni protetti, telefoni selettivi per ferrovie, sono le diverse categorie rappresentate da poco meno di 300 esemplari; dai

primitivi modelli in legno ai metallici, a quelli in bachelite, sino al cromatismo della plastica.

- *Apparecchi a batteria locale (BL)* - Si attribuisce a Edison, oltre al merito di avere concepito un pratico microfono a granuli di carbone, anche l'idea della *bobina di induzione*, che ha permesso di inserire il microfono a pila sul primario di un trasforma-



Modello di uno dei telefoni ideati da Antonio Meucci Officine Galileo (1933)



Coppia di telefoni Bell (1880)

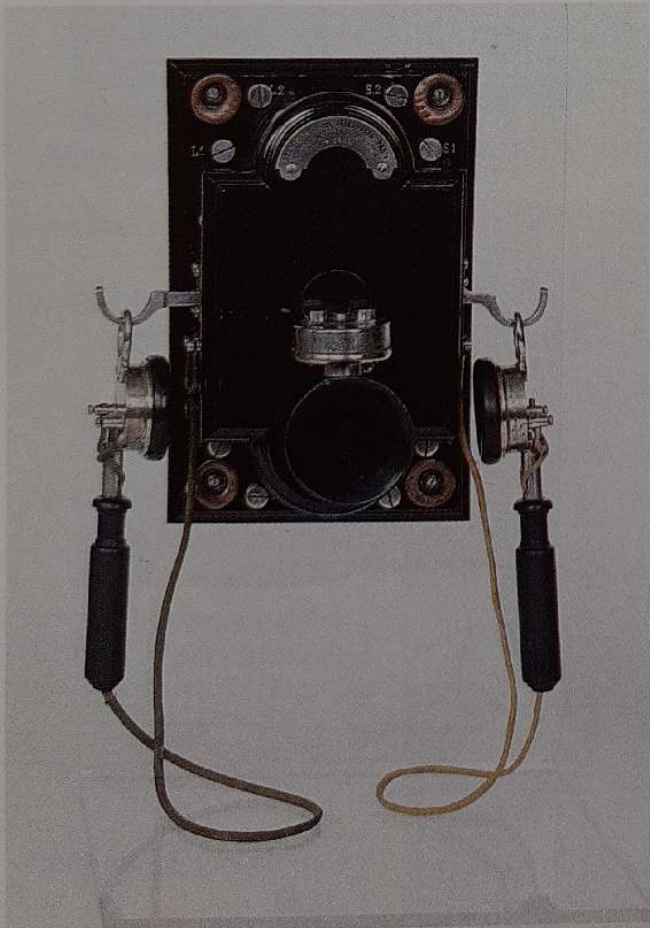
Telefono, da tavolo,
a colonnetta,
con chiamata a pulsante
e con auricolare di
ascolto supplementare,
tipo Berthon-Ader della
Soc. Ind. des Telephones
(1890)

tore col secondario collegabile ad una linea telefoni-
ca più o meno lunga.

Utilizzando, per la chiamata, un generatore elettro-
magnetico a manovella ed una suoneria polarizzata,

A sinistra
Telefono, per lunghe
distanze, con il classico
microfono a carbone tipo
Berliner
Soc. Ind. des Telephones
(1896)

A destra
Telefono, da tavolo,
della serie raffigurante
i simboli delle carte
da gioco (picche)
Soc. Ind. des Telephones
(1905)





Serie di telefoni francesi,
a colonnetta, in legno o
in metallo con auricolare
supplementare
(1910-1920)



Telefono, da tavolo,
a batteria locale con
chiamata a generatore,
Ericsson (1920)

ecco nascere il classico apparecchio telefonico a batteria locale (BL).

Nel 1878 vengono realizzate anche le prime centrali a commutazione manuale per telefonia a batteria locale.

- *Apparecchi a batteria centrale (BC)* - Estendendosi l'applicazione del servizio telefonico, con notevole incremento di utenti, risultava gravoso, per le aziende concessionarie del servizio, il dover sostituire periodicamente le pile dei microfoni degli apparecchi installati presso tutti gli utenti.

Telefono, da tavolo, a
batteria centrale
Western Electric (1915)



Telefono, da tavolo, a
batteria centrale auto-
matico *Siti-Doglio* (1925)

Telefono, da tavolo, a
batteria centrale
automatico *Perego*
(1925)



Agli inizi del secolo nasce l'apparecchio a batteria centrale unica collocata nella centrale di commutazione, pur sempre manuale.

Viene altresì eliminato l'uso del generatore a manovella per cui l'apparecchio di utente, oltretutto, si semplifica. Basta che questi sollevi il microtelefono per dare avviso in centrale della richiesta di comunicazione.

La batteria di alimentazione centrale (BC) è così costituita da una batteria di accumulatori, comune per tutti gli utenti, tramite connessione (opportunamente filtrata) per evitare reciproche interferenze.

• *Apparecchi automatici (BCA)* - Sostituire l'azione del centralinista con un dispositivo automatico è stato un successivo passo.

Sono state così realizzate le centrali di commutazione automatiche, dette BCA (ovviamente alimentate a batteria unica), sia di tipo urbano che privato.

Il classico apparecchio d'abbonato a batteria centrale viene, quindi, munito di un apposito disco combinatore per comporre il numero dell'utente desiderato.

In tempi più recenti, il disco viene sostituito da una tastiera.

• *Apparecchi intercomunicanti* - L'impiego di apparecchi intercomunicanti, senza o con linea urbana BL, BC, BCA permetterà di disporre di impianti interni di grande praticità.

Saranno così realizzati, dal semplice impianto cosiddetto *1+1*, collegamenti con apparecchi per 1 linea urbana e 5 interni o per 2 urbane e 10 interni.



Telefono intercomunicante per 10 utenti con commutazione a leva Siemens & Halske (1925). Esemplare in uso presso la sede Sirti di Roma nel 1930

Si raggiungono numeri superiori di interni con adatti centralini privati.

Questi apparecchi sono caratterizzati da file di pulsanti o levette relative ai diversi derivati.

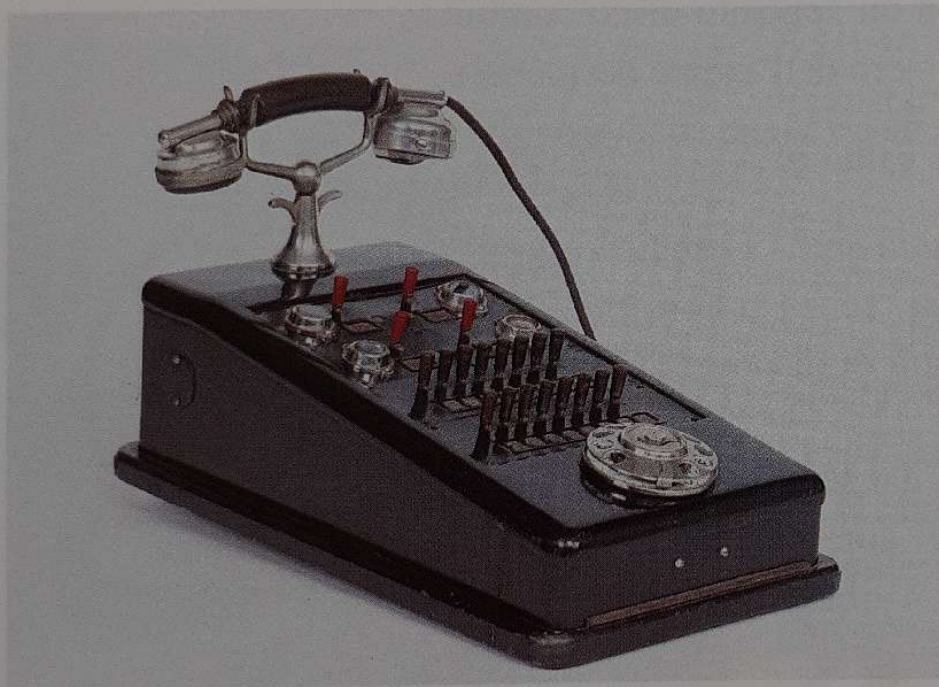
Ovviamente, per il servizio locale intercomunicante va previsto un apposito alimentatore, un tempo realizzato con pile, attualmente con un raddrizzatore dalla rete c.a.

- *Posti da operatrice*- Con l'impiego di un centralino privato, l'utente deve disporre di un centralinista capo-linea (salvo impianti più complessi col passaggio auto-

matico del richiesto).

Il posto di operatrice è un apparecchio telefonico provvisto di tutti quei comandi necessari all'espletamento del servizio.

I vecchi centralini erano corredati di cordoni con spina per il collegamento degli interni.



Posto da operatrice per terminale privato a 4 linee urbane e 16 interni
Fatme-Ericsson (1927)

- *Telefoni selettivi* - Nel caso di collegamenti telefonici tra stazioni e caselli ferroviari od autostradali sono stati realizzati apparecchi telefonici di tipo selettivo così da poterli inserire tutti su una medesima ed unica linea telefonica.

Un particolare sistema individuale di selezione, permette l'inserzione dell'apparecchio sulla chiamata se il codice inviato corrisponde ad esso.

Ogni apparecchio è perciò provvisto di chiave o disco combinatore per attuare la chiamata desiderata.

Se il servizio è del tipo a *dirigente unico*, solo il ca-

polinea è provvisto di chiavi predisposte per la chiamata dei singoli derivati.

- *Telefoni protetti* - Nel caso di impianti telefonici al servizio di reti di distribuzione di energia elettrica, è stato necessario creare un sistema di protezione dell'apparecchio telefonico da eventuali effetti di induzione elettrostatica.

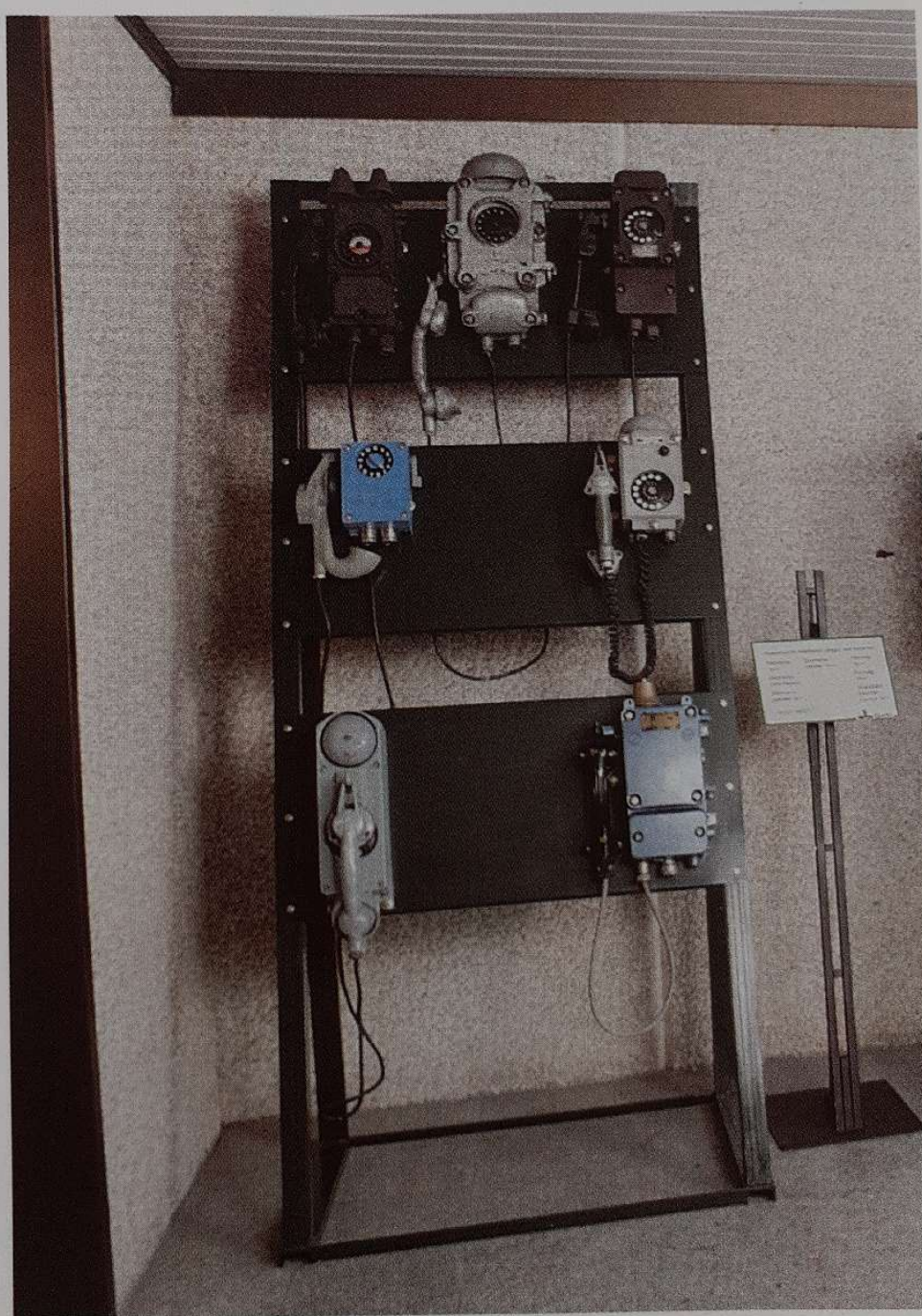
Sono così stati realizzati dispositivi di *isolamento* e di scarica a terra di eventuali extracorrenti.

Classico è il sistema *Perego*, nato ai primi del secolo, che tanta diffusione ebbe presso le centrali e le sottostazioni di energia.

- *Telefoni stagni e antideflagranti* - Nel particolare caso di installazioni all'aperto, su navi o in luoghi umidi, vengono realizzati apparecchi stagni in esecuzione impermeabile all'acqua ed all'umidità.

Se, poi, l'installazione è in miniera, od in locali dove possono crearsi esalazioni esplosive, l'apparecchio assume una esecuzione ancora più sofisticata al fine di evitare eventuali scintillii negli organi di con-

Serie di apparecchi telefonici, di vario tipo ed epoca, stagni per installazione all'esterno (1920÷1950)





tatto che possano innescare esplosioni.

Il Museo presenta alcuni prototipi di questa categoria su un pannello posto all'esterno.

- *Cabine telefoniche* - Due cabine telefoniche, una in legno (1930) da interno, della vecchia Concessionaria *Timo* ed una inglese (1936),



provviste di telefoni abilitati, danno l'idea di come venivano realizzati i posti pubblici.

Insieme ai telefoni, vanno ricordate le segreterie, che registrano un messaggio vocale per poi ripeterlo all'utente a suo comodo. Ovviamente questo è stato reso possibile dalle invenzioni sulla registrazione dei suoni. Oltre alle segreterie telefoniche il Museo contiene anche preziosi e interessanti reperti sulla registrazione della voce e dei suoni in genere.

• *Segreterie telefoniche* - Dalla possibilità di registrare e riprodurre i suoni è discesa la realizzazione di un complesso automatico capace di rispondere alle chiamate telefoniche in arrivo, di registrarle e rendere possibile all'utente di ascoltarle, al suo ritorno o da altro apparecchio telefonico, tramite apposito segnale chiave codificato di lettura a distanza.

Un primo macchinoso complesso è stato il famoso *ipsofono*, realizzato in Svizzera poco prima del 1940. Oggi sono disponibili anche semplici risponditori. Diversi modelli di questi apparecchi sono esposti nella relativa vetrina.

• *Registrazione dei suoni* - La registrazione dei suoni ha il suo inizio con la invenzione del fonografo a cilindro, dovuta, nel 1877, ad Edison.

Si è passati quindi, alla registrazione su disco ed un grande passo in avanti è stato ottenuto con la amplificazione elettronica.

Sino a questo punto la registrazione corrisponde ad una incisione meccanica del supporto ceroso o plastico.

Già dai primi del secolo iniziava, col telegrafono Poulsen, un nuovo sistema di registrazione magnetica su supporto di acciaio.

*Nella pagina precedente
In alto*

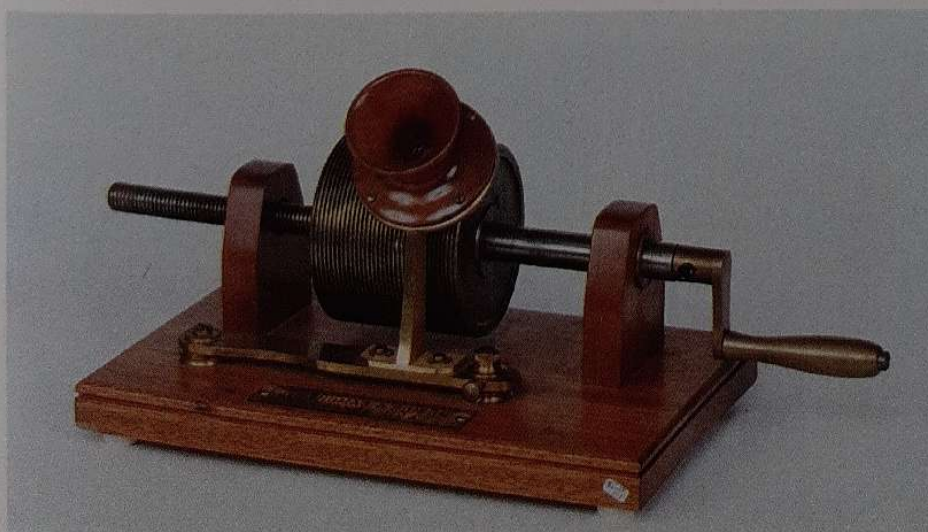
Caratteristica cabina telefonica per interno, in legno di noce, del periodo 1920÷1930, della Concessionaria telefonica *Timo*

A sinistra

Apparecchio telefonico a prepagamento a moneta di tipo americano (1930)

A destra

Cabina telefonica pubblica stradale, modello 1936, in uso in Inghilterra, completa di apparecchio telefonico automatico a moneta



Modello del primo fonografo *Edison* a foglio di stagnola sperimentato nel 1877

A sinistra
Piallatrice per cilindri
fonografici
per il riutilizzo di cilindri
precedentemente incisi
Dictaphone (1920)

A destra
Fonografo a cilindro
di cera, sistema Edison,
per la incisione
e la riproduzione
di messaggi verbali
Ediphone (1920)



Perfezionatisi metodi e supporti, si è giunti al nastro ed alle *cassette*.

Una ulteriore innovazione è stata quella, recente, del sistema optoelettronico digitale del compact disk.



Primo pratico
registratoro magnetico
su filo di acciaio
Webster (1940)

Il servizio di segreteria dell'*ora telefonica*, servizio a cui l'utente telefonico può accedere, combinando apposito numero, è stata una delle prime applicazioni della registrazione magnetica.

Un orologio campione comanda lo svolgersi di nastri che portano registrato, oralmente, ore, minuti e secondi.

Oggi, il sistema fruisce di un sintetizzatore di voce.

4. Tubi elettronici e semiconduttori

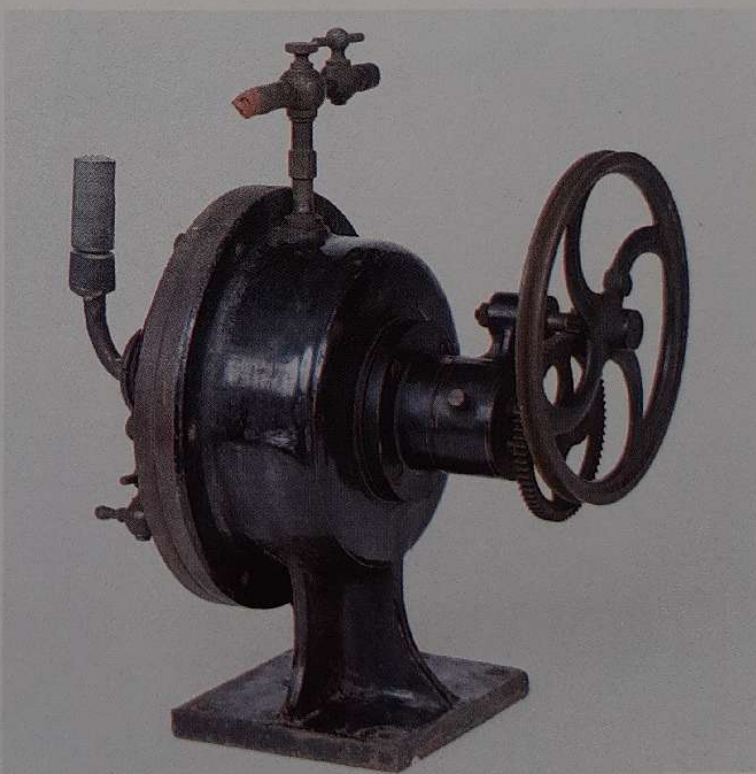
Il Museo possiede una ampia collezione di tubi elettronici, dai primi di uso telefonico a quelli per radio-trasmissione, radioricezione, speciali per microonde e fra questi ultimi quelli relativi ai ponti radio.

I tubi elettronici partono dalla classica lampadina elettrica ad incandescenza, grazie alla quale venne scoperto il *fenomeno Edison* che sta alla base della invenzione del diodo e, quindi, del triodo.

Nel Museo la vasta gamma di tubi è suddivisa per tipo di classe di appartenenza ed è seguita dai tubi a raggi catodici e derivati, utilizzati in televisione e nei display.

La *tecnologia del vuoto*, fondamentale per la realizzazione dei tubi elettronici, è ricordata con una antica pompa per alto vuoto e da alcuni vacuometri.

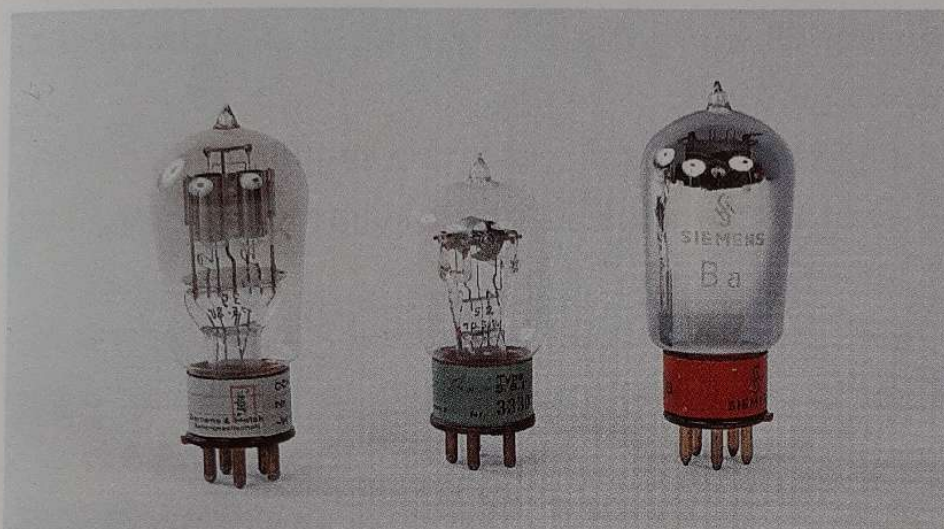
• *Tubi elettronici di tipo telefonico* - Dopo l'invenzione del diodo e del triodo (1906), peraltro, nella sua forma originale, non adatto ad amplificare la



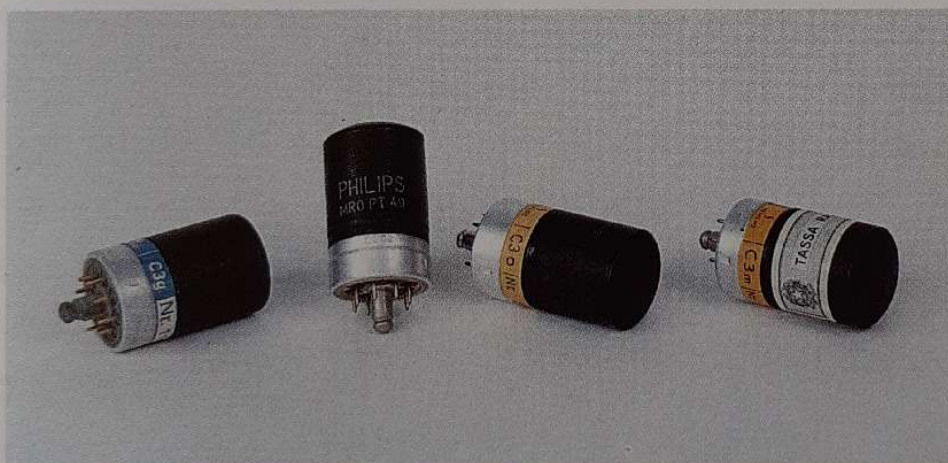
Pompa per alto vuoto utilizzata per la costruzione dei tubi elettronici Cacciari (1930)

banda di frequenza della telefonia, le prime valvole elettroniche, usate sulle linee telefoniche, furono della *Western Electric*; erano progettate e sviluppate sulle idee di Arnold, cioè con alto vuoto fra gli elettrodi. I tubi elettronici per uso telefonico diversificavano da quelli per uso radio in quanto la loro struttura era più robusta ed i filamenti di più lunga durata.

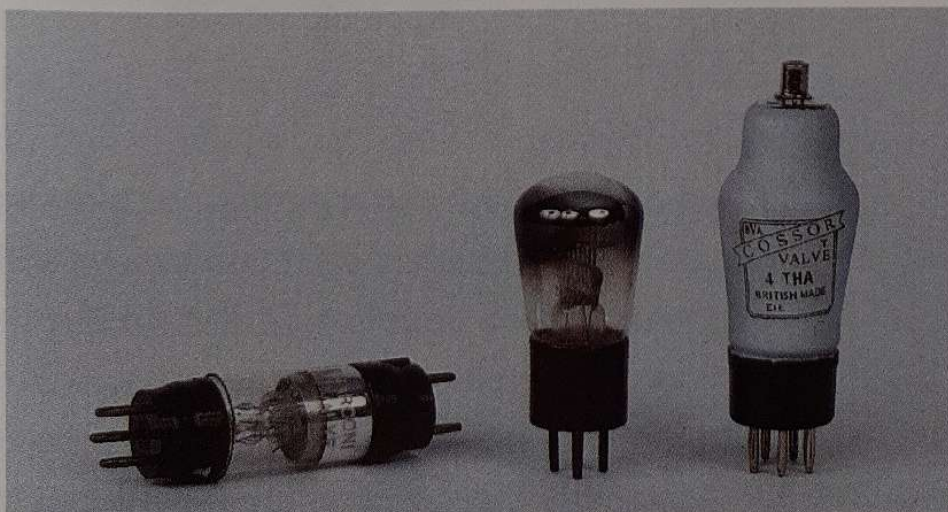
Nella pagina precedente
L'albero
dei tubi elettronici
dalle origini all'avvento
del transistor
(1883÷1952).
E' esposta, nel Museo,
una riproduzione tratta
dalla rivista *Electronics*
del 1952



Tubi elettronici per uso
telefonico
Siemens & Halske
(1920 ÷ 1960)



Serie di tubi elettronici,
di tipo metallico, per uso
telefonico
Siemens & Halske
e *Philips* (1950)



Tubi elettronici per
radio di tipo europeo.
A sinistra
primo tipo di valvola
schermata
Marconi (1927).
Al centro
triordo *Philips* (1925).
A destra
tetrodo *Cossor* (1935)

• *Tubi elettronici radioriceventi* - La tecnica dei tubi elettronici è ulteriormente progredita con il rapido diffondersi, dal 1920, dei sistemi di radiodiffusione e radiocomunicazioni.

Sono stati realizzati tubi a più griglie ed a più funzioni.

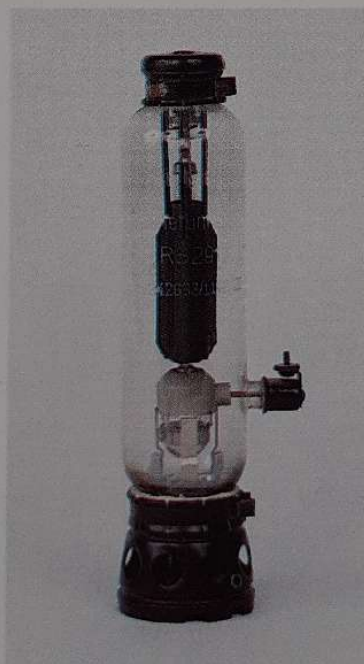
Gli esemplari esposti mostrano come la dimensione dei tubi sia via via diminuita per arrivare alle *valvole in miniatura* e a quelle in *sub-miniatura*, attorno al 1950.

Successivamente, i dispositivi a semiconduttori hanno progressivamente e decisamente sostituito l'uso dei tubi elettronici.

• *Tubi elettronici radiotrasmittenti* - Sono esposti tubi per la generazione di oscillazioni persistenti e per l'amplificazione di potenza a radiofrequenza.

A sinistra
Triodo trasmittente
a corna di tipo francese
Metal E4M (1920)

Al centro
Tubo trasmittente
di piccola potenza
di produzione europea
Telefunken RS291 (1925)



A destra
Tubo trasmittente
di piccola potenza
di produzione americana
RCA CRC833A (1940)

Gli esemplari esistenti nel Museo sono tutti a raffreddamento naturale, ma, nei tipi di grande potenza, il raffreddamento è forzato ed è a circolazione di liquido.

• *Tubi per microonde* - I tubi esposti a questo riguardo permettono di rendersi conto della evoluzione della tecnica radio verso frequenze sempre più alte,

Tubi vari per microonde:

Da sinistra a destra

- light-house
- tubo ad onda progressiva Philips
- Klystron Raytheon
- Klystron Varian
- Magnetron Western Electric (1940÷1960)

cosa che ha permesso di ottenere capacità di traffico a loro volta sempre maggiori.

Si notano, esemplari di light-house, magnetron, Klystron, tubi a onda progressiva per diversi campi di radiofrequenza, di epoche e di costruttori diversi.

• *Tubi elettronici rettificatori e stabilizzatori* - La caratteristica del diodo, di lasciar passare la corrente tra filamento e placca in un solo senso, ha dato luogo all'uso di diodi a vuoto ed a gas per la rettificazione di correnti industriali.

Anche l'alimentazione delle apparecchiature elettroniche ha fruito di questo componente per la realizzazione di rettificatori. Per quanto riguarda la stabilizzazione di corrente e tensione fornite dagli alimentatori, sono stati rispettivamente studiati e prodotti lampade al ferroidrogeno e tubi stabilizzatori a gas neon.

Raddrizzatore trifase, a vapori di mercurio. Potenza presunta 5000 W (1930)



• *Tubi a raggi* - Diversi modelli utilizzati per riprese televisive o come cinescopi.

• *Prova valvole* - Esistono, nel Museo, diversi esemplari di apparati per prova delle valvole, partendo da uno del 1940, fino a più moderni ed ultimi degli anni '60.

• *Semiconduttori* - Qui è impossibile fare una descrizione dei tipi esposti; basta ricordare che si va dai primi diodi a cristallo (1906), ai diodi semiconduttori al selenio e ossido di rame (1930), ad esemplari dei primi diodi al germanio (1940) e dei primi transistori (1948), e via via verso tipi più moderni, fino ai microcircuiti.

5. Radio e televisione

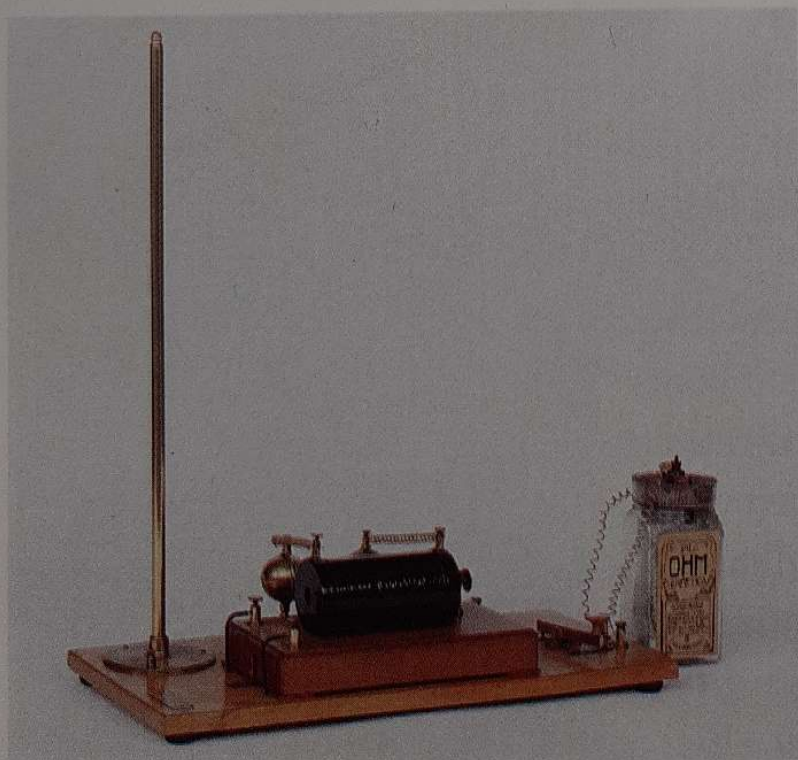
In questo paragrafo sono riunite le descrizioni degli interessanti cimeli esistenti, circa i primi tentativi di realizzazioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche ed infine televisive.

Il Museo è dedicato esclusivamente al lato delle comunicazioni elettriche attinenti le reti di telecomuni-

cazioni e, pertanto, non viene di proposito, sviluppata la tematica della radio diffusione, nata nel 1920 come applicazione civile della radio, né la tematica della diffusione radiotelevisiva.

Questa è la ragione per cui il Museo riunisce i cimeli dei primi tentativi radio e televisivi, che sono certamente interessanti, perché costituiscono la radice co-

Modello didattico di radiotrasmittitore marconiano a scintilla, come da esperimenti del 1896, costruito dalla Campostano di Milano nel 1903



mune dei sistemi di telecomunicazione e diffusione.

Sono esposti alcuni modelli che riproducono gli apparati che Marconi usò nei suoi esperimenti iniziali; non è fuor di luogo ricordare che questi furono esperimenti di trasmissione telegrafica e che, al tempo, la telegrafia elettrica era già matura e molto estesa. La caratteristica della scoperta di Marconi, che colpì di più tutti, fu il fatto di far *telegrafia senza fili*.

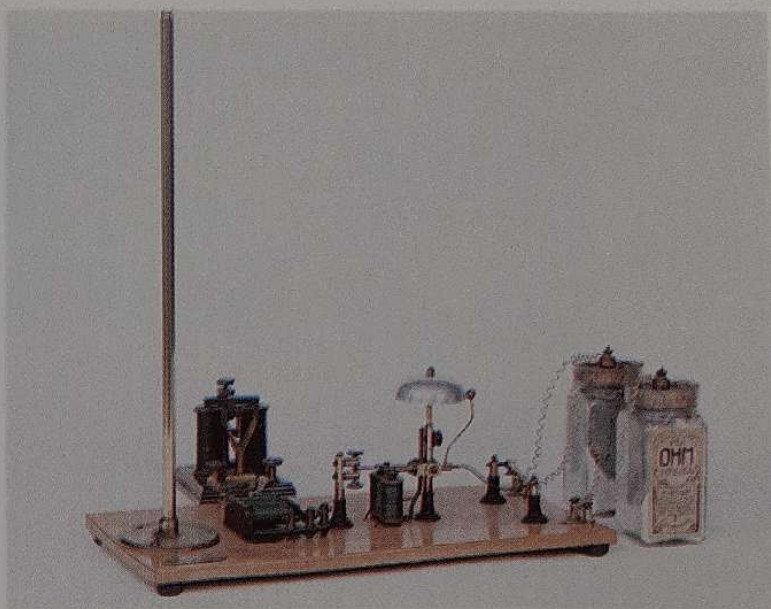
Oltre ai modelli marconiani sono presentati diversi modelli didattici, usati nei primi anni del secolo: fra questi, da segnalare, un radioricevitore con rivelatore a cristallo

di galena e cimeli della prima stazione ad onde corte che, nel 1925, collegò l'Italia con l'Australia, realizzata a cura del Dr. F. Strada.

Il Museo contiene un elevato numero di radioricevitori in quanto la tecnica radio in questo settore è stata molto prolifica; si sono così progettati e realizzati molti modelli, diversi nella costituzione, basati su principi molto diversi. I tipi esposti riguardano modelli militari e professionali, divenuti classici nella materia.

Sono anche esposti radioricetrasmittitori per telegrafia e per fonia, sia per postazioni fisse sia per impianti su mezzi mobili.

Infine, esistono esemplari dei primi radiotelefonii,



In alto
Modello didattico di radioricevitore marconiano, con rivelatore a *coherer* a limatura metallica, come da esperimenti del 1896, sempre della *Campostano* (1903)

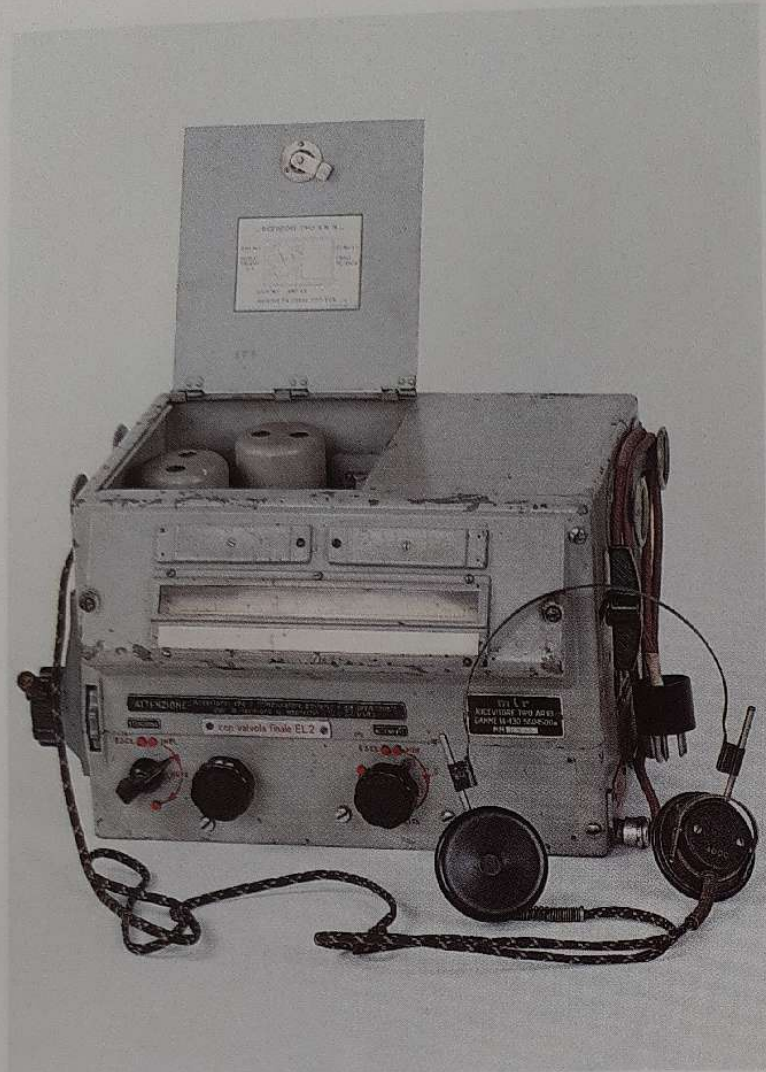
In basso
Radioricevitore, a cristallo, di costruzione francese, utilizzato per la ricezione del segnale orario dalla torre Eiffel (1915)

progettati nel 1946, per collegare un esemplare, posto su una automobile, con una stazione fissa centrale.

Certamente, fra poco, entreranno nel Museo anche i primi esemplari di telefono mobile e personale, ottenuto con i sistemi cellulari o simili.

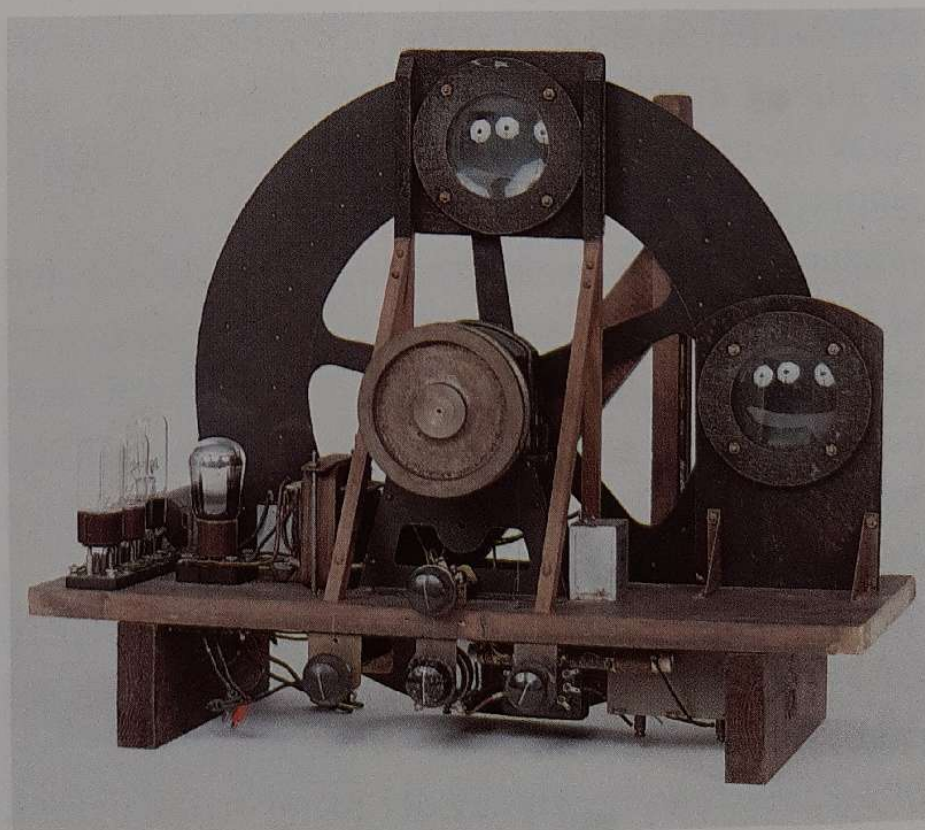
Esiste anche una buona documentazione, in questo settore, sui componenti in guida d'onda.

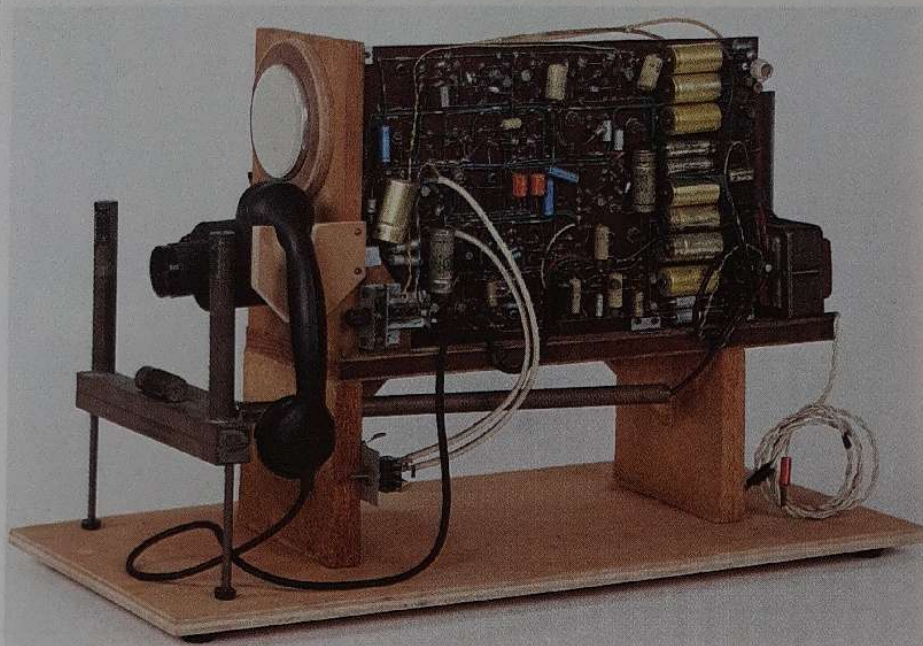
Anche per quanto riguarda la televisione, il Museo raccoglie esemplari dei primi apparati, taluni addirittura sperimentali, come per esempio un ricevitore a disco di



**Radoricevitore
professionale
plurigamma per onde
lunghe/medie corte tipo
AR18 in uso presso
l'Aeronautica
Militare Italiana**

**Telesvisore a disco di
Nipkow a spirale di fori
adatti per la ricezione
con scansione a linee
verticali ed orizzontali
realizzato nel 1930 dal
dott. Federico Strada**





Videotelefono
sperimentale realizzato
dall'ing. Aurelio
Beltrami (1950)

Nipkow del 1930; è anche esposto un video telefono sperimentale, del 1950, realizzato a Milano nell'Istituto Radiotecnico Beltrami.

Oltre agli apparati più antichi sono esposti anche esemplari grazie ai quali si realizzano oggi servizi come il videolento e la videoconferenza.

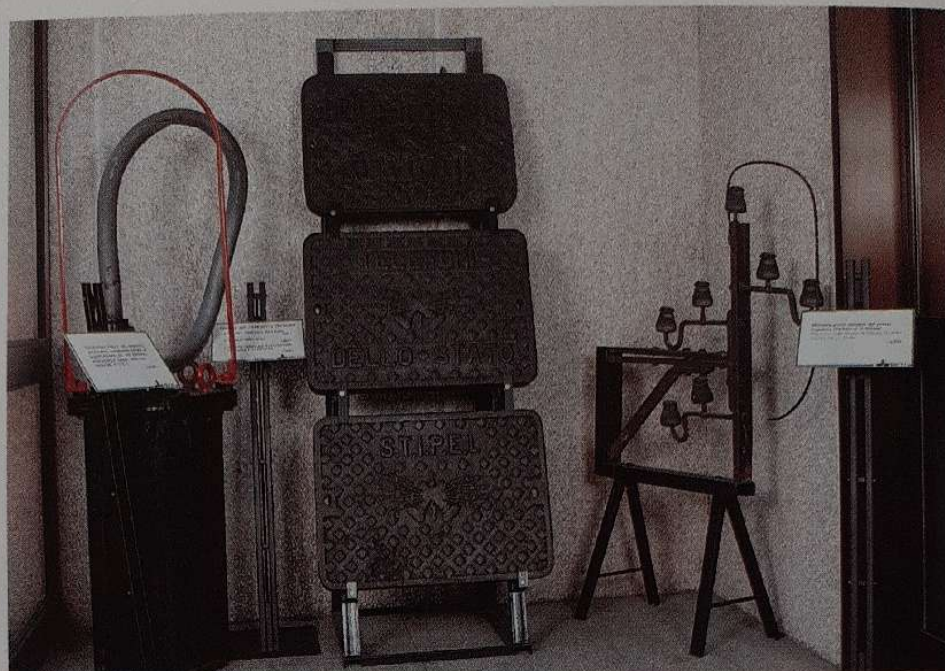
6. Linee e reti

In questo settore, sono raccolti campioni che illustrano i componenti usati per le linee fisiche usate nelle telecomunicazioni, a partire dalle linee aeree fino alle più moderne in fibre ottiche.

Si passa quindi, dagli isolatori in porcellana e pirex, usati sulle linee aeree, dai loro ganci di supporto fissati alla traversa, dai campioni di pali in legno, cemento armato e ferro, ai campioni dei primi cavi in rame.

Fa mostra di sé una mensola in ferro, con isolatori, recuperata dal primo impianto telefonico a Milano del 1881. Esiste una ricchissima campionatura relativa ai primi cavi a bicoppie, spesso identificabili con il tratto della rete italiana su cui sono stati installati; anche i cavi a coppie per reti urbane sono rappresentati.

Da sinistra
cassa Pupin (1933);
tre chiusini
per camerette
sotterranee stradali
rispettivamente della
*Società Telefonica Alta
Italia* (1892), *Telefoni
dello Stato* (1907) e
Concessionaria Stipel
(1925);
infine una mensola
con isolatori del primo
impianto telefonico
di Milano del 1881



Ovviamente sono presenti cavi con isolamento in carta e aria e cavi con isolamento in materiali plastici. Sono in mostra, una cassa Pupin del 1930 e i chiusini di camerette sotterranee della *Società telefonica Alta Italia* (1893), dei *Telefoni dello Stato* (1907) e della *Stipel* (1925). Esistono molti campioni dei cavi, utilizzati per la realizzazione della prima rete telefonica, arrivata ad una estensione massima di oltre 4.000 km. I cavi, di varie potenzialità, erano protetti da una guaina di piombo, da nastri di juta ed acciaio e posati lungo arterie stradali senza alcuna protezione meccanica. Grazie anche all'efficacia degli interventi di manutenzione, i cavi hanno avuto un'età media di oltre quaranta anni, garantendo il servizio, nonostante i pericoli derivanti dai fenomeni di corrosione (correnti vaganti), di cristallizzazione e fessurazione del piombo provocati dalle vibrazioni del terreno e dall'invecchiamento. Sono poi presentati i primi cavi coassiali (a 4 tubi 2,6/9,5 mm) che hanno costituito la rete iniziata nel 1951 (con o senza corona di bicoppie) e che è arrivata ad una estensione di circa 7.600 km.

I cavi erano protetti dalla guaina di piombo ricoperta di nastro di juta e una guaina isolante (gomma o PVC). Con la protezione esterna in gomma sono stati riscontrati, più frequentemente che non per i cavi a biccoppie, valori di isolamento bassi, dovuti a fenomeni di deterioramento della gomma stessa che ne hanno alterato le caratteristiche isolanti.

A partire dal 1965, l'estensione della rete è stata realizzata, lungo tutte le principali arterie autostradali, utilizzando cavi pressurizzati di potenzialità sia a 4 che ad 8 tubi coassiali.

La pressurizzazione permette di rilevare eventuali difetti nelle guaine dei cavi, ora in alluminio, per subire, con minor danno, gli effetti delle vibrazioni del traffico e delle interferenze elettromagnetiche, prima che avvengano disservizi.

E' ottenuta mediante l'immissione, nel cavo e negli accessori, di un gas inerte (azoto) alla pressione di circa 0,7 kg/cmq.

Vari organi di controllo permettono di conoscere la situazione del cavo, in particolare di evidenziare una situazione anomala con la localizzazione del punto in cui intervenire.

Sono anche esposti campioni di cavi che mostrano le principali cause di guasti: molto interessanti alcuni esemplari che hanno provocato interventi di manutenzione per basso isolamento: quello esposto provocato a seguito della deformazione, per inglobamento o schiacciamento del cavo stesso da parte

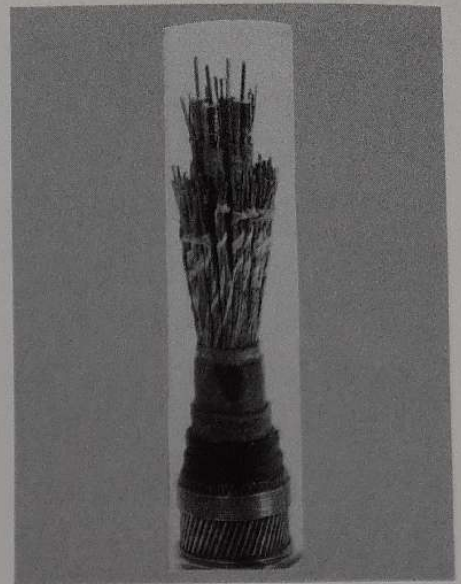
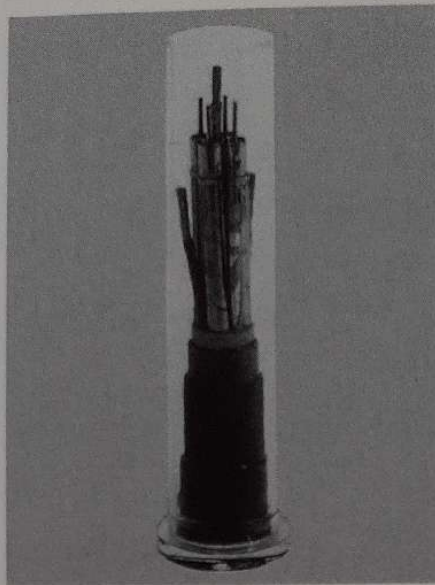


Tipica terminazione del primo cavo amplificato a biccoppie Torino-Milano-Genova (T.M.G.), su cassetta di sezionamento, installata nella centrale di S. Giuliano (1922)

Varie composizioni
di campioni di cavo
a 4 tubi coassiali
2,6/9,5 mm.

A sinistra con 2 coppie
schermate + 3 bicoppie e
protezione in gomma
della tratta Pisa-Genova
(1954)

A destra con 3 coppie
schermate + 3 bicoppie
e 24 bicoppie DM 9/10
e protezione in gomma
della tratta
Milano-Bologna (1960)



delle radici di un albero.

Altre tipiche anomalie sono mostrate, come quelle dovute a schiacciamento provocato da frane o transiti di automezzi pesanti, oltre alle perforazioni dovute alle fulminazioni, a roditori, a insetti, a corrosioni chimiche o elettrolitiche.

Sono infine esposti campioni di cavi a fibre ottiche di varie potenzialità e impiego, nel settore dedicato, unitamente a tipici campioni di giunti del tipo meccanico o per fusione degli anni 1980, tra cui quello sperimentale del cavo a 6 fibre ottiche del collegamento sottomarino Reggio C. - Messina del 1981.

Varie composizioni di
cavi pressurizzabili:

A sinistra a 8 tubi
coassiali 2,6/9,5 mm
+ 7DM 9/10 isolate in
PVC sotto tubo
in alluminio corrugato
e guaina esterna
in politene della tratta
Bologna-Padova (1972)

A destra a 16 tubi
coassiali 2,6/9,5 mm
+ 1 quarta 9/10 isolata in
polietilene + 12 quarte
9/10 isolate in carta del
nodo di Piacenza (1975)



Particolare cura e meticolosità deve essere posta per le operazioni di giunzione per le quali occorre una specifica attrezzatura anch'essa esposta.

7. Componenti vari, attrezzi ed utensili

Le attività esecutive sono così diversificate che difficile sarebbe presentare un esemplare di tutti i tipi di componenti e utensili utilizzati negli impianti di telecomunicazioni.

Nel Museo, tralasciando di parlare dei componenti elettrici quali resistenze, condensatori, induttanze, microcircuiti, ecc., particolare attenzione è dedicata ai componenti o sottosistemi necessari nei telefoni, e nelle varie parti dell'impianto.

Così sono esposti esemplari di suonerie, generatori di chiamata, dischi combinatori, capsule microfoniche; si passa poi alle protezioni degli apparati come scaricatori a gas, a punte o a carbone; valvole fusibili e bobine termiche sono anche considerate, insieme alle teste dei cavi alle quali sono spesso associate.

Esemplari dei trasformatori di linea (traslatori) sono anche mostrati nelle varie esecuzioni.

Anche alcuni pannelli sui quali si assiemano i componenti sono anche esposti, scelti fra i più significativi.

Quanto agli attrezzi ed utensili si è effettuata una divisione per tipo di impiego.

Dall'attività dei terrazzieri a quella dei muratori; dai carpentieri ai fabbri; dai giuntisti agli impiantisti, per arrivare a quelle specifiche degli elettronici, dei telefonisti, dei meccanici di centrale e così via.

Esemplari di attrezzi vecchi e nuovi sono suddivisi, appunto, in base alla tipica specifica attività per cui vengono utilizzati.

- *Mezzi per saldare* - I conduttori metallici, di cui le

linee di collegamento si avvalgono, vanno accuratamente saldati a stagno nei punti di giunzione.

Sia le linee a conduttori sospesi su isolatori che le linee in cavo a bicoppie, sono costituite da spezzoni che, ad opera dei giuntisti, vanno accuratamente interconnessi e isolati tra di loro.

La saldatura a stagno è la più comoda in quanto, con un disossidante e lo stagno, viene attuata con facilità, impiegando un saldatore a testa di rame.

Anche la guaina di piombo dei cavi deve essere accuratamente racchiusa ed a ciò servono le caratteristiche lampade svedesi a fiamma.

Per altri tipi di rivestimenti plastici termoindurenti esistono appositi attrezzi.

- *Mezzi di riscaldamento* - Il tipico lavoro di giunzione dei cavi necessita di un ambiente secco per cui, sotto la tenda di protezione, è conveniente accendere una stufa che permetta di fare evaporare l'umidità.

Oltre a ciò, è necessario fare liquefare in apposite padelle la miscela isolante che va colata con un mescolo nelle muffole di giunzione.

A tale scopo servono appositi fornelli-stufa del tipo a petrolio, od a benzina, od a bombola di gas liquefatto.

- *Mezzi di illuminazione* - Nel corso dei lavori di impianto necessitano diversi mezzi di illuminazione.

Si passa dai *lumini* di cera e dai lucignoli per le lanterne di segnalazione dei lavori in corso, alle lampade di sicurezza (tipo Davy) per accedere a camerette nelle quali possono condensarsi pericolosi gas esplosivi.

Lampade ad acetilene, a petrolio, a benzina, sono oggi quasi del tutto sostituite da fanali elettrici certamente più comodi. In taluni casi, per lavori notturni

di emergenza, necessitano le fotoelettriche.

• *Gruppi di emergenza* - L'uso di gruppi mossi da motore endotermico va dai classici gruppi elettrogeni, alle motopompe per prosciugamento, ai motoventilatori per aereazione forzata, ai motocompressori per il funzionamento di martelli pneumatici e di altri attrezzi, sino ai più banali motoverricelli per traino e sollevamento.

E' tutta una attrezzatura che evidenzia la sua indispensabile necessità nel corso dei lavori di impianto.

• *Utensileria* - Una elencazione di quanto esposto a questo riguardo è quasi impossibile.

Sono esposti utensili tipici, vecchi e nuovi, per le varie necessità di lavoro, compresi i lavori di ingegneria civile che sono necessari nel corso della realizzazione di un impianto.

Da notare l'esposizione di speciali casse attrezzi portatili, costituite con il complesso di utensili necessari per un certo tipo di lavoro, che assicuravano il corredo necessario a una squadra e ne consentivano la rapida mobilità.

Interessante un fucile lancia sagole, che serve a gettare una sagola fra due punti distanti e non facilmente raggiungibili, come agli estremi di un ponte crollato, fra due coste di una valle, ecc; tirata la sagola si passa poi una fune e via via quanto è necessario, per esempio un cavo di emergenza.

Coppia di fucili lancia-sagole, utilizzati per la posa dei cavi interurbani, al fine di superare zone impervie o attraversare corsi d'acqua.





Materiali strategici a magazzino, per periodi critici di approvvigionamento, quali filo di bronzo, lingotti di rame e pani di stagno.

Chiudono la rassegna degli attrezzi e utensili, quelli che servono alla sicurezza: infatti, il lavoro di cantiere, l'attività degli antennisti, oppure la necessità di lavorare in luoghi in cui possono formarsi gas nocivi od esplosivi, prevedono una serie di protezioni per garantire un ampio margine di sicurezza agli addetti ai lavori.

Dal classico elmetto, ai cinturoni per agganciarsi sulle palificazioni e sui tralicci, dai ramponi per pali in legno o in cemento, alle maschere antigas, ai dispositivi rivelatori di gas, è tutto un insieme di attrezzi e strumenti per la prevenzione degli infortuni di cui va previsto l'utilizzo.

Anche una banale cornetta in ottone può servire come richiamo di attenzione per chi sta lavorando lungo linee di traffico.

Tipica attrezzatura, per squadra installazione di centrale, costituita da banco da lavoro, cassa attrezzi e trapano da banco





Pompa a mano,
aspirante e premente,
utilizzata dai gruppi
di manutenzione
per l'estrazione dell'acqua
dalle camerette inondate
(1930)

8. *Apparati militari*

Le trasmissioni militari sono rappresentate da una esposizione di apparati via filo e via radio disposti in varie zone del Museo.

Anche se la *Sirti* non ha preso parte diretta a detto settore, sarebbe sembrato riduttivo non considerarlo, in quanto è noto come l'apporto di alta tecnologia fornito dallo studio dei mezzi militari abbia sempre contribuito al successivo sviluppo del settore civile.

Apparati telegrafici di tipo ottico ed elettrico sono rimasti per anni, quasi un secolo, i mezzi fondamentali di comunicazione in zona d'operazioni.

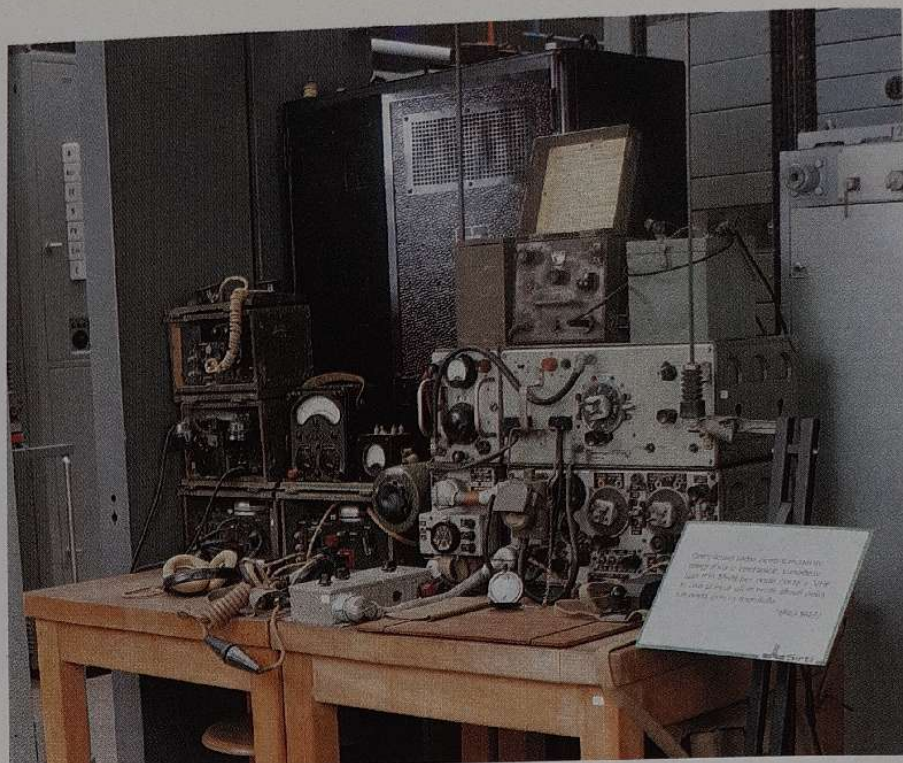
Di questi apparati, così come delle bandiere di segnalazione ed a lampo di colore, abbiamo già parlato.

Il telefono, in operazioni militari, ha avuto immediato utilizzo già nel secolo scorso, anche se la necessità di linee di collegamento volanti determinava un continuo lavoro da parte dei guardafili.

Solitamente, il tipo di apparecchio e di centralino utilizzati sono del tipo a batteria locale.

Tipica è la costruzione che, alla facilità di trasporto,

**Complesso
radio ricetrasmittente
telegrafico e telefonico,
canadese, tipo R19-MKIII
per onde corte e VHF,
in uso presso gli eserciti
alleati nella seconda
guerra mondiale ('40-'45).
Il complesso è completo
di ogni componente
compreso il gruppo
elettrogeno per la carica
delle batterie
di accumulatori
utilizzate
per l'alimentazione**



deve accoppiare una grande solidità.

Sono così mostrati apparecchi in legno, in borse di cuoio, o tela o in plastica.

In taluni apparecchi, il microfono assume particolari forme per cercare di eliminare l'influenza di rumori esterni.

Il telefono ha avuto un grande sviluppo con la prima guerra mondiale (1915-'18).

Sono esposti diversi esemplari di varia nazionalità, compresi i primi famosi apparecchi *Siti-Anzalone*; successivi modelli di telefoni e centralini campali completano la carrellata.

Altri reperti esposti, appartenenti al settore radio, mostrano l'evolversi continuo, delle tecnologie adottate.

Un esemplare che val la pena di citare è quello relativo alla stazione radiotelegrafonica ricetrasmittente canadese tipo MKIII-R19; un capolavoro di tecnologia rozza, ma funzionale, anteriore al 1940. Questa famosa stazione ebbe grande utilizzo nello sbarco in Normandia.