

ING. AURELIO BELTRAMI

a vent'anni dalla scomparsa

1967 • 1987

**STORIA DI UN ISTITUTO
NASCITA DI UNA FONDAZIONE**

Sono ormai passati vent'anni dalla scomparsa del Dr. ing. Aurelio Beltrami.

La Fondazione e l'Istituto tecnico per periti, che portano il suo nome, hanno voluto pubblicare questa monografia che illustra l'uomo e la sua opera.

Si vuol così ricordare un pioniere, che tanto ha fatto e contribuito alla formazione, dal 1920 fino a tempi recenti, di tecnici ed esperti nel settore delle telecomunicazioni e dell'elettronica, a quanti ebbero occasione di collaborare o vivere l'appassionata ed intensa attività propedeutica della scuola, così come a quanti ora fruiscono dei risultati dell'opera da Lui compiuta.

FRANCO SORESINI



Il Prof. Dr. Ing. Aurelio Beltrami (1891-1967) in una fotografia del 1967

L'UOMO E L'OPERA

Aurelio Beltrami nacque a Cremona il 20 aprile 1891 da una famiglia della piccola borghesia.

E' assai interessante seguire l'itinerario scolastico del giovane Beltrami secondo alcuni ricordi della sua vita, rimasti finora sconosciuti, e sulla scorta di alcuni cimeli conservati presso la Fondazione che porta il suo nome.

Dal 1897 al 1902 il Beltrami è alunno delle scuole elementari a Milano. Tra i ricordi di questo periodo si conserva, in un suo quaderno della quarta elementare, un curioso problema su una linea di telecomunicazione.

Evidentemente, la mente infantile del futuro pioniere dell'elettronica indugiava, forse per la prima volta, con piacere su un quesito relativo a studi per i quali dimostrerà, poi, un interesse straordinario tanto da diventare, per così dire, "operatore trainante" in un settore allora nascente.

Gli venne presto a mancare il padre (16 novembre 1904) mentre era allievo, a Cremona, della Scuola Tecnica governativa Guido Grandi (1902-1905).

Successivamente, passò all'Istituto Tecnico statale Eugenio Beltrami ad indirizzo tecnologico (1905 - 1909). Da tale scuola, poi trasformata in Liceo scientifico, uscivano allora le matricole per le Facoltà tecniche.

Il Beltrami ha la fortuna di avere come insegnante di matematica, a Cremona, il Prof. Nigherzoli, docente che lascerà traccia indelebile nella sua attività quando, successivamente, il Beltrami lo incontrerà come Preside dell'Istituto Tecnico Carlo Cattaneo di Milano.

Le capacità e il merito lo portano a vincere, per concorso, un posto d'alunno all'insigne Collegio Ghislieri di Pavia, che gli permetterà di percorrere gratuitamente tutti i corsi universitari presso il Politecnico di Milano.

Dal 1909 il Beltrami frequenta, appunto, i corsi del Politecnico di Milano, di quel Politecnico situato - allora - fra l'attuale Piazza Cavour ed i giardini pubblici di Via Palestro.

Agli inizi della prima guerra mondiale il laureando ingegnere viene chiamato alle armi quale sottotenente di fanteria e successivamente viene arruolato nel Corso armi navali della Marina Militare, come assistente del famoso prof. Vallauri presso quello che sarà il RIEC di Livorno, ed è sotto le armi che trova modo di laurearsi in Ingegneria industriale, specializzazione Elettrotecnica, nel 1917.

Viene congedato con il grado di Tenente di Vascello e lo troviamo, nel 1919, residente a Milano.

Durante la prima guerra mondiale, la radiotelegrafia, soprattutto per merito della Marina Militare, che annoverava fra i suoi ufficiali anche Guglielmo Marconi, aveva conseguito notevoli progressi tecnici.

I tubi elettronici si erano perfezionati al punto che si era profilata la certezza del loro pratico utilizzo nella nascente radiodiffusione.

L'ing. Beltrami era tra coloro che avevano la certezza di quanto si sarebbe sviluppato questo settore in tutte le sue applicazioni.

Mancavano i tecnici per l'industria, donde la geniale concezione di creare un centro di addestramento tale da permettere la costituzione di un vivaio permanente ed aggiornato di esperti.

Dopo aver tentato invano presso il Politecnico di Milano, nel maggio 1919, a soli otto mesi dalla fine della guerra, l'ing. Beltrami propone all'Istituto Tecnico Superiore di Milano l'attuazione di un corso libero di radiotecnica.

Il documento primo che testimonia, a guisa di atto di nascita, l'inizio dell'Istituto Radiotecnico è la proposta rivolta in tal senso dall'ing. Beltrami al Preside dell'Istituto Tecnico Superiore, quello che divenne poi l'Istituto Tecnico "Carlo Cattaneo", allora situato nel complesso edilizio tra Piazza Mentana, Via Circo e Via Cappuccio.

Il Preside dell'Istituto era il non mai dimenticato Prof. Vittorio Nigherzoli e con lui collaboravano persone dal nome prestigioso, che hanno lasciato un ricordo permanente per la loro opera di divulgazione e per i loro trattati che sono ancora dei classici indimenticati.

Citiamo: il Prof. Mauri di fisica, il Prof. Ortoleva di chimica, il Prof. Marolli di matematica, il Prof. Rinaldo Ferrini, uno dei pionieri della elettrotecnica milanese.

L'Istituto Tecnico "Carlo Cattaneo" accoglie la proposta dell'istituzione di un Corso libero di Radiotecnica e mette, per questo, a sua disposizione alcuni locali di semplicità quasi claustrale, fra i due cortili prospicienti l'uno l'ingresso in Via Cappuccio e l'altro quello di Via Circo.

Nel 1919 si può perciò collocare l'atto di costituzione dell'Istituto Radiotecnico.

Sempre nel 1919, l'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere elargisce all'ing. Beltrami un premio ed una borsa di studio di lire 10.000 (attuali 10.000.000 circa) che egli riceve dal Ministero per un corso di perfezionamento post-universitario nelle principali capitali europee (Parigi, Londra, Berlino) allo scopo di documentarsi per realizzare in Italia un Istituto quale egli proponeva.

Dal 1919 al 1939 sono vent'anni di ininterrotta attività. Nel 1939 l'ing. Beltrami viene nominato Membro per l'assegnazione del premio "Guglielmo Marconi", istituito dal Comune di Milano (Marconi era mancato a

Roma il 21 luglio 1937) una iniziativa che aveva lo scopo di onorare la memoria del grande scienziato.

Quando ormai l'Istituto si era affermato per la poliedrica attività in tutte le specializzazioni del settore (vedere Capitolo 2), l'ing. Beltrami è chiamato di nuovo alle armi (giugno 1940).

È interessante l'esame della documentazione relativa al servizio militare prestato presso la Marina Militare con il grado di Capitano delle Armi navali, distaccato dall'Arsenale di Taranto, dal primo "avviso" dell'8 giugno 1940 (due giorni prima della dichiarazione della guerra), sino al 5 settembre 1942, data in cui potè ritornare alla direzione del suo Istituto.

Presso l'Istituto infatti, avevano luogo i corsi per radiotelegrafisti dell'Aeronautica militare in quanto l'Istituto Radiotecnico era stato prescelto come sede per tali corsi specialistici; urgente era quindi la presenza del suo fondatore e direttore.

La fitta corrispondenza di questi anni, densi di eventi per la storia ed anche per l'Istituto, è condensata in due classificatori ricchi di materiale da cui si potrebbero trarre interessanti informazioni.

Il conflitto finisce e la Radiotecnica e l'Elettronica si affermano in maniera impensata sotto la spinta delle necessità della ricostruzione; basti pensare all'enorme sviluppo delle telecomunicazioni ed al sorgere degli studi sui calcolatori.

L'ing. Aurelio Beltrami, intuendo i futuri sviluppi pacifici dell'elettronica, vi si impegna a fondo. La sua attività non ha requie; numerosi corsi di aggiornamento si affiancano ai corsi regolari, gli uni e gli altri sostenuti da numerosissime esercitazioni pratiche fatte a livello sia elementare che superiore. Si passa, infatti, dalle semplici applicazioni della legge di Ohm ai primi sistemi di ripresa televisiva e ai primi calcolatori di tipo analogico. I corsi vengono coadiuvati da alcuni scritti dell'ing. Beltrami e da dispense tecniche edite dalla scuola, di cui molte ristampate e aggiornate più volte (vedere Capitolo 6) e la cui diffusione esce anche dall'ambito della scuola.

Di fianco alle dispense la biblioteca tecnica si arricchisce di continuo di volumi e di riviste italiane e straniere (vedere capitolo 9).

L'ing. Beltrami è un appassionato lettore e tutte le nuove pubblicazioni passano nelle sue mani. Di pari passo, si succedono nel tempo mostre a carattere didattico, che testimoniano il grande fervore tecnico della scuola (vedere Capitolo 10).

Queste molteplici attività rendono la scuola unica nel suo genere e la preparazione dei suoi studenti è considerata una delle prime nel suo campo.

Per tutte queste poliedriche attività, all'ing. Beltrami vengono conferite la medaglia d'oro di benemerita del Comune di Milano (anno 1955) e la medaglia d'oro del Ministero della Pubblica Istruzione (anno 1958);

medaglie che premiano il suo lavoro di Maestro, al quale guardano con ammirazione gli amici ed i colleghi di altre istituzioni consimili.

Di fianco a questa poderosa mole di lavoro, dal 1925 fino alla fine dei suoi giorni, l'ing. Beltrami si dedica con passione, con tenacia, con amore allo studio di brevetti. Quelli sulla videotelefonìa, purtroppo, data la sua improvvisa scomparsa, non riuscirono a coronare i suoi sogni.

Improvvisamente, il 2 luglio 1967, viene a mancare.

La sua passione per l'Istituto, che lo vedeva sempre presente, è testimoniata dalle sue ultime volontà.

Lasciava al Comune di Milano il compito di continuare la gestione dell'Istituto, secondo le caratteristiche didattiche da lui impresse. Lasciava il suo patrimonio alla costituenda Fondazione A. Beltrami, con il compito di erogare i proventi sia per il miglioramento ed aggiornamento delle attrezzature dell'Istituto, sia sotto forma di borse di studio per gli studenti meno abbienti e più meritevoli.

Nel 1974, il Comune di Milano, dopo alterne vicende, rinunciava alla eredità lasciatagli dall'ing. Beltrami e la Regione Lombardia, interpellata dal Comune, appoggiava la gestione provvisoria dei corsi di Formazione Professionale da parte della Fondazione Aurelio Beltrami mentre, perché troppo onerosa, rinunciava alla conduzione dei Corsi per periti industriali, legalmente riconosciuti, e ne deliberava la chiusura.

Questa delibera era accolta con sgomento dal Corso per periti, ma con l'impegno di alcuni insegnanti e l'appoggio dei suoi studenti e delle loro famiglie, il Corso per periti si rendeva autonomo e la sua gestione si trasformava in quella di una Cooperativa, senza fini di lucro, tra insegnanti.

Dall'anno scolastico 1974/75 le due Sezioni, quella Professionale e quella per periti (con le sue tre specializzazioni) proseguono, ciascuna, autonomamente.

Nel 1975/76, per lo scarso assorbimento dei periti nucleari da parte dell'industria, la Sezione nucleare viene chiusa.

Con la gestione regionale i corsi professionali, dal 1972 al 1979, non subiscono eccessive variazioni.

Infine, con una convenzione stipulata il 13.6.1980 fra la Regione Lombardia e la Fondazione Beltrami, i corsi professionali vengono trasferiti alla diretta gestione regionale, con sede al centro Vigorelli di Milano.

Dal 1980 ad oggi, la Fondazione Beltrami organizza importanti seminari tecnici del ramo, ad alto livello professionale, seguiti con grande interesse (vedere Capitolo 12).

Nel 1983, a fianco delle due specializzazioni Telecomunicazioni ed Elettronica industriale, viene aperta quella di Informatica, dotata di un Centro di Calcolo che si aggiunge a quello degli Audiovisivi, utili entrambi alle 3 specializzazioni.

L'Istituto Radiotecnico nel 1979 si trasferisce in Piazza Mentana 6, in prossimità della sua antica sede di Via Circo 4.

Circa la popolazione scolastica è interessante osservare i seguenti dati statistici.

Dal 1920 al 1973 n. 89.106 allievi.

Con la gestione da parte della Fondazione A. Beltrami dei Corsi di Formazione Professionale per conto della Regione Lombardia, si sono avuti, dal 1973 al 1979 n. 2.692 allievi.

Con la gestione dei Corsi per Periti industriali si sono avuti, dal 1974 ad oggi, n. 6.255 allievi.

Non fanno parte delle cifre indicate le centinaia di allievi dei corsi premilitari e militari di cui l'Istituto Radiotecnico è stato sede, ultimi quelli per gli specialisti dell'Arma dei Carabinieri (1969/70 - 1973/74).

Oltre a corsi regolari per periti industriali, l'Istituto Radiotecnico ha recentemente svolto corsi annuali di qualificazione per Tecnici di telecomunicazioni, e per conto delle Società concessionarie di servizi di Telecomunicazione e corsi brevi di aggiornamento per periti industriali, in sede, di Elaborazione e trasmissione dati.

Inoltre, per interpretare lo spirito di riforma della Scuola media superiore ha concordato recentemente, in collaborazione con un'Azienda di strumentazione elettronica, una serie di esercitazioni teorico-pratiche svolte presso l'industria stessa.

Prima di passare ai capitoli che seguono, per lumeggiare, almeno in parte, la complessa attività dell'Istituto Radiotecnico nel lungo arco di tempo dal 1919 al 1987, ci è grato dire due parole circa il rapporto tra l'ing. Beltrami, i suoi insegnanti e i suoi collaboratori.

L'ing. Beltrami aveva il grande dono di saper infondere nei suoi studenti, che egli amava sinceramente, e nei suoi collaboratori l'amore alla ricerca, allo studio, al lavoro. Con entusiasmo egli diffondeva gli sviluppi della tecnica e per questo il lavoro, per quanto pesante fosse, era accettato senza difficoltà.

Chi dei suoi collaboratori non ricorda le ore trascorse sino a mezzanotte ed oltre, ed anche alla domenica, per realizzare qualche complessa esperienza? La collaborazione nel campo del lavoro era inoltre una delle doti più belle.

E ora gli eredi di tanta ricchezza, la Fondazione e l'Istituto Radiotecnico, ricchi dell'eredità spirituale lasciata dal loro Fondatore, proseguono la loro missione sempre a beneficio dei giovani e del ... "pane della scienza".

Tanta ricchezza non deve essere dispersa.



Il classico portone d'ingresso dell'Istituto Radiotecnico Aurelio Beltrami nella sede di Via Circo, 4

LA SCUOLA

Nel 1920 hanno inizio i corsi della *Sezione Professionale* (Laboratorio-scuola di Radiotrasmissioni).

Dal 1921 al 1925 è un continuo graduale sviluppo della citata sezione che, alla fine del 1925, comprende, oltre al Laboratorio-Scuola di Radiotrasmissioni, altre sei Scuole e cioè:

- Scuola-officina di tecnologie del vuoto
- Laboratorio-scuola di Elettrotecnica
- Scuola-officina di Elettromeccanica
- Scuola di Alfabeto Morse
- Scuola-officina di Radiomeccanica
- Laboratorio-scuola di Telefonia.

Nel 1926 viene aperta la *Sezione superiore*, o Scuola superiore di Radiotecnica, scuola post-universitaria di perfezionamento per laureati tecnici, di durata biennale.

Nel 1927 l'ing. Beltrami viene incaricato, dal Senato Accademico dell'Università di Genova, di tenere un corso di Radiotecnica.

Nel 1928 hanno avvio *Corsi di specializzazione per Radiotelegrafisti* premilitari.

Nel 1929 si apre la *Sezione Periti Radiotecnici*, legalmente riconosciuta, con successivo biennio di perfezionamento.

Nel 1935 si crea una *Sezione per Radiotelegrafisti* dell'Aeronautica.

In tutti questi anni è un succedersi di eventi e le Sezioni dell'Istituto sono in continuo graduale sviluppo.

Nel 1940 la situazione dell'Istituto è la seguente: esso conta 2.300 allievi suddivisi nelle cinque sezioni sopra citate; è sede di esami di Stato per quanto riguarda i Periti radiotecnici; occupa 70 locali ed è sussidiato da vari Ministeri, dagli Enti locali, nonchè dalla Fondazione Politecnica Italiana e dalla Stipel (ora SIP); annovera, fra insegnanti e dipendenti, un centinaio di persone.

Con l'aprile 1945, al cessare delle ostilità, l'Istituto si trova a dover fronteggiare la ripresa. Molto materiale didattico, che era stato sfollato, ritorna in sede.

Nel 1946 nasce la *Scuola superiore di Elettronica*.

L'elettronica, che nel frattempo aveva fatto passi da gigante determinando, nel 1948, l'invenzione del transistor, trova l'ing. Beltrami aperto a tutte queste novità, così da dar vita a nuovi corsi adeguati alle esigenze del progresso incalzante.

Nel 1950 hanno inizio i *Corsi di Televisione, Ponti radio ed Elettronica*.

Nel 1953 viene aperto un *Corso di Perfezionamento in Elettronica* per Periti industriali radiotecnici, da convertire professionalmente per tutte le nuove applicazioni.

Nel 1954, per far fronte alle esigenze determinate dalle richieste di nuovo personale specializzato, si apre la Sezione Periti industriali elettronici. (*)

Nel 1962 si apre anche la Sezione Periti nucleari.

Ricordiamo che nel 1961/62 la dizione "Perito radiotecnico" viene variata in quella di "Perito in telecomunicazioni".

(*) Il Ministro della P.I. si avvale della collaborazione dell'ing. A. Beltrami per la stesura dei programmi ufficiali per I.T.I. per elettronica.

GLI SCRITTI DELL'ING. AURELIO BELTRAMI

L'ing. Aurelio Beltrami ha lasciato diversi scritti magistrali per concisione, esattezza e concezione.

Se, con piacere da bibliofili, indugiamo in biblioteca ed in archivio tra le vecchie carte, troviamo alcuni suoi scritti dei primi tempi, anteriori al 1924, che sono un misto di scienza e di poesia. Ne citiamo alcuni, per riportarci a quel pionieristico momento in cui ciò che oggi ci sembra banale aveva del meraviglioso. - Ecco alcuni titoli:

- IL CIRCUITO OSCILLATORIO
- GIULIO VERNE SORPASSATO - IL MONDO DEGLI ATOMI E LA CONQUISTA DELLA SCIENZA pubblicato su "La Sorgente" edita dal T.C.I. - Febbraio 1924;
- UNA GRANDE SCOPERTA: Il fenomeno termoionico - Introduzione ai corsi di Radiotrasmissioni;
- RADIOTELEFONIA SEMPLIFICATA - Il mondo degli atomi e le conquiste della scienza;
- LA PRIMA PAROLA RADIOTECNICA, pubblicato su "Le vie d'Italia" nel settembre 1925;
- L'ALFABETO RADIOTECNICO, pubblicato pure su "Le vie d'Italia" nel 1925.

Vi sono poi le vere e proprie dispense per i corsi:

- INTRODUZIONE AL PRIMO CORSO, dell'anno 1919/20;
- ELEMENTI DI RADIOTECNICA

e quindi:

- ESERCITAZIONI RADIOTECNICHE, scritto in collaborazione con l'ing. Maria Bonfà.

Uno scritto fondamentale, ancora esatto nella sua essenza, anche dopo mezzo secolo, è: STILE DIDATTICO, che appariva come preambolo ai Programmi dei Corsi.

Ma una pietra miliare nell'opera didattica dell'ing. Aurelio Beltrami sarà la monografia edita nel 1955, in occasione del 35° anniversario della fondazione dell'Istituto:

- L'ELETTRONICA NELLA SCIENZA, NELLA SCUOLA E NELLA VITA

Sono circa 200 pagine che documentano il progresso della radio e dell'elettronica e l'apporto datovi dall'Istituto Radiotecnico.

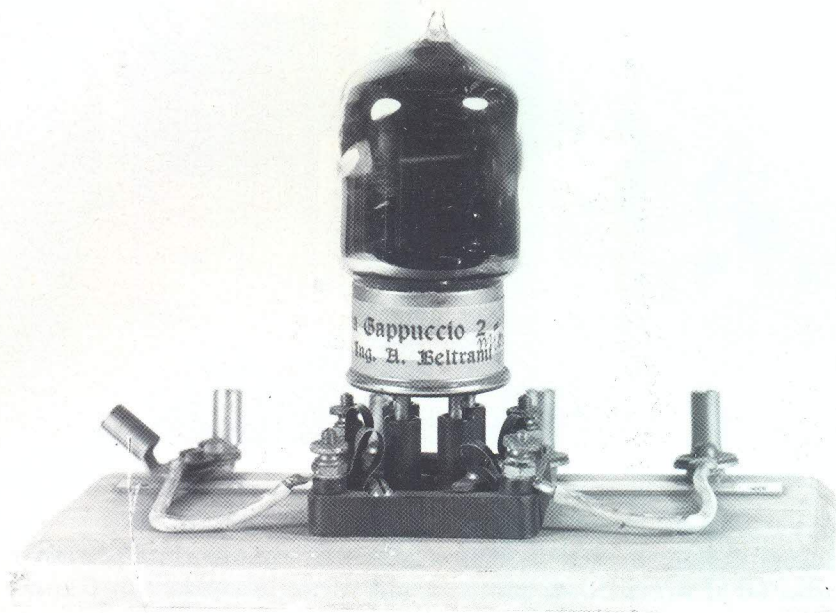
Un altro importante contributo all'insegnamento della radiotecnica e dell'elettronica è la monografia (sempre a cura dell'ing. Aurelio Beltrami) ELETTRONICA E DIDATTICA in cui sono tracciati i principi fondamentali per l'insegnamento della radiotecnica e dell'elettronica, principi che

hanno sempre ispirato l'opera del divulgatore ed a cui si sono adeguate molteplici analoghe iniziative.

Svariati altri scritti comparvero su riviste del settore, ma una completa bibliografia non ne è stata ancora raccolta.

I BREVETTI DELL'ING. AURELIO BELTRAMI

Quando, nei primi anni di vita dell'Istituto, la difficoltà di poter trovare un appoggio finanziario, per far fronte alle spese, assillava l'ing. Beltrami, egli escogitò un metodo ingegnoso per la rigenerazione dei tubi elettronici il costo dei quali, allora, si aggirava, al minimo, sulle cinquanta lire per i tubi più comuni.



Uno dei primi triodi ricostruiti con il procedimento brevettato dall'ing. A. Beltrami nel 1925, col quale veniva sostituito il filamento interrotto.

Si era ai tempi dei triodi e dei diodi con la placca cilindrica disposta coassialmente al filamento.

Il brevetto depositato dall'ing. Beltrami, n° 221783 e successivi, consisteva nel perforare con la fiamma il bulbo di vetro per attuarvi due fori da cui accedere, con apposite pinze, al filamento rettilineo, che veniva tolto e sostituito con altro nuovo per poi richiudere il vetro in cui veniva rifatto il vuoto.

I tubi elettronici così trattati mostravano due "cicatrici" sul bulbo e si riconoscevano per una striscetta tricolore incollata sullo zoccolo.

Un registro di archivio elenca i circa 6000 interventi (che si aggiravano cadauno sulle Lit. 5.=) attuati dall'11.2.1920 al 6.2.1928.

Questo cespite permise di dar vita, nei primi otto anni, a pratici corsi dedicati a specifiche applicazioni e sempre meglio dotati.

Il Laboratorio di Tecnologie del vuoto è rimasto com'era nelle sue vetuste attrezzature ed è visibile ancora oggi al Museo P.T. di Roma-EUR, dove è stato trasferito.



Un particolare del laboratorio di tecnica del vuoto - 1926

Il settore della tecnica del vuoto suggerì all'ing. Aurelio Beltrami anche lo studio ed il brevetto di lampade ad incandescenza con filamento a lunga durata, ma l'ingegnosa ed interessante applicazione non venne utilizzata industrialmente.

Saltiamo agli anni '50.

Il desiderio di escogitare qualche interessante brevetto, così da poter fruire di una garanzia economica sicura per attuare il progetto realizzativo di una "Università privata di Elettronica", indusse l'ing. Beltrami a dedicarsi alla ricerca.

Il *Procedimento meccanico-elettronico Beltrami* fu il primo progetto ad essere attuato e presentato in maniera definitiva in una Mostra organizzata nel 1962.

Putroppo, anche se di notevole interesse, e pur direttamente e personalmente presentato ai responsabili delle più importanti Aziende internazionali, non diede i frutti che l'inventore si aspettava, anche perchè molte di queste aziende avevano in corso analoghe ricerche.

Riportiamo una descrizione dovuta all'inventore:

Il procedimento meccanico-elettronico Beltrami è caratterizzato dal funzionamento di uno o più organi rotanti in collegamento con circuiti elettronici.

L'organo rotante porta una o più piste, le quali possono essere di qualsiasi tipo: a trasduzione fotoelettrica, radioelettrica, magnetica, ecc.

L'uso dell'organo rotante risolve in modo radicale il problema del sincronismo fra due o più grandezze elettriche, oppure fra due grandezze non elettriche trasformabili in elettriche.

Mentre in elettronica il problema del sincronismo fra due o più grandezze è spesso di soluzione precaria, difficile e, in ogni caso, piuttosto costosa, con il nuovo procedimento è impossibile che le grandezze impresse sulle piste dell'organo rotante escano di sincronismo. Se, poi, abbiamo due o qualsivoglia numero di organi rotanti identici, tutti mossi da motorini sincroni, azionati dalla stessa frequenza, le grandezze impresse su tutti gli organi rotanti saranno in sincronismo fra di loro.

Inoltre, è possibile ottenere, in modo ugualmente economico, il sincronismo secondo numeri non interi.

Il sincronismo sarà così raggiunto ad un prezzo molto basso.

Altro notevole vantaggio del procedimento sta nella possibilità di ottenere in modo eccezionalmente economico grandezze elettriche con qualsiasi profilo e di poterle moltiplicare e dividere fra loro.

L'ottenere una tensione sinusoidale con il nuovo procedimento costa esattamente lo stesso come ottenere una tensione, ad esempio, con il profilo di un particolare trapezio o triangolo o di qualsiasi funzione univoca nel tempo; infatti, l'unica differenza sta nel disegnare un profilo a trapezio o a triangolo anzichè un profilo a sinusoidale.

Con i metodi fino ad ora noti, l'impresa è quasi sempre proibitiva, poichè si tratta di creare e di aggiungere ad una tensione sinusoidale numerose armoniche di ampiezza e fase ben stabilite".

Alla *Mostra elettronica* tenutasi presso l'Istituto nel 1962 vennero presentate in forma pre-industriale sette applicazioni del nuovo procedimento meccanico-elettronico Beltrami, e cioè:

- 1° - Telecomunicazioni multiple
- 2° - Televideofonia bilaterale contemporanea su di una sola linea bifilare
- 3° - Televideofonia bilaterale via radio
- 4° - Trasmissione ricezione di un video con più fono
- 5° - Trasmissione di telecomando con visione del comando eseguito
- 6° - Avviamento di motorini sincroni con la potenza di regime
- 7° - Generatori di tensione a qualsiasi profilo e vasta gamma di frequenza.

L'ing. Aurelio Beltrami si dedicò, quindi, particolarmente allo studio dei *Sistemi di Televideofonia*, ma anche questi sistemi non ebbero l'esito

sperato. Forse i tempi non erano ormai più propizi ai pionieri, bensì ai centri di studio dei grandi complessi industriali, doviziosamente dotati di mezzi e di personale.

Ciò non di meno, i numerosi brevetti depositati dall'ing. Beltrami sono la dimostrazione di un grande impegno di ricerca in un settore di estrema importanza.

LA SEDE DELL'ISTITUTO DAL 1920 AL 1979

L'edificio scolastico, situato sull'area prospiciente Piazza Mentana, Via Circo, Via Cappuccio, è il risultato di rifacimenti edilizi di varia epoca. In origine era un convento seicentesco sorto su antiche mura romane.

La zona è ricca di vestigia di quell'epoca, come è possibile constatare dai reperti archeologici visibili nelle limitrofe Vie Brisa, Vigna, Morigi e Via Circo stessa.

Oltre un secolo addietro, nello stabile si installò l'Istituto tecnico "Carlo Cattaneo" che, nel 1935/36, si spostò nella sede attuale di Piazza della Vetra.

Nei primi anni di attività, quando il Laboratorio-scuola di Radiotrasmissioni, creato nel 1919 dall'ing. Beltrami, era ospitato dall'Istituto tecnico "C. Cattaneo", l'ingresso era da Via Cappuccio 2.

Si accedeva dal porticato, oggi della Scuola per Edili "Carlo Bazzi", ai locali concessi al Laboratorio-scuola di Radiotrasmissioni, situati al piano terra, dove ebbero successivamente sede i laboratori di Elettrotecnica e di Tecnica del Vuoto.

Con la sistemazione dello stabile, nel 1935, all'Istituto Radiotecnico venne concessa parte dell'area occupata dall'Istituto tecnico C. Cattaneo col suo trasferimento in Piazza Vetra.

Le continue esigenze di spazio spinsero, per aumentare l'area utile, a realizzare dei piani intermedi, dato che i locali avevano altezza esuberante. La superficie era di mq 2400 circa, in parte corrispondente anche ai sopralti resisi necessari dal 1950 per far fronte alle necessità di area.

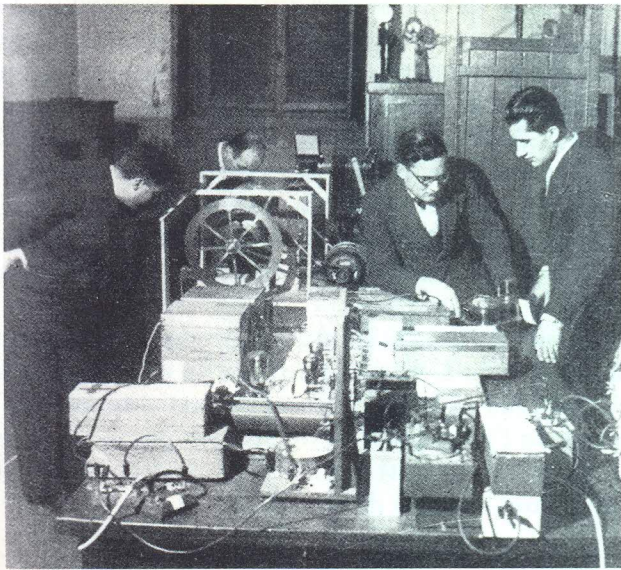
L'altro corpo di fabbricato che era stato occupato dal "Cattaneo" fu assegnato al Liceo scientifico "Vittorio Veneto", successivamente trasferitosi altrove, lasciando i locali di tutto il secondo piano dell'immobile e tutto il corpo edilizio fra Piazza Mentana e Piazza Massaia alla Scuola Media Statale "Luca Beltrami" (una fortuita parziale omonimia con Aurelio Beltrami).

La sede dell'Istituto è rimasta immutata anche se l'ingresso, che fino al 1935 era da Via Cappuccio 2, divenne poi quello di Via Circo 4, sede da cui sono transitati, dal 1920 al 1979, pressochè tutti i tecnici del ramo.

Ritorna alla mente l'immagine dello storico portone; il breve portico d'ingresso, il cortile con i quattro alberi ed il glicine sul lato di fondo; immagini impresse nel ricordo di vecchi allievi.



Allievi nel laboratorio di elettrotecnica - 1929



*Prime esperienze di televisione con il sistema di analisi e sintesi a disco di Nipkow.
Al centro, uno dei pionieri della Radio Italiana: il Dr. Arturo Recla - 1930*

LE CLASSICHE PUBBLICAZIONI DELL'ISTITUTO RADIOTECNICO

Si aggira a circa 200 il numero delle diverse pubblicazioni edite, nel tempo, dall'Istituto Radiotecnico A. Beltrami. Talune hanno avuto durata limitata per l'immediato sviluppo della tecnologia, altre hanno sfidato il tempo con successive edizioni aggiornate.

Gli autori sono sempre stati gli insegnanti dei Corsi cui le dispense erano indirizzate. Erano, così, strumento di trasmissione dell'informazione tra l'insegnante e gli allievi, che trovavano in esse quanto era indispensabile conoscere per una proficua preparazione professionale.

Alcune di queste pubblicazioni sono tuttora valide. La raccolta completa di queste dispense costituisce una enciclopedia veramente notevole per la completezza degli argomenti e la omogeneità espositiva.

Presso la Biblioteca del Centro Regionale è reperibile la serie completa di quanto pubblicato in circa mezzo secolo di attività editoriale.

Le dispense pubblicate vertevano sui seguenti argomenti:

- Antinfortunistica
- Elettroacustica
- Elettronica
- Elettrotecnica
- Filtri
- Fisica
- Informatica
- Laser e Moser
- Matematica
- Materiali e componenti
- Microonde - Ponti radio
- Nucleonica
- Oscillografia
- Radionavigazione e radar
- Radiotecnica
- Semiconduttori
- Servomeccanismi
- Telecomunicazioni (Telegrafia e Telefonia)
- Televisione
- Tubi elettronici

LE DOTAZIONI DIDATTICHE

L'Istituto Radiotecnico A. Beltrami ha sempre cercato di essere aggiornato ed attuale nelle attrezzature didattiche, sia mediante l'acquisto, sia usufruendo di donazioni da parte di Enti o Ditte costruttrici.

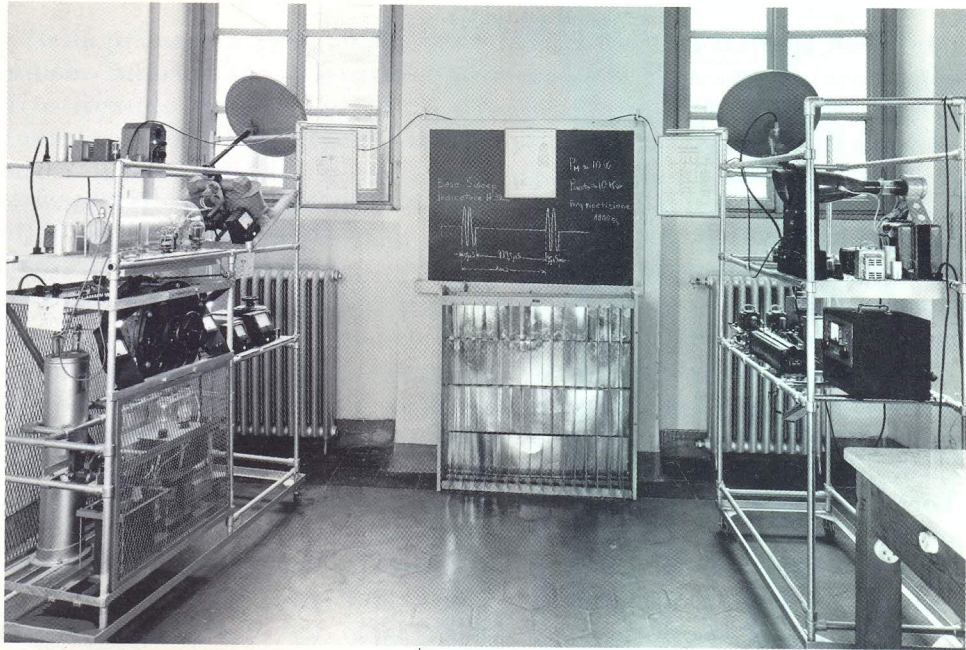
Se, per anni, molto materiale ha potuto essere praticamente utilizzato, oggi come oggi lo sviluppo tecnologico è tale che, molto spesso, risulta impossibile fare uso di strumenti ed apparati non attuali in quanto l'allievo, nel mondo del lavoro, è al contatto con una realtà sempre aggiornata.

Da qui la necessità di un rinnovamento continuo dei materiali stessi.

Durante il riordino generale, in vista del trasferimento della Sezione Professionale nella nuova sede regionale, è stata fatta una oculata cernita di tutto quanto era in carico ai laboratori, magazzini, officine, ecc., e gran copia dei materiali (così come i lavori realizzati dagli studenti) sono stati eliminati per la antieconomica possibilità di riutilizzazione.

Ne è conseguito un nuovo elenco generale di carico, che corrisponde al patrimonio utile e reale che l'Istituto ha portato con sé nella nuova sede regionale. Patrimonio integrato con nuovi acquisti per portare la dotazione didattica ad un livello consono alle esigenze.

Fra i materiali di valore più cospicuo va ricordato un *Sistema per la elaborazione dei dati Honeywell 115/2* (che la Honeywell Information Systems Italia ha donato all'Istituto in sostituzione del vecchio Calcolatore "Olivetti Elea 9003", ormai obsoleto), cui si aggiunse poi un modernissimo sistema "Livello 62".



Il radar didattico su onda di 3 cm. - 1954



Stazione terminale didattica di ponte radio a micro-onde - 1953

LE DONAZIONI AI MUSEI

Successivi riordini hanno portato alla eliminazione di molti materiali non più utilizzabili per scopi didattici, in quanto non confacenti alle esigenze attuali. Pertanto, alcuni pezzi, che oggi avrebbero significato di cimelio, sono così venuti a mancare anche se parecchi altri strumenti e materiali hanno sfidato, o quasi, le ingiurie del tempo.

Già l'ing. Beltrami aderì a donare copioso ed interessante materiale, nel 1955, al Museo Nazionale della Scienza e della Tecnica di Milano, così come, dopo la sua morte, la nuova direzione, aderendo a richieste dei vari Enti, concesse apparecchiature al Museo della Radio presso la RAI di Torino, presso il Museo del Volo a Venegono Superiore e presso la Mostra storica delle Trasmissioni militari a Torino.

Oltre a queste cessioni permanenti, l'Istituto ha concesso in deposito provvisorio interessante materiale a diverse Mostre.

Nel 1947, alla Mostra per il cinquantenario della Radio tenutasi alla Fiera Campionaria di Milano.

Nel 1977, alla Mostra dei Componenti elettronici, tenutasi a Piacenza.

Nel 1977, alla Mostra "L'elettricità ieri, oggi, domani" attuata a Como dall'ENEL per il centocinquantesimo anniversario.

Nel 1979 una richiesta, pervenuta dalla Segreteria della Direzione generale del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni, ha trovato consenzienti Presidente e Consiglieri della Fondazione Beltrami per concedere in permanente deposito al nuovo Museo P.T., realizzato al Palazzo ministeriale dell'EUR, il seguente materiale:

- centrale telefonica automatica con selettori a sollevamento e rotazione per 100 numeri, modello 1909, realizzata dalla Siemens-Halske, in quanto di valore unicamente storico.
- Laboratorio per la tecnica del vuoto, completo di impianti di base e di accessori, realizzato dall'ing. Aurelio Beltrami nel periodo 1920-1930.
- Trasmettitore televisivo PYE a colori del 1953.
- Tubi elettronici, dalle origini ai tempi recenti, componenti ed apparecchi.
- Materiale diverso, tra cui un radiogoniometro "Marconi" per il completamento della ricostruzione della cabina radio che era a bordo della nave "Elettra", utilizzata da Guglielmo Marconi per le sue celebri esperienze con le onde corte e le microonde.

Quanto sopra, debitamente completato di didascalie, costituisce un permanente ricordo dell'Istituto Radiotecnico A. Beltrami, pioniere nella formazione professionale radioelettronica in Italia.

Nella primavera 1979, anche alla S.I.R.T.I (Società Italiana Reti Telefoniche Interurbane), l'Istituto Radiotecnico A. Beltrami ha fornito per il costituendo Museo trasmissioni, situato a Pioltello (Milano), un nutrito numero di esemplari di terminali telefonici ad alta frequenza, di amplificatori di linea ed altro materiale didatticamente obsoleto, ma storicamente interessante.

Infine, da segnalare, per importanza intrinseca, la donazione all'Istituto di Fisica "E. Pontremoli" dell'Università di Milano, di tutte le apparecchiature del Laboratorio dei Semiconduttori, per il settore che si occupa delle Celle solari.

Non va dimenticata anche la munifica donazione di arredi e materiali didattici a scuole della periferia milanese, a quelle del "Museo al Volo" di San Pelagio (Padova) e al "Centro Culturale S. Agostino" di Crema.

LA BIBLIOTECA

Sino dalle origini, un particolare rilievo è stato dato alla Biblioteca tecnica.

Lo spirito indagatore dell'ing. Beltrami, che esaminava l'opportunità della acquisizione di ogni libro, di ogni rivista, di ogni catalogo e di ogni tipo di documento, concernenti la materia da lui coltivata, ha permesso di raccogliere copioso ed interessante materiale documentario.

Alcune donazioni, come quelle degli Eredi di Giordano Bruno Angeletti (l'editore della famosa rivista "Radio Industria"), degli Eredi Pincioli (il noto professore del Politecnico di Milano) e della Honeywell Information Systems Italia, hanno permesso di colmare una lacuna che si era determinata dopo la morte dell'ing. Beltrami.

È stato deciso di mettere su calcolatore la notevole mole di titoli, autori, argomenti, così da rendere agevole il reperimento di informazioni mediante l'ausilio di tabulati periodicamente aggiornabili.

La Biblioteca conserva tutto quanto verte su: elettrotecnica, elettronica, radiotecnica, televisione, telecomunicazioni, informatica, matematica, fisica classica e nucleare, automazione e quanto con queste tecniche abbia attinenza. Le materie non attinenti sono state eliminate.

È presente un congruo numero di vecchie annate di riviste del settore, documentazione che risulta ormai difficilmente reperibile altrove.

Il tutto è stato trasferito presso la Biblioteca Centrale del Centro Didattico Vigorelli della Regione Lombardia.

MOSTRE E MANIFESTAZIONI

L'Istituto Radiotecnico A. Beltrami, soprattutto negli ultimi trent'anni, ha realizzato mostre a carattere didattico per illustrare le molteplici attività della scuola ed il livello di aggiornamento degli insegnamenti.

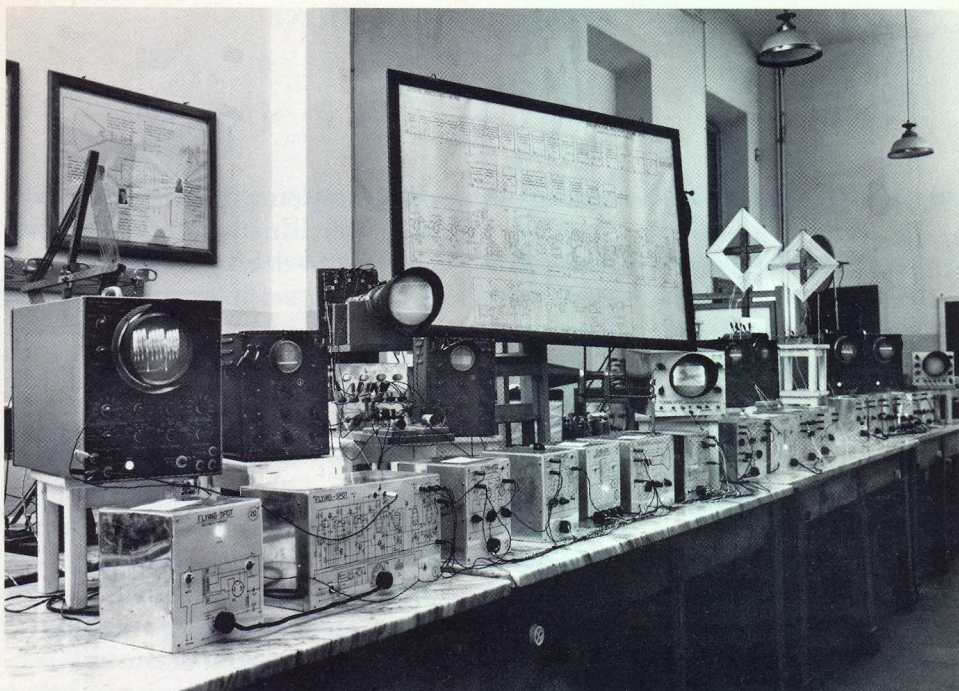
Dopo una prima Mostra dedicata al settore telecomunicazioni, in occasione del 25° anno dell'istituzione del laboratorio di telefonia, attuata nell'ottobre 1951, ed una successiva Mostra didattica di TV e Ponti radio nell'ottobre 1952, di grande risonanza è stata la Mostra per il trentacinquennio della fondazione dell'Istituto Radiotecnico, tenutasi nell'aprile del 1954.

Questa Mostra verteva su tutti i campi dell'elettronica, della radio, delle telecomunicazioni, con una doviziosa abbondanza di dimostrazioni didattiche e sperimentali, efficacemente illustrate e compendiate nel già citato volume "L'elettronica nella scienza, nella scuola e nella vita", con lo scopo di diffondere i concetti delle nuove tecniche e di essere un ringraziamento ufficiale a quanti, come docenti ed assistenti, si erano avvicinati nei laboratori della Scuola. Costituì anche motivo di rinnovamento e completamento delle già ampie collezioni di materiale didattico.

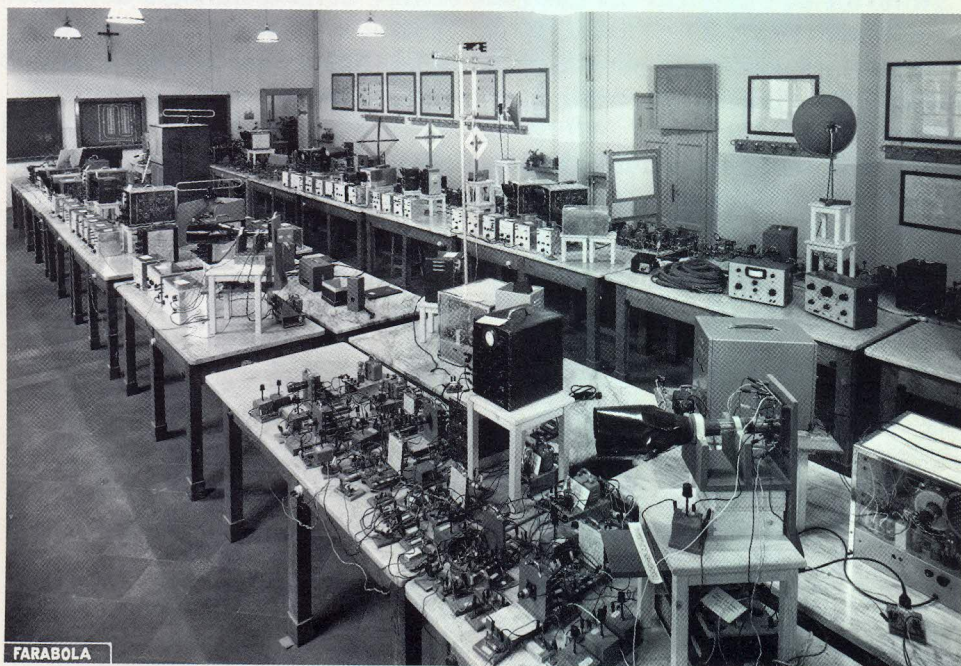
Notevole fu l'apporto del nascente settore della tecnologia dei semiconduttori.

Seguì il già accennato periodo di ricerche rivolte a metodi elettronico-meccanici per la generazione di segnali elettrici di ogni tipo e alla videotelefonìa.

Nel 1962, si ebbe una nuova Mostra dedicata al procedimento meccanico-elettronico Beltrami e, nel 1965, una mostra dedicata alla Videotelefonìa Beltrami.



Circuiti sperimentali per la trasmissione e ricezione televisiva di immagini, per trasparenza - 1954



Una serie di esercitazioni didattiche nel laboratorio di elettronica - 1968

LA FONDAZIONE AURELIO BELTRAMI

All'opera dell'ing. Aurelio Beltrami si ispira la Fondazione omonima che ha come scopo statutario quello di:

“Agevolare lo studio della radiotecnica, della elettronica, delle telecomunicazioni elettroniche, dei fenomeni nucleari e delle materie affini da parte dei giovani e di favorire la specializzazione tecnico professionale in tali settori, nonchè di promuovere idonee iniziative per la formazione, la specializzazione e l'aggiornamento dei tecnici delle comunicazioni elettriche e dell'elettronica, compresi i docenti, e per l'approfondimento e la ricerca sulle tematiche relative.

La Fondazione, compatibilmente con le proprie disponibilità e coll'espletamento delle funzioni predette, istituisce borse di studio a favore di studenti meritevoli che si dedicano allo studio delle materie di cui al primo comma, presso il Politecnico o l'Università di Milano, come pure a favore di allievi dei corsi regionali distintisi nello studio delle discipline medesime.

Inoltre, destina una parte della somma disponibile a favore del Collegio Ghislieri di Pavia, ad alunni che si dedichino allo studio delle discipline di cui sopra”.

CONVEGNI E CORSI REALIZZATI DALLA FONDAZIONE "AURELIO BELTRAMI"

Questi Convegni e questi corsi sono stati tenuti prevalentemente da docenti universitari (Politecnico di Milano, Università di Pavia, Università di Parma), nonché da esperti delle principali Aziende operanti nei settori interessati.

- Convegno "Le Fibre ottiche" - 14 e 15 ottobre 1980
- Convegno "Il rumore nei sistemi elettronici" - 10 e 11 marzo 1981
- Corso "Tecniche numeriche nelle trasmissioni" - 25, 26, 27 e 28 maggio 1981
- Convegno "Tecniche Laser per lavorazioni meccaniche" - 15 e 16 ottobre 1981
- Convegno "Telematica: situazione e prospettive" - 18 e 19 febbraio 1982
- Convegno "Il Calcolatore nella progettazione industriale: applicazioni nel settore elettronico e meccanico" - 25 maggio 1982
- Corso "Commutazione elettronica" - 14 e 15 giugno 1982
- Convegno "Tecniche Laser in Metrologia" - 14 e 15 ottobre 1982
- Corso "Comunicazioni via satellite: elementi fondamentali e prospettiva" - 1 e 2 marzo 1983
- Convegno "Tecnologie Laser nelle lavorazioni meccaniche" - 15 e 16 marzo 1983
- Convegno "L'elettronica e l'automobile" - 16 e 17 giugno 1983
- Convegno "Laser in medicina: principi ed applicazioni" - 25 e 26 ottobre 1983
- Convegno "Applicazioni avanzate dell'elettronica alla medicina: stato attuale e prospettive" - 23 e 24 febbraio 1984
- Convegno "Fibre ottiche: principi, applicazioni e prospettive" - 25 settembre 1984
- Convegno "Automazione flessibile" - 28 marzo 1985
- Convegno "Reti locali di comunicazione" - 6 giugno 1985
- Corso "Sicurezza nell'impiego degli impianti elettrici e delle apparecchiature elettromedicali nei reparti operatori" - 7 e 8 ottobre 1985
- Convegno "Optica integrata e microottica: componenti, circuiti e sistemi" - 29 ottobre 1985
- Convegno "Componenti elettronici: ricerca e produzione industriale" - 28 febbraio 1986
- Convegno "Sensori e fibra ottica" - 18 aprile 1986
- Convegno "Automazione del lavoro di ufficio: come gestire l'introduzione della nuova tecnologia nelle organizzazioni" - 12 novembre 1986
- Corso "Sicurezza nell'impiego degli impianti elettrici e delle apparecchiature elettromedicali nei reparti operatori" - 4 e 5 marzo 1987

- Convegno "La tecnologia del Surface Mounting" - 3 aprile 1987

Complessivamente, i partecipanti ai suddetti Convegni e Corsi sono stati 3.450.

INDICE

Presentazione	Pag.	3
L'uomo e l'opera	»	5
La scuola	»	11
Gli scritti dell'ing. Aurelio Beltrami	»	13
I brevetti dell'ing. Aurelio Beltrami	»	15
La sede dell'Istituto dal 1920 al 1979	»	19
Le classiche pubblicazioni dell'Istituto Radiotecnico	»	21
Le dotazioni didattiche	»	22
Le donazioni ai Musei	»	24
La Biblioteca	»	26
Mostre e Manifestazioni	»	27
La fondazione Aurelio Beltrami	»	29
Convegni e corsi realizzati dalla Fondazione Aurelio Beltrami	»	30

Fondazione Aurelio Beltrami - Via Soderini 24 - 20146 MILANO - tel. (02) 4238924

Istituto Radiotecnico A. Beltrami - Piazza Mentana 6 - 20123 MILANO tel. (02) 8056284
807829