

Capitolo Nove

Il Museo della Sirti

L'ingresso del Museo, in un ampio corridoio di accesso, contiene una serie di vetrine che, col loro contenuto, mostrano quanta importanza abbia attribuito alla strumentazione chi ha avuto l'idea di questa raccolta; importanza che è ben nota agli scienziati che da tempo ripetono un sano principio: un fenomeno è ben conosciuto solo quando lo si può misurare.

Qui si va dai più antichi strumenti, fra i quali molti di uso generale, ai più moderni di impiego specifico nelle telecomunicazioni; ma, prima di passare in rassegna, sia pur fugacemente, questi strumenti, diamo uno sguardo di insieme al Museo. Questo, dopo il primo avvio basato soprattutto sulla conservazione di antichi apparati e strumentazioni provenienti dagli impianti della Rete Telefonica Nazionale, si è molto arricchito sia per acquisizioni dovute a una attiva ricerca da parte di chi sovrintende al suo sviluppo, sia per donazioni di rarità in tutti i campi delle telecomunicazioni; queste donazioni sono dovute al fatto che, chi possiede un oggetto antico e ne conosce il valore storico, sente, ad un certo punto, l'attrazione della raccolta organizzata e, non potendola realizzare in proprio, preferisce disfarsi del suo ricordo ponendo

dolo a disposizione di tutti in una sede dove sarà valorizzato e ben conservato.

Così sono nate, nell'ambito del Museo, raccolte speciali di grande interesse come quella di valvole, attinenti non solo le telecomunicazioni strettamente dette, una magnifica raccolta di telefoni, una raccolta di apparati militari e di alcuni apparecchi radio professionali, una serie di accessori per gli impianti oltre ad una ricca ed interessante collezione di strumenti di misura.

Il Museo della *Sirti*, situato nella sede di Cassina de' Pecchi a 15 km da Milano, ha i presupposti per diventare un centro di attrazione e di studi, a livello europeo, sulla storia delle telecomunicazioni e di quanto ad essa attiene. Attualmente esso si articola in queste sezioni:

- Sala apparati di trasmissione
- Sala apparati di commutazione
- Settore strumenti
- Sala espositiva con oltre un centinaio di vetrine.

E' prevista, nel futuro, una rielaborazione degli allestimenti su spazi più ampi per dare la possibilità di presentare i numerosi reperti oggi raccolti e non esposti per insufficienza di spazio.

Va altresì ricordata la biblioteca storico-tecnica, ora in fase di riordino, in cui sono raccolti volumi, monografie, cataloghi e descrizioni tecniche di impianti realizzati in 70 anni di attività aziendale ed ogni altro tipo di documento che serva ad illustrare il progresso tecnico nel settore delle telecomunicazioni.

Nel seguito verranno descritte le due sale relative agli apparati, il settore relativo alla strumentazione e, successivamente, con una certa ampiezza, la sala espositiva che riguarda i mezzi usati nella fase di pro-

getto, la telegrafia e il telex, gli apparecchi telefonici, i tubi elettronici ed i semiconduttori, la radio e televisione. Sono anche esposti apparati militari, componenti per linee e reti, attrezzi ed utensili tipici correlati alle particolarità delle lavorazioni effettuate dalla *Sirti*.

E' bene subito evidenziare che i contenuti di questa ultima sala costituiscono una raccolta completa, pressoché unica in Italia, di quanto è stato realizzato in circa un secolo di attività; la notevole quantità di reperti abbraccia tutti i campi attinenti le telecomunicazioni e trova riferimento nella storia che abbiamo in precedenza riassunto. In alcune delle vetrine della sala sono anche contenuti dispositivi e apparati che ricorderemo però nel corso della descrizione relativa agli apparati di commutazione e trasmissione, perché ad essi strettamente legati.

Sala apparati di trasmissione

Dall'ingresso, dietro una grande vetrata, appaiono, in prima fila, i complessi di misura installati nelle centrali di trasmissione del periodo iniziale della telefonia amplificata.

Sulla destra, sottoforma di tavoli, quello di costruzione *Siemens & Halske*, sulla sinistra, ripartito su due telai quello di costruzione *Standard Telephone & Cables*.

Tutta la sala è strutturata con intelaiature di sostegno, così come si usa nelle installazioni di centrale, nelle tipologie

Ingresso
in sala trasmissione





**Telai Standard
con cassette terminali
di cavi a coppie
simmetriche
(1930)**

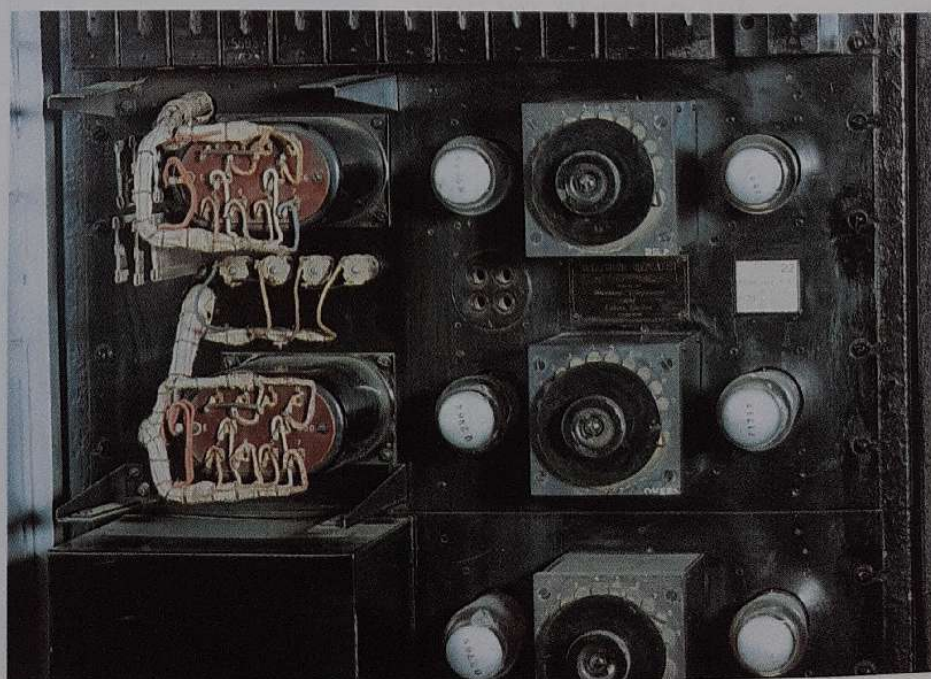
correlate all'epoca delle varie apparecchiature.

Tuttavia, sotto ogni intelaiatura, per motivi di spazio, possono trovare posto apparati rappresentativi di funzioni diverse e anche costruiti in epoche diverse.

La parte destra della sala è dedicata alla tecnica iniziale della *Siemens & Halske* (1930) a cui seguì la *OLAP* (1938) indi la *Siemens-Auso* e infine l'*Italtel*; la parte sinistra inizia con gli

apparati di tecnica *Standard Telephone & Cables* a cui seguono quelli di costruzione *Face Standard*.

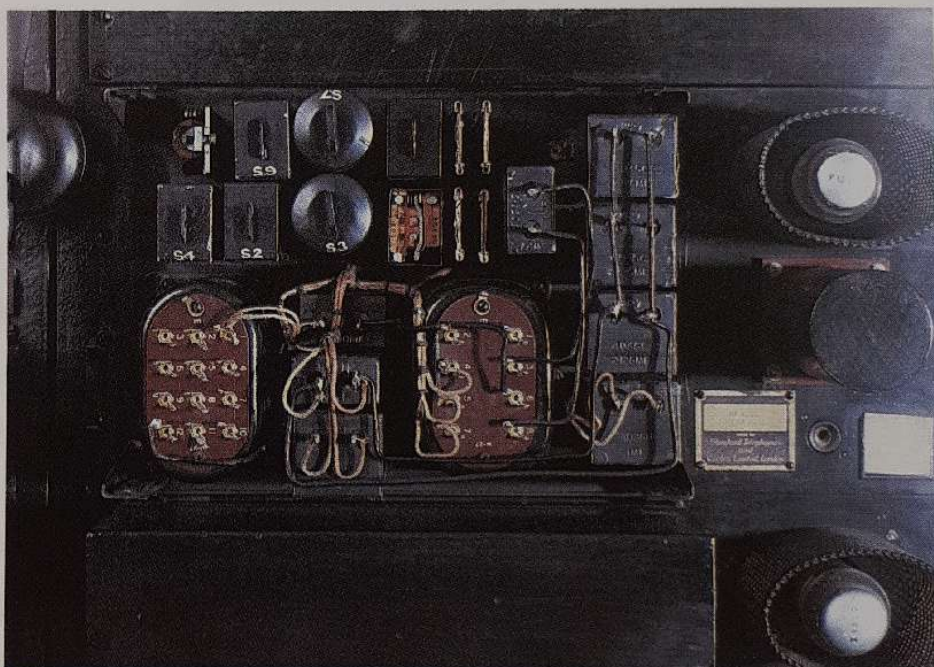
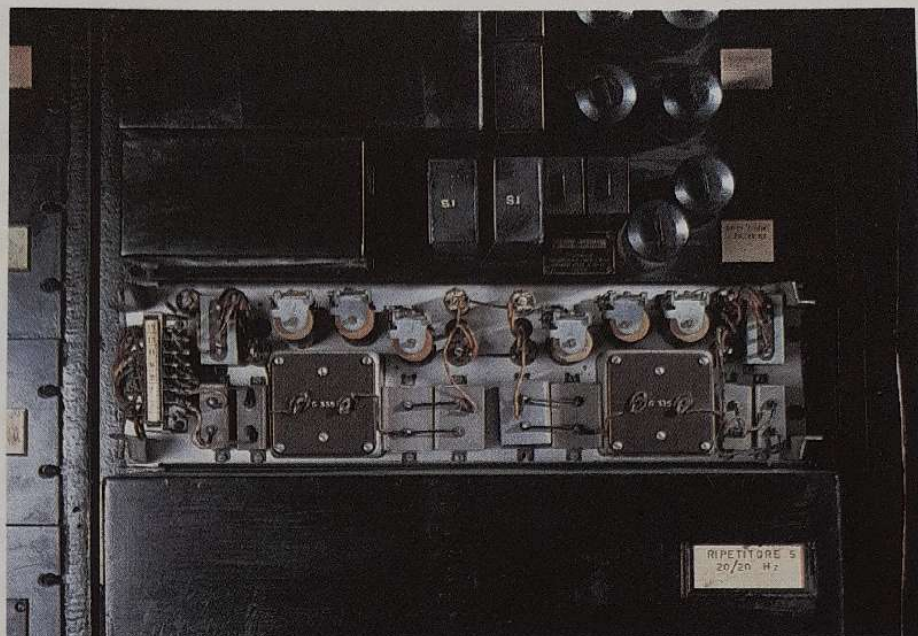
Gli apparati sono disposti in ordine cronologico, partendo dai più antichi (cassette terminali dei cavi con tavoli prova, permutatori, traslatori, amplificatori a frequenza vocale, convertitori di chiamata ecc.) e, procedendo in avanti, con apparati sempre più moderni (chiamata celere, telegrafia armonica,



**Amplificatore a
frequenza vocale**

generatori di frequenze portanti, modulatori in tecnica FDM ai vari livelli, filtri ecc.).

Per quanto riguarda la tecnica *Face*, nella fila che contiene i primi amplificatori, analoghi agli originali *Western Electric*, per i cavi a frequenza vocale, si trovano anche i telai con le teste dei cavi a coppie simmetriche e la strumentazione di misura sia per il cavo, sia per gli amplificatori e per la linea completa. Gli amplificatori, a valvola, a 4 fili e 2 fili, sono accompagnati dai convertitori di chiamata a 20 Hz e a 500/20 Hz, nonché da una serie di pannelli forchette, per la terminazione a 2 fili dei circuiti amplificati a 4 fili. Forse può essere opportuno un cenno ai convertitori di chiamata e al significato della parola, dato che oggi non esiste più un apparato del genere: la chiamata dalle centrali di commutazione (manuali per l'interurbano) avveniva inviando un segnale a 20 Hz molto robusto. La banda degli amplificatori di linea partiva da circa 300 Hz e quindi il segnale di chiamata non transitava oltre ed



Convertitore di chiamata a 20 Hz

Convertitore di chiamata a 500/20 Hz

Nella pagina seguente
Particolare di un AMT
(trasmissione)

Particolare di un AMT
(ricezione)

AMT: Apparato Misure
di Trasmissione

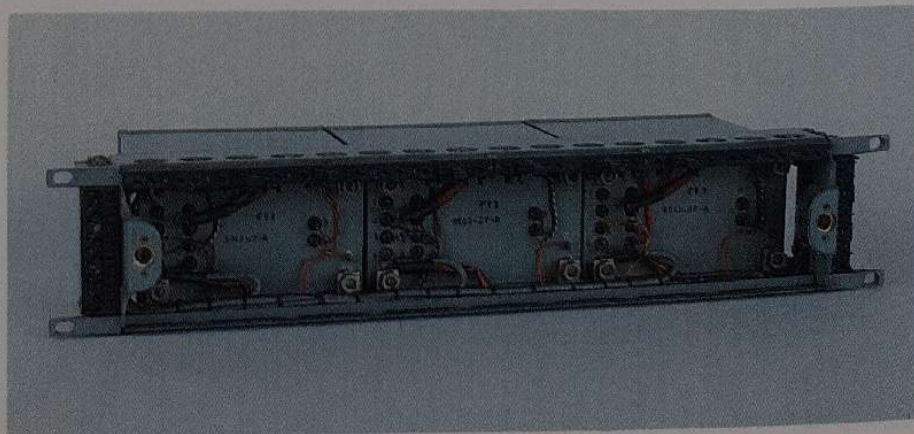
era perciò necessario il convertitore, costituito da un ricevitore a 20 Hz in parallelo all'ingresso dell'amplificatore, che attivava un relé che inviava sulla linea, in uscita dall'amplificatore, un segnale a 20 Hz generato localmente nella centrale amplificatrice.

Il convertitore a 500/20 Hz era invece già un progresso perché ne servivano solo due agli estremi del circuito, là dove questo era terminato a 2 fili, e connesso alla centrale di commutazione interurbana. Qui esisteva un ricevitore del segnale a 20 Hz, che inviava sull'entrata del primo amplificatore un segnale a 500 Hz, interrotto con il ritmo di 20 Hz.

Questo segnale passava attraverso tutti gli amplificatori di linea e, all'estremo ricevente, veniva rivelato da un ricevitore adatto, che trasmetteva il segnale a 20 Hz alla centrale di commutazione finale. L'interruzione a 20 Hz serviva ad evitare che il ricevitore scattasse ogni volta che, durante la conversazione, chi parlava emetteva, anche per poco, una frequenza intorno ai 500 Hz; la probabilità di emettere vocalmente un suono che contenesse le 3 frequenze (500 Hz e 500 ± 20 Hz) era molto piccola. Ciò non toglie che i meccanici delle centrali amplificatrici riuscissero a imitare a voce il tipico trillio di quel segnale, innescando così la chiamata, quando ne avevano bisogno.

Interessanti anche i pannelli forchette che si basava-

Pannello
con tre forchette
a frequenza vocale

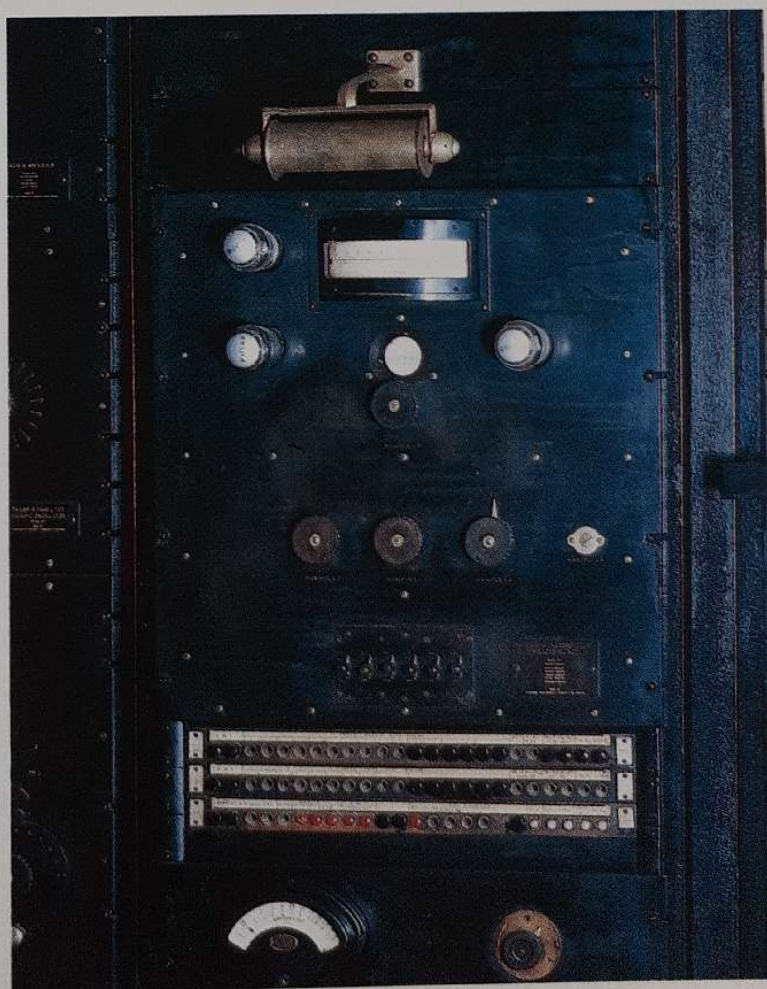
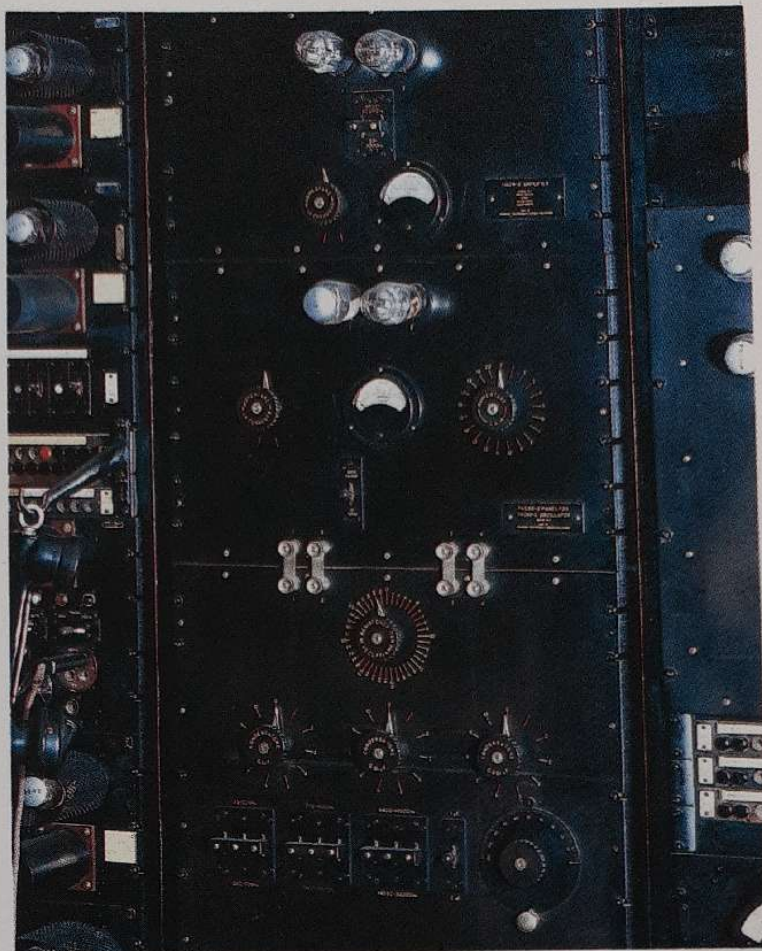


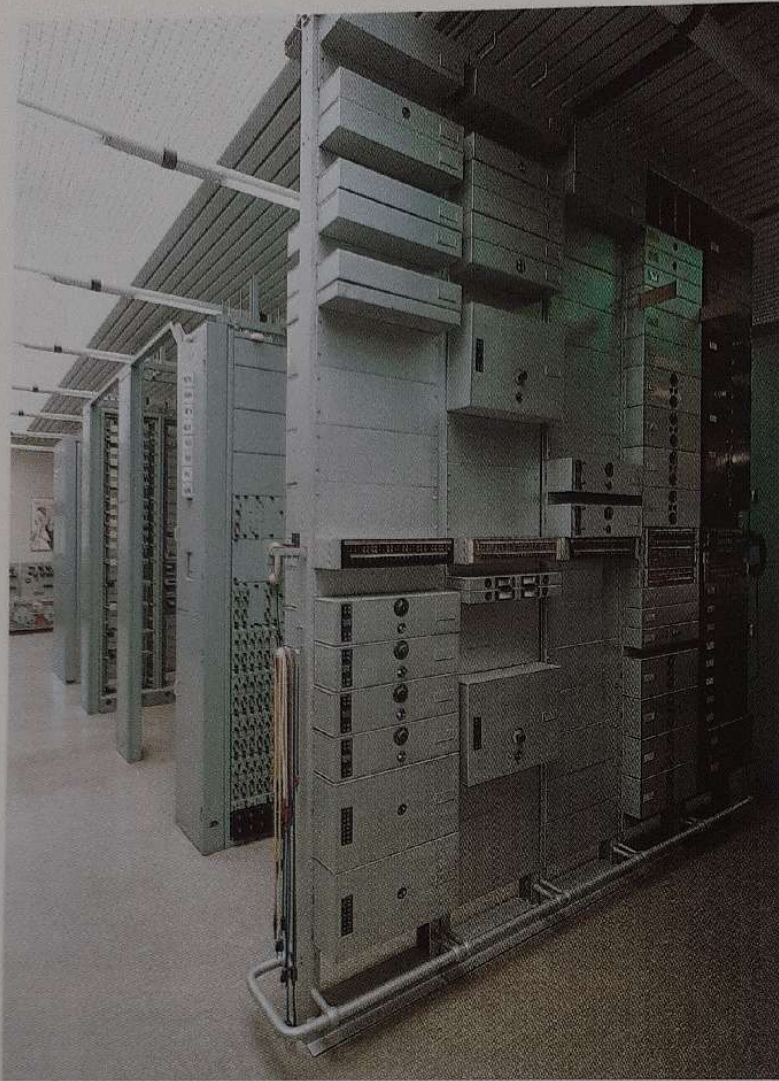
no sull'uso di due trasformato-
ri, ciascuno del peso di oltre un
chilo: pensare che, oggi, una
forchetta a trasformato-
ri, mi-
niaturizzata, pesa pochissime
decine di grammi.

Segue poi l'apparato per le
misure di trasmissione (su due
telai) costituito da un oscilla-
tore fino a 50 kHz e da un mi-
suratore di livello, a termo-
coppia. Questi apparati erano
presenti in ogni centrale tra-
missiva per le misure di atti-
vazione dei circuiti e per la
manutenzione corrente.

Finalmente si trovano, sempre
nella prima fila, il telaio tra-
slatori (trasformato-
ri) di linea
(anch'essi pesanti qualche chi-
lo), il telaio fusibili con allar-
mi, un telaio permutatore e
quelli con le teste dei cavi
corredati della strumentazione
per le misure di resistenza, i-
solamento e ricerca guasti.

Nelle file successive, sempre di
tecnica *Face*, si trovano altri te-
lai convertitori di chiamata, in
banda fonica a 2.040 Hz e con-
vertitori più moderni, a due fre-
quenze 2.040/2.400 Hz, spesso
designati con il nome di *chiamata
celere*, perché consentivano





**Terminale *Standard*
per sistema
su cavo sottomarino
(1940)**

l'inoltro della selezione; esistono anche molti esemplari in diverse esecuzioni di convertitori per *chiamata celere* con il codice cosiddetto a 50 Hz.

In queste stesse file da notare: i terminali del cavo sottomarino attraverso lo stretto di Messina (1940) Mili Marina - Reggio Calabria, di produzione *Standard*, e un sistema per telegrafia armonica a 24 canali; quest'ultimo è del tipo a modulazione di ampiezza, con allocazione di frequenza fra 360 e 3.240 Hz, applicabile su un collegamento telefonico a 4 fili, con banda 300-3.400 Hz, realiz-

zato a frequenza vocale o a frequenza portante.

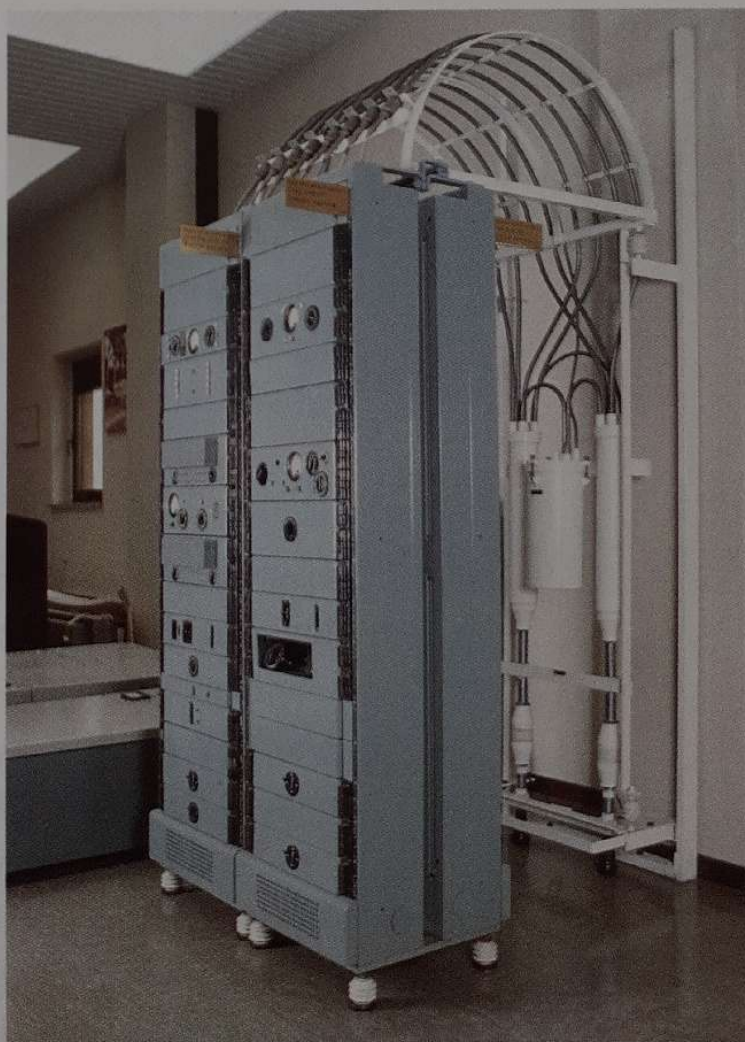
In questa parte del Museo è di interesse particolare il telaio di bilanciamento (cosiddetto *arpa*) usato per l'attivazione dei sistemi a frequenza portante a 12 canali su due fili di un cavo a coppie simmetriche. Infatti, per il bilanciamento delle coppie, era necessario effettuare, su questo telaio, l'inserimento dei componenti mediante cablaggi rigidi, disposti a matrice, tali da farlo apparire, a fine lavoro, assai simile allo strumento musicale da cui ha preso il nome. A bilanciamento ottenuto si ottenevano diafonie nei due sensi di trasmissione ($6 \div 54$ e $60 \div 108$ kHz), su ognuna delle tratte di cavo di un collegamento, tali da rispettare i vincoli di diafonia sull'intero sistema. Proseguendo, sia nell'ordine dei telai che cronologi-

camente, si passa ai sistemi a frequenze portanti del tipo FDM su cavo coassiale, rappresentati dai telai delle stazioni terminali, tutte del tipo a valvola, per i sistemi a 4 MHz (960 canali telefonici), a 12 MHz (2.700 canali), a 6 MHz per un canale televisivo secondo lo standard europeo. I sistemi mostrati sono d'epoca e cioè il 4 MHz del 1954, il 6 MHz del 1955 e il 12 MHz degli anni '60. Oltre ai terminali, sono anche presentate le stazioni intermedie principali, quelle cioè dotate di equalizzazione e capaci di telearimentare i ripetitori di linea.

La stazione con i ripetitori di linea (ausiliaria) era alloggiata in un edificio (di piccole dimensioni) fuori terra per il facile accesso del personale che, in genere, ispezionava la stazione ogni 15 giorni. Da notare che gli apparati sono completamente isolati da terra, grazie al loro appoggio su isolatori di porcellana: questo isolamento consentiva agli apparati di seguire le variazioni di potenziale dei tubi coassiali durante induzioni da fulmini, cosa che riduceva i pericoli di guasti alle valvole e agli altri organi elettrici. Quando entrava il personale di manutenzione la struttura veniva posta a terra per sicurezza.

Proseguendo nella fila dei terminali per cavo coassiale terrestre, si trova una stazione terminale (1950) per sistema su cavo coassiale sottomarino,

Stazione ausiliaria intermedia di linea a valvola (1955) con apparecchiature Face-Standard. È composta di un ripetitore completo a 6 MHz (1 canale TV) e di un secondo ripetitore completo a 4 MHz (960 canali TF)





**Multiplex
di canale *Face***

a partire dal 1950 fino al 1965. Oltre ai ripartitori di gruppo e supergruppo, si notano i telai modem di canale, con filtri a quarzo, i telai modem di gruppo e di supergruppo. Sono presentati anche, nelle varie esecuzioni, i telai contenenti la generazione delle frequenze portanti per il periodo 1955 ÷ 1960. Da notare un telaio per canali musicali: così venivano chiamati i canali, con banda 30 ÷ 10.000 Hz, adatti a fornire i collegamenti fra gli studi radiofonici o TV per lo scambio di programmi. Questi canali venivano realizzati, occupando lo spazio di 3 canali telefonici attigui a frequenze portanti.

Passando alla sezione destra della sala apparati di trasmissione, si trovano le file dei telai di apparati in tecnica *Siemens*. Si inizia con gli amplificatori a frequenza vocale a 4 fili e a 2 fili, che erano stati installati sul cavo Napoli - Potenza - Bari; sono esposti anche i telai forchette, bobine traslatrici e linee artificiali (per i circuiti a 2 fili), un ripartitore per circuiti a frequenza vocale e un telaio con convertitori di chiamata.

amplificato solo agli estremi data la breve lunghezza.

Questa apparecchiatura, infatti, era stata installata sul cavo Mili Marina - Reggio Calabria, di breve lunghezza (attraversava lo stretto di Messina) e di banda non molto larga, in quanto portava un supergruppo FDM.

Alla fine di questo lato della sala, si trova una fila, sempre per la tecnica *Face*, contenente i vari tipi di multiplex,

Sono poi esposti i telai per misure a frequenza vocale e per le prove sulle linee. La esposizione dei convertitori di chiamata e degli apparati per la chiamata celere va dai tipi a 20 Hz e 500/20 Hz a quelli a 2.040/2.400 Hz. In questa zona sono esposti anche diversi sistemi di telegrafia armonica a modulazione di ampiezza: un sistema di fabbricazione *OLAP* a 18 canali del 1939, e un sistema prodotto da *SEL* a 24 canali.

Interessante il sistema terminale a 12 canali (*Z 12*) per coppie simmetriche (banda $6 \div 54$ e $60 \div 108$ kHz) presentato accanto a un ripetitore intermedio e a un telaio arpe di bilanciamento.

E' anche esposto un terminale di produzione *Telettra* di un sistema a 12 canali

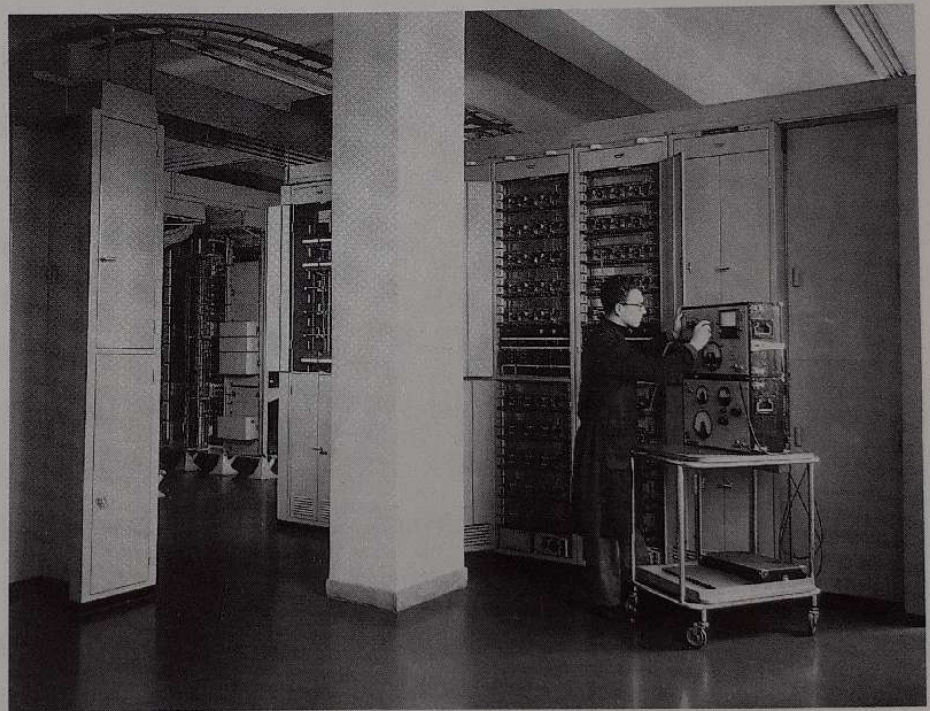
per coppie simmetriche, insieme a un amplificatore intermedio.

Si passa poi alle apparecchiature, sempre di tecnica *Siemens*, per cavo coassiale: sono esposte la stazione terminale, a valvola, per il sistema a 12 MHz, l'analoga a transistori e i ripetitori ausiliari

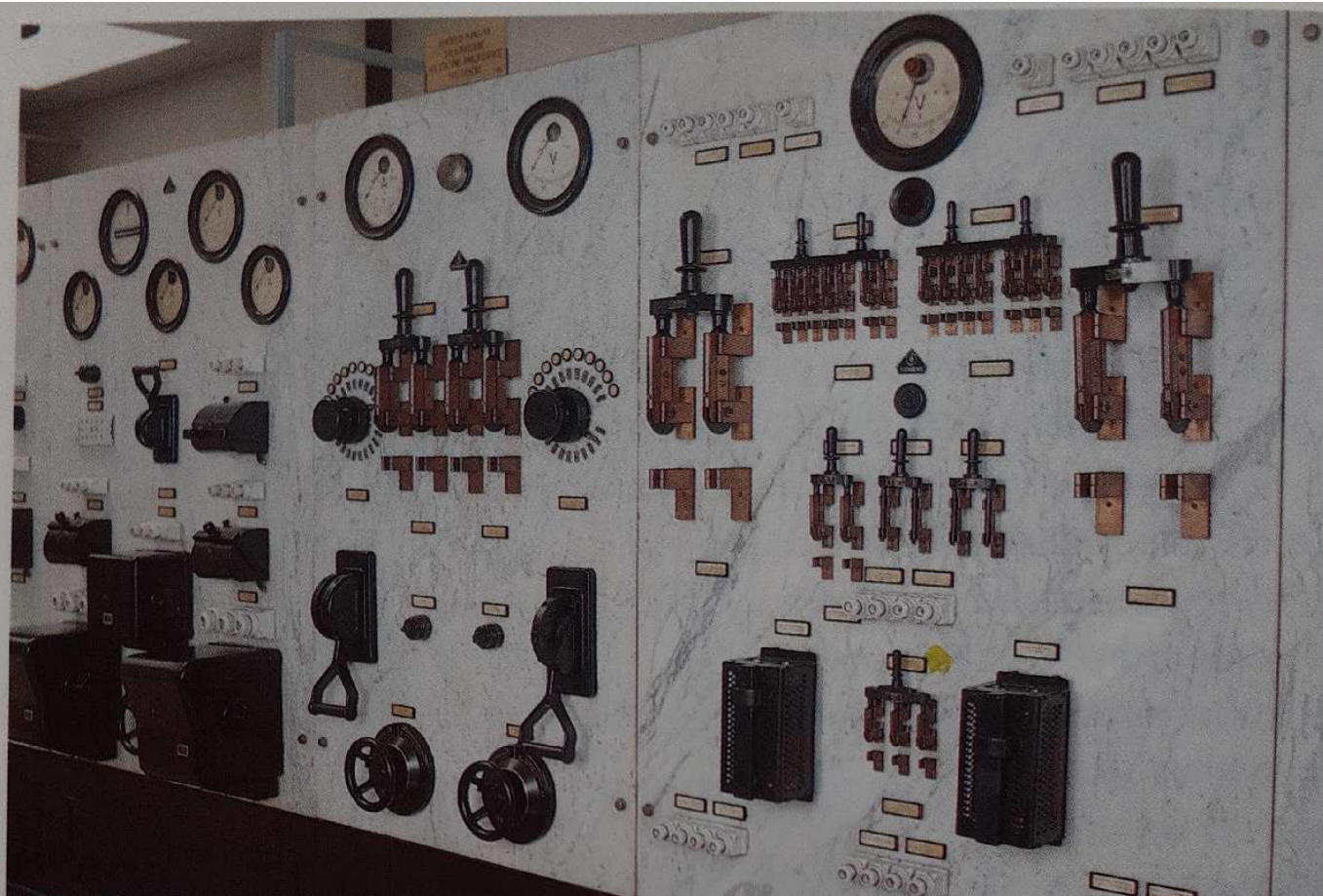
di linea a 4 MHz, a 6 MHz e a 12 MHz.

Finalmente si passa ai multiplex FDM di canale, di gruppo, di supergruppo, nelle esecuzioni a valvola degli anni 1950-'60. E' presente anche un telaio con canali musicali. Il tutto è completato dai telai, della stessa epoca, per la generazione e la distribuzione delle frequenze portanti.

Sul fondo della sala si trovano, infine, anche



**Multiplex di canale
*Siemens***



**Quadri di manovra
Siemens & Halske (1930)**

multiplex di altre fabbriche, di epoca più recente (1970) nella esecuzione a transistori. Oltre alle esecuzioni in tecnica *Siemens* e *Face Standard*, si trovano le esecuzioni della *Philips*, della *Telettra* e della *GTE*. Tutti questi multiplex, sempre del tipo FDM, presentano, oltre ai modem di canale, gruppo e supergruppo anche i telai di generazione e distribuzione delle frequenze portanti.

Da questa breve e sintetica esposizione, si vede la ricchezza del Museo nel settore trasmissione relativamente all'epoca così detta analogica, cioè fino a ieri. Certamente, fra qualche anno, si cominceranno ad esporre i primi multiplex numerici e i primi rigeneratori per linee metalliche, ponti radio e per cavi in fibra.

Per quanto riguarda le fibre ottiche, il Museo ha cominciato a raccogliere, ovviamente, tutto quello che si riferisce agli inizi di questo mezzo trasmissivo: oltre ai

campioni dei primi cavi sperimentali, sono disponibili i primi giunti fra fibre realizzati nei primi anni '80 con mezzi meccanici; sono esposti anche giunti più recenti fra fibre di cavi sottomarini, così come la *stecca terminale*, per cavi in fibre ottiche, completa di giunti e connettori (1988). Sono anche disponibili campioni dei primi rigeneratori a 140 Mb/s per fibre ottiche.

Sul fondo della sala spiccano gli imponenti quadri di manovra energia, con frontale in marmo, per l'alimentazione, nelle centrali a frequenza vocale, dei vari apparati, a mezzo di batterie di accumulatori; esistevano allora, per ogni tipo di alimentazione, due batterie di cui una in erogazione e l'altra sotto carica. Le operazioni di scambio si facevano da questi grandi quadri, che affascinano ancora oggi per la loro rusticità ma al tempo stesso per la loro semplicità e robustezza.

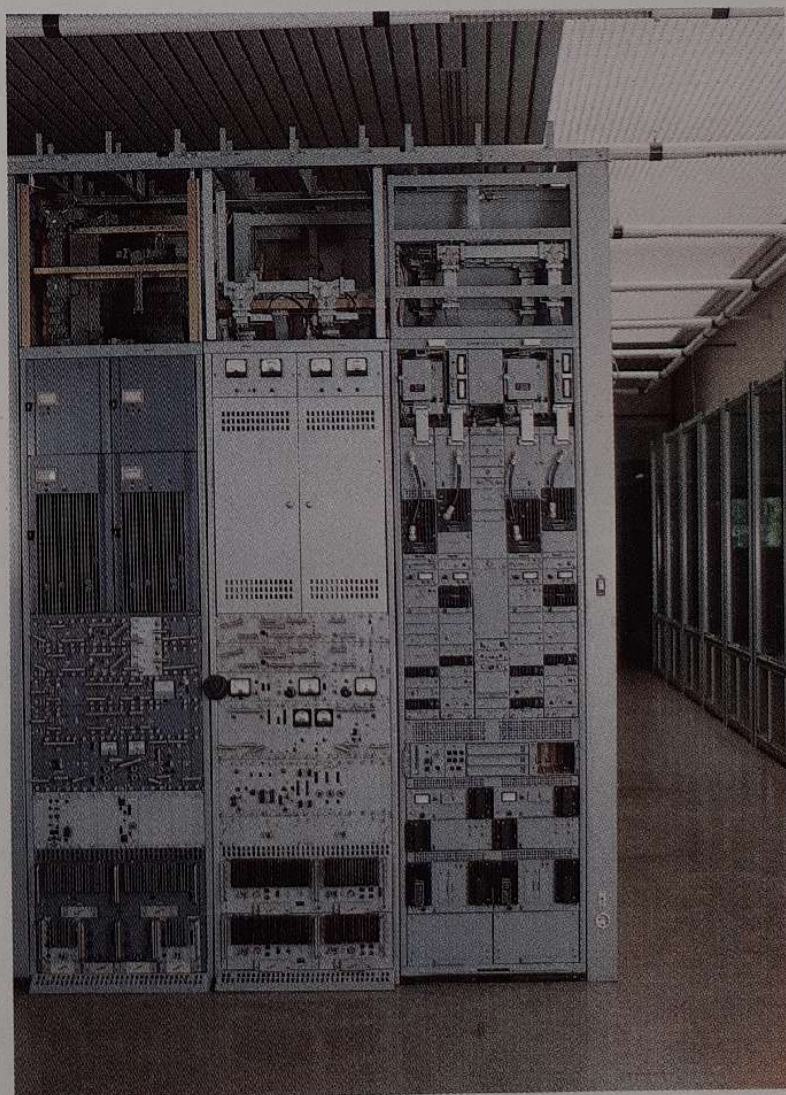
Ai quadri sono associati vecchi esemplari di macchine rotanti quali i gruppi di continuità, gruppi elettrogeni ad avviamento automatico e relativi quadri di comando.

Nell'ultima parte della sala è raccolta, in sintesi, la storia dei ponti radio, iniziando con gli apparati del 1960 e 1972 relativi a due stazioni ripetitrici a 4 GHz *Magneti Marelli* rispettivamente dei collegamenti in ponte radio a 960 canali Roma-Pescara e Pisa-Genova. Nella raccolta, troviamo anche tre tipici termi-

Esemplari di terminali

P.R. a 7 GHz :

- Telettra allo stato solido (HT12) 1972
- Telettra a Klystron (H24) 1964
- Siemens-Auso allo stato solido (R23) 1969





**Complesso per misure
del campo
elettromagnetico
per allineamento
di antenne di tratte
in ponte radio,
Signal Corps-USA
(1950)**

Nella pagina seguente
In alto
**Selettore a sollevamento
e rotazione
Siemens & Halske
(1909)**
In basso
**Macchine
segnali Siemens
(1935)**

nali a 7 GHz della *Telettra*, con trasmettitori a Klystron direttamente connessi alla antenna, di cui il più recente (H24) del 1964.

Esemplari allo stato solido a 7 GHz, per uso telefonico, delle fabbriche *GTE*, *Siemens-Auso* e *Telettra* corrispondenti agli anni 1968, 1969 e 1972 completano la serie in tecnica FDM, mentre, in tecnica PCM a 13 GHz, troviamo esposto il primo terminale della *Telettra* a 24 canali del 1967.

Destra interesse infine la stazione trasportabile, presentata

sul fondo della sala, formata da un complesso per misura del campo elettromagnetico e per l'allineamento di antenne di tratte in ponte radio.

La raccolta di apparati per ponte radio consente di apprezzare, da parte del visitatore, la velocità di evoluzione di questa tecnica; non appena saranno diventati oggetti da Museo gli attuali ponti radio numerici e gli ultimi ponti radio FM-FDM, che ancora operano sulla rete, la installazione di qualche esemplare di questo tipo, accanto a quelli oggi esposti, consentirà di capire, anche al più ignaro dei visitatori, cosa ha significato il passaggio dalla tecnica valvolare a quella allo stato solido, da frequenze di poco al di sotto del GHz a frequenze dell'ordine di 10÷20 GHz.

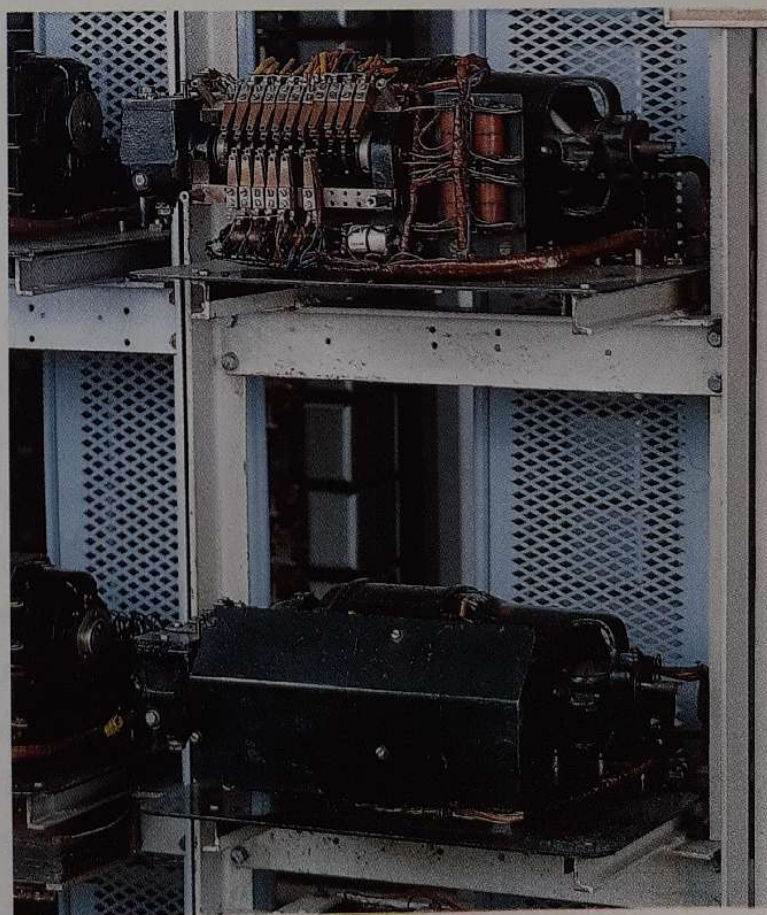
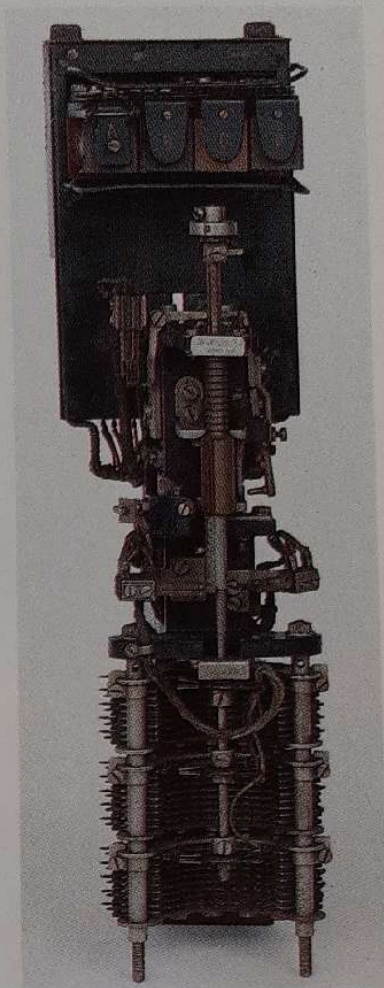
Sala apparati di commutazione

La sala per la commutazione elettromeccanica si sviluppa in due settori nei quali, in ordine cronologico, vengono presentati blocchi funzionali di telai di commutazione a comando diretto e indiretto.

Si inizia con il sistema 27 della *Siemens & Halske*, del 1935, con selettori del tipo a sollevamento e rotazione, seguita da esemplari, sempre per centrali pubbliche, dei sistemi 36 e 40 realizzate dalla *Siemens-OLAP* negli anni '40. Seguono due blocchi, riferiti a 100 numeri, per centrali equipaggiate con il sistema F del 1926. Gli equipaggiamenti, costruiti dalla *Siemens-Auso* in epoca più recente (1950), si presentano molto compatti con preselettori, selettori di gruppo e di linea e marcatori contenuti in soli tre telai.

Le macchine generatrici dei segnali di centrale di tipo elettromeccanico, della *Siemens* (1930), installate a inizio sala, sono in grado di fornire i ritmi e toni necessari ai vari sistemi presentati.

Il settore *Siemens* si chiude, per il momento, con due esemplari di una centrale a motore rurale (piccola) del 1950 della famiglia dei sistemi *SMN*, che utilizza gli impulsi di selezione registrati da una memoria e pertanto del tipo a comando indiretto. Il settore *Face* inizia con il sistema *Rotary*, tipo 7D, che praticamente ha coperto tutto il periodo anteriore all'avvento del sistema a barre incrociate (pentaconta).



Nell'esemplare di inizio sala (1947), è messo in evidenza il sistema che permette la rotazione dei selettori: un motore a corrente continua, uno ogni due file, azionava due alberi orizzontali accoppiati, tramite ruote dentate coniche, agli alberi verticali di movimento dei selettori.

Nella famiglia dei sistemi 7D, con selettori rotativi e a comando indiretto, rientrano i successivi, progettati per un massimo di 400 linee e pertanto adatti per piccoli centri.

Vengono presentate due versioni, del 1948, su cinque quadri rispettivamente con schermatura e senza schermatura.

Come parte finale del settore citiamo, oltre agli esemplari di una centrale rurale pentaconta (PR3 del 1961), di grosse dimensioni (2.400 linee), i prototipi delle prime centrali pentaconta installate in Italia.

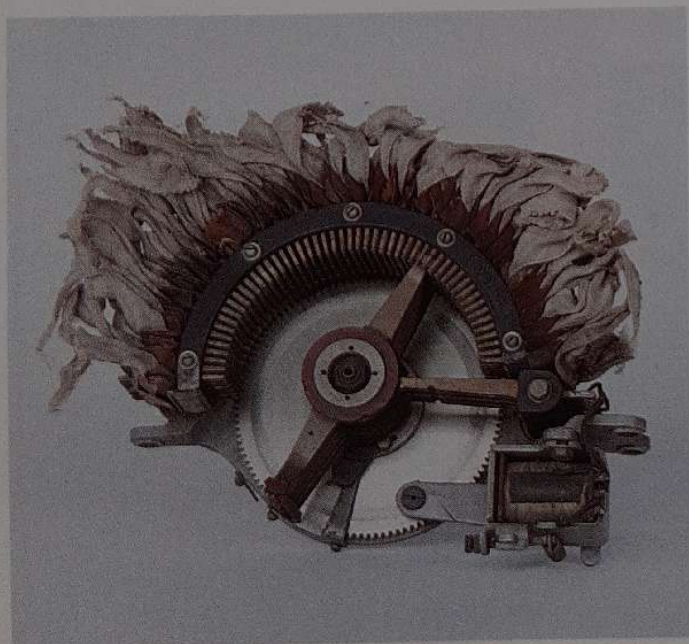
Infatti, in un grosso armadio autoportante, sono contenuti i pannelli (cercatori chiamata, selettori di cinquanta, marcatori ecc.) della prima centrale pentaconta P500 (500 linee), costruita in Francia dalla *C.G. Construc. Thelephoniques* e installata a Bergamo nel 1956, mentre il prototipo P52, costruito in Italia dalla

Face Standard nel 1954, e limitato a cinquanta linee di abbonato, completa la rassegna delle apparecchiature di commutazione.

E' di notevole interesse il contenuto di alcune vetrine nella sala commutazione, che espongono i componenti principali, in gran parte elettromeccanici, delle centrali di commutazione ed alcuni dispositivi sussidiari.

Un settore è dedicato ai relé di va-

**Selettore Rotary
a comando indiretto
Western Electric (1920)**

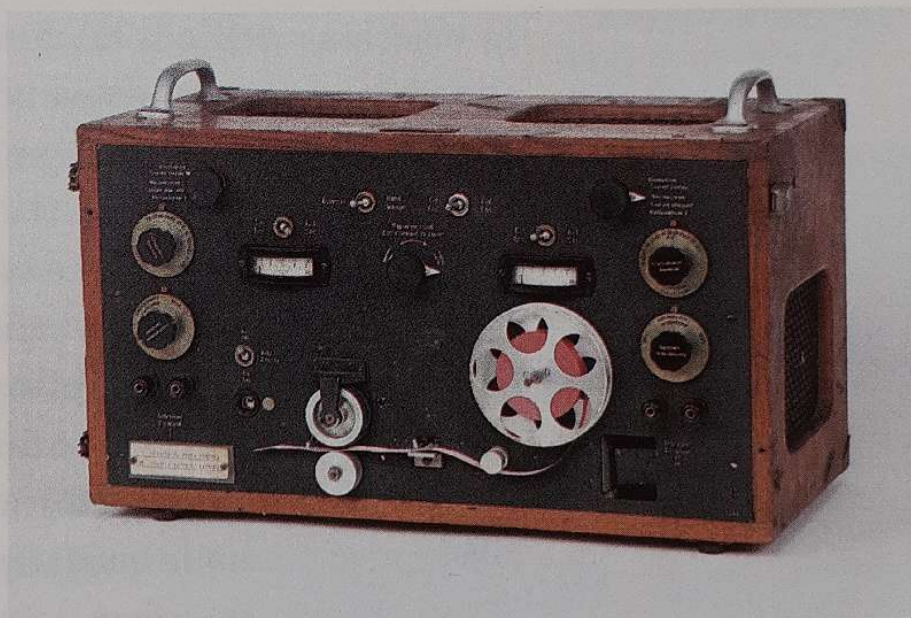
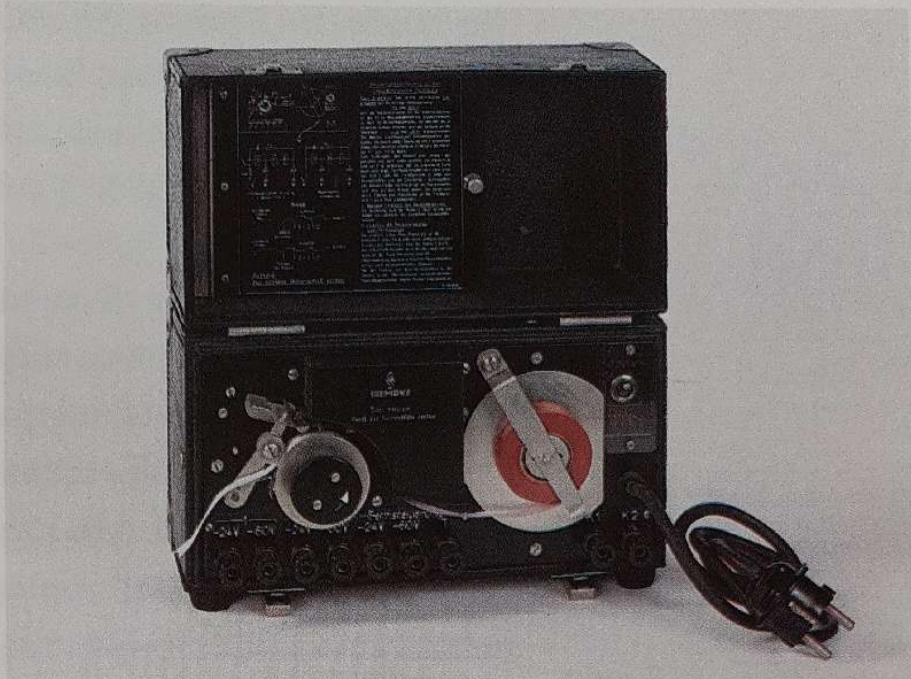


rio tipo ed uno ai selettori cominciando da quelli passo passo, a sollevamento e rotazione, a rotazione e penetrazione, o a coordinate. Altri esemplari mostrano i tipi rotativi, con comando a motore, utilizzati nei sistemi a registro e i selettori crossbar.

Interessante è anche l'esposizione dei dispositivi di prova che, dalla centrale di commutazione, consentono di verificare la funzionalità di una qualsiasi linea di abbonato, connesso alla centrale stessa, misurando in genere resi-

stenza e isolamento dei conduttori. Sono in mostra anche gli apparecchi telefonici portatili utilizzati dal personale adibito ai controlli sulle linee e dai giuntisti addetti alle riparazioni, nonché apparati (impulsografi) per il controllo degli impulsi generati dai dischi telefonici e dei selettori.

Completano la mostra notevoli esemplari di dispositivi importanti come quelli per la tariffazione, dispositivi ausiliari come combinatori e rubriche, segreterie telefoniche, l'apparato per l'ora telefonica, ecc.



Impulsografo,
registratore su carta,
per controllo dischi
combinatori e selettori
Siemens & Halske (1938)

Impulsografo,
registratore su carta,
per controllo impulsi
dei dischi combinatori
e dei selettori
Hasler (1940)

Da notare fra i primi: gli antichi orologi marcatempo su scheda, che erano applicati ai tavoli manuali per la commutazione interurbana; i dispositivi per la fotografia dei blocchi di contatori nelle centrali, i registratori del traffico d'utente.

Nel secondo tipo di dispositivi: una antica rubrica telefonica, di tipo meccanico, per comporre automaticamente i numeri di più comune uso, basata sull'impiego di sottili dischi dentati di lamierino, configurati con tanti denti quante erano le cifre del numero da comporre, opportunamente intervallati; una segreteria telefonica, realizzata in Svizzera poco prima del 1940, chiamata allora *ipsofono*; infine, la macchina dell'ora telefonica, basata sulla registrazione, su nastro magnetico, della voce, macchina comandata da un orologio campione.

E' da notare che, per questi ultimi tipi di apparato, è di fondamentale importanza la registrazione della voce. Qui appare la singolarità di questo Museo, in cui spesso ad una applicazione pratica nelle telecomunicazioni, ci si è sforzati di abbinare la storia dell'evoluzione scientifica e tecnica di un settore che ha reso possibile quella applicazione.

Nel caso presente, infatti, esiste, nella sala espositiva, una ricca serie di apparati, alcuni molto antichi, che si riferiscono alla registrazione della voce; si va dai primissimi registratori su cilindro (tipo Edison), ai registratori su dischi, al registratore di tipo Poulsen su supporto di acciaio, fino ai sistemi più moderni.

Strumenti

Questo settore ha una importanza fuori dell'ordinario, perché, forse ancor meglio degli apparati, che evolvono industrialmente per grossi salti innovativi, dà una idea

precisa dell'evolversi delle conoscenze scientifiche e tecniche, alle quali segue con celerità l'innovazione degli strumenti. Infatti, per ragioni industriali, l'evoluzione degli apparati avviene a intervalli di tempo piuttosto consistenti, mentre nella strumentazione, questa limitazione non esiste. La vita di uno strumento di misura è molto breve, perché quando qualcosa di migliore e di più facile e celere uso compare, il risparmio di tempo, da parte dell'operatore, rende economica la sostituzione di vecchi strumenti con i nuovi.

La strumentazione esposta si può distinguere in due parti, cioè quella di uso generale per misure elettriche, e quella di uso specifico per le telecomunicazioni.

Strumentazione di uso generale per misure elettriche

Questa parte è disposta nelle vetrine del corridoio di ingresso ed è suddivisa in base al tipo di grandezza fisica cui gli strumenti si riferiscono.

- *Misure di corrente* - Esiste una nutrita serie dei primi strumenti indicatori del passaggio di corrente in un circuito elettrico quali i galvanometri; strumenti adatti per corrente continua, basati sul fenomeno della reciproca azione tra un campo magnetico permanente e il campo elettromagnetico prodotto dalla corrente.

E' esposto uno dei primi galvanometri, derivato dalla bussola classica, il cui ago ma-

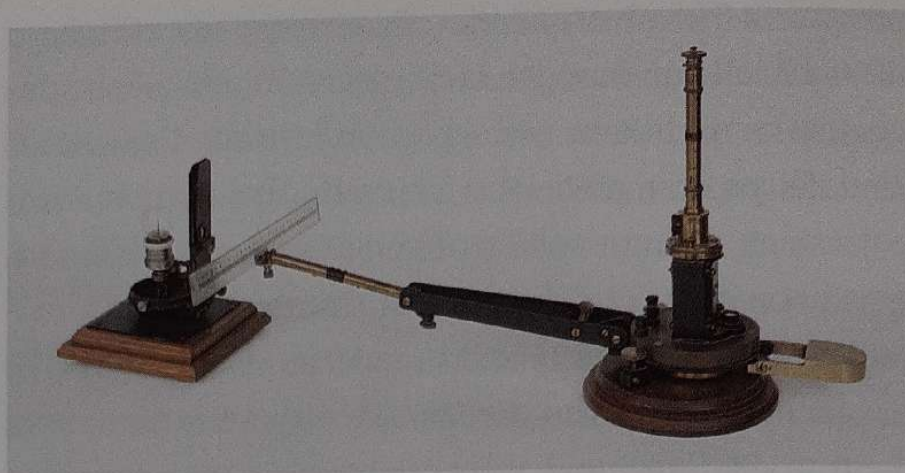
**Vetrina
contenente galvanometri
di varie epoche e tipi
a partire dal 1850**



**Galvanometro
a riflessione
ad alta sensibilità
Siemens & Halske
(1890)**

La lampada illumina lo specchietto, fissato sull'equipaggio mobile, i cui spostamenti angolari, determinati dalla corrente in misura vengono indicati da un punto luminoso sulla scala.

La sensibilità di questi strumenti era notevole. (In seguito si sono anche realizzati strumenti ad indice di buona sensibilità)



gnetico era sollecitato da un campo magnetico generato da un avvolgimento detto *moltiplicatore*, secondo il sistema ideato, nel 1840, da Leopoldo Nobili. Sono anche esposti galvanometri tipo Depretz - D'Arsonval, costituiti da una forte calamita nel cui campo può muoversi un piccolo telaietto che porta uno specchio che riflette, su una scala graduata, un raggio di luce, rendendo così visibili minimi spostamenti, in quanto il lungo raggio luminoso funziona come un lungo braccio di leva.

Per le misure di corrente maggiori, sono esposti amperometri molto antichi, ma anche moderni, a bobina mobile, a filo caldo, a termocoppia, elettromagnetici. Esiste anche una raccolta di shunt da mettere in parallelo allo strumento.

- *Misure di tensione*- La raccolta dei voltmetri va dal tipo elettromagnetico, a quello a bobina mobile ed elettrostatico, con esemplari che vanno dalla fine del secolo scorso ad oggi.

Nella sala espositiva si trovano anche diversi voltmetri a valvola, di varie epoche e costruttori, pregevoli per la loro alta impedenza di ingresso.

Va ricordato anche che, fra gli apparati di tipo telefonico, tutti i cosiddetti *misuratori di livello* sono voltmetri a valvola, per correnti alternate, con

diverse estensioni del campo di frequenza applicabile.

- *Misure multiple* - Per agevolare il tecnico che, spesso, si trova, non in laboratorio, ma, come si suol dire, *in campo*, sono diventati molto comuni strumenti per uso multiplo che misurano correnti e tensioni continue ed alternate così come valori di resistenza e ciò al solo variare della posizione della manopola di un commutatore, o inserendo le spine dei puntali di misura in apposite prese.

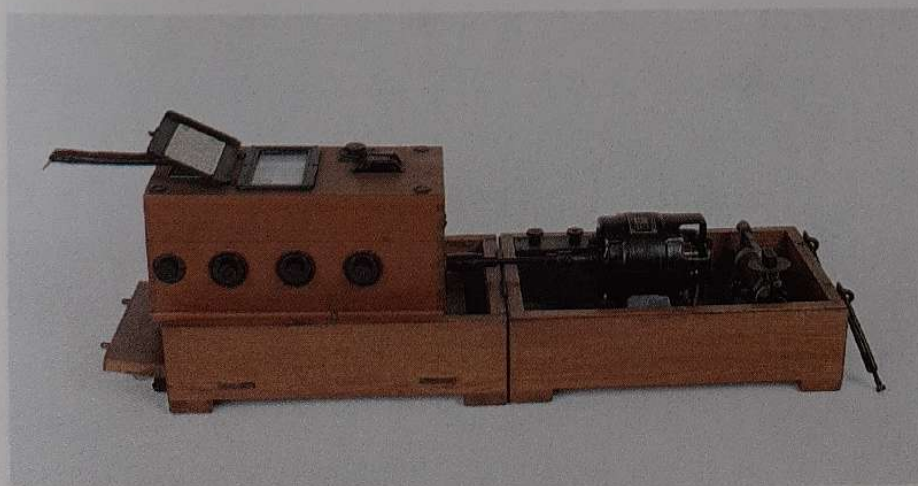
Sono altresì mostrati set completi di strumenti di misura collocati in un unico cofano, indipendenti tra di loro.

- *Misure di potenza e di frequenza* - Anche per queste misure, nel campo delle frequenze industriali per la distribuzione di energia elettrica, esiste una bella raccolta di esemplari che risalgono ai primi decenni del secolo. Vengono anche mostrati esemplari per la misura dei consumi di energia (contatori).

- *Misure di resistenza e isolamento; ponti di misura* - La collezione qui è molto ricca, essendo queste



Voltamperometro a bobina mobile di precisione con scala a specchio. Portate fino a 300 V e 0,45 mA. Siemens & Halske (1950)



Megger a generatore interno azionabile a manovella o a motore (VL 500 V) Portata massima 100.000 Ohm Evershed & Vignoles (1940)



**Ponte di Wheatstone
per misure
di localizzazione guasti
secondo i sistemi Varley
o Murray
Face(1937)**

misure un po' il cavallo di battaglia per il primo giudizio, su una linea trasmissiva metallica, circa la rispondenza della linea alle sue funzioni. Lo stesso avviene per le misure di capacità e induttanza.

I ponti di misura di questo tipo, mostrati in questo settore, vanno da quelli più antichi per le misure su linee a frequenza vocale fino ai più moderni per i sistemi a frequenze vettrici.

Ovviamente, sono esposti molti esemplari del ponte di Wheatstone, che, agli inizi delle comunicazioni elettriche, è stato uno degli

strumenti usati, sia nelle misure di impianto che, in particolari disposizioni, per la ricerca dei guasti sulle linee.

**Ponte di Wheatstone
di grande precisione
da laboratorio
Elliot (1940)**

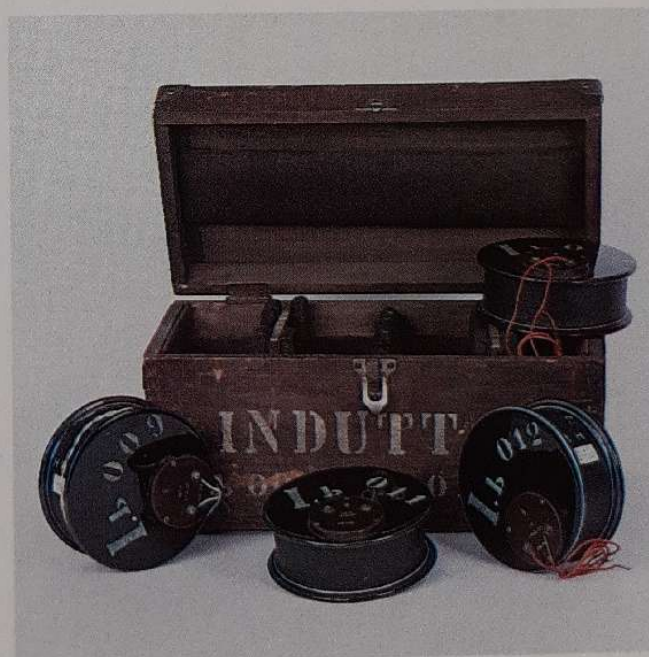




Localizzatore di guasti
per cavi
Leeds & Northrup
(1950)



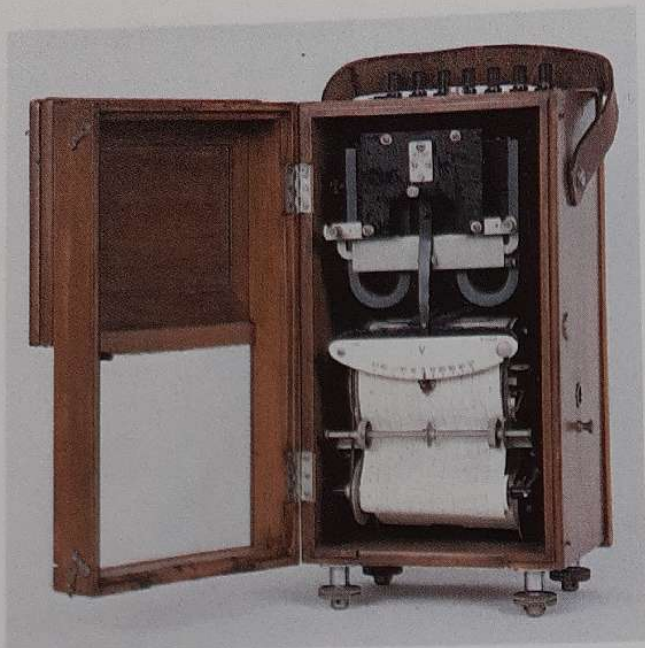
Vetrina contenente ponti di misura
di varie epoche e modelli a partire dal 1925
con un ponte di Wheatstone
della *Siemens & Halske*, per misure
di resistenza e localizzazione
guasti fino ai più recenti, in cassetta
di legno di tipo portatile,
utilizzati sugli impianti negli anni 1940



Molti altri tipi di ponti di misura sono esposti; si ricordano, fra i più antichi, il ponte per misure di capacità e induttanze della *Siemens & Halske* (1930), utilizzabile per misure a frequenze acustiche: il rivelatore era costituito da una cuffia telefonica o da un indicatore a occhio magico.

Cassetta corredata
di quattro induttanze
campione
rispettivamente da 0,01,
0,1, 0,5 e 1 Henry.
Siemens & Halske
(1930)

• *Registratori* - La registrazione di una grandezza elettrica, con le sue variazioni nel tempo, assume per le telecomunicazioni un interesse notevole: basti pensare all'intensità del campo radio ricevuto, alle fluttuazioni di rumore su un circuito, alla potenza vocale presente su una connessione telefonica e così via per rendersi conto della importanza delle registrazioni.



Voltmetro indicatore-registratore a bobina mobile.

Lo scorrimento della carta è di tipo meccanico con carica manuale.

Portata da 5 Volt fino a 100 V.

Richard (1930)

Vetrina contenente resistenze campione.

Tra i diversi esemplari una cassetta a sei decadi della *Officine Galileo (1920)*

Nella pagina seguente

In alto a sinistra

Cassetta di resistenze a cinque decadi con contatti striscianti e campioni da 0,1 a 10.000 Ohm utilizzata per bilanciamento del ponte di misura Wolf (1910)

In alto a destra

Cassetta di resistenze a cinque decadi con campioni da 1 a 10.000 Ohm *Allocchio Bacchini (1920)*





Sono esposti pertanto Voltmetri, Amperometri, Wattmetri del tipo a registrazione, ossia capaci di lasciare traccia scritta su una striscia di carta o su un disco di carta, mossi da un motore ad orologeria od elettrico.

In alcuni esemplari la traccia è ottenuta con pennino, in altri su carta termica.

- *Campioni* - Come in tutti i laboratori di misure, anche in quello *Sirti*, si è data importanza alla conservazione dei campioni e qui vengono mostrati alcuni degli esemplari più antichi (resistenze).

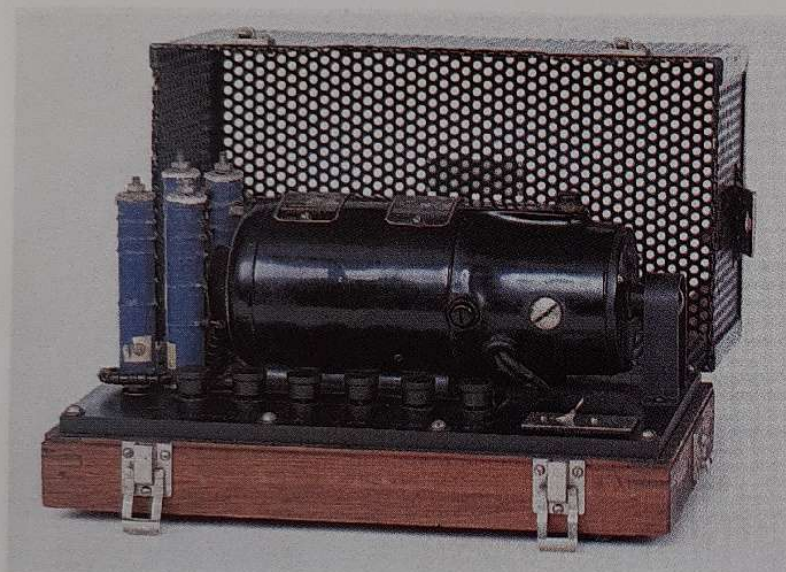
Strumentazione telefonica

Questo settore è ricchissimo e, nella presentazione, costituisce un filo conduttore dell'attività della *Sirti*. La strumentazione è infatti quella utilizzata

In basso
Serie di vetrine con strumentazione telefonica in sala trasmissione



**Complesso generatore
 sinusoidale - misuratore
 di livello (Transmission
 measuring Set)
 della *Standard Telephone
 & Cables*,
 costruito nel 1916;
 è veramente
 un pezzo eccezionale,
 se si pensa che le prime
 valvole a vuoto capaci di
 generare e trattare onde
 in questo campo
 di frequenze vocali sono
 state sviluppate
 fra il 1912 e il 1914**



dagli impiantisti o dal personale di manutenzione per le operazioni di messa a punto e controllo delle apparecchiature e del mezzo trasmissivo; alcuni strumenti sono stati sviluppati per ricerche particolari. I classici strumenti utilizzati possono essere divisi in tre categorie, a seconda dell'uso cui sono preposti:

- Strumenti per misure a frequenza vocale
- Strumenti per misure in alta frequenza (cavo e ponte radio)
- Strumenti per misure su cavo.

La maggior parte presenta la classica cofanatura in legno o metallo onde rendere sicuro il trasporto e ridurre al minimo il rischio di danni.

Tra gli strumenti per frequenza

Valigia per misure di trasmissione (tipo Messkoffer) della *Siemens & Halske* nella versione del 1954.



Nella pagina precedente al centro
Generatore di segnale a 1.000 Hz
Western Electric (1920). In quegli anni
i generatori a valvola non avevano ancora
soppiantato del tutto i generatori meccanici
Nella pagina precedente in basso
Valigia per misure di trasmissione (tipo
Messkoffer) della *Siemens & Halske* nella
versione del 1930

In questa pagina a sinistra

Valigia per misure in banda vocale della
Standard Telephone & Cables (1946)

In basso

Valigia misure per la determinazione
dei valori di resistenza e capacità
per la formazione delle linee artificiali *Sirti*
(1950)

vocale citiamo i primi classici apparecchi per misure di livello, attenuazione e diafonia della *Standard Telephone & Cables* e analoghe valigette portatili della *Siemens & Halske*.

Tra i diversi altri esposti, citiamo i ponti per la misura degli sbilanci capacitivi sulle coppie del cavo, il classico psfometro *Siemens & Halske* per le misure di rumore, nelle versioni del 1930 e 1950, quelli per la determinazione degli elementi occorrenti per la

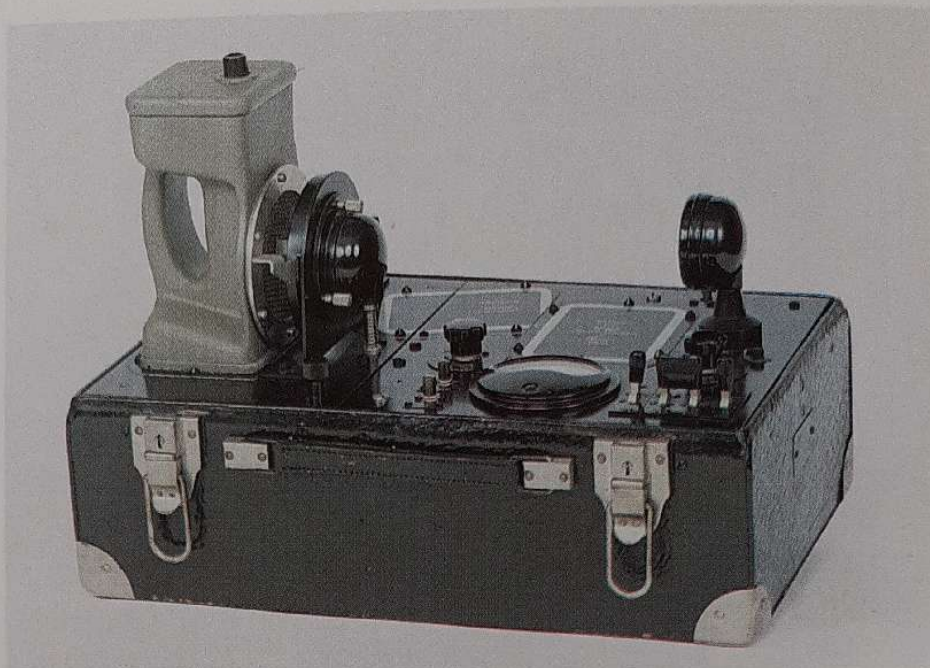


Strumento per la prova di efficienza globale di capsule microtelefoniche della Siemens & Halske (1938).

Si trova nella sala espositiva

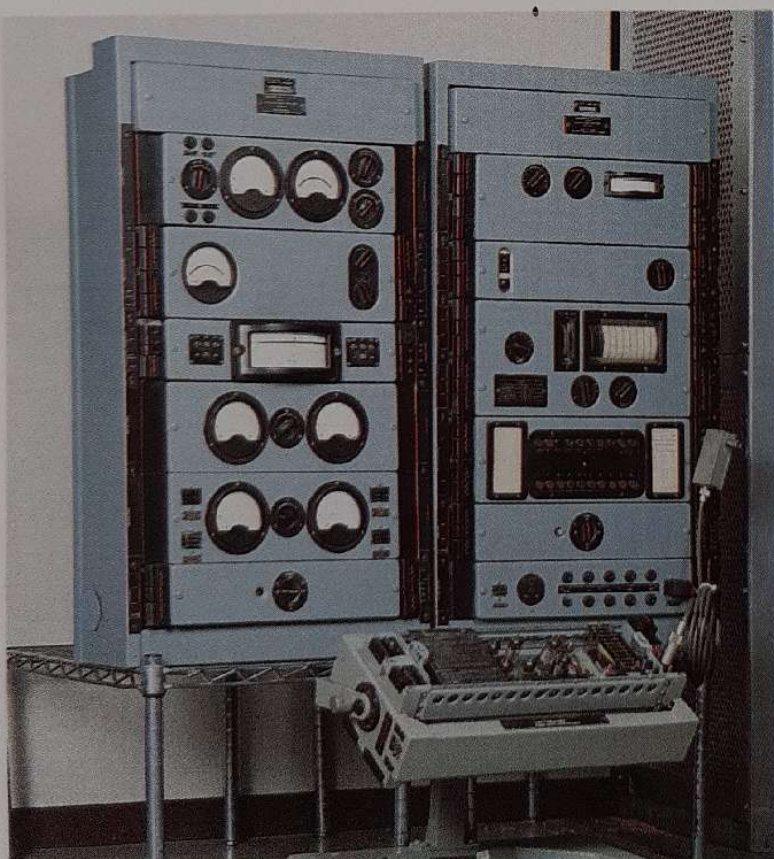
In basso a sinistra Banco strumenti per messa a punto, in luogo di accentrimento, degli amplificatori di linea per sistemi a 4 e 6 MHz STC (1955)

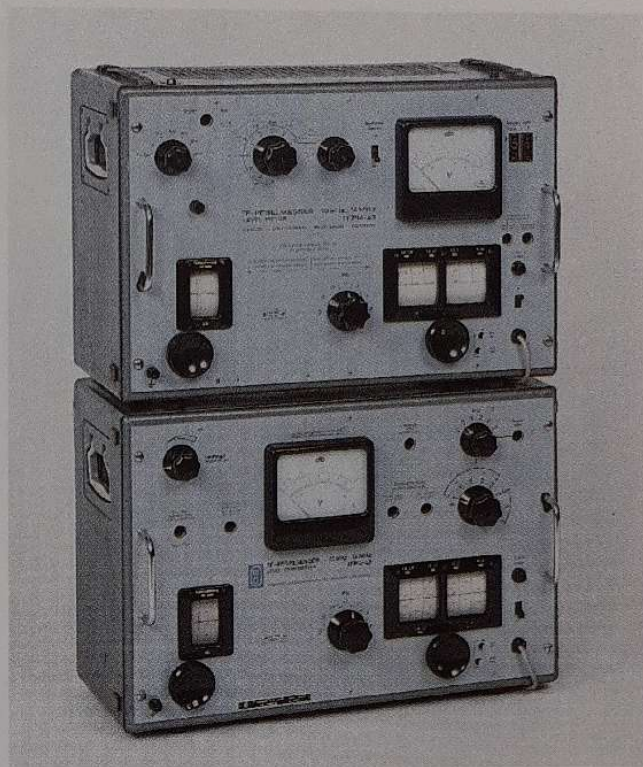
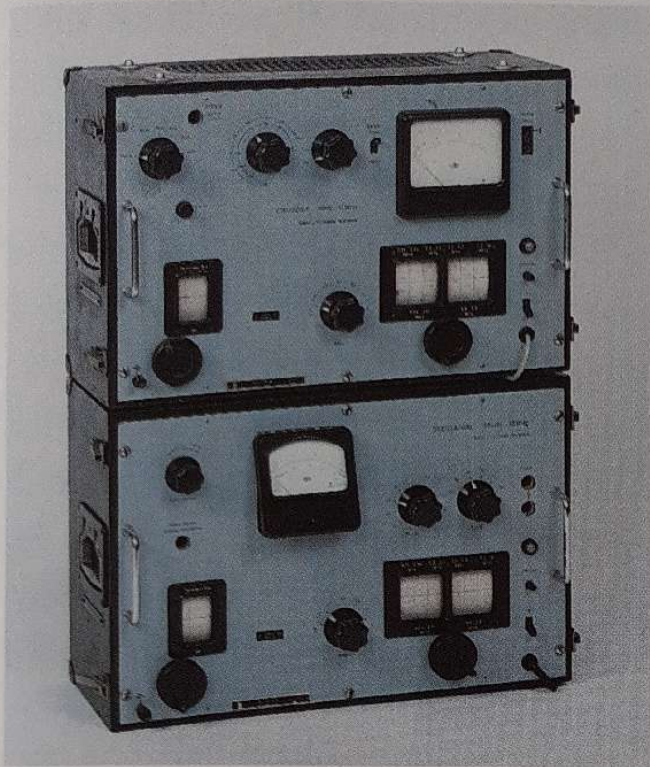
In basso a destra Apparati Face-Standard (1955) per la misura del rumore di fondo e di intermodulazione; sono costituiti da un generatore calibrato di rumore bianco, una serie di filtri (a secondo del sistema sotto misura) e un misuratore di livello



realizzazione delle linee artificiali, nonché vari oscillatori, commutatori, filtri e amplificatori realizzati nei laboratori Sirti, a corredo dei banchi di misura.

Un capitolo a parte può essere dedicato agli strumenti per alta frequenza, a partire da quelli occorrenti per l'allineamento e messa a punto dei sistemi di linea (a 12 canali, a 4 e 6 MHz, a 12 MHz, telefo-



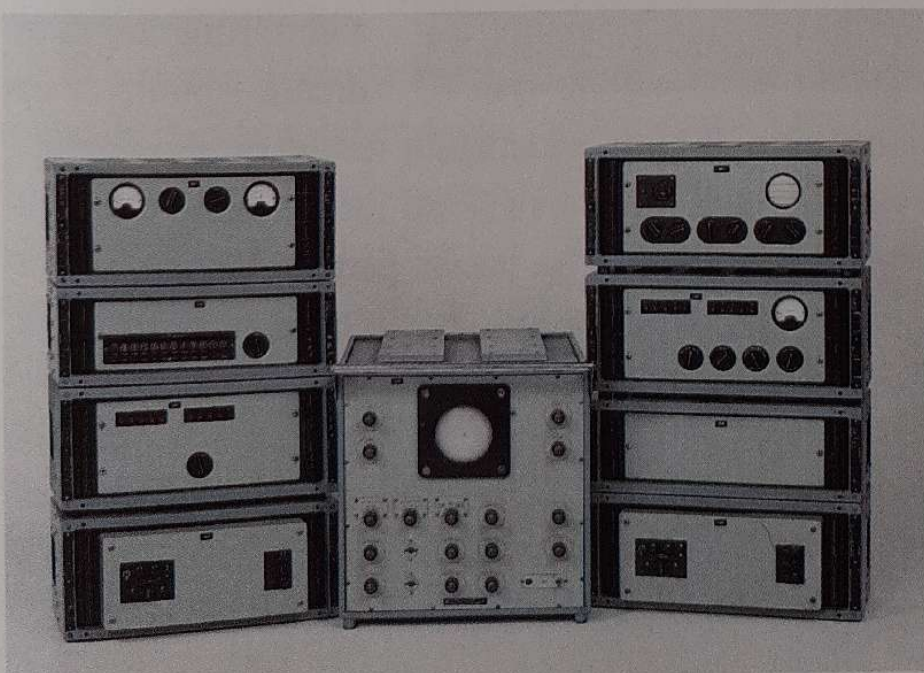


nico e televisivo), e di apparati multiplex e ponti radio, costituiti dalla classica coppia cioè da un oscillatore-generatore di frequenze selezionabili, accoppiato ad un indicatore di livello, anch'esso selettivo, con margine di frequenza superiore variabile (fino a 30 MHz) in funzione del sistema in misura.

E' anche interessante, sempre nel campo delle misure nelle bande di frequenza usate dai coassiali, tutta

In alto a sinistra
**Generatore di onde sinusoidali e indicatore di livello a valvola da 10 kHz a 10 MHz
 Wandel & Goltermann (1956)**

In alto a destra
**Generatore di onde sinusoidali e indicatore di livello a valvola da 10 kHz a 14 MHz
 Wandel & Goltermann (1960)**



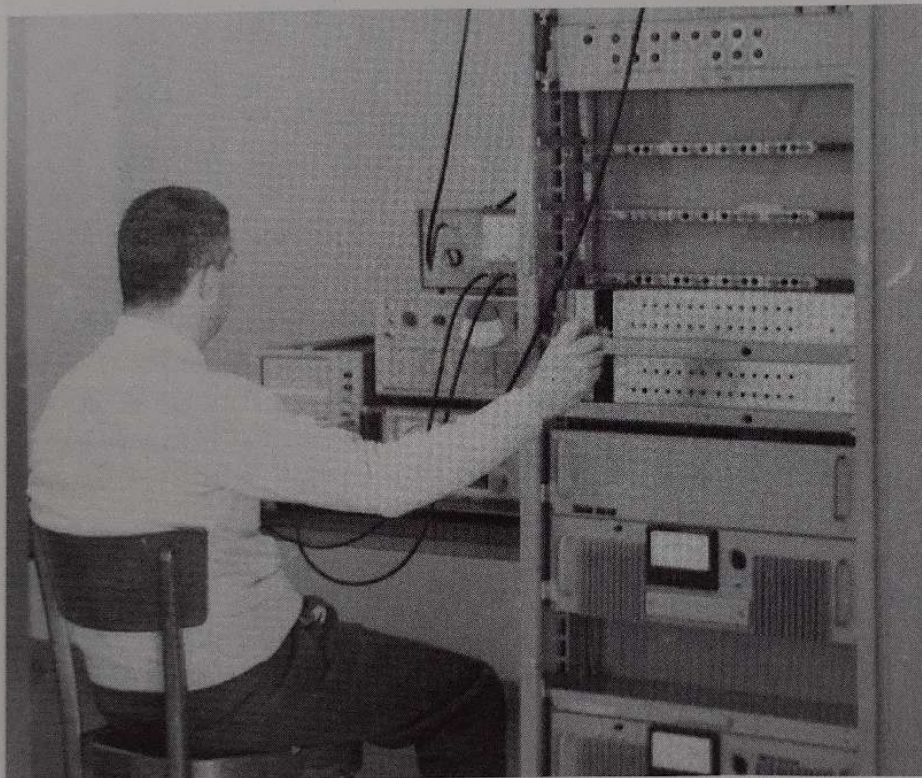
**Banco per misure d'ampiezza e ritardo di gruppo di linee a 12 MHz
 STC (1950)
 (nella sala espositiva)**

una serie di strumenti per misure di precisione sugli amplificatori di linea e per misure diverse compreso il ritardo di gruppo delle linee coassiali completamente equipaggiate.

Completano i banchi di misura le termocoppie per le tarature, attenuatori a passo variabile, commutatori, giunzioni a più vie, sonde ed altri.

Relativamente ai sistemi a 4 e 12 MHz, di tecnica *Siemens*, è mostrato un banco di prova, approntato dalla *Sirti*, che permette di equalizzare, mediante in-

Equalizzazione di una
linea a 12 MHz



vio di segnale vobulato, il sistema in tempi brevi impiegando, in trasmissione da un terminale, un oscillatore con le caratteristiche dette e ricevendo, all'altro estremo, con un indicatore piatto, adattato ed abbinato ad uno strumento minimizzatore in grado di indicare i punti su cui

intervenire. Il tutto evidenziato su uno oscilloscopio.

Passando alle misure su ponti radio, molta è la strumentazione esposta, in buona parte nella sala espositiva che ricordiamo qui, per amore di uniformità, nella presentazione della strumentazione.

Cominciando dagli ondometri, del tipo a bobina con indicatori a lampada, a termocoppia con microamperometro e a tipi più moderni a eterodina, si passa ai misuratori di frequenza a contatore, controllati a quarzo.

E' anche presente una vastissima schiera di gene-

*Nella pagina seguente
in basso*
Apparato *Sirti* per
l'analisi statistica di
grandezze variabili nel
tempo; usato spesso come
analizzatore
della propagazione
su ponti radio

ratori a radiofrequenza, cominciando dai più antichi strumenti General Radio e finendo ai più moderni sintetizzatori a microonde, insieme a wattmetri, misuratori di impedenza, ecc.

Fra gli strumenti specifici, per misure su ponte radio, si può ricordare la coppia trasmettitore e ricevitore *GTE*, denominata Radio Link Test Equipment (CSM 201 e 202).

Sono mostrati anche strumenti, per la maggior parte sviluppati dalla *Sirti*, per la registrazione e l'analisi statistica delle fluttuazioni della portante radio ricevuta a una stazione terminale di ponte radio.

E' mostrato un apparato che esplorava periodicamente (con ritmo predeterminato) l'intensità di campo ricevuta, confrontando il campione prelevato con una serie di riferimenti (soglie) e totalizzando l'andamento statistico su contatori.

Dopo questa panoramica sugli strumenti dedicati al controllo degli apparati, si può passare alla strumentazione usata nei cavi, che va da quella usata per le misure di bilanciamen-



Generatore a radiofrequenza GR (1950)



Ricetrasmittitore CSM 201 e 202 della GTE (1960)

