

POLITECNICO DI MILANO



DIPARTIMENTO DI  
ELETTRONICA E  
INFORMAZIONE



FABBRICATO DELLA DIREZIONE - Facciata verso Piazza Leonardo da Vinci



# ORIGINI DEL DEI

---

## *Una narrazione multimediale*

*La storia del Dipartimento di Elettronica e Informazione è un avvincente racconto delle imprese dei protagonisti che hanno fatto la storia della scienza e delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione in Italia. I testi, le foto e i video ci introducono in uno "ieri" dal sapore antico, che però affascina e trasmette insegnamenti validi per il nostro futuro.*



# ORIGINI DEL DEI

## Una narrazione multimediale

<http://www.storia.dei.polimi.it/>





# LA NARRAZIONE

## INTRODUZIONE

Il DEI, Dipartimento di Elettronica e Informazione del Politecnico di Milano, nasce nel 1982, ma le sue origini si possono rintracciare in avvenimenti, persone ed istituzioni attive dall'immediato dopoguerra. A partire dagli anni '50 giungendo fino agli anni '80, lo sviluppo di nuove ricerche, nuove tecnologie e nuovi corsi di Laurea caratterizzano la storia di questo Dipartimento, che è anche emblematica dell'evoluzione dell'intero Politecnico di Milano.

## IL DECENNIO DAL 1950 AL 1960

50 docenti e 1000 iscritti: questo era l'elitario Politecnico di Milano negli anni '50. Si studiava molto, con lezioni anche al sabato mattina ed esercitazioni al sabato pomeriggio. Disciplina e orari rigidi caratterizzavano lo studio dell'ingegneria rispetto ad altri corsi di laurea. I rapporti tra docenti e allievi erano tuttavia frequenti e quasi amichevoli. I rapporti con l'industria lombarda erano molto stretti, dato il tessuto produttivo che dalle grandi industrie alle piccole e anche alle botteghe artigiane si dimostrava propenso all'adozione dell'innovazione. Nel 1955, Ercole Bottani, già direttore dell'Istituto di Elettrotecnica Generale, divenne direttore anche dell'Istituto di Comunicazioni Elettriche, rimasto senza guida, a causa della morte prematura di Francesco Vecchiacchi. I rapporti internazionali erano difficili e sporadici, ma tuttavia esistevano ed erano considerati importanti. Ai congressi si andava in nave e per telefonare negli Stati Uniti bisognava prenotarsi con giorni di anticipo. Nel 1954 il primo calcolatore mai installato in Italia arrivò al Politecnico di Milano. Luigi Dadda lo portò in mezzo alle balle di cotone di una nave Liberty. Superati i problemi alla dogana, il calcolatore fu finalmente installato e cominciò a lavorare per realizzare i calcoli necessari per gli impianti industriali. Grazie al calcolatore e ad altri nuovi sviluppi tecnologici la didattica del Politecnico di Milano in questo settore si allineò con le più avanzate esperienze mondiali.





## Gli anni '50

Negli anni '50 il Politecnico di Milano era un'istituzione di piccole dimensioni e "di élite": circa 50 docenti e un migliaio di studenti. Numeri incredibili rispetto agli attuali che vedono più di 1300 docenti e oltre 25.000 iscritti. Le discipline erano poche, con un solo docente per disciplina e quindi le aule, dalla tipica forma ad anfiteatro, erano per lo più strapiene (più o meno come oggi). Il rapporto tra il Politecnico e la città era molto vivo, data la notevole presenza sia di industrie ad alto livello che di piccole aziende ed anche artigiani, che basavano la loro produzione sul sofisticato uso della tecnologia. Questo contesto sociale industriale rendeva negli anni '50 il Politecnico di Milano un importante propulsore per l'industria e l'economia italiana.

## I capostipiti

Nel 1955, Ercole Bottani, figura chiave per lo sviluppo dell'elettrotecnica e della moderna tecnologia in Italia e già direttore dell'Istituto di Elettrotecnica Generale, divenne direttore anche dell'Istituto di Comunicazioni Elettriche, rimasto senza guida, a causa della morte prematura di Francesco Vecchiacchi. Francesco Vecchiacchi dirigeva anche i laboratori della Magneti Marelli, che era un tipico esempio delle aziende lombarde del periodo. L'azienda, infatti, era leader nell'utilizzo della tecnologia elettrotecnica ed esponente di punta della produzione italiana nel settore, che ad esempio all'epoca copriva il 30% della produzione mondiale di ponti radio.

## Gli studenti e i docenti

Una legge del 1924 aveva definito che solo gli studenti in possesso della maturità liceale potevano iscriversi all'Università. Solo nel 1960 una nuova legge consentì l'accesso agli studi di ingegneria anche ai diplomati degli istituti tecnici, sebbene ancora in numero limitato. Il percorso rigoroso degli studi del Politecnico di Milano ed il ristretto numero di laureati consentivano un facile ingresso nel mondo del lavoro al conseguimento della laurea. Studiare al Politecnico era impegnativo con un elevato numero di lezioni





anche al sabato mattina e con frequenti esercitazioni che potevano anche svolgersi al sabato pomeriggio. I docenti del Politecnico erano noti per la loro competenza scientifica e spesso anche per la qualità della loro didattica. Al termine del percorso di studi la tesi non era obbligatoria; molti docenti infatti, tra cui il direttore Bottani, invitavano gli studenti ad accelerare l'ingresso nel mondo del lavoro. Un docente ricorda: "Il rapporto tra professori e studenti era molto stretto e ricco di dialoghi. Non era infrequente che si facessero viaggi di studio assieme dopo la laurea".

## I rapporti internazionali

Il modo di vivere la ricerca e i rapporti internazionali negli anni '50 era molto diverso da quello di oggi. I contatti tra diversi gruppi di ricerca erano difficili e costosi e quindi sporadici. Un docente ricorda: "Negli anni '50 c'erano pochi congressi internazionali: per qualche disciplina, anche solo uno ogni tre anni. I convegni si raggiungevano con difficoltà, principalmente via nave, ma erano riconosciuti come occasioni molto valide e propulsive della ricerca". Organizzare un convegno internazionale non era un'impresa semplice. Si pensi che solo nel 1956 era stato installato il primo cavo telefonico sottomarino attraverso l'Atlantico, con capacità di solo 36 canali telefonici e quindi le telefonate si dovevano prenotare con notevole anticipo. Anche la tecnologia della scrittura non era semplice; un docente ricorda: "In tutto l'Istituto di Elettrotecnica Generale una sola segretaria (la famosa signora Asti) scriveva a macchina per tutti. Tra i compiti della signora Asti c'era anche la preparazione del tè con tazzine di porcellana alle cinque del pomeriggio".

## Il primo calcolatore in Italia

Nel 1954 Ercole Bottani e l'allora Rettore Gino Cassinis usarono i fondi del Piano Marshall per l'acquisto del primo calcolatore effettivamente installato in Italia. La motivazione era che questo costoso prodotto della tecnologia avrebbe aiutato la ricostruzione post bellica dell'industria italiana e lombarda in particolare. La gestione dell'operazione fu affidata ad un brillante giovane assistente, Luigi Dadda, che poi a sua volta divenne Rettore del Politecnico di Milano. Non era un'operazione semplice, perché





all'epoca i calcolatori venivano costruiti uno alla volta, secondo le specifiche richieste del cliente. Una volta installato, il calcolatore dimostrò a pieno la sua utilità: aziende come Pirelli ed Edison colsero subito l'opportunità, richiedendo di eseguire calcoli per ottimizzare i loro impianti. I calcoli duravano anche 8 ore, esigendo a volte il riavvio del calcolatore che spesso si fermava dopo due ore di lavoro. L'efficacia di questo nuovo modo di lavorare fornì un decisivo aiuto all'industria dell'epoca. Solo in uno o due decenni si capì che anche la professione di ingegnere, e quindi il corso di studi, erano stati per sempre modificati: fare i calcoli non era più una dote necessaria. Il "famoso regolo", strumento che aiutava a fare i calcoli manualmente, scomparve dal taschino della giacca dell'ingegnere sulla fine degli anni '60.

## Una radio o un computer?!?!

Dadda, assistente di Bottani, nel 1954 soggiornò qualche mese a Los Angeles per supervisionare la costruzione del calcolatore ordinato dal Politecnico di Milano. Uno dei problemi più spinosi era il trasporto del calcolatore una volta costruito: un oggetto grande, pesante e tuttavia relativamente fragile. Dadda trovò una brillante soluzione: una nave modello "Liberty" era già pronta nel porto di Los Angeles con un carico di balle di cotone. Dadda convinse il capitano a deporre sopra le balle il calcolatore, che così sarebbe stato ben ammortizzato durante la navigazione. Il viaggio andò bene, ma all'arrivo al porto di Genova, l'ufficio doganale pretese l'applicazione della tassa "radio", data la presenza di una notevole quantità di valvole, che costituivano la memoria digitale dell'epoca. Per dimostrare di avere pagato, era necessario applicare una grossa marca da bollo su ciascuna valvola, cosa che però avrebbe reso impossibile l'uso del calcolatore. Dadda, pagando l'importo della tassa, si fece consegnare il pacco delle marche da bollo promettendo "che le avrebbe applicate lui stesso", cosa che naturalmente non fece! Il calcolatore entrò nella ricerca e nella didattica del Politecnico di Milano già dal 1955, in anticipo su ogni altra università in Italia.





## Le nuove sfide didattiche

Nel 1957 nacque l'indirizzo di elettronica e comunicazioni elettriche come specializzazione della laurea in ingegneria industriale elettrotecnica. Elemento di spicco nell'innovativo indirizzo era un nuovissimo corso a livello mondiale; fu uno dei primi tentativi di introdurre l'informatica nella didattica: si trattava del corso 'Calcolatrici elettroniche', tenuto da Luigi Dadda. Tra i nuovi corsi c'erano anche 'Radiotecnica' di Francesco Carassa, 'Elettronica' di Emilio Gatti e 'Teoria dell'Informazione e Trasmissione' di Lorenzo Lunelli. Le sfide didattiche erano notevoli: mancanza di testi consolidati e mancanza di tradizione di insegnamento erano tra i problemi. Una forte selezione in ingresso per questo indirizzo consentì di scegliere gli studenti adatti, realizzando nei fatti un numero chiuso che non sarebbe stato tecnicamente possibile.

## IL DECENNIO DAL 1960 AL 1970

Negli anni '60 al Politecnico di Milano ricerca e didattica erano in pieno sviluppo. Si iscriveva ancora un numero limitato di studenti, quasi nessuna donna. Difficili da superare erano gli esami dei primi due anni, il famoso biennio di ingegneria. Il triennio specialistico della nuova Laurea in Ingegneria Elettronica era tra i più ambiti, perché si percepiva la forte capacità di innovazione della materia. Per accedervi si doveva superare un'ulteriore dura selezione e solo i più motivati risultavano tra gli ammessi. Nel 1963, con la fusione dei due Istituti di Elettrotecnica Generale e di Comunicazioni Elettriche, si realizzò il nuovo Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica, sotto la direzione di Ercole Bottani. Vari erano i settori di ricerca: dalle applicazioni satellitari al controllo automatico, dallo studio dei dispositivi microelettronici all'utilizzo dei grossi calcolatori per il centro di calcolo, dal primo minicomputer PDP8 fino ai primi passi della bioingegneria e dell'ingegneria gestionale. L'Istituto divenne attraente anche per importanti ricercatori provenienti dall'industria, come ad esempio Francesco Carassa, che si trasferì dalla Magneti Marelli. Si avvertiva la necessità di scambi internazionali e si cominciò a pubblicare in lingua inglese. Le comunicazioni con l'estero avvenivano solo tramite posta o





telefono, o partecipando ai congressi, che ancora erano rari e non facili da frequentare per la difficoltà a finanziare i costosi viaggi. Solo grazie a borse di studio private si potevano frequentare gli Atenei americani. Il '68 travolse anche il Politecnico di Milano: gli studenti con alcuni ricercatori occuparono l'Ateneo, alcuni professori tentarono il dialogo, altri dovettero affrontare situazioni di scontro. Nel 1969 Francesco Carassa, divenne Rettore, ma si trovò a fronteggiare diverse difficoltà e addirittura un arresto della didattica di sei mesi.

## Anni '60, anni da pionieri

"Negli anni '60 al Politecnico di Milano si lavorava molto, ma in un clima rilassato, per nulla frenetico". Così ricorda un docente, allora giovane ricercatore all'inizio della carriera universitaria. "Il sabato mattina era rito sorseggiare tranquillamente un caffè, discutendo di ricerca coi colleghi al bar interno. Si lavorava per passione, non per obbligo. La passione nasceva soprattutto dalla consapevolezza di vivere anni da pionieri, in cui nell'università italiana i docenti stavano insegnando e nello stesso tempo imparando un mestiere nuovo." Nel 1963 Ercole Bottani realizzò la fusione dell'Istituto di Elettrotecnica Generale e dell'Istituto di Comunicazioni Elettriche in un unico Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica. I ricercatori del nuovo Istituto erano molto più giovani dei docenti, essendo i primi laureati del nuovo corso di laurea. Con gli studenti avevano un rapporto molto amichevole e spesso organizzavano insieme partite di calcio. C'era un grande affiatamento, in un clima meno competitivo rispetto ad oggi: vi era la consapevolezza di vivere in una società in crescita, fuori e dentro l'università.

## Studenti: pochi ma buoni

Negli anni '60 l'università italiana non era ancora un'università di massa e quindi anche al Politecnico si iscriveva un numero di studenti piuttosto limitato: poco più di un migliaio di iscritti suddivisi in due sezioni, con una presenza femminile quasi inesistente: basti pensare che negli edifici di Ingegneria non erano nemmeno previsti bagni femminili. Soprattutto nei primi due anni di frequenza gli esami erano molto difficili da superare, tanto





che in gergo studentesco si parlava del famoso "catenaccio" del biennio: si studiava molta matematica e fisica e solo al terzo anno si sceglieva la specializzazione. Dato il ristretto numero di ammessi, nel triennio specialistico della nuova Laurea in Ingegneria Elettronica il rapporto tra docente e studente era quasi paragonabile a quello di una classe liceale. Per l'ammissione era richiesta una media superiore al 27; gli studenti che passavano la selezione erano perciò molto motivati. L'Elettronica, del resto, era una materia nuova anche per gli stessi docenti, ma si percepiva la forte capacità di innovazione che avrebbe avuto.

## Gli sviluppi della ricerca

Negli anni '60 si svilupparono i settori di ricerca che determinarono sia la struttura attuale del Dipartimento che lo sviluppo di nuovi dipartimenti. Nelle telecomunicazioni crebbe l'interesse per le applicazioni satellitari, iniziate nel '57 con il lancio dello Sputnik. L'apporto del Politecnico fu molto importante per rendere l'industria italiana competitiva in questo settore. Nel campo dell'automatica, si svilupparono non solo i settori moderni di ricerca relativi al controllo automatico, ma anche i "germi" di due nuove discipline: l'ingegneria gestionale e la bioingegneria. La prima nacque per la necessità di inserire in banche, ospedali e uffici, personale che avesse una mentalità organizzativa e non solo ingegneristica. La seconda invece si sviluppò grazie all'interesse di Biondi per la sordità e alla sua collaborazione con l'Istituto Don Gnocchi per la creazione di protesi per i bambini mutilati, vittime di bombe inesplose. L'attività in elettronica, ispirata e guidata da Gatti, andava evolvendo dall'elettronica nucleare allo studio dei dispositivi microelettronici, dei circuiti integrati e delle loro applicazioni. Nell'informatica si acquisirono grossi calcolatori per il centro di calcolo. Arrivò il primo minicomputer dotato di schermo a video con interfaccia interattiva: il famoso PDP8. Il Nord America e la California in particolare, divenne il punto di riferimento per molti dei giovani ricercatori dell'Istituto.





## I rapporti internazionali

Negli anni '60 i rapporti internazionali dipendevano esclusivamente dalle amicizie personali che i docenti avevano intrecciato con i colleghi d'oltreoceano. I giovani docenti d'allora si rendevano conto che lo sviluppo tecnologico e scientifico italiano dipendeva molto dal potersi confrontare su un terreno internazionale. Nonostante molte resistenze quindi, si cercò di incentivare la pubblicazione in inglese, per raggiungere un pubblico più vasto. Dadda, Carassa e Biondi insistettero perché la rivista italiana "L'elettrotecnica" contenesse anche scritti in inglese. Gatti, da direttore della rivista "Alta Frequenza", vi introdusse prima una sezione e poi interi fascicoli speciali in inglese. Le comunicazioni internazionali si realizzavano tramite posta o telefono; in alternativa, si poteva andare ai congressi, ma le spese di missione erano molto alte e per gli esigui finanziamenti non era facile affrontarle. Spesso si sfruttavano allora i ricercatori italiani che già lavoravano all'estero, per inviarli a presentare i lavori dei colleghi rimasti al Politecnico. Solo grazie a borse di studio private si potevano frequentare Atenei come il Massachusetts Institute of Technology (MIT) di Boston o l'Università di Los Angeles (UCLA). Erano gli anni dei "figli dei fiori" e della guerra del Vietnam e qualche ricercatore ricorda che anche gli italiani che soggiornavano in America si adattavano al clima libero di quel periodo. Le ricerche degli italiani che lavoravano alla UCLA erano finanziate dal Pentagono, che stava lanciando ARPANETWORK, l'antenato dell'odierna Internet.

## Il '68 al Politecnico

Anche al Politecnico il '68 influì molto sulla vita accademica, cambiando definitivamente i rapporti tra docenti, ricercatori e studenti. Gli studenti di elettronica, considerati come l'ala più d'avanguardia, occuparono con alcuni ricercatori l'Istituto di Elettrotecnica Industriale Carlo Erba. I professori ebbero diversi tipi d'approccio: chi, come Biondi e Lunelli, partecipò alle riunioni per cercare di capire le nuove esigenze, e chi invece si trovò in aperto contrasto. Un ricercatore d'allora ricorda: "Uno studente si presentò alla porta dell'ufficio di un docente, pretendendo che questi ne uscisse immediatamente. Ma il docente reagì e prese per il bavero lo





studente rispondendo 'questa è casa mia' ". Il Consiglio di Facoltà, allora composto dai soli professori ordinari, decise di chiudere il Politecnico, senza avvertire assistenti e professori incaricati. Questi, sia per protesta che per non far saltare appelli, tennero gli esami all'esterno, sulle scalinate del Campo Giuriati. Un docente ricorda: "In quell'occasione gli studenti sotto esame divennero molto servizievoli: si offrivano ad esempio di andare al bar a prenderci delle bibite". Francesco Carassa, noto per la sua ricerca industriale e scientifica nel settore dei satelliti, divenne Rettore del Politecnico. Ma proprio nel 1969 vi fu la 'grande occupazione', che si protrasse da febbraio a luglio: saltarono anche gli appelli di laurea e molti studenti non poterono laurearsi nei tempi stabiliti.

## Le "ballate" del '68

Un professore ricorda: "Al tempo delle proteste del '68 noi ricercatori e assistenti tenevamo 'riunioni carbonare' in cantina e trasformavamo in ballate da suonare con la chitarra gli episodi più divertenti. Famosa fu la 'ballata del condizionatore', sottratto al laboratorio da un docente per rinfrescare il proprio studio: l'episodio suscitò i rimbrotti di Bottani, che intimò al docente di riportarlo al suo posto. Ma la ballata più famosa è legata a un episodio avvenuto a seguito dell'occupazione, quando il Direttore Carassa fece recapitare a noi giovani ricercatori una lettera di rimprovero, firmata dall'allora Rettore Finzi. Finzi era un professore 'di una volta', paternalistico e bonario, ma fortemente contrario all'occupazione. La lettera era una durissima reprimenda e conteneva esplicite minacce: se i giovani assistenti non avessero desistito, avrebbero fatto meglio a cambiare mestiere! Finzi ci convocò tutti in Rettorato e ci parlò come un nonno ai nipoti discoli. Le intenzioni erano buone, ma i tempi erano cambiati e a noi giovani questi discorsi facevano sorridere. Dall'episodio traemmo una ballata intitolata '14 dicembre', data di arrivo della lettera, sulla falsariga della ballata '14 novembre', composta da Theodorakis in occasione della resistenza al colpo di stato dei colonnelli greci".





## IL DECENNIO DAL 1970 AL 1980

Le conseguenze del '68 sul Politecnico di Milano furono rilevanti: degrado e perdita di funzionalità degli edifici, paura di attentati, ripercussioni sull'andamento regolare della didattica e riduzione dei finanziamenti alla ricerca. Le difficoltà furono molte, soprattutto create dagli studenti di architettura, che tra l'altro minacciarono l'occupazione del Centro di Calcolo d'Ateneo, erroneamente convinti che lavorasse per la NATO. In quegli anni ben due professori dell'Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica assunsero la carica di Rettore: Carassa e Dadda, mentre Gatti fu Prorettore. Negli anni '70 le lezioni del biennio erano affollatissime, poi negli anni della specializzazione i numeri si riducevano notevolmente e il rapporto con i docenti, si faceva più amichevole. In questi anni la didattica subì notevoli trasformazioni: sia nei metodi, che nei contenuti, introducendo anche nuove discipline come Bioingegneria e Ingegneria del Software. La ricerca malgrado le difficoltà di finanziamento continuò a svilupparsi. Era ancora importante visitare gli USA per aggiornarsi sulle ultime novità scientifiche e tecnologiche. Verso la fine degli anni '70 i legami internazionali si fecero più frequenti ed intensi, dando anche origine a nuove associazioni scientifiche. I docenti del Politecnico di Milano ad esempio furono tra i protagonisti della nascita di EUROMICRO, la prima Associazione europea per l'Informatica.

### Il clima difficile dei primi anni '70

Il '68 lasciò molti strascichi anche negli anni successivi. La "grande occupazione" ebbe come conseguenze la chiusura del Politecnico e della Casa dello Studente, la didattica subì interruzioni, gli esami di laurea furono sospesi. Scritte e graffiti imbrattarono aule e edifici di tutto l'Ateneo. Le forze di polizia presidiavano in continuazione per il timore di attentati. Anche i finanziamenti alla ricerca risentirono di questa difficile situazione: Dadda, allora Rettore, si trovò costretto a rifiutare un contratto di ricerca, offerto dall'esercito americano all'Istituto, per timore di ritorsioni politiche contro l'Istituzione; le industrie non assegnavano più borse di studio. Anche all'Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica si dovette intervenire per affrontare la situazione di disagio: nell'estate del '75 il nuovo edificio, che ormai lo ospitava, venne chiuso per permettere interventi che lo mettessero





in sicurezza. Il Centro di Calcolo dell'Istituto venne collocato nel punto dell'edificio che si pensava fosse più protetto dall'eventuale lancio di bombe Molotov. Inoltre furono introdotte le chiavi di piano, che sono rimaste in uso fino ad oggi: in questo modo si impediva l'accesso agli uffici da parte di persone non autorizzate.

## Gli anni della contestazione

Luigi Dadda fu eletto Rettore nel 1972 e in questi anni di forti tensioni e disordini dovette affrontare diverse difficoltà, tra cui le pretese assurde degli studenti di Architettura, che proponevano di abolire l'insegnamento della matematica, sostenendo che per fare i calcoli bastava "affittare" un ingegnere. In questo frangente Dadda decise di recarsi di persona in assemblea ad ascoltare gli studenti, dei quali riuscì ad ottenere almeno l'apprezzamento per la disponibilità dimostrata. Ma il rischio maggiore era un'eventuale occupazione del Centro di Calcolo di Ateneo, allora situato sotto l'edificio di Architettura in via Ampère, perché gli studenti erano erroneamente convinti che lavorasse per la NATO. La soluzione fu trasferire tutte le macchine il 15 d'agosto di soppiatto in un'area industriale a San Giuliano Milanese, in mezzo alle marcite. Dadda ricorda ancora come riusciva a prendersi gioco degli occupanti: "Nonostante l'Istituto fosse circondato e gli studenti impedissero a chiunque l'ingresso, io riuscivo a entrare senza essere visto da una porticina sul retro. Passavo per i corridoi sotterranei che ancora oggi collegano tutto il vecchio Politecnico ed entravo in ufficio indisturbato. Infine leggevo il giornale mettendomi ben in vista davanti alla finestra, mentre gli studenti stupiti si chiedevano come fossi riuscito a eludere la loro sorveglianza".

## La qualità dell'insegnamento

Uno studente di allora, oggi docente al DEI, ricorda: "Nei primi anni di corso vi erano in media 300/400 studenti a lezione in aula e i docenti erano molto distaccati, lo studente faticava molto e doveva arrangiarsi da solo. Procedendo, la selezione aumentava, rimanevano solo gli studenti migliori e la qualità era molto elevata. Vi erano docenti eccezionali, che erano in grado di far sembrare semplici i concetti più difficili. A volte, sotto forma di





storielle, cercavano di insegnare agli studenti le nozioni in modo più semplice. Ad esempio, per spiegare gli effetti dei transistor utilizzavano la metafora dei calabresi che migrano in cerca delle svedesi. Poi si passava alla formalizzazione matematica più complessa." Nei due anni di specializzazione il numero degli studenti si riduceva a circa 40/50. Il rapporto coi professori diventava più immediato, anche grazie all'atteggiamento di un gruppo di giovani professori che erano rientrati dagli Stati Uniti, portando una ventata di innovazione. Il clima amichevole e di collaborazione e la rilevanza dell'ICT furono tra i motivi di attrazione per numerosi studenti che entrarono a far parte dell'Istituto.

## Le trasformazioni della didattica

Il calcolatore aveva introdotto grandi trasformazioni nella didattica: non era più necessario insegnare a realizzare algoritmi, affidati completamente alla macchina, ma occorreva insegnare come valutare i risultati ottenuti. Ma i nuovi settori faticavano a trovare spazio come insegnamenti. Ad esempio, durante gli anni della contestazione, Biondi ricorda: "Quando tentai di far accettare in Facoltà la trasformazione del mio incarico di 'controlli automatici' in quello di 'elettronica biomedica', immediatamente apparvero in Ateneo striscioni con scritto 'Elettronica biomedica=sfizio del Prof. Biondi'. Mia moglie stessa mi scoraggiò, ma alla fine il centinaio di studenti che subito presenziò ai corsi mi dette ragione." Le stesse difficoltà trovarono anche l'Informatica e i suoi indirizzi. Così avvenne ad esempio per Ingegneria del Software, proposta innovativa di Carlo Ghezzi appena rientrato dagli USA. Malgrado le difficoltà, tuttavia furono numerosi i corsi che trasformarono la didattica dell'Istituto.

## I risultati della ricerca

Fare ricerca negli anni '70 era difficoltoso: i finanziamenti ministeriali erano scarsi, ancora di più quelli industriali. I ricercatori del settore delle telecomunicazioni ricordano con soddisfazione come riuscirono a sviluppare un sistema di codifica del segnale, battendo sul tempo i famosi Bell Laboratories negli USA. Altro notevole risultato fu il lancio del satellite Sirio nel 1977, frutto di quasi un decennio di ricerche condotte da





Francesco Carassa e dal suo gruppo. Nel settore informatico, con l'arrivo dei microprocessori nacque il Laboratorio di Microcalcolatori, ma i docenti attuali ricordano le numerose difficoltà: "La burocrazia rendeva complicata l'acquisizione di nuovi strumenti. Gli strumenti erano costruiti in laboratorio, perché le richieste di finanziamento a Roma prevedevano lunghe attese per l'approvazione, anche di anni. Spesso si chiedevano strumenti in regalo agli ex compagni di corso che lavoravano nelle aziende." Continuarono a svilupparsi le ricerche nel campo dei controlli automatici, della bioingegneria, della gestione aziendale/economica, ed anche dei problemi ambientali. La ricerca elettronica, guidata da Emilio Gatti, si estese alla sensoristica, alla strumentazione di misura in generale ed allo sviluppo di dispositivi microelettronici-optoelettronici e dei circuiti integrati.

## I rapporti internazionali

Fino agli anni '70 i rapporti con l'estero furono difficoltosi. Alcuni ricordano: "Si viaggiava poco e raramente si partecipava ai congressi. Si veniva a conoscenza dei progressi nella ricerca scientifica solo dagli articoli pubblicati e magari anche dopo due anni dall'effettiva scoperta. Per noi giovani assistenti dell'Istituto, che volevamo mantenerci aggiornati, si rendeva necessario andare direttamente negli Stati Uniti, dove stava nascendo l'ICT. I rapporti con gli altri paesi europei erano scarsi o addirittura inesistenti." Verso la fine del decennio si creò una vita internazionale più intensa: le partecipazioni ai congressi si fecero più frequenti grazie a maggiori finanziamenti. Si crearono anche nuove associazioni scientifiche a livello europeo, come ad esempio EUROMICRO, la prima Associazione europea per l'Informatica, nata a seguito dell'avvento dei microprocessori.

## IL DECENNIO DAL 1980 AL 1990

Negli anni '80 la ricerca universitaria ebbe un forte impulso, sia a livello nazionale che internazionale, coinvolgendo anche il DEI. Nel 1982 l'Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica divenne Dipartimento di Elettronica.





Iniziarono le prime collaborazioni tra università italiane: venne lanciato ad esempio il primo progetto nazionale CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) per l'Informatica. È del 1982 il primo progetto europeo del Dipartimento, CVT (CAD VLSI for Telecommunications), sulla progettazione di dispositivi microelettronici per le telecomunicazioni. Il DEI, grazie alla sua grande esperienza di ricerca presso le università americane, fu propulsore dell'apertura internazionale della ricerca per tutto il Politecnico. Il CNR favorì la ricerca del DEI con la creazione di tre centri di ricerca e con l'erogazione di generosi finanziamenti. La frequentazione internazionale dei ricercatori del Dipartimento si fece più assidua e una nuova generazione di ricercatori ebbe l'occasione di frequentare laboratori all'avanguardia tecnologica. All'inizio degli anni '80 nacque anche in Italia il Dottorato di Ricerca, con molto ritardo rispetto agli altri paesi avanzati. Il neonato Dottorato italiano prevedeva borse di studio di scarso importo e numerose altre limitazioni e tuttavia risultò uno strumento molto utile per avviare alla professione universitaria e alla ricerca.

## La ricerca a livello nazionale

Negli anni '80 si ebbe una svolta importante nella ricerca: le università italiane cominciarono a collaborare su progetti comuni. Venne lanciato ad esempio il primo progetto del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) per l'Informatica: il PF1 (Progetto Finalizzato 1), che ha istituito l'Informatica in Italia. Tutta la ricerca nazionale sulla microelettronica fu finanziata dallo Stato per 20 anni con un investimento che corrisponderebbe a circa 300 milioni di euro di oggi. Questa cifra dilazionata in 20 anni è tutt'altro che cospicua, ma si raggiunsero comunque ottimi risultati. Il CNR assunse un ruolo di rilievo, creando all'interno dell'Istituto centri appositi che garantivano i finanziamenti, uno per ogni settore di ricerca: il Centro per le Telecomunicazioni Spaziali, il Centro per la Teoria dei Sistemi e il Centro di Sistemi per l'Elaborazione delle Informazioni. In questo modo la partecipazione ai congressi si fece più assidua, si potevano esportare idee, creare visibilità internazionale e, di ritorno, la ricerca cresceva.





## L'internazionalizzazione

L'esperienza di internazionalizzazione del Politecnico nacque senza dubbio all'Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica, che nel 1982 divenne Dipartimento di Elettronica. Durante i loro soggiorni nelle università americane i docenti del DEI avevano avuto occasione di conoscere altri colleghi europei, che si trovavano negli USA per gli stessi motivi di ricerca. Anche grazie a queste conoscenze, negli anni '80 si cominciò a cooperare a livello europeo. Il DEI fu propulsore in questa apertura internazionale. La svolta fondamentale avvenne nel 1982 con CVT (CAD VLSI for Telecommunications), il primo progetto europeo del Dipartimento. Il progetto si concentrava sulla progettazione di dispositivi microelettronici per le telecomunicazioni.

## L' entusiasmo dei ricercatori

Nel 1982 l'Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica divenne Dipartimento di Elettronica. In quello stesso anno nel Dipartimento confluì il Laboratorio di Elettronica diretto da Emilio Gatti, che aveva operato presso l'Istituto di Fisica fin dagli anni '50. Un dottorando degli anni '80, oggi docente, ricorda: "Ricercatori, dottorandi e tesisti ebbero la fortuna di vivere anni entusiasmanti in un ambiente stimolante. Si faceva ricerca con pochi strumenti, ma si ottenevano risultati importanti anche a livello internazionale. Le tesi di quegli anni erano lavori tecnologicamente all'avanguardia, comportavano sempre innovazione e creavano spunti per il futuro. L'impegno era tanto sia da parte dei docenti che degli studenti: il professore che seguiva il mio lavoro mi chiamò dall'aeroporto alla vigilia di Natale per discutere punti della tesi consegnata solo il giorno prima!"

## Verso gli Stati Uniti

Stimolati dai loro docenti, anche i dottorandi e ricercatori degli anni '80 e '90 vissero la loro 'avventura americana'. I laboratori statunitensi erano all'avanguardia tecnologica ed era motivo d'orgoglio essere invitati. Un docente racconta: "La differenza nel fare ricerca era enorme: in Italia vi erano numerose limitazioni, mentre negli Stati Uniti l'unico limite erano... le





capacità stesse del ricercatore. La strumentazione si rendeva disponibile quasi immediatamente. Era importante inoltre la vicinanza con persone competenti: ai Bell Labs si imparava anche solo andando a pranzo in mensa con i colleghi." Un docente, allora ricercatore, ricorda: "In università come Stanford esistevano strumenti e calcolatori che nel 1985-86 in Italia non esistevano ancora, macchine all'avanguardia 500 volte più potenti. Tutto questo permetteva a noi ricercatori italiani di progredire più in fretta e di raggiungere traguardi della massima importanza a livello internazionale, destando in alcuni casi ... anche l'interesse dei servizi segreti. Quando mi trovavo a Stanford, impegnato nelle ricerche sui radar, fui prelevato dagli uomini della CIA in completo nero e occhiali scuri, trasportato in una delle sue sedi e invitato a spiegare gli ultimi sviluppi della mia ricerca. Tale era l'importanza dei risultati ottenuti!"

## Nasce il Dottorato di Ricerca

Nei primi anni '80 la crescita dei finanziamenti contribuì anche alla nascita del Dottorato di Ricerca, che in vari altri paesi già esisteva da lungo tempo. In Italia la sua nascita era stata fermata nel 1965, quando un disegno di legge, che già prefigurava i 3 livelli di studi, non passò per la caduta del governo e conseguente fine della legislatura. Il Dottorato dunque nacque solo agli inizi degli anni '80, sovvenzionato con borse di studio di basso importo, con il divieto di avere altre fonti di guadagno che non fossero diritti d'autore o beni di famiglia e con un numero di posizioni molto limitato. Tuttavia risultò uno strumento molto utile per avviare alla professione universitaria e alla ricerca.

## DOPO IL 1990

Il Dipartimento di Elettronica e Informazione del Politecnico di Milano è orgoglioso della propria storia e ricorda con affetto i suoi personaggi e i suoi episodi dal dopoguerra fino agli anni '80. Tuttavia il DEI è un organismo vivo, in costante cambiamento, e proiettato sul futuro: nuove ricerche, nuove tecnologie e nuovi protagonisti lo rendono moderno e attuale, pronto alla competizione internazionale e stimolo propulsivo di evoluzione verso la società italiana.





# APPROFONDIMENTI

## I PERSONAGGI

### Ercole Bottani

Dal 1941 al 1962 Bottani fu direttore dell'Istituto di Elettrotecnica Generale. Nel 1955, a causa della morte prematura del direttore Vecchiacchi, assunse la direzione anche dell'Istituto di Comunicazioni Elettriche, finché nel 1963 non fuse i due Istituti nell'Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica, che resse fino al 1965. Un suo allievo ricorda: "Bottani era 'il cattedratico', una delle personalità leader del Politecnico di Milano. Negli anni del dopoguerra i professori universitari erano anche personalità civili e politiche e partecipavano attivamente alla rinascita del paese: Bottani era Commissario Governativo per l'energia elettrica in alta Italia e Presidente della Metropolitana Milanese." Grazie a Bottani nacquero nel nuovo Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica 3 laboratori: Informatica, Sistemi e Comunicazioni. Questi laboratori rappresentavano le tre linee di evoluzione dell'Elettronica, le famose "3 C": Calcolatori (Informatica), Controlli Automatici (Sistemi), Comunicazioni Elettriche (Comunicazioni).

### Emilio Gatti

Personalità geniale e creativa, Emilio Gatti già negli anni '50-'60 era un leader nel settore dell'elettronica, riconosciuto a livello internazionale. Vinse il primo concorso a cattedra di Elettronica in Italia e nel 1957 divenne il ventunesimo professore ordinario del Politecnico di Milano, alla Facoltà di Ingegneria. Si dedicava alla ricerca con grande capacità scientifica e passione, pubblicando in inglese su riviste internazionali. Negli anni '50-'60 aveva ideato soluzioni innovative per problemi fondamentali in Elettronica Nucleare, che gli valsero ampia stima anche negli Stati Uniti. La prestigiosa IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) lo nominò Fellow nel 1973 e gli attribuì nel 1984 un importante riconoscimento: la IEEE Centennial Medal. Alle sue lezioni attraeva pubblico proveniente anche da





molto lontano. I suoi studenti ricordano: “Docente brillante e tipico scienziato geniale, sbadato e pasticcione, entrava in distinto abito blu a lezione e ne usciva praticamente imbiancato di gesso, perché, preso dalla foga della spiegazione, finiva con il ripulire il cancellino sul proprio abito!”

## Luigi Dadda

Dopo la laurea nel 1947, Luigi Dadda diventò assistente di Bottani, presso il Centro di Modelli Elettrici dell’Istituto di Elettrotecnica Generale. Ottenuta la libera docenza nel 1953, si recò negli USA per occuparsi del famoso calcolatore che avrebbe dato inizio alla storia dell’informatica in Italia. Da allora la carriera accademica di Dadda fu un crescendo, fino alla carica di Rettore. I suoi discepoli raccontano: “Dadda fece nascere l’Informatica a livello nazionale, fu preveggenete ed innovativo nel credere in questa nuova disciplina. Lanciava sfide scientifiche ai suoi assistenti, lasciandoli liberi di lavorare o addirittura di litigare per arrivare a risultati positivi.” Il suo legame affettivo col calcolatore fu sempre molto forte, tanto che Biondi ricorda ancora: “Quando divenni direttore dell’Istituto, per esigenza di spazi, proposi a Dadda di regalare il calcolatore al Museo della Scienza e della Tecnica di Milano, ma Dadda mi rispose: ‘Biondi tu mi vuoi togliere un pezzo del mio cuore!’.”

## Emanuele Biondi

Emanuele Biondi entrò nel 1953 come assistente all’Istituto di Elettrotecnica Generale, allora diretto da Ercole Bottani. Biondi nacque dunque elettrotecnico, ma ben presto Bottani gli assegnò il settore dei controlli automatici. La ricerca al DEI in questo campo ebbe così avvio con un primo grande lavoro di Biondi per la Pirelli Cavi. Dagli anni ’60 Biondi spostò i propri interessi verso lo studio dei sistemi in generale, fondando il Centro di Teoria dei Sistemi del CNR, che sviluppò anche i settori di ricerca in bioingegneria ed economia e gestione aziendale. Chi ha lavorato con lui racconta: “Biondi era famoso per la passione che riusciva a trasmetterci, spronandoci verso la ricerca in nuovi settori, per poi lasciarci procedere liberamente, senza pretendere riconoscimenti”. Biondi continua tutt’oggi ad essere un entusiasta nel coinvolgere le persone e coltiva interessi





intellettuali di vario tipo. Questa sua indole trova conferma nelle parole con cui Bottani lo accolse come professore al Politecnico: “La Facoltà si aspetta che tu eserciti le tue capacità innovative per cercare di apportare modifiche all’esistente”.

## Biondi e il '68

Emanuele Biondi nel '68 si rendeva conto che il Politecnico doveva ‘svecchiarsi’. Vi erano nei piani di studio materie inappropriate, come ad esempio tre insegnamenti di chimica obbligatori per gli studenti di elettrotecnica. Per questo motivo era ben disposto ad ascoltare gli studenti che stavano portando avanti la contestazione. Si ritrovò nella Commissione paritetica, composta da professori e studenti, che aveva il compito di stilare un documento che prevedesse i cambiamenti utili. Il professore ci si buttò con entusiasmo, ma purtroppo, dopo aver approvato il documento, gli studenti di Ingegneria si unirono a quelli di Architettura nell’occupazione..... e non se ne fece più nulla. Anni dopo, Biondi incontrò casualmente in treno il Presidente dell’Assemblea degli Studenti di allora, al quale espose le sue rimostranze per quell’episodio. L’ex studente gli rispose che il professore aveva frainteso ingenuamente le richieste del movimento studentesco: agli studenti allora non interessava la riforma universitaria, ma la riforma politica del sistema. In quegli anni difficili Biondi cercò sempre di mediare tra studenti e docenti. Gli capitò anche di impedire una ‘spedizione punitiva’ degli studenti contro un docente allora esposto politicamente, sbarrando di persona la porta del suo studio e dicendo coraggiosamente: “Per entrare in questo studio dovete passare sul mio corpo!”.

## Lorenzo Lunelli

Insieme a Dadda, Biondi e Carassa, Lorenzo Lunelli era uno dei “quattro moschettieri” discepoli di Bottani. Lunelli percorse in seguito un cammino autonomo rispetto ai colleghi, che subito invece costituirono gruppi di ricerca nei settori delle famose 3 C: Calcolatori, Controlli e Comunicazioni. Lunelli si occupò di Teoria dell’Informazione e della Trasmissione e condusse diverse ricerche nel campo strettamente matematico, collaborando molto con i colleghi del Dipartimento di Matematica. Lunelli





ricoprì cariche importanti. Dal 1972 al 1975 fu Direttore dell'Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica e dal 1982 al 1984 guidò la trasformazione dell'Istituto in Dipartimento di Elettronica. La sua attività di ricerca, intensa ed ampia, riguardò molti settori dell'Elettrotecnica, della Teoria dell'Informazione e della Trasmissione, della Matematica Finita e Combinatoria, nonché aspetti teorici e applicativi riguardanti i calcolatori elettronici.

## Francesco Carassa

Nel ricordo dei suoi studenti, Francesco Carassa era un docente molto valido e amato. Le sue lezioni erano belle e gli esami non banali; consistevano nel risolvere un problema così complesso, che si diceva: "Non si diventa ingegneri se non si supera l'esame di Carassa". Carassa era considerato il padre delle telecomunicazioni spaziali in Italia. Ricopriva posizioni importanti: era Presidente dello CSELT (Centro Studi E Laboratori Telecomunicazioni) e del Consiglio Scientifico dell'ESA (European Space Agency). Fu inoltre Rettore durante gli anni della contestazione: sui muri si potevano leggere scritte come "Contro Carassa lotta di massa". Teneva molto alla didattica: un lunedì fece lezione dalle 9.00 alle 10.00, volò a Parigi per presenziare al Consiglio Scientifico dell'ESA e poi dormì in aeroporto per prendere il primo volo disponibile per essere in aula il mattino successivo. I colleghi raccontano: "Negli ultimi anni dovette affrontare una decadenza fisica, ma non intellettuale: continuò sempre a studiare ed interessarsi. Carassa era una personalità indipendente e riteneva che un professore non fosse al servizio di nessuno, se non dell'Università. Era rispettoso, ma non esprimeva pareri positivi per pura piaggeria, nemmeno con personalità importanti".





## L'ISTITUTO

### L'Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica

In origine il DEI era denominato Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica e si trovava dove oggi si trova il Dipartimento di Fisica. L'Istituto ospitava 3 grandi settori di ricerca, come si diceva allora le famose 3C: Comunicazioni Elettriche, Calcolatori e Controlli Automatici. Al piano terra si trovava lo studio di Bottani, insieme all'aula dove faceva lezione e agli uffici di Dadda, Biondi e Lunelli. Nel cortile all'interno, coperto da una vetrata, vi era il laboratorio didattico: d'estate un 'forno' con il calore moderato da spruzzi d'acqua. Al primo piano si trovavano gli uffici del gruppo di giovani che Carassa stava formando. Carassa, Biondi, Dadda andavano definendo tre delle quattro anime del futuro Dipartimento: Telecomunicazioni, Automatica, Informatica. Gli Elettronici invece si stavano formando intorno a Gatti. Alla fine degli anni '60 l'Istituto si trasferì nel nuovo edificio davanti al Campo Sportivo Giuriati, con spazi adeguati per tutti i gruppi.

### I "cenini"

Capitava spesso che laureati del Politecnico, che ormai lavoravano nell'industria, mettessero a disposizione dei docenti le loro capacità tecniche per attività varie di ricerca. Purtroppo però dovevano farlo a titolo gratuito, non potendo essere pagati su nessun capitolo di spesa. Allora per ricompensarli, si avviò la tradizione di organizzare cene, i famosi "cenini", molto apprezzate da professori ed esterni. Era rito che durante questi eventi, il docente che aveva fatto l'invito tenesse un discorso, per lo più non particolarmente coinvolgente. Ma quando toccò a lui, Luigi Dadda trovò il modo di risultare simpatico. Egli stesso racconta: "Avendo organizzato una cena in Valtellina, mi documentai sulla polenta taragna. Trovai la tesi di laurea in lettere di Veronelli, svolta sulla traduzione di un testo di ricette del latino Apicio. Con il testo latino e la traduzione italiana a fronte, tenni una lezione sulla polenta taragna, che fece divertire tutti!"





## “Col cappello in mano”

All'inizio Bottani non credeva molto nell'Elettronica, ma poi si lasciò convincere e diede vita al Dipartimento di Elettronica. I docenti più anziani ricordano: “Bottani ripeteva sempre che per costruire l'edificio del Dipartimento era andato ‘col cappello in mano’ a chiedere l'elemosina a tutte le grandi società italiane.” In realtà, le cose andarono in modo leggermente diverso. Nel periodo dell'‘austerità’ Bottani fu nominato Commissario Governativo per l'energia elettrica: spettava a lui decidere a quali aziende italiane somministrare energia elettrica. Contemporaneamente fu istituita la Comunità Europea del Carbone e dell'Acciaio, che stabiliva le quantità di carbone da assegnare alle singole aziende. Le aziende italiane decisero di costituire un consorzio, a capo del quale misero Bottani, per distribuire a livello nazionale il carbone assegnato dall'Europa. Al momento della chiusura, il consorzio decise che l'avanzo di soldi non dovesse essere ripartito tra le diverse società, ma dovesse essere consegnato a Bottani come riconoscimento: Bottani lo utilizzò per costruire il Dipartimento.

## IL CALCOLATORE

### Il primo corso sul calcolatore

Fino agli anni '80 la legge italiana non prevedeva un corso di Informatica nel piano di studi della laurea in Ingegneria, mentre prevedeva un corso di Comunicazioni Elettriche e uno di Radiotecnica. Bottani invece molto prima aveva intuito l'importanza di una ‘Elettronica allargata’, che comprendesse le comunicazioni elettriche, ma anche l'informatica e i controlli automatici. Già nel 1955 il calcolatore entrava nella didattica del Politecnico di Milano, in anticipo su qualsiasi altra università italiana, ma vi entrava come corso supplementare, facoltativo, perché non incluso nel piano di studi imposto dal Ministero. Ci furono anche difficoltà all'interno della Facoltà, riguardo al nome da assegnare al corso. Dadda ricorda di aver proposto ‘Sistemi per l'elaborazione delle informazioni’, ma un eminente professore di meccanica





avanzò l'obiezione che non poteva esistere un corso di ingegneria in cui non si parlasse di 'impianti'! Dadda dapprincipio non voleva usare questa parola, perché temeva confusione con altri tipi di impianti, come ad esempio quelli di condizionamento. Alla fine però il corso venne chiamato: 'Impianti per l'elaborazione delle informazioni'.

## “Gli strumenti del futuro”

Negli anni '50 non a tutti i professori del Politecnico era chiaro che l'elettronica avrebbe avuto un gran futuro. I più ritenevano che affidarsi all'elettronica significasse “prendere le misure con un metro di gomma”, intendendo che non avrebbe mai potuto dare misure precise. Lo stesso Bottani era molto perplesso, ma a convincerlo pensò Dadda, che ricorda: “Per risolvere il problema di calcoli di alta complessità, nel 1947 Bottani aveva istituito al Politecnico, col supporto del CNR, un Laboratorio di Studio sui Modelli Elettrici. Nello stesso tempo e allo stesso scopo a Roma il CNR aveva fondato un Istituto Nazionale per le Applicazioni del Calcolo, diretto da Mauro Picone. I due centri erano in una certa competizione. Quando Picone, dopo numerosi ma infruttuosi tentativi, chiese a Bottani di aiutarlo a risolvere un'equazione a nove incognite per la costruzione della diga del Vajont, Bottani assegnò il compito a me. Col calcolatore risolsi l'equazione in 15 minuti. Bottani stupefatto fu al colmo della gioia: la soluzione veloce gli permetteva di dimostrare quanto fosse valido il Politecnico! Mi convocò nel suo ufficio per comunicarmi che avrei dovuto continuare a dedicarmi allo studio dei calcolatori, strumenti del futuro.”

## I primi computer

Negli anni '60 docenti come Dadda e Grasselli guidavano il laboratorio di Informatica dell'Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica. Il lavoro, molto sperimentale, consisteva nella programmazione dei calcolatori gestiti dal Centro di Calcolo. All'epoca infatti gli utenti non potevano fare un uso diretto del calcolatore. In quegli anni sopravviveva ancora, ma a stento, uno dei primi calcolatori a transistori, la Olivetti Elea 6001, su cui gli studenti facevano i primi programmini. Successivamente venivano promossi all'uso dell'IBM 7040, che permetteva di elaborare programmi





significativi. Nel 1966 circa venne acquisito, sempre per il Centro di Calcolo, il primo vero grosso calcolatore: l'UNIVAC 1108. Finalmente poi arrivò il primo minicomputer, il PDP8, dotato di schermo e video: era un computer studiato per un'interfaccia interattiva, dotato di penna luce, ma purtroppo si guastava ogni mezzora. Era il tipo di calcolatore che prefigurava l'esistenza dei sistemi chiamati "embedded", l'inizio di un nuovo modo di vedere il calcolatore come uno strumento che si inserisce ovunque.

## Il Centro di Calcolo

Al Politecnico esisteva un Centro di Calcolo, dove una schiera di tecnici laureati fungeva da tramite tra l'utente e il sistema. L'utente portava il suo scatolone di schede perforate al tecnico, poi tornava a ritirare i risultati. Il personale tecnico aiutava gli utenti non esperti a capire se c'erano errori. Infatti, il minimo errore sulle schede perforate comportava la perdita di un'intera giornata lavorativa e quindi si prestava la massima attenzione prima di lanciare i programmi. Era molto importante anche l'ordine delle schede: famoso fu l'episodio del gesuita Padre Busa, che si rivolse al Centro di Calcolo dopo aver trascritto su schede perforate l'intera produzione di Tommaso d'Aquino. Durante il trasporto degli scatoloni che contenevano le schede, si rovesciò il camion: ci volle una settimana per riordinare tutto il materiale. Una volta alla settimana si fermava tutto il Centro per procedure di manutenzione alle macchine. Il Politecnico poteva permettersi queste macchine all'avanguardia, che allora costavano un milione di dollari, perché vendeva tempo di calcolo alle aziende milanesi e lombarde. Il personale e gli studenti del Politecnico avevano un limite di tempo assegnato per usare il Centro di Calcolo, oltre il quale occorreva pagare.

## L'evoluzione della didattica

Il problema di integrare le innovazioni tecnologiche nella didattica è presente fin dagli anni '50 per la rigidità dei piani di studio ministeriali. Per esempio, durante l'anno accademico 1956/57, il Politecnico decise di introdurre autonomamente nella laurea di Ingegneria industriale





elettrotecnica, un indirizzo “elettronico e delle comunicazioni elettriche”, per poter trattare argomenti legati alle tecnologie che stavano allora emergendo, come il computer arrivato con Dadda dagli USA. Finalmente nel 1960 nuove leggi consentirono a livello nazionale il varo ufficiale della laurea in Ingegneria Elettronica. Dopo la confusione del '68, la laurea in Ingegneria Elettronica fu organizzata con un biennio iniziale di preparazione generale, cui seguivano gli indirizzi di Elettronica, Calcolatori, Comunicazioni, Sistemi. L'offerta didattica si arricchì anche di corsi quali Economia e organizzazione aziendale, Elettronica biologica, Ricerca operativa, embrioni che daranno origine poi ai nuovi Dipartimenti di Bioingegneria e di Ingegneria Gestionale. Negli anni successivi, i vari filoni di ricerca portarono gradualmente ad una naturale suddivisione e ampliamento dei corsi di laurea, che nel 1990 divennero 3: alla laurea in Elettronica si aggiunsero quelle in Informatica e in Telecomunicazioni, distinte ma sempre interagenti tra loro. Uno dei due indirizzi della laurea in Ingegneria Informatica (“Sistemi informatici” e “Automatica e Sistemi di automazione”) diede origine nel 2001 ad una quarta laurea in Ingegneria dell'Automazione.

## LA RICERCA

### L'automatica e l'internazionalizzazione

Nei primi anni '60, si cominciò a fare ricerca nel campo dei controlli automatici. Si verificò allora un episodio emblematico di quanto fossero difficili le comunicazioni con l'estero. Uno dei protagonisti racconta: “Mentre a livello internazionale ormai da qualche anno Rudolf E. Kalman aveva dato vita alla famosa rivoluzione delle ‘Variabili di Stato’, negli scantinati dell'Istituto io e un collega, allora due giovani ricercatori, arrivammo alle stesse conclusioni di Kalman. Pensammo di aver raggiunto per primi un traguardo ancora sconosciuto nel settore, non essendo a conoscenza di quanto era già avvenuto negli USA. Purtroppo dovemmo ricrederci, non appena la notizia finalmente si diffuse anche in Italia.” Nel 1967 i ricercatori dell'Istituto pubblicarono alcuni lavori sulla ‘sensitività dei sistemi’ che





ebbero notevole riscontro internazionale. Al gruppo di ricerca venne allora affidata l'organizzazione ad Ischia del secondo Simposio sulla 'Sensibilità dei sistemi'. L'evento suscitò notevole entusiasmo, perché fu la prima reale occasione di visibilità internazionale. Tra i primi successi internazionali vi fu anche un libro sulla dinamica della programmazione, pubblicato con Academic Press, casa editrice allora diretta da Richard Bellman, l'inventore di questa disciplina.

## L'evoluzione dell'Elettronica

Nel 1962 l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) istituì al Politecnico un laboratorio di elettronica nucleare, diretto da Emilio Gatti. Gatti si dedicò allo sviluppo dell'elettronica per estrarre il segnale, che contiene l'informazione di interesse, dal rumore e utilizzarlo. Negli anni '70 sviluppò anche applicazioni di elettronica biomedica, relative al rilevamento di mappe dinamiche di potenziale del torace e misure Doppler di velocità del sangue in vena. Nel 1983 Gatti inventò un nuovo principio per rivelatori di radiazione e realizzò la "Semiconductor Drift Chamber" (SDC), uno strumento innovativo da utilizzare per analisi in campo biomedico, per l'analisi dei beni culturali e per la diagnostica con raggi X in generale. Le tecniche di "conteggio di fotoni", avviate da Gatti negli anni '60 con lavoro pionieristico su rivelatori nucleari a scintillazione, diedero origine all'ideazione e allo sviluppo di rivelatori microelettronici di singoli fotoni (Single-Photon Avalanche Diodes SPAD) e della relativa elettronica. In questo campo il laboratorio acquisì una leadership, riconosciuta a livello internazionale. Negli anni '80 si avviò lo studio delle memorie a semiconduttore, essenziali per sistemi elettronici digitali ed elettronica per comunicazioni. Negli anni '90 si ampliò la ricerca sui circuiti integrati: in laboratorio si svolgevano la progettazione e i test dei prototipi realizzati da servizi industriali di "silicon foundry" divenuti disponibili.

## Le origini del progetto Sirio

All'inizio degli anni '60 Carassa, erede di Vecchiacchi, creò un laboratorio al primo piano dell'Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica, in cui i suoi assistenti iniziarono a lavorare sui demodulatori di frequenza per





applicazioni satellitari. Carassa allora lavorava alla Magneti Marelli, ma passava ogni sera intorno alle 18.00 per verificare come procedeva l'attività di ricerca. Nel 1957 era stato lanciato lo Sputnik e cominciarono a svilupparsi le applicazioni spaziali, tra cui le telecomunicazioni: l'attenzione pubblica era rivolta allo spazio. Carassa, che nei laboratori della Magneti Marelli aveva condotto ricerche all'avanguardia sui ponti radio, una volta entrato in università, si dedicò alle telecomunicazioni via satellite. Cominciò ad analizzare una gamma di frequenza superiore rispetto a quelle utilizzate fino ad allora. Con il supporto del Consiglio Nazionale delle Ricerche promosse il progetto Sirio, un satellite per la trasmissione a frequenze fino a 18Ghz. Nel 1963 erano già avvenute in Italia ricezioni dai primi satelliti americani per telecomunicazioni, ma fu Sirio il primo satellite italiano, lanciato in orbita dalla NASA da Cape Canaveral nel 1977.

## La Stazione di Spino d'Adda

A cavallo tra gli anni '60 e '70 nacque la Stazione Sperimentale di Spino d'Adda, concepita e progettata come sito per gli studi di propagazione radio e radio-climatologia e per gli esperimenti di comunicazione in tutte le frequenze oltre i 10 GHz. La stazione fu poi equipaggiata con terminali satellitari, un radar meteorologico, radiometri e sistemi di acquisizione ed elaborazione dati. Divenne operativa nel 1976 come stazione principale per la sperimentazione del satellite Sirio. Il terreno di Spino venne ceduto a prezzo simbolico dall'ENI, per i buoni rapporti che intercorrevano con il Politecnico. Venne scelto un luogo lontano dalla città per questioni di visibilità tra stazione e satellite. La stazione è oggi in fase di ammodernamento: l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) ha recentemente erogato al DEI un importante finanziamento per il ripristino e l'aggiornamento delle apparecchiature, in vista dei prossimi esperimenti previsti con il lancio del satellite europeo Alphasat, pianificato per la fine del 2012.

## II CNR

IL CNR, Consiglio Nazionale delle Ricerche, dagli anni '50 fino agli anni '90, era l'agenzia che finanziava e sviluppava la ricerca in Università con fondi statali. Al DEI si istituirono tre centri CNR, che attirarono molti





fondi e offrirono maggiori possibilità di partecipare ai congressi: Teoria dei Sistemi, Sistemi di Elaborazione delle Informazioni e Telecomunicazioni Spaziali. Il CNR fungeva da incubatore di molti docenti del DEI: poiché al suo interno non offriva una prospettiva di avanzamento professionale, assumeva i giovani come ricercatori, poi li passava all'Università. Alla fine degli anni '90, in seguito alla ristrutturazione, i 3 Centri furono chiusi ed i relativi gruppi di ricercatori furono aggregati a Istituti di ricerca del CNR. Attualmente rimane al DEI una piccola sezione dell'Istituto CNR (IEIT, Istituto di Elettronica e di Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni), che ha sede centrale a Torino.

## La bioingegneria e l'ingegneria gestionale

Le ricerche di Emanuele Biondi nel campo della bioingegneria si svilupparono grazie ad una vicenda familiare che lo portò ad interessarsi agli studi sulla sordità. Il professore ricorda: "In occasione del funerale di mio padre, incontrai una cugina affetta da sordità parziale. Allora cominciai a dedicarmi allo studio dei segnali uditivi per cercare di capire se si poteva ancora recuperare qualche capacità di comprensione nei pazienti con residui di udito. Purtroppo, con la protesi prodotta, ottenni di far percepire ai quasi totalmente sordi solo 10/20 parole, ma il lavoro fu comunque importante per infondere in molti giovani la fiducia nell'avanzare della ricerca in bioingegneria". Un aneddoto su di lui racconta che, chiamandosi Emanuele, come un novello Messia, era l'Emanuele in grado di far "udire i ciechi e vedere i sordi". Biondi diede il primo impulso anche alle ricerche nel campo economico e gestionale. Dagli studi iniziali sui modelli econometrici e sui modelli predittivi del futuro, le prime ricerche nel settore applicarono la teoria dei sistemi per esempio alla previsione degli andamenti della borsa.

## La tecnica SAR

Negli anni '80 trovò nuovi inaspettati sviluppi un filone di ricerca delle telecomunicazioni che sembrava ormai consolidato: la tecnica SAR, i radar ad apertura sintetica. I ricercatori del Dipartimento, che in quel periodo lavoravano a Stanford, rivoluzionarono la ricerca e ottennero risultati





talmente all'avanguardia, che arrivarono a destare l'interesse della CIA. Alla fine degli anni '90 lo sviluppo e il potenziamento delle tecniche radar offrirono la possibilità di vedere cose prima impensabili e i risultati delle ricerche nel 2000 portarono alla fondazione della spin off TRE. A tal proposito un docente ricorda un episodio avvenuto all'inizio degli anni 2000: "A sera tarda, in un ufficio del DEI, io e un collega stavamo illustrando ad un consulente inglese come le nuove tecniche radar mostrassero molto bene gli abbassamenti del terreno in prossimità degli scavi della metropolitana londinese. All'improvviso l'inglese si accorse che in un punto non veniva mostrata la metropolitana, ma... la nuova sede dei servizi segreti inglesi! Riuscimmo così a dimostrare pienamente l'efficacia dello strumento, sebbene con qualche rischio imprevisto ... !"





## CREDITI

Questa narrazione è stata realizzata da Laura Brambilla (Ufficio Comunicazione DEI) per il Dipartimento di Elettronica e Informazione (DEI).

Coordinamento generale e supervisione scientifica: Paolo Paolini e Nicoletta Di Blas

Si ringraziano i professori intervistati per la loro disponibilità:

Luigi Dadda, Emanuele Biondi, Sergio Cova, Stefano Crespi Reghizzi, Carlo Ghezzi, Guido Guardabassi, Andrea Lacaïta, Diego Liberati, Emilio Matricciani, Claudio Prati, Fabio Rocca, Mariagiovanna Sami, Fabio Schreiber, Renato Stefanelli, Guido Tartara.

Si ringrazia inoltre:

- il Laboratorio HOC del Dipartimento di Elettronica e Informazione per il supporto tecnico;
- l'Archivio Storico del Politecnico di Milano per le fotografie e i documenti;
- il Servizio METID del Politecnico di Milano per i filmati;
- il Servizio Cultura dell'Area Comunicazione e relazioni esterne del Politecnico di Milano per le fotografie;
- i Proff. Sergio Bittanti e Sergio Brofferio per le fotografie;
- il Centro per la Cultura d'Impresa che ha fornito le fotografie relative ad Edison (<http://www.edisongeneration.it/>);
- l'Archivio Storico della Magneti Marelli per le fotografie;
- Elena Conchetto per la realizzazione di mappe e disegni;
- Voxfarm srl per la registrazione dei testi con voci di attori professionisti.

