

CONVEGNO  
CENTRI  
UNIVERSITARI  
DI CALCOLO



Pisa - 10 e 11 dicembre 1965

CONVEGNO  
CENTRI  
UNIVERSITARI  
DI CALCOLO



Pisa - 10 e 11 dicembre 1965

*Questo fascicolo raccoglie le relazioni presentate al Convegno "Centri Universitari di Calcolo" organizzato dal Centro Universitario di Calcolo Elettronico, e tenutosi in Pisa, presso l'Aula Magna Storica dell'Università, i giorni 10 e 11 Dicembre 1965.*

*I testi di alcune relazioni sono stati raccolti stenograficamente e non sempre si è potuto provvedere ad una loro revisione completa e sistematica. Ci scusiamo perciò con gli autori e con i lettori di eventuali improprietà e scorrettezze formali che potessero essersi generate o per improvvisazione oratoria o per manchevolezza stenografica e che fossero sfuggite al successivo controllo.*

## I N D I C E

### *Venerdì 10 Dicembre, mattino*

Comm. G. VUCCINO ( <i>IBM-Italia</i> )					
Relazione introduttiva			pag.	11	
Prof. A. FAEDO ( <i>Università di Pisa</i> )					
Università e industria		»		13	
Prof. A. GHIZZETTI ( <i>Università di Roma</i> )					
I centri di calcolo come strumento per la ricerca matematica		»		21	
Ing. S. BERNARD ( <i>IBM-Italia</i> )					
Il sistema C.A.I. per l'istruzione mediante calcolatori elettronici		»		27	
Dott. A. GIOVANI ( <i>IBM-Italia</i> )					
La multiprogrammazione		»		39	
Ing. G. SOMMI ( <i>IBM-Italia</i> )					
Il FORMAC: un'espansione delle possibilità dei linguaggi di tipo algoritmico		»		49	

### *Venerdì 10 Dicembre, pomeriggio*

Prof. M. VOLPATO ( <i>Università Ca'Foscari</i> )					
Un centro di calcolo universitario per la gestione scientifica dell'azienda		»		63	
Prof. A. ROMANO ( <i>Università di Bari</i> )					
Problemi organizzativi per un efficiente centro di calcolo		»		75	
Prof. A. BERIO ( <i>Università di Cagliari</i> )					
Creazione e sviluppo del centro di calcolo dell'Università di Cagliari		»		81	
Prof. G. COCCO ( <i>Università di Perugia</i> )					
Esperienze di cristallografia in tre diversi centri di calcolo		»		87	
Prof. L. LUNELLI ( <i>Università di Milano</i> )					
Servizi e prestazioni del centro di calcolo dell'Università di Milano		»		91	

Dott. R. PENNACCHI ( <i>IBM-Italia</i> )					
Criteri e controlli per la preparazione dei programmi standard		»		97	
Prof. G. TORRIGIANI ( <i>Università di Pisa</i> )					
Organizzazione del Centro Nazionale Universitario di Calcolo Elettronico presso l'Università di Pisa		»		103	

### *Venerdì 11 Dicembre, mattino*

Prof. R. ROSSI ( <i>Università di Bologna</i> )					
Gli studenti e il centro di calcolo		»		113	
Prof. R. RICCI ( <i>Università di Milano</i> )					
Attività didattica del centro di calcolo dell'Università di Milano		»		121	
Prof. L. DABONI ( <i>Università di Trieste</i> )					
Proposte per incrementare lo scambio di informazioni fra i vari Centri		»		129	
Dott. A. CHIARINI ( <i>CNEN di Bologna</i> )					
Lo scambio di programmi e l'organizzazione SHARE		»		133	
Ing. V. VANZO ( <i>IBM-Italia</i> )					
Rassegna tecnica e mezzi di elaborazione grafica		»		135	
Dott. C. SANTACROCE ( <i>IBM-Italia</i> )					
Relazione conclusiva		»		147	

VENERDÌ 10 DICEMBRE - MATTINO

I lavori hanno inizio alle 9 e 30. Presiede il  
Comm. Giulio VUCCINO, Presidente della IBM Italia.

## RELAZIONE INTRODUTTIVA

Comm. GIULIO VUCCINO

È con vivo piacere che, a nome della Presidenza dell' IBM Italia, felicito il nostro Centro Studi di Pisa per aver indetto questo convegno e porgo il piú grato benvenuto agli eminenti studiosi qui convenuti nella loro qualità di esponenti dei Centri Universitari italiani di calcolo.

Nello scorrere il programma dei singoli temi che verranno qui svolti, noto che vi sono compresi quelli che piú interessano il mondo economico italiano e ne cito alcuni:

- Università e industria
- La gestione scientifica dell'azienda
- Gli studenti e i centri di calcolo
- L'attività didattica,

ed ancora:

- La ricerca matematica

ed alcune particolari esperienze scientifiche in corso.

Come operatore economico, ed ancor piú, per la mia particolare ventura di potere — sempre che questo non suoni come mia presunzione — occupare un posto di osservazione di ciò che avviene in questo campo in Italia, mentre mi è dato di constatare che in alcuni settori si va facendo felicemente strada — fra l'altro — l'approccio scientifico nelle tecniche direzionali e nel « decision making », mi è doloroso osservare, esplorando il nostro orizzonte, quanto tuttora sussistano altrove gravi inefficienze.

Se, mercé la qualificazione di numerosi giovani studiosi, si potesse accelerare il ritmo nel debellarle, forse potremmo essere un

giorno sorpresi di constatare che la nostra economia non sarebbe poi così povera da non potere — più adeguatamente — sostenere la ricerca scientifica ed il progresso tecnologico ed organizzativo.

In un discorso tenuto in occasione di un convegno di esponenti di periodici tecnici americani, Thomas Watson Jr., Presidente della IBM americana, diceva giorni fa:

« Partiti con una economia industriale nella quale, operando, l'uomo ricava in maggioranza prodotti, e, passando attraverso un'economia che produce servizi, arriveremo — e per la prima volta nella storia mondiale — ad una economia della conoscenza, con più di metà delle nostre forze di lavoro impegnate nella produzione della informazione ».

Ed aggiungeva, fra l'altro:

« Deploro l'inefficienza, lo spreco, il letto di piume e l'adipe, ovunque si manifestino nella nostra economia. Sono questi, oltre a tutto, furti perpetrati nei confronti dei popoli che soffrono la fame ».

E noi, che, in Italia, a distanza di tempo, seguiamo del nostro meglio queste evoluzioni, ed alle volte per ingegno balziamo in avanti, abbiamo un entusiasmante cammino da percorrere, e poiché esso è principalmente affidato a voi, educatori ed uomini di scienza, ve ne portiamo riconoscenza e ammirazione.

## UNIVERSITA' E INDUSTRIA

Prof. ALESSANDRO FAEDO

I compiti fondamentali dell'Università italiana sono di promuovere l'alta cultura e la ricerca scientifica e di preparare i giovani alle professioni.

Questi compiti sono stati resi più ardui in questi ultimi decenni da cause svariate: anzitutto lo sviluppo vertiginoso della scienza e della tecnica, che ha aggravato oltremodo il problema delle attrezzature; altra causa fondamentale è il continuo aumento del numero degli studenti, dipendente dall'evoluzione in corso nella società e nella economia italiana, in cui l'industria va accentuando il suo carattere preminente, assorbendo forze di lavoro un tempo tradizionalmente occupate dall'agricoltura.

Si è avuta così la crisi dell'Università, di cui tanto si parla, per superare la quale sono allo studio profonde modifiche delle strutture tradizionali.

Da un lato la complessità dei problemi, sociali, culturali e scientifici, organizzativi e finanziari, da affrontare, esigerebbe un lungo studio e un accurato confronto con quanto fatto dalle nazioni più progredite, in modo da giungere a meditate soluzioni che realizzino un vero progresso, tenuto anche conto del trauma inevitabile in ogni cambiamento di struttura o di indirizzo; ciò porterebbe a rinviare di qualche anno le riforme. D'altro lato l'urgenza dei problemi da affrontare (basti pensare a quelli edilizi) esigerebbe che in alcuni settori si potesse intervenire subito, con soluzioni anche non definitive ma di pronto intervento, in modo da prolungare la vita della grande malata in attesa che gli illustri clinici politici studino una adeguata terapia.

Che si sia seguito questo duplice indirizzo non direi, anzi è capitato talvolta che questi clinici hanno contribuito ad aggravare in modo assai pericoloso i mali, con provvedimenti intempestivi e demagogici.

Un esempio di ciò è la recente ammissione alle facoltà scientifiche dei diplomati degli istituti tecnici.

Cinque anni or sono tale ammissione era stata subordinata a un esame, riservando ai diplomati un numero limitato di posti, stabilito da ciascuna Facoltà a seconda delle proprie attrezzature e della propria capacità ricettiva.

La legge prevedeva che dopo quattro anni tale esame sarebbe stato soppresso; in questi quattro anni si pensava che sarebbe entrato in funzione il piano della Scuola, che avrebbe dato alle Università i mezzi finanziari per costruire i locali e preparare le attrezzature per accogliere le nuove masse.

Invece il piano non è stato ancora approvato e i legislatori non hanno avuto il coraggio di rinviare a dopo la sua attuazione la libera ammissione dei diplomati. Quest'anno abbiamo praticamente un numero quasi doppio di studenti al I° anno di ingegneria e in altri corsi di laurea della Facoltà di scienze, per i quali mancano locali e attrezzature; le Università si trovano ad affrontare problemi di emergenza da periodo bellico. Tanto per citare un esempio, qui a Pisa abbiamo attrezzato ad aula anche la sala di un cinema e cerchiamo, con l'arte tutta italiana di arrangiarsi, di fornire a questi giovani insegnamenti ed esercitazioni in modo il più possibile adeguato. Debbo riconoscere che, nell'estremo disagio in cui si trovano studenti e docenti, si ha per ora il conforto di constatare che le nuove leve di giovani frequentano i corsi e studiano con vero impegno; ciò impone ai docenti di fare ogni sforzo per non deludere la loro attesa e ciò deve persuadere i giovani a sopportare con animo più sereno gli inevitabili sacrifici di questi tempi di emergenza, che ci auguriamo abbiano presto a finire.

Le riforme che attendiamo, in particolare quella delle lauree a diversi livelli, ci metteranno in grado di preparare dei professionisti per quantità e qualità più prossimi alle richieste della attuale società.

Ma le riforme universitarie, per quanto profonde e illuminate possano essere, da sole non basteranno.

Un'altra modifica è essenziale per superare la crisi e cioè che il principale utente dell'Università, l'industria italiana, voglia e possa collaborare più attivamente al suo progresso, contribuendo all'adeguamento delle attrezzature e alla organizzazione di corsi a carattere professionale, che facilitino un più rapido inserimento dei laureati nel mondo della produzione.

D'altra parte l'Università deve dare la sua collaborazione di uomini e di attrezzature all'industria e all'agricoltura, sia per aver modo di esercitare gli studenti e il proprio personale delle Facoltà tecnologiche a problemi di carattere applicativo, sia per contribuire al progresso più avanzato e per dare maggiore impulso e sicurezza per l'avvenire ai settori economici della zona in cui l'Università stessa vive.

Anche se nel passato vi sono stati notevoli esempi di questa collaborazione, si deve riconoscere che poco è stato finora fatto in questo campo, non essendo forse i tempi ancora maturi; un segno di ciò è l'atteggiamento punitivo del fisco nei riguardi delle liberalità temerariamente concesse alle Università. Un cambiamento di indirizzo si è avuto solo recentemente (legge 24 luglio 1962, numero 1073, art. 45) con la disposizione che le somme erogate da imprese e da privati, a titolo di liberalità, a favore delle Università o delle istituzioni scientifiche, sono detraibili dal reddito dichiarato agli effetti tributari, fino alla concorrenza del 10% del reddito stesso. A parte quella limitazione del 10% volta ad avvertire gli incauti che volessero esagerare nell'aiutare il progresso scientifico, tale legge è insufficiente perché non è soltanto con erogazioni di somme che l'industria può aiutare l'Università, ma anche dando in uso attrezzature e laboratori, istituendo cattedre e posti di ricercatori, ecc..

Oggi un ente che, volendo promuovere un settore avanzato nella ricerca scientifica, convenzioni una cattedra con una Università, deve ad esempio pagare l'imposta generale sull'entrata sulla somma che dà all'Università, perché, ragiona il fisco, fa tale convenzione nel suo interesse.

Nella collaborazione dell'Università con l'industria può essere preminente in una certa fase l'azione degli istituti universitari e in un'altra l'intervento dell'industria: il bilancio va fatto soltanto alla fine e sulla base dei risultati conseguiti.

I settori in cui più proficua può esercitarsi la collaborazione tra Università e industria sono quelli della preparazione più specializzata dei laureati, dell'aiuto da parte dell'industria ad adeguare le attrezzature dei laboratori e a far coltivare nelle Università alcuni indirizzi di ricerca, che altrimenti rischierebbero di restare sacrificati nelle inevitabili scelte imposte dalla limitazione dei mezzi; d'altro canto l'Università può recare notevoli contributi all'industria concorrendo, con il suo personale altamente specializ-

zato, alla soluzione di quei problemi scientifici o tecnologici per i quali è richiesto il suo intervento.

Desidero illustrare ciò con alcuni esempi, scelti nell'Università di Pisa, che, per la varietà delle esperienze accumulate, ritengo abbiano un interesse generale.

Nel quadro dell'attuale ordinamento universitario, la più efficace collaborazione didattica fra università e industria si ha nei corsi di specializzazione per laureati. A riforma attuata si vedrà se tale collaborazione possa iniziare anche a livelli inferiori; basti pensare ai corsi organizzati dall'IRI per preparare i « tecnici superiori ».

Nella nostra Facoltà di ingegneria abbiamo vari esempi di corsi di specializzazione professionale organizzati in collaborazione con l'industria. Ad es., il Centro studi sulle costruzioni metalliche, finanziato dalla Dalmine e da altre Società del gruppo Finsider, organizza da molti anni corsi per la specializzazione degli ingegneri in questo campo; le industrie contribuiscono, sia finanziando i corsi che si svolgono nel nostro Istituto di scienza delle costruzioni e concedendo cospicue borse di studio, sia organizzando periodi di tirocinio dei giovani nei loro stabilimenti. La maggior parte degli ingegneri, che hanno frequentato questi corsi, sono poi stati assunti in una delle aziende dove essi avevano potuto compiere il loro tirocinio.

Un altro esempio è il corso di perfezionamento in ingegneria nucleare, dedicato soprattutto all'impiantistica, che si svolge ormai da 10 anni presso la Facoltà di ingegneria.

Inaugurando questo anno il corso, il Prof. Angelini, direttore generale dell'ENEL, non solo si è complimentato per i risultati conseguiti ma ha confermato di essere intenzione dell'ENEL di appoggiarsi sempre alle Università per i corsi di perfezionamento e per quelli di aggiornamento del proprio personale tecnico, corsi questi che sono stati pure organizzati in passato presso la Facoltà di ingegneria.

Caratteristica comune di questi corsi è che in essi non si svolge soltanto l'attività didattica, ma che, dato il loro carattere di alta specializzazione, spesso si arriva ai limiti di quanto è ancora sconosciuto in quel campo; pertanto i docenti e gli allievi, costituendo gruppi di studiosi specializzati ed affiatati, sono portati a sviluppare la ricerca scientifica, giungendo spesso a risultati di alto

valore; tali sono le ricerche compiute nel Centro sulle costruzioni metalliche sui grandi serbatoi e sui grandi ponti sospesi, in particolare lo studio per il ponte sullo Stretto di Messina; fra gli studi compiuti nel campo dell'ingegneria nucleare cito il progetto per un grande impianto di desalinizzazione dell'acqua marina.

Un altro esempio di collaborazione fra università e industria nella Università di Pisa è davanti ai nostri occhi nella costituzione del CNUCE, della cui organizzazione parlerà oggi il prof. Torrigiani.

Come è ben noto, l'IBM-Italia ha dato in uso alle Università italiane un grande elaboratore 7090, che è stato recentemente installato presso la nostra Università; esso è stato dato in uso per cinque anni, prevedendosi, dopo tale periodo, la sua sostituzione con apparecchiature più recenti, dato il vertiginoso progresso tecnologico in questo campo.

Le difficoltà che si sono dovute superare nella stesura della convenzione tra l'IBM e l'Università di Pisa (firmata il 5 luglio scorso) hanno indotto il Ministero della P.I. a contemplare tale caso in uno schema di disegno di legge sulle « agevolazioni tributarie a favore delle Università e degli istituti universitari », in cui all'art. 3 è estesa l'agevolazione dell'articolo 45 già citato dalla legge 1073 anche nel caso che enti o privati donino alle Università apparecchi di loro produzione o ne facciano temporanea cessione a titolo gratuito.

Purtroppo anche in tale disegno di legge è mantenuto il limite della esenzione fiscale al 10% del reddito dichiarato; tale limitazione, ispirata al timore di evasioni fiscali per questa via, ha più valore morale negativo che un effettivo interesse pratico.

Questa iniziativa dell'IBM-Italia è un esempio dell'aiuto che l'industria può dare all'Università, ricevendone in cambio un impulso al progresso scientifico nel settore dei calcolatori elettronici e alla preparazione del personale qualificato.

A noi è ben nota l'importanza della preparazione del personale per l'organizzazione di un centro di calcolo e il gran numero di personale specializzato di cui si avrà bisogno in questo campo in Italia nei prossimi anni.

Pertanto uno dei compiti fondamentali che io vedo per il CNUCE, oltre a quello del servizio di calcolo a disposizione dei ricercatori di tutte le Università italiane, è di organizzare in conti-

nuazione corsi a vari livelli per la preparazione del personale. Ciò del resto è previsto dalla convenzione che ci lega all'IBM-Italia, che a tale scopo si è impegnata a dare un contributo annuo in borse di studio di venti milioni di lire.

L'iniziativa dell'IBM-Italia mostra quanto l'industria possa aiutare l'Università.

A dimostrazione invece di come l'Università possa a sua volta affiancare e stimolare l'evoluzione del processo industriale citerò un altro recente esempio.

La primavera scorsa la Camera di Commercio Industria e Agricoltura di Massa Carrara chiese il patrocinio dell'Università di Pisa per organizzare a Carrara la prima mostra nazionale del marmo e un Convegno nazionale sull'impiego del marmo nell'edilizia industrializzata.

Io accettai subito con la convinzione di compiere un preciso dovere.

Infatti nel momento attuale di crisi del mercato del marmo, e mentre si manifesta sempre più evidente la necessità di una più efficiente organizzazione della lavorazione e di un più razionale uso del marmo, in modo da ridare slancio e vigore a una industria che può apportare benessere alle nostre popolazioni e contribuire validamente alla rinascita della economia italiana, è doveroso che l'Università e la scienza assumano il loro posto di responsabilità anche nel mondo del lavoro.

Accenno rapidamente ad alcuni temi della collaborazione tra università e industria in questo campo:

*a)* approfondire la conoscenza geologica dei giacimenti marmiferi, alla luce dei più recenti mezzi di indagine;

*b)* esaminare e catalogare i vari tipi di materiali lapidei dal punto di vista mineralogico e determinarne le caratteristiche fisico-meccaniche, usando le apparecchiature e le tecniche più avanzate;

*c)* determinare, in base a queste caratteristiche, la idoneità dei materiali ai vari tipi di impiego, indicando anche il modo più razionale per metterli in opera;

*d)* studiare nuovi modi di utilizzare il marmo in modo da renderne conveniente l'uso, sia per il prezzo, per il risultato tecnico ed estetico e la durata.

Vi è poi il problema fondamentale di collaborare affinché la lavorazione del marmo percorra interamente e razionalmente il suo ciclo dalla fase artigianale a quella industriale; cammino che deve inevitabilmente essere percorso fino in fondo, se si vuole garantire la vita a questo settore della nostra economia.

Fra i risultati più notevoli della collaborazione tra università e industria già realizzati in questo campo mi limito a citare gli approfonditi studi geologici sulle Apuane, che hanno permesso di giudicare della consistenza e natura dei giacimenti, e la messa a punto di tecniche per l'uso del marmo, che aprono nuove vie a questa industria vitale per la zona apuana; tra tutte la più promettente è quella del marmo precompresso, studiata nel nostro Istituto di scienza delle costruzioni, che permette di realizzare ardite ed agili travi in marmo, che ritorna così anche alla funzione portante che aveva nell'architettura classica, rifiutando il mero aspetto decorativo e di rivestimento a cui l'aveva relegato — con grave limitazione per il suo impiego — l'epoca del cemento armato.

Vi sono poi collaborazioni fra università e industria che sfuggono a un osservatore frettoloso. Se ci si chiedesse ad esempio come mai nell'ultimo cinquantennio, quando l'arte farmaceutica ha abbandonato il mortaio e lentamente è divenuta industria, sono sorte numerose e fiorenti industrie farmaceutiche, proprio a Pisa e a Siena in Toscana, si troverebbe il fondamento di tali iniziative non solo in uomini coraggiosi e intraprendenti ma anche nella presenza dei laboratori biologici universitari, che hanno creato l'ambiente e fornito i tecnici perché tali iniziative potessero prosperare.

Grandi prospettive si aprono nella collaborazione fra l'Università più autonoma e più funzionale che attendiamo dalle prossime riforme e l'industria italiana.

Leggi adeguate potranno favorire questa collaborazione; industriali di larghe vedute potranno sollecitarla; alludo agli industriali che vogliono non restare travolti nella competizione internazionale e che comprendono che per guadagnare nuovi mercati mantenendo prezzi competitivi è essenziale l'aiuto che può dare la ricerca scientifica fondamentale e l'aver personale specializzato in continuo aggiornamento.

Ritengo però che sia compito essenziale dell'Università di individuare quei settori nei quali l'industria possa utilmente affian-

carsi all'Università per il raggiungimento di quelli che sono gli scopi istituzionali delle Università stesse; bisogna dimostrare all'industria che il suo vero interesse, inteso nel senso più illuminato, coincide con quello di avere una Università veramente efficiente.

Quando ciò sarà fatto su scala sufficientemente ampia potrà crearsi quel clima di naturale collaborazione, che in altre nazioni si è già da tempo consolidato.

Quanto ho detto per l'industria si allarga naturalmente all'agricoltura e all'organizzazione commerciale. In particolare, per quel che riguarda l'agricoltura, può rivelarsi essenziale la collaborazione delle facoltà scientifiche e soprattutto di quelle di agraria alla trasformazione in atto dell'agricoltura italiana, che sta cercando strutture più razionali ed economicamente più efficienti.

Fondamentale è anche l'apporto che le Università possono dare ai problemi della razionale conduzione delle aziende e della programmazione economica, sia su scala settoriale, sia su scala regionale o nazionale o a livello europeo.

È questo uno dei settori della ricerca che la convenzione fra IBM-Italia e Università di Pisa cita esplicitamente come di massimo interesse per il CNUCE. Si tratta appunto di un settore in cui gli interessi delle due istituzioni felicemente coincidono, e promovendo il quale l'Università intende contribuire al progresso del paese e garantire inoltre una migliore preparazione professionale e un più sicuro avvenire ai propri laureati.

## I CENTRI DI CALCOLO COME STRUMENTO PER LA RICERCA MATEMATICA

Prof. ALDO GHIZZETTI

In questo Convegno (per la cui organizzazione desidero esprimere i più vivi ringraziamenti alla IBM-Italia, sempre sollecita ad appoggiare ogni iniziativa scientifica) saranno illustrate alcune fra le possibili applicazioni dei moderni elaboratori elettronici. In genere ogni Centro di calcolo si occupa di qualcuna di queste applicazioni, in dipendenza dagli scopi per cui è stato creato, ma ciò non significa che un tale Centro debba del tutto ignorare le rimanenti applicazioni, perché ogni progresso nei metodi adatti ad un certo campo ha necessariamente delle ripercussioni nel miglioramento di quelli destinati ad altri campi. È perciò vivamente auspicabile che tutti i Centri di calcolo si mantengano in contatto fra di loro per frequenti scambi di informazioni. A tal fine vorrei far presente, a quanti non lo sapessero, che esiste una Associazione Italiana per il Calcolo Automatico (AICA) che ha fra i suoi scopi appunto quello di mantenere i contatti fra i numerosi Centri di calcolo esistenti in Italia. Ho voluto ricordare ciò (andando fuori tema nella mia esposizione) perché è mio dovere, come Presidente dell'AICA, non trascurare occasione di fare propaganda per essa. Ma lascio subito questo argomento, limitandomi a ricordare che l'AICA pubblica, con il prezioso appoggio del CNR, la rivista trimestrale « Calcolo » che contiene sia articoli di carattere scientifico, sia articoli di carattere applicativo nei campi più svariati.

Ma veniamo ora a parlare di quei Centri di calcolo di tipo scientifico che, oltre a svolgere determinati lavori richiesti dai laboratori che sono collegati ad essi o che ne chiedono la consulenza, svolgono anche ricerche nel campo della matematica pura ed applicata. Si può dire che sono di questo tipo i Centri universitari

operanti negli Istituti matematici delle Università, nonché i due enti che fanno capo al CNR: l'INAC ed il CSCE. Devo però sottolineare una profonda differenza tra questi due enti ed i centri delle Università, in quanto i primi, più dotati in mezzi ed in personale e liberi da impegni didattici, sono in grado di svolgere un'assai più vasta opera di consulenza ed occuparsi di ricerche in settori per i quali non esistono ancora le corrispondenti cattedre universitarie di ruolo (tecniche di programmazione e linguaggi programmatici, teoria dei calcolatori elettronici, logica applicata ai calcolatori, ecc.) assicurando così ai cultori di tali discipline una dignitosa carriera ed i mezzi per svolgere le loro ricerche.

In questi Centri le ricerche possono essere di tipo molto vario, anche perché assai sovente esse sono richieste o suggerite dall'opera di consulenza la cui varietà non conosce praticamente limiti. Mi è quindi impossibile non dico elencare, ma nemmeno prevedere, tutti i tipi di ricerche che possono presentarsi e perciò mi limiterò a considerare qualche esempio.

Sono anzitutto assai diffuse ricerche intese a dare metodi nuovi per la risoluzione numerica di problemi tipici quali quelli che concernono la risoluzione di sistemi di equazioni algebriche e lineari, l'integrazione di equazioni differenziali ordinarie o a derivate parziali, la risoluzione di equazioni integrali, il calcolo di autovalori, ecc.. È fuor di dubbio la grande importanza di ricerche di questo tipo; ogni Centro di calcolo scientifico deve conoscere un gran numero di tali metodi ed avere pronti i relativi programmi, giacché è prudente, all'occasione, risolvere un determinato problema con diversi di questi metodi, confrontando poi i risultati ottenuti. Infatti non esiste alcun metodo che sia largamente applicabile con successo; in un certo senso si può dire che ogni problema ha il suo metodo, che deve sfruttare tutte le particolarità del problema stesso, anche quelle numeriche dei dati.

In quest'ordine di idee ritengo opportuno fare un'osservazione. Tutti i lavori in cui viene descritto un nuovo metodo di calcolo sono tradizionalmente corredati da esempi concreti, coi quali si fa vedere che il metodo stesso funziona alla perfezione. È certamente doverosa la citazione di esempi di tal genere, ma, a prescindere dal fatto che si tratta spesso di esempi opportunamente adomesticati oppure già considerati in molti lavori precedenti, penso che dovrebbe essere altrettanto doverosa la citazione di esempi

(certamente esistenti) in cui il metodo non serve praticamente a nulla. E questo in quanto, relativamente ad ogni metodo, bisogna possedere una larga esperienza sia di risultati positivi che di risultati negativi, per poter afferrarne meglio la portata ed avere criteri di discriminazione fra i vari metodi, allorché si deve affrontare, con uno, o (preferibilmente) più di essi, un problema nuovo. Posso aggiungere ancora l'osservazione che spesso la citazione di un esempio favorevole ad un dato metodo è perfettamente inutile, perché l'esistenza di esempi di tal genere può essere evidente a priori. Ciò dipende dal fatto che molti procedimenti di approssimazione diventano esatti quando sono applicati a funzioni di un certo insieme (si pensi per esempio alle formule di quadratura), cosicché è già teoricamente assicurata l'esistenza di casi in cui il metodo funzioni alla perfezione. È allora molto più interessante segnalare altri casi in cui il metodo in questione non è efficiente.

Lasciando l'argomento della ricerca di nuovi procedimenti di calcolo, passiamo a considerare un altro aspetto della ricerca matematica in genere, senza limitarci a quelle che si svolgono nei Centri di calcolo. In quasi tutte le ricerche matematiche si cerca dapprima di individuare certe verità, e si tenta successivamente la dimostrazione rigorosa di esse. Nella prima parte gioca essenzialmente l'intuizione, nella seconda parte la capacità tecnica del ricercatore. Ma spesso l'intuizione non suggerisce nulla o risulta del tutto fallace, cosicché o non si sa quale strada seguire oppure si segue inconsapevolmente una strada sbagliata. Ora in certi casi l'intuizione può essere aiutata o corretta per mezzo di preliminari esperienze affidate ad un elaboratore elettronico.

Questo sistema d'indagine è per esempio largamente usato in certi problemi di teoria dei numeri, specialmente in quelli che riguardano la distribuzione dei numeri primi. Esso può anche riuscire molto utile nella ricerca di proprietà di comportamento degli integrali di un'equazione differenziale ordinaria; alcune preliminari integrazioni numeriche dell'equazione stessa possono mettere in luce quali siano tali proprietà, dopo di che sarà ben più facile trovare la dimostrazione di un fatto praticamente accertato.

Permettetemi che scenda a qualche maggior dettaglio citando un esempio di altro genere che fu proposto all'INAC circa due anni or sono da un matematico ungherese, a proposito di certi studi sulla convergenza quasi-ovunque delle serie di Fourier di

funzioni di quadrato sommabile in  $[0, 2\pi]$ . Si trattava di studiare la convergenza o meno di una certa successione di numeri reali  $\{H_m\}$  cosí definita. Posto

$$(1) \quad E_l(x) = \cos x + \cos 2x + \dots + \cos lx, \quad (l = 1, 2, \dots),$$

$$(2) \quad G_{m,l} = -m + l + 4 \sum_{r=1}^{\left[ \frac{m-1}{2} \right]} \max \left[ E_l \left( \frac{2\pi r}{m} \right); 0 \right], \quad (m = 3, 4, \dots; l = 1, 2, \dots, m-1),$$

si ha

$$(3) \quad H_m = \max_{l=1, 2, \dots, m-1} G_{m,l}, \quad (m = 3, 4, \dots).$$

La questione appariva tutt'altro che semplice, tanto piú che il calcolo dei primi termini della successione dava un'indicazione intuitiva che poi si rivelò completamente errata. Precisamente, eseguendo il calcolo, si trova senza eccessive difficoltà

$$H_3 = H_4 = H_5 = \dots = H_{10} = -1$$

per cui poteva sembrare plausibile il tentare di dimostrare che fosse sempre  $H_m = -1$ . Si proseguí allora il calcolo con il nostro calcolatore elettronico FINAC, combinando un programma che in corrispondenza ad ogni  $m$  forniva il valore  $H_m$  ed il valore  $l = l(m)$  che, secondo la (3), genera  $H_m$ . Ebbene il calcolatore ci fornì  $H_m = -1$  fino a  $m = 32$  e soltanto per  $m = 33$  comparve un primo valore diverso da  $-1$ . Ecco alcuni dei valori ottenuti:

$m$	$H_m$	$l(m)$	$\frac{2}{3}m$
33	-0,8370	21	22
36	-0,1857	23	24
42	1,0522	27	28
48	2,5628	31	32
54	4,1527	35	36
59	4,5401	46	39,3
60	5,8271	39	40

Questi risultati portarono alla convinzione che la  $\{H_m\}$  doveva essere crescente (per  $m > 32$ ) e divergente a  $+\infty$ ; non solo ma, dopo aver osservato che  $l(m)$  oscillava attorno a  $2m/3$ , ci si convinse che tale divergenza poteva forse essere dimostrata facendo vedere che, posto  $m = 3n + \gamma$  ( $\gamma = 0, 1, 2$ ), risultava

$$(4) \quad \lim_{n \rightarrow \infty} G_{3n+\gamma, 2n} = +\infty.$$

Si era finalmente sulla strada buona; la dimostrazione della (4) si conseguí facilmente per via del tutto elementare. Il calcolatore diede un ottimo suggerimento dicendo di mantenere  $l$  vicino a  $2m/3$ ; se non si usava tale accorgimento non si perveniva al risultato, giacché si ha, per esempio

$$\lim_{n \rightarrow \infty} G_{2n+v, n} = -\infty.$$

Mi pare che quest'esempio mostri tutto il partito che si può trarre dall'impiego di calcolatori elettronici per illuminare ricerche di matematica pura.

Mi ricordo di un altro notevole esempio che ebbi occasione di studiare come membro del Consiglio d'Amministrazione del tanto benemerito « Fonds de recherche » istituito dalla IBM a Parigi nel periodo maggio 1957-ottobre 1960. Tale Consiglio aveva il compito di assegnare gratuitamente ore di macchina dell'elaboratore IBM 704 installato a Parigi per scopi di ricerca scientifica disinteressata. Fra i lavori che presentai a tale Consiglio ve ne fu uno, indicatomi dal collega Prof. Beniamino Segre, relativo al problema dell'esistenza o meno di certe configurazioni in un piano finito. Anche in questo problema l'impiego dell'elaboratore ad opera del collega Prof. Lorenzo Lunelli diede preziose indicazioni sulla questione, che si presentava estremamente complessa.

Quest'altro esempio mostra che non vi sono limiti all'impiego degli elaboratori elettronici; essi possono essere utili anche in questioni matematiche estremamente astratte.

Mi sono limitato qui a considerare l'elaboratore come fonte di suggerimenti per individuare la verità in ricerche matematiche, ma vi è da sperare che, in un prossimo avvenire, i calcolatori possano anche aiutare nella ricerca delle dimostrazioni. Com'è

noto si stanno svolgendo presso vari Centri di calcolo degli studi per realizzare le dimostrazioni automatiche; siamo ancora in uno stadio primordiale, ma i risultati già ottenuti aprono nuove interessanti prospettive che potranno forse dare in futuro un altro potentissimo mezzo di indagine matematica.

Si suole dire che in matematica *tutto* serve e se anche qualche maligno può deformare la frase dicendo che « tutto serve a far cose che non servono », possiamo oggi tranquillamente inserire fra quel *tutto* anche gli elaboratori elettronici ed auspicare che il loro uso si diffonda sempre più. Oggi abbiamo la fortuna di avere a disposizione degli strumenti formidabili di calcolo e dobbiamo approfittarne in tutti i modi per favorire il progresso della scienza e della tecnica.

## IL SISTEMA C.A.I. PER L'ISTRUZIONE MEDIANTE CALCOLATORI ELETTRONICI

Ing. SILVIO BERNARD

C.A.I. significa Computer Assisted Instruction. Si tratta di un insieme di programmi gestiti da un particolare linguaggio che, usati su un calcolatore elettronico, lo fanno diventare una macchina per insegnare. Un insieme di programmi e un particolare linguaggio atto a gestirli formano, come oggi si dice, un sistema operativo. Abbiamo quindi un sistema operativo e un sistema elettronico di calcolo che, messi insieme, diventano una macchina per insegnare.

Una macchina di questo genere insegna naturalmente quello che vi si è introdotto precedentemente. In pratica si può affermare con tranquillità che essa può insegnare di tutto, perché in effetti praticamente ogni disciplina può adattarsi a questo metodo: la discussione verte se mai sul livello che si può raggiungere utilizzando un calcolatore nell'insegnamento.

Ad ogni modo lo scopo di introdurre un calcolatore per insegnare è quello di permettere agli studenti di imparare da soli, lontani dal docente, e di aumentare così la produttività del processo di insegnamento. Questo naturalmente si può raggiungere anche in altri modi più tradizionali ma certamente assai meno efficienti, come ad esempio mediante i libri. Comunque, a confronto con il modo più diretto di insegnamento, quello cioè del contratto tra docente e studenti, il metodo indiretto realizzato col calcolatore è uno dei più efficaci e suggestivi. Nella figura 1 è schematizzato appunto questo raffronto. In alto è simboleggiato lo studio tradizionale, dove il docente e l'allievo sono in contatto diretto; sotto lo studio meccanizzato nel quale il docente e l'allievo non comunicano direttamente ma comunicano attraverso un sistema per l'insegnamento, una macchina per insegnare appunto, genericamente

un automa, opportunamente preparato in un primo tempo dal docente, dal quale l'allievo, in un secondo tempo, senza contatto diretto, estrae le informazioni ed impara.

*Studio tradizionale*



*Studio meccanizzato*

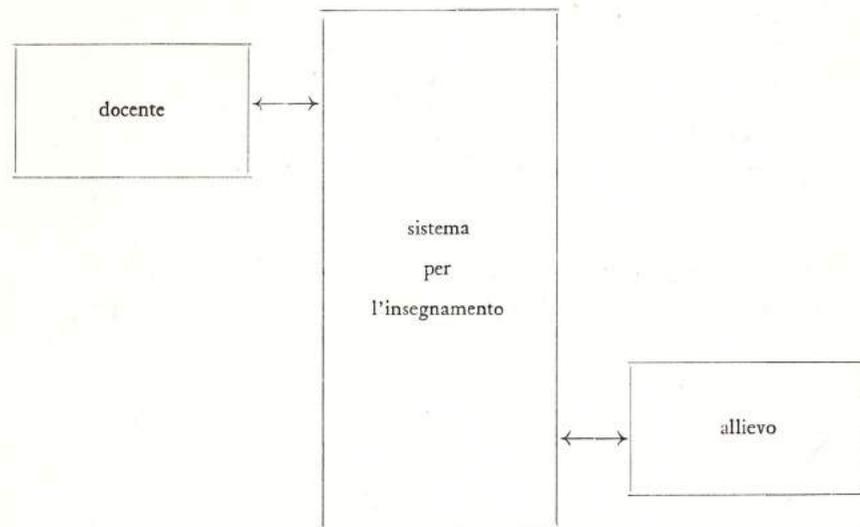


FIG. 1

Il sistema C.A.I. è stato messo a punto, per il momento, per diversi tipi di sistemi elettronici della classe IBM 1400: uno è schematizzato in figura 2; si tratta di un sistema 1440, già noto a tutti gli utenti di calcolatori da diversi anni; non è quindi una macchina nuova, è soltanto la serie dei programmi che è nuova. Nell'esempio della figura 2 si ha dunque una unità centrale con 16

mila posizioni di memoria collegata a due unità a dischi intercambiabili tipo 1311, a una stampatrice e a un lettore perforatore di schede; in basso sono rappresentate quattro unità periferiche di

*Sistema elettronico 1440 per il C.A.I.*

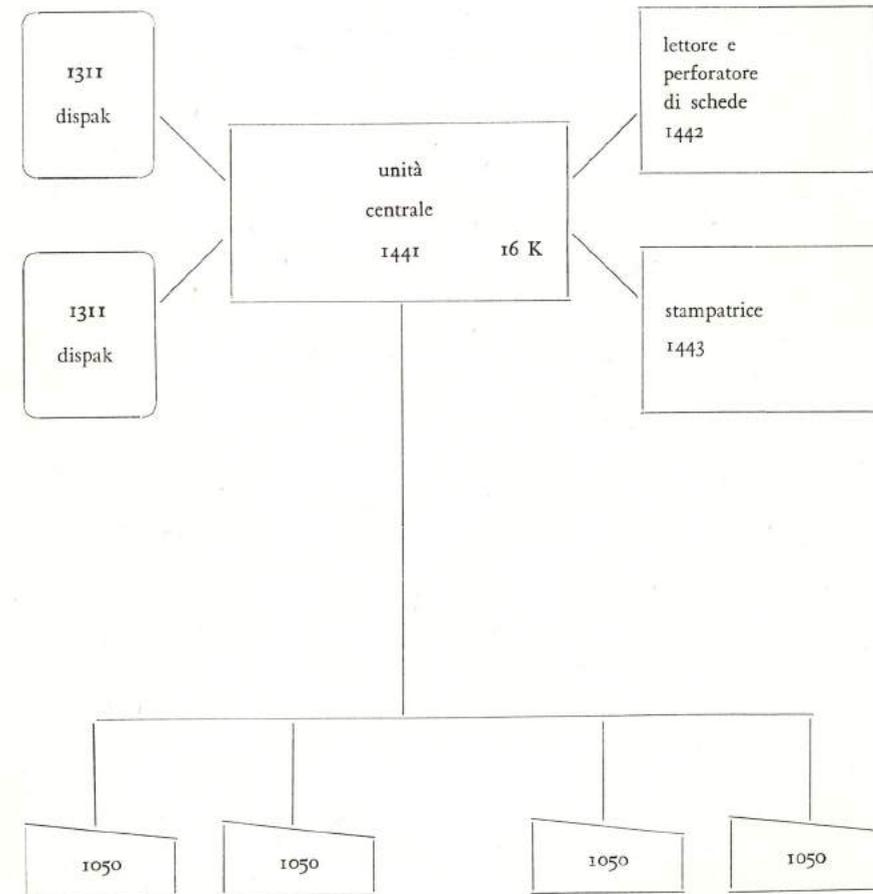


FIG. 2

tipo 1050. Sono queste ultime unità che, nel loro schema più semplice, consistono in una tastiera e in una stampatrice ed appaiono esteriormente del tutto simili a una macchina per scrivere, e anche il loro uso è affatto analogo a quello delle macchine per

scrivere; esse consentono un rapporto di tipo colloquiale con il calcolatore. I 1050 sono unità che possono essere collegate a grande distanza, se si vuole; più comunemente se ne possono radunare parecchi nella stessa aula, installando l'unità centrale del calcolatore nella stanza attigua, e formare così una classe.

Le persone che possono accedere a un sistema di questo tipo sono: un coordinatore, prima di tutto, che ha essenzialmente le funzioni di operatore e il compito di amministrare il sistema, e poi naturalmente, i docenti e gli allievi. Sia i docenti sia gli allievi utilizzano il sistema esclusivamente attraverso le macchine per scrivere: i docenti per introdurre il programma di insegnamento, gli allievi per imparare. Mentre il coordinatore deve avere una preparazione da operatore, deve cioè essere capace di far funzionare un sistema del tipo I440 a dischi, è sufficiente che i docenti e gli studenti sappiano dattilografare.

I programmi che sono a disposizione delle persone che usano il sistema possono essere suddivisi come è indicato nella figura 3. C'è un programma supervisore analogo a quello dei sistemi operativi dei grandi calcolatori; quindi vi sono dei programmi di utilità particolare: alcuni sono a disposizione del coordinatore, altri dei docenti, altri degli studenti. Per esempio il coordinatore predispone e tiene aggiornato l'elenco dei professori e quello degli studenti che seguono i corsi, suddivide lo spazio a disposizione dei diversi corsi sui dischi magnetici, e così via. I docenti e gli studenti possono svolgere diverse operazioni; l'operazione più importante che può fare un docente è quella di introdurre un programma di insegnamento nel sistema. Per la scrittura di un corso esiste un particolare sottoprogramma di utilità che memorizza nei dischi quello che il docente introduce. Parallelamente l'operazione più importante che può fare uno studente è quella di frequentare un corso sul calcolatore, ciò che consiste essenzialmente nel rispondere alle domande che il calcolatore gli pone.

Per la gestione del sistema C.A.I. si utilizza un particolare linguaggio, che si chiama « coursewriter »; questo è suddiviso in due parti. Una prima parte è costituita da parole di controllo e l'altra da codici operativi. Le parole di controllo sono usate dal coordinatore, dai docenti e dagli allievi per l'uso del sistema, quindi per esempio per prendere possesso di un terminale, correggere quello che si è scritto e per altre semplici operazioni del genere e, dagli

Mappa dei programmi del Sistema C.A.I.

Supervisore		
Programmi accessibili al coordinatore	Programmi accessibili ai docenti	Programmi accessibili agli studenti
Aggiornamento lista docenti	Iscrizione a scrivere un corso	Iscrizione a seguire un corso
.....	.....	.....
.....	SCRITTURA DI UN CORSO	.....
.....	.....	FREQUENZA DI UN CORSO
.....	.....	.....
Introduzione di nuove routines	Modificazioni di un corso	Soccorso in casi difficili

FIG. 3



in sezioni, e ogni sezione è di regola imperniata su una domanda. Nella figura 5 è riprodotto un esempio di una sezione per l'insegnamento del codice stradale esattamente nella forma in cui il docente la scrive. Si tratta della sezione 28 e la domanda vi appare alla riga 2, con il codice operativo QU, ed il testo è: « Che forma hanno i segnali divieto? ». Al tempo oggetto, quando lo studente accederà al sistema, la domanda, proprio in questa medesima forma, verrà sottoposta automaticamente allo studente sulla macchina per scrivere. Evidentemente la domanda dovrà essere preceduta da informazioni da dare allo studente, in modo che egli precedentemente abbia potuto acquisire le nozioni necessarie per rispondere. Infatti la domanda è preceduta, come si vede nella figura, da un'altra istruzione, RD, alla riga 1, alla quale pure corrisponde un certo testo. Quando l'allievo accederà al sistema sulla macchina per scrivere apparirà dunque prima il testo di RD, che in questo caso è il suggerimento a leggere certe pagine di un certo libro, quindi vedrà presentarsi la domanda stampata. Il docente naturalmente deve introdurre anche le risposte, altrimenti il sistema non può riconoscere se l'allievo risponde in modo corretto o sbagliato. Le risposte che si introducono per prime nel sistema da parte del docente sono le risposte esatte che possono essere naturalmente più di una; nell'esempio in esame ne sono previste tre, e precisamente: « circolare », « rotonda » e « tonda ». Poi vengono introdotte alcune risposte tipicamente errate e facilmente prevedibili. Nel caso di figura 5 la risposta « quadrata », per esempio, è fra quelle tipicamente sbagliate: vuol dire che l'allievo si confonde con certe altre nozioni e non ha le idee chiare. Lo stesso per le risposte « triangolare » o « rettangolare ». Infine può darsi il caso che l'allievo risponde in un modo totalmente imprevedibile e bizzarro, ed in questo caso si potrà far sì che la macchina gli stampi un ammonimento generico. Concludendo, e senza scendere in eccessivi particolari, si vede dallo schema di questa sezione che il professore deve introdurre essenzialmente tre tipi di informazioni: un suggerimento sul materiale da studiare che potrebbe al limite diventare addirittura la stampa dell'intero capitolo da studiare; la domanda da porre allo studente e le risposte.

Una obiezione si presenta abbastanza immediata in questa schematizzazione, ed è che sembra molto limitato il numero delle risposte esatte prevedibili, da cui il timore che lo studente rispon-

da in modo corretto e che il calcolatore non se ne accorga, perché la risposta non è prevista in quell'esatto modo, sicché il giudizio del calcolatore è ingiustamente negativo. A questo inconveniente si è ovviato per mezzo di sottoprogrammi che modificano la risposta dell'allievo, prima di confrontarla con la risposta precedentemente introdotta dal docente, allo scopo, di ridurla ad una forma per così dire canonica: per esempio un sottoprogramma già disponibile traduce in minuscole tutte le lettere dell'alfabeto che appaiono nella risposta, per evitare che una differenza di questo genere possa far ritenere errata una risposta corretta, e diversa da quella prevista soltanto perché comincia con la maiuscola anziché con la minuscola. Un altro sottoprogramma elimina tutti gli spazi bianchi sovrabbondanti che ci sono fra le parole. Sottoprogrammi ancora più raffinati consentono un esame ancora più approfondito della risposta dell'allievo. Un caso tipico è quello che si fa nell'insegnamento delle lingue: se la risposta dello studente assomiglia alla risposta esatta il calcolatore non la rifiuta, ma si limita a ristamparla segnalando in quali punti essa differisce da quella corretta.

Al calcolatore possono essere collegate, nelle configurazioni del tipo di quella della figura 2, sino a dodici macchine per scrivere periferiche, sicché possono accedere al sistema sino a dodici docenti e allievi contemporaneamente. Ciascun studente e ciascun docente possono seguire contemporaneamente, fra l'altro, corsi diversi. Il sistema fondato su un calcolatore di media potenza, non ha naturalmente un effettivo funzionamento a tempo ripartito; tuttavia il suo compito è facilitato dal fatto che ogni singola operazione da compiere è piuttosto breve, e quindi il calcolatore può esaminare i terminali uno alla volta ed eseguire le operazioni man mano che si presentano. Le singole operazioni, come si è detto, sono così brevi e quindi la permanenza degli utenti in coda è così limitata che ogni utente ha l'impressione che il calcolatore sia tutto a sua disposizione.

Dal punto di vista didattico naturalmente bisognerebbe fare una disamina molto approfondita. Ad ogni modo si può osservare che gli studiosi di pedagogia sono oggi, a quanto ci risulta, generalmente d'accordo sulla efficacia didattica di tecniche avanzate di insegnamento e in particolare sull'istruzione programmata, che è piuttosto diffusa all'estero. Se ne può quindi dedurre, sempre da

un punto di vista didattico, un giudizio senz'altro favorevole anche sull'istruzione impartita da un calcolatore elettronico, in quanto questa si rifà concettualmente a quella, applicandone però lo schema in modo estremamente più abile e dinamico. Se dunque non ci sono ragioni per scartare a priori l'impiego del calcolatore per quanto riguarda la validità dei risultati didattici, si tratta tuttavia di fare un confronto di opportunità e di convenienza fra un sistema di insegnamento realizzato in questo modo ed altri sistemi di insegnamento.

Il primo confronto ovviamente si potrebbe fare con l'insegnamento diretto del docente. Questo confronto si presta ad infinite discussioni. Si può però affermare che tutte le volte che il lavoro dell'uomo può essere sostituito dal lavoro di una macchina, e sostituito bene appunto, prima o poi viene il momento di applicarlo, anche se certamente questo momento non verrà subito su larga scala, almeno in Italia.

Altri confronti allora possono farsi con altri sistemi automatici di insegnamento. Questi sono prima di tutto quello dell'istruzione programmata, fatta mediante libri sui quali sono disegnanti appositi diagrammi a blocchi, che lo studente deve seguire nel corso dell'insegnamento. È chiaro però che i diagrammi a blocchi non possono essere così raffinati come quelli che corrispondono ai sottoprogrammi del sistema C.A.I. che sono stati prima descritti. Si pensi ad esempio al sottoprogramma per la correzione automatica di espressioni in linguaggio naturale, usato per l'insegnamento delle lingue straniere. La logica di questi sottoprogrammi è concettualmente semplice, ma i diagrammi a blocchi che corrispondono a questo funzionamento sono alquanto complicati, anche se rapidi da eseguire per il calcolatore.

Un ultimo confronto può essere fatto con altre macchine per l'insegnamento, quali ad esempio i nastri magnetici, i dischi fonografici e simili. Da un punto di vista didattico col calcolatore si hanno evidenti vantaggi, che, per chi conosce i calcolatori, sono peraltro abbastanza ovvii. Le altre apparecchiature per l'insegnamento, prima di tutto, sono spesso piuttosto complicate e farraginose, e di solito consentono lo studio ad un solo studente alla volta. Con il calcolatore poi si ha evidentemente una sequenza di studio molto flessibile, cioè ogni studente segue un programma diverso a seconda della sua capacità e della sua preparazione, imparan-

do con uno schema flessibile che si adatta via via alle sue conoscenze. Inoltre si ha una vasta gamma di risposte possibili: infatti non si tratta di scegliere quella giusta entro un numero limitato di risposte esplicitamente proposte, si deve realmente creare la risposta esatta. Da non sottovalutare, infine, è l'estrema uniformità nella valutazione dello studente, che ovviamente col calcolatore è pure automatica.

## LA MULTIPROGRAMMAZIONE

Dott. AURELIO GIOVANI

Può quasi sembrare un atto di immodestia e parere fuori luogo che in un Convegno di specialisti di sistemi elettronici e di programmazione, come questo, io venga a parlare, alla fine del 1965, di multiprogrammazione; e non ho neppure l'intenzione di fare un discorso tecnico e approfondito, anche perché il tempo tra l'altro non lo consente, bensì alcune considerazioni di carattere generale.

La giustificazione sta nel rilancio e nella nuova spinta che, almeno sul piano di previsione di future applicazioni, la multiprogrammazione ha avuto negli Stati Uniti per opera del Governo.

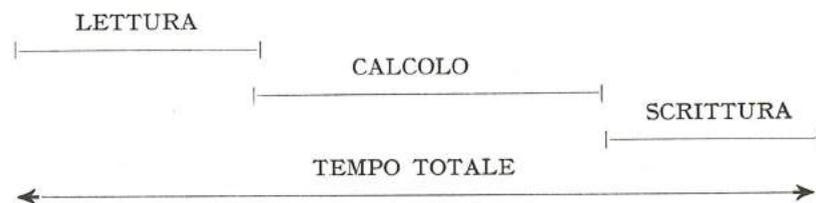
Circa un anno fa il Governo degli Stati Uniti ha infatti concluso un accordo con il M.I.T. per la realizzazione definitiva del problema della multiprogrammazione o, come oggi ormai tutti più propriamente dicono, del Time Sharing.

Il desiderio di usare uno stesso sistema elettronico contemporaneamente per due diversi lavori, è nato quasi insieme con le macchine.

Il concetto di multiprogrammazione è stato suggerito dalla constatazione che non tutti gli organi componenti il sistema sono usati al 100% nel corso di un'elaborazione o, in altre parole, che non esiste un sistema elettronico che risulti completamente equilibrato nei suoi componenti per tutte le elaborazioni che è chiamato ad eseguire.

Se schematizziamo in tre soli gruppi di organi un sistema elettronico e cioè gli organi di input, di elaborazione e di output si constata che solo raramente essi sono impiegati in ugual misura. Nella prima generazione di sistemi elettronici, una diecina

di anni fa, le cose erano disposte in modo che i tre tempi di lettura, calcolo e scrittura fossero successivi l'uno all'altro secondo lo schema seguente:



In ogni fase dell'elaborazione si distingueva un tempo di lettura precedente ad un tempo di calcolo, precedente a sua volta ad un tempo di scrittura. Il tempo totale dell'elaborazione andava dall'inizio della lettura alla fine della scrittura.

In questa organizzazione, con quei sistemi, parlar di multiprogrammazione era fuori luogo, perché, essendo il tempo dell'elaborazione pari alla somma dei tempi di lettura, di calcolo e di scrittura, l'equilibrio tra i componenti del sistema non portava alcun vantaggio, era viceversa utile sveltire al massimo le singole operazioni.

Il desiderio di risolvere il problema si pose per la prima volta quando comparvero sul mercato le memorie addizionali dette «buffer», o memorie di transito. Queste memorie consistevano di rendere le operazioni di lettura e di scrittura indipendenti dalle operazioni di calcolo e quindi lasciavano dei tempi liberi e per l'una e per l'altra delle unità.

Ricordo ancora che nel '57-58 si facevano alcuni tentativi di questo genere con vecchie macchine tipo 650 e si riusciva a far andare avanti due distinti programmi contemporaneamente, ciascuno dei quali occupava una parte della macchina, mentre i tempi di intervento dell'uno e dell'altro erano regolati da un piccolo programma di controllo, antesignano dei monitor attuali.

Il sistema funzionava in modo estremamente rigido, la macchina era divisa praticamente in due e mentre un lavoro procedeva su una linea un altro andava avanti sull'altra.

Si potevano ottenere risultati stupefacenti, infatti il ritmo del lavoro era fissato dal ciclo delle unità periferiche, (lettori di schede, stampatrici, ecc.) e quindi i tempi di esecuzione erano indipendenti, entro certi limiti, dal numero di programmi in atto.

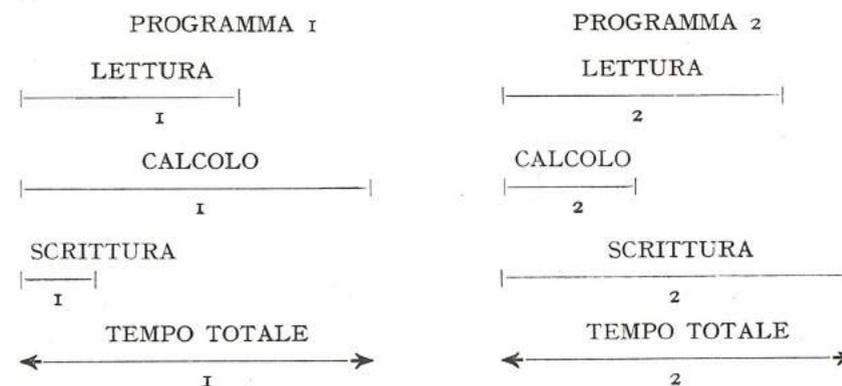
Questa limitata e rigida multiprogrammazione si sviluppò ed affermò per qualche anno, finché la seconda generazione dei sistemi elettronici insieme con il transistor, le cui conseguenze per la velocità e la sicurezza di lavoro tutti conosciamo, ci portò un nuovo concetto; cioè quello di sovrapposizione dei tempi di lettura, calcolo e scrittura secondo il seguente schema:

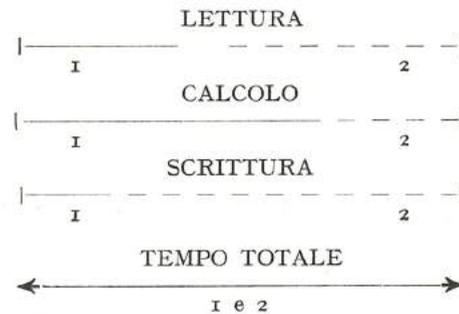


Con i nuovi sistemi il problema di ottimizzare l'uso dei diversi organi del sistema assume importanza fondamentale.

Se il tempo di lettura è molto piccolo rispetto al tempo di calcolo, o viceversa, uno dei due organi è evidentemente poco utilizzato.

Allora l'idea che immediatamente nasce è di effettuare in macchina due lavori in certo senso complementari, associare cioè ad un lavoro con molto tempo di calcolo e poco tempo di lettura e scrittura, un altro lavoro che presenti caratteristiche opposte, così da equilibrare i tempi di uso dei diversi organi e quindi utilizzare al massimo le possibilità di lavoro offerte dal sistema. D'altro lato il tempo per l'esecuzione di ciascun lavoro risulta più lungo; però il tempo impiegato per l'esecuzione dei due lavori è minore della somma dei tempi di esecuzione dei lavori singoli, come illustra lo schema seguente:





Il problema della multiprogrammazione si pose quindi in forma generale negli anni '57-58 quando apparvero sul mercato le nuove macchine. Naturalmente è molto difficile, se non impossibile, trovare due lavori perfettamente complementari, nel senso visto sopra, tuttavia si può osservare che normalmente in un'elaborazione complessa i tempi di lettura e scrittura sono molto più brevi dei tempi di calcolo, mentre accade il contrario nelle elaborazioni molto semplici quali il trasferimento di dati da scheda a nastro magnetico e la stampa di risultati da nastro: in questi casi i tempi delle operazioni periferiche di lettura e scrittura sono molto più lunghi dei tempi delle operazioni di calcolo.

La prima soluzione di carattere generale del problema della multiprogrammazione combinava insieme un'operazione di elaborazione vera e propria con un'operazione periferica di trasferimento di dati su nastro magnetico o di stampa e fu detta «SPOOL» (Simultaneous peripheral operation on line).

È però necessario che tutto avvenga automaticamente, senza dover predisporre uno speciale programma che coordini i due lavori.

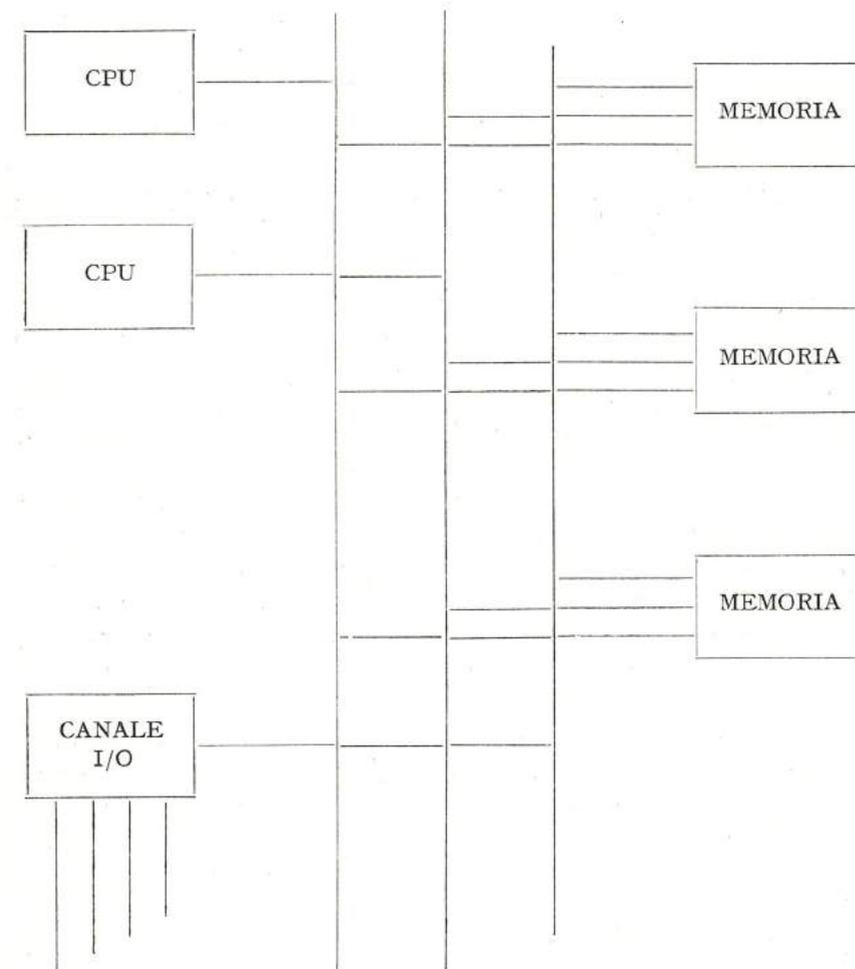
Il concetto di priorità, che ha appunto questa origine, permette di risolvere il problema: dei due programmi uno è prioritario rispetto all'altro, in modo che entrambi possano svolgersi contemporaneamente finché usano organi diversi, mentre venga data la precedenza assoluta al prioritario quando ambedue devono usare il medesimo organo mentre l'altro attende.

In un primo momento solo due livelli di priorità e quindi due soli programmi erano previsti, successivamente con il concetto di priorità a più livelli, fu possibile operare con molti programmi indipendenti contemporaneamente presenti in macchina, il cui nu-

mero era in pratica limitato dalle unità di lettura e scrittura ausiliarie e dal volume della memoria operativa.

Per altra strada nasceva e si sviluppava il concetto di elaborazione a distanza, che ebbe come immediata conseguenza l'elaborazione in tempo reale.

L'affermazione di questa nuova tecnica determinò il completo sviluppo della multielaborazione, cioè della possibilità di operare con più unità di elaborazione collegate tra loro su molte unità di memoria, così da poter realizzare il sistema complesso illustrato dal seguente schema:



In questo modo mentre un'unità è adibita a lavori periferici e sta in contatto con la periferia per eseguire l'elaborazione a distanza, l'altra unità viene utilizzata nel modo classico rimanendo tuttavia a disposizione per sostituire la prima nel suo lavoro a distanza.

È necessario che le due unità centrali costituiscano un sistema unico, infatti l'eventuale sostituzione dell'una con l'altra deve essere immediata ed automatica e ambedue le unità devono avere la possibilità di poter lavorare sulle stesse memorie.

Lo sviluppo delle elaborazioni a distanza, d'altro lato, fece comprendere come essa fosse l'unico mezzo per porre a disposizione di un vasto numero di utenti a prezzi ragionevolmente bassi, mezzi di enorme capacità elaborativa, tanto che oggi il governo degli Stati Uniti sta seriamente pensando ad un enorme e potentissimo sistema centralizzato al quale possano accedere tutti i cittadini e gli enti degli Stati Uniti che ne abbiano bisogno.

Ne hanno parlato qualche giorno fa anche in televisione, con l'esempio di un signore che ordinava al supermarket gli acquisti minuti per la casa usando un'unità periferica collegata ad un sistema elettronico; il supermarket, quando inviava la merce, addebitava, sempre servendosi di un'unità periferica, sul conto in banca del cliente, praticamente all'insaputa di questi, il costo delle merci ordinate; la banca a sua volta, sempre tramite il sistema elettronico, inviava al cliente giornalmente l'estratto conto e, sempre mediante la stessa macchina, riceveva ogni fine mese l'accredito dello stipendio del suo cliente da parte della società presso la quale questi lavorava. In una società del futuro servita e regolata da questo sistema elettronico immenso e preciso è abolito il denaro come elemento di scambio tra fornitori e clienti, tra il datore di lavoro ed il prestatore di opera, tra i clienti e la banca, i conti di tutti sono tenuti da questo enorme contabile elettronico.

A questo punto la multiprogrammazione assume una dimensione ben più vasta: non si tratta più di amministrare qualche programma magari avendoli tutti presenti nella memoria centrale, stabilendo tra loro alcune priorità; si tratta invece di amministrare migliaia, decine di migliaia, forse milioni di programmi e di consentire a qualche centinaio di persone di lavorare contemporaneamente, usando programmi diversi, sul medesimo sistema.

Tre problemi diversi devono quindi essere risolti per realizzare la multiprogrammazione, o meglio il Time Sharing come si intende oggi, e cioè: il real time, la rilocalizzazione automatica ed il controllo automatico dei tempi d'uso.

Il real time non offre ormai nessuna difficoltà e lo si può ritenere risolto. Il problema della rilocalizzazione automatica è invece il più complesso e solo in questi ultimi mesi se ne sono tentate le prime soluzioni.

Per rilocalizzazione automatica si intende generalmente la possibilità di far funzionare un programma indipendentemente dalla posizione di memoria nella quale esso si trova. Infatti non disponendo ancora di sistemi elettronici con memorie operative così grandi da contenere diverse migliaia di programmi si è adottato l'accorgimento di registrare i programmi in memorie a dischi magnetici, a tamburi magnetici ecc., e di richiamarne nella memoria centrale solo quelli che di volta in volta sono richiesti.

Si deve avere naturalmente la possibilità di far lavorare il programma indipendentemente dalla posizione che di volta in volta occupa nella memoria centrale.

L'unico vincolo nella soluzione di questo problema consiste nel fatto che il tutto deve svolgersi automaticamente senza l'intervento né dell'uomo né di lunghi e complessi programmi di trasformazione.

In termini più concreti, il problema della rilocalizzazione automatica consiste in una codifica di indirizzi, variabile in funzione della zona di memoria occupata dal programma. I metodi pertanto più usati consistono nell'usufruire di dispositivi analoghi ai registri indice.

Un dispositivo di rilocalizzazione automatica deve però comprendere, oltre ai registri indice, anche memorie per tabelle indicanti le zone di memoria impegnate.

Una particolare realizzazione di questo dispositivo fa uso, ritengo per la prima volta, di memorie associate.

Uno speciale monitor, d'altro lato, è necessario per trasferire nella memoria operativa il programma richiesto, per posizionarlo in una zona di memoria libera, per richiamare i registri indice, ecc..

In conclusione le soluzioni ottimali del problema della rilocalizzazione automatica prevedono dispositivi speciali e speciali programmi.

Il controllo dei tempi è stato risolto con un orologio elettronico che interrompe ad intervalli di tempo prefissati la elaborazione e con un programma di monitor che fa rispettare le norme di distribuzione del tempo, fissate a priori. Il controllo dei tempi è estremamente importante al fine di evitare che, per l'uso incontrollato di pochi utenti, il sistema sia rapidamente saturato. Il criterio che si sta attualmente affermando consiste nel fissare intervalli di tempo molto brevi e di interrompere l'esecuzione di un programma appena scaduto il breve tempo ad esso concesso e di iniziare quindi l'esecuzione di un altro programma, che a sua volta sarà interrotto appena trascorso l'intervallo di tempo concesso, e così via. Inoltre si prevede l'interruzione dell'esecuzione di un programma appena esso richiede l'intervento di input e output.

Altre interruzioni sono naturalmente previste in caso di guasti di unità periferiche interessate, in caso di errori, ecc..

Naturalmente nel controllo del tempo può essere usato il vecchio concetto di priorità ed anche di priorità a più livelli, in modo da scegliere tra i programmi in fila di attesa quello che ha una priorità a più alto livello. Naturalmente le possibilità di far lavorare contemporaneamente molte unità periferiche senza che si debba attendere per tempi sensibili, dipende dalla velocità intera del sistema. Se per esempio l'intervallo di tempo concesso a ciascun programma fosse di un millesimo di secondo e se la macchina fosse sufficientemente veloce affinché in un millesimo di secondo si potesse effettuare tutto il programma relativo ad una domanda posta, duemila utenti potrebbero lavorare contemporaneamente senza stare in coda d'attesa per tempi sensibili.

Il Sistema che l'IBM ha annunciato per il Time Sharing è il sistema tipo 360 mod. 67 le cui caratteristiche che qui interessano, sono:

- Sino a otto banchi di memoria di 256 K bytes ciascuno;
- Ciclo di memoria 750 nanosecondi;
- Ciclo delle memorie « Read-Only » 200 nanosecondi;
- Ciclo di calcolo 200 nanosecondi;
- 8 bytes in parallelo (72 bits);

- Protezione memoria;
- Rilocalizzazione automatica;
- Fino a 28 canali Input/Output;
- Orologio;
- Indirizzi virtuali di 24 oppure 32 bits;
- Fino a 4 CPU nel medesimo sistema.

Desideriamo fare qualche nota a queste caratteristiche.

La protezione della memoria è indispensabile per evitare che nell'esecuzione di un programma si possa, per errore, invadere una zona di memoria dedicata ad altro programma.

Ai programmi memorizzati nelle memorie periferiche si dà un indirizzo virtuale per poterli reperire ed amministrare. Ciascun indirizzo si riferisce ad un insieme di 4.096 bytes che costituisce una pagina. Con indirizzi di 24 bytes si possono controllare oltre 16 milioni di pagine di programmi e con indirizzi di 32 bytes oltre 4 miliardi di pagine di programmi!

Con 8 banchi di memoria nel medesimo sistema si dispone di una memoria operativa di circa 2 milioni di bytes, che possono contenere quindi circa 500 pagine di programmi e, nell'ipotesi che ogni programma sia limitato ad una pagina, 500 persone distinte possono lavorare contemporaneamente.

Le unità periferiche che possono essere collegate ai comandi del 360 mod. 67 sono le normali unità per la elaborazione classica e quelle per la elaborazione a distanza. Tra queste i ben noti terminali Teleprocessing IBM.

Al mod. 67 però possono essere collegate come unità periferiche anche piccoli, medi e grandi sistemi elettronici tipo 360 IBM.

Ciò al fine di poter porre a disposizione di utenti di mezzi minori un sistema di maggior capacità tutte le volte che è necessario.

Il mod. 67 del 360 è identico al mod. 65, differenziandosene per i dispositivi di Time Sharing di cui dispone, perciò, benché il mod. 67 sia ancora in fase di progetto, se ne sono potute misurare le caratteristiche usando un mod. 65 esistente. In particolare per i tempi di lavoro è risultato che il 360 mod. 67 è 4 volte più veloce del 7094 nelle operazioni classiche e 8 volte più veloce del 7094 nelle applicazioni del tipo Time Sharing.

Infatti qualcuno di Voi avrà notizia che due 7094 stanno da circa un anno lavorando in Time Sharing in forma sperimentale presso il M.I.T.

Possiamo adesso porci un'ultima domanda: come opera il Time Sharing per un'utente di sistemi elettronici?

Se il sistema elettronico lavora in Time Sharing l'utente è direttamente in contatto con il sistema mediante un'unità periferica non molto dissimile da una macchina per scrivere posta nel suo ufficio e sempre a sua disposizione. È come disporre di una calcolatrice da tavolo che abbia la stessa capacità di un grande sistema elettronico e che sia utilizzabile con gli stessi criteri e con i vantaggi derivanti dai programmi memorizzati.

Il colloquio tra l'utente ed il sistema di calcolo è diretto e non più tramite l'intermediario del supporto meccanografico. Le risposte alle domande poste sono immediate, le modifiche da portare ai programmi possono essere apportate con immediatezza e subito controllate, ecc..

Dire che questo sarà il futuro dei moderni mezzi di calcolo è una facile previsione poiché il Time Sharing rappresenta il loro sviluppo più logico anche se molto audace per chi voglia realizzare una intima collaborazione tra l'uomo e questo meraviglioso strumento di ricerca e di lavoro che è il sistema elettronico.

## IL FORMAC: UNA ESPANSIONE DELLE POSSIBILITÀ DEI LINGUAGGI DI TIPO ALGORITMICO

Ing. GIORGIO SOMMI

Tutti i presenti conoscono benissimo il FORTRAN, tutti sono specialisti di questo linguaggio; il FORTRAN è il linguaggio meglio applicato nei centri di calcolo, non solo perché si impara bene e si programma bene, ma anche perché di gran lunga è il linguaggio che « gira » di più sui calcolatori; il FORTRAN aiuta nel trasportare i problemi dei ricercatori sulle macchine perché permette loro di stenderli direttamente in formule o in un linguaggio che è molto simile al loro e tanti problemi che non si pensava fossero schematizzabili in quella logica stretta che è la logica delle macchine, sono stati schematizzati ed eseguiti. Ora vi è un particolare aspetto di questi problemi, altrettanto schematizzabile, che il FORTRAN, per sua natura, non permetteva finora di affrontare, o permetteva di affrontare in maniera molto artificiosa. Consideriamo una scrittura come questa

$$\begin{aligned} r &= (a+b)(a-b) \\ s &= r+b^2 \end{aligned} \tag{1}$$

è una scrittura semplicissima, una scrittura algebrica di quelle che siamo abituati a vedere sin dalle scuole medie. Ora consideriamo un altro modo di rappresentare questa scrittura che è quello di rappresentarla in forma di struttura ramificata; questa struttura è costruita secondo le regole di precedenza che, nell'eseguire i conti sono imposte dall'algebra: prima le operazioni indicate nelle parentesi più interne, poi in quelle via via più esterne; prima gli operatori di elevamento a potenza, moltiplicazione, divisione poi quelli di addizione e sottrazione. In questa rappre-

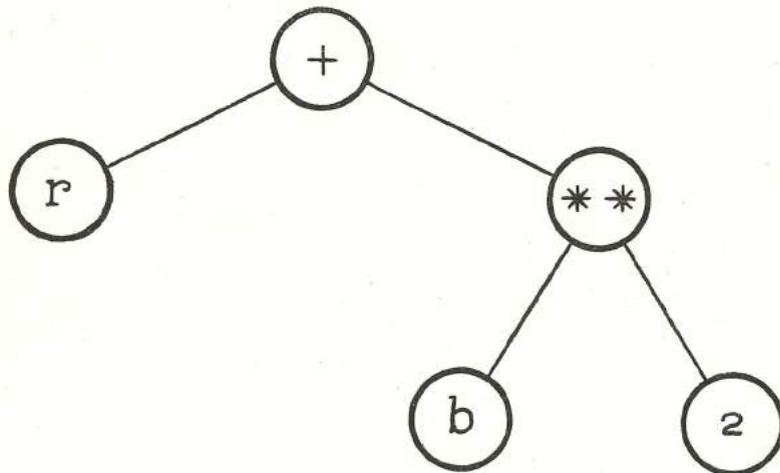
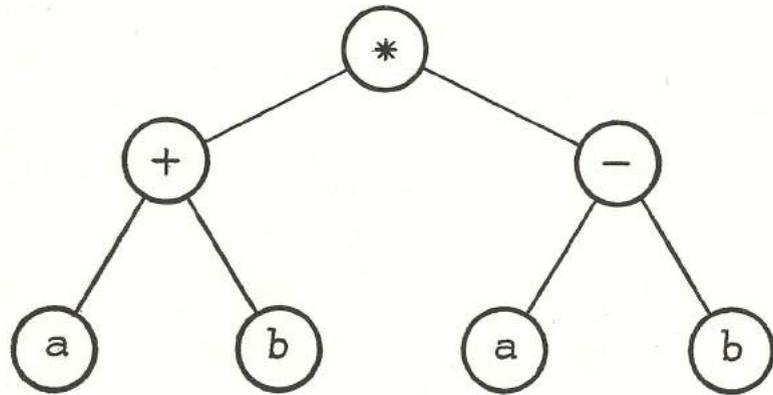
sentazione l'ordine di precedenza è realizzato partendo dalle ramificazioni più esterne e risalendo al vertice. Una scrittura come la precedente la portiamo sulla macchina con il FORTRAN in una maniera molto semplice scrivendo

```

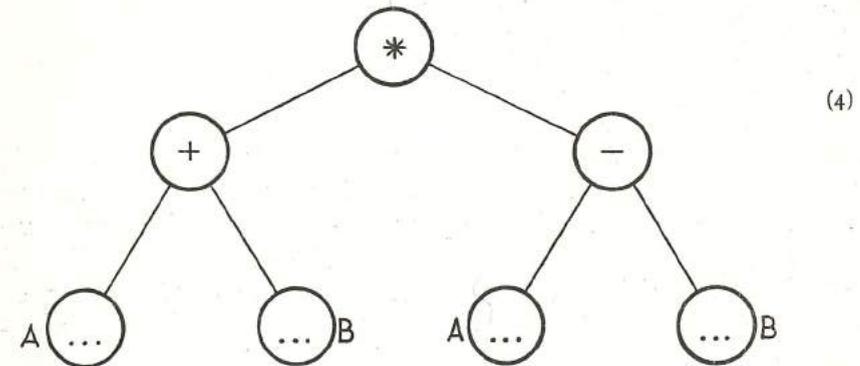
...
A = ...
B = ...
...
R = (A+B) * (A-B)
S = R+B ** 2

```

(3)



è una scrittura molto simile a quella algebrica in (1) a parte le lettere maiuscole e i segni particolari d'operatore dovuti a ragioni di macchina. Ma perché questo funzioni dobbiamo scrivere prima qualcosa che definisca in qualche modo A e B, e precisamente associ ad A e B un particolare valore numerico. Per il FORTRAN non ha senso la scrittura (3) se non si può associare ai termini alla destra del segno di uguale un numero; una volta che ad ogni simbolo è effettivamente associato un numero il compilatore FORTRAN sviluppa il calcolo rifacendosi allo schema (2), risale cioè la struttura ramificata giungendo al vertice con un valore finale, un numero, che viene associato al simbolo alla sinistra del segno di uguale. L'uso della simbologia da parte del FORTRAN è meglio illustrato nello schema che segue e che si riferisce sempre alla espressione (1)



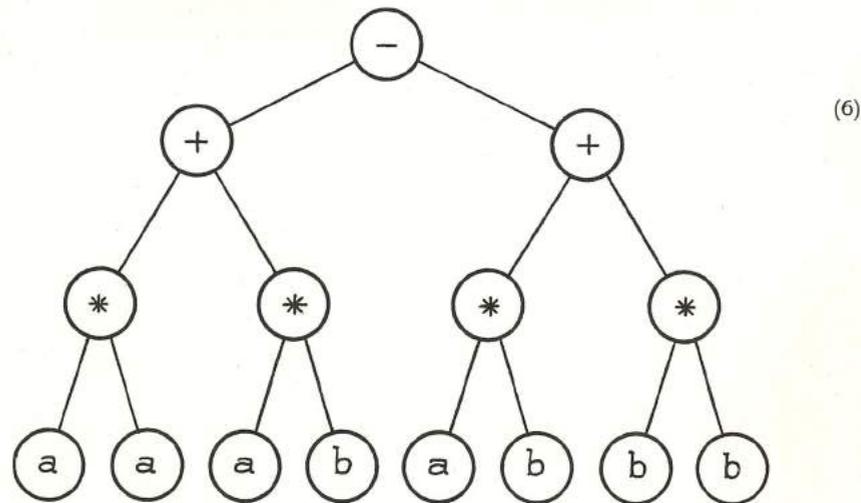
per il FORTRAN i simboli sono degli identificatori (indirizzi di macchina) di un contenuto che è sempre supposto sia un numero ed è qui identificato genericamente con ...

Se invece vediamo quello che facevamo alla scuola media, non abbiamo bisogno di conoscere dei numeri, da associare a dei simboli per sviluppare la espressione (1): applicando la regola di moltiplicazioni fra polinomi scriveremo

$$r = (a+b)(a-b) + b^2 = a^2 + ab - ab + b^2 = a^2 + b^2$$

(5)

Se torniamo alla nostra rappresentazione come struttura ramificata questo significa arrivare a una struttura di questo genere:

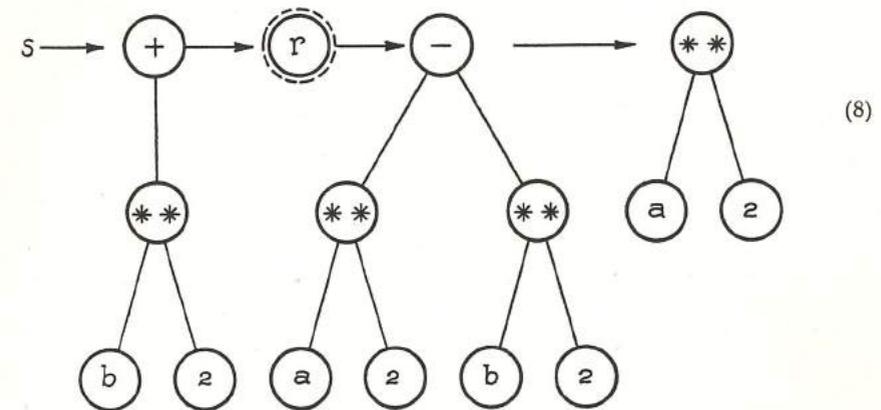
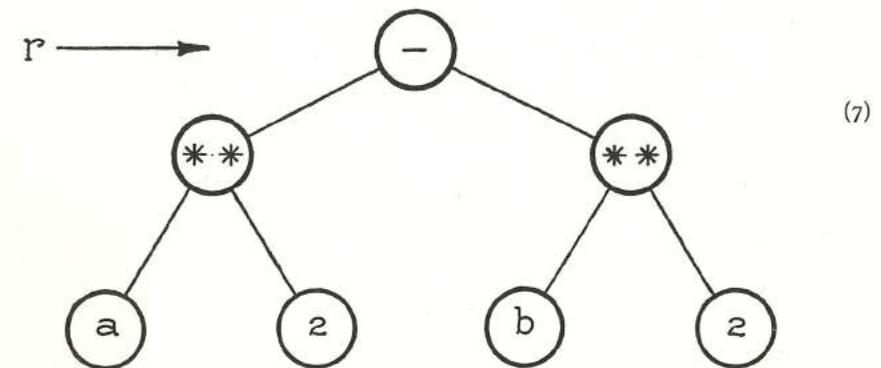


questa è una struttura semplificata in modo da avere solamente una somma di monomi. Semplificare in base a questa notazione vuol dire fare scendere a livello più basso gli operatori di precedenza più alta che sono moltiplicazione e divisione e far risalire gli operatori di addizione e sottrazione. Questo il FORTRAN non ce lo permette, quello che scriviamo nell'espressione (3) è fissato come rappresentato nello specchio (2) e i nostri simboli non sono altro che indirizzi di macchina, solamente un piccolo schermo tra la notazione fatta da noi e il numero. Non è più il valore del simbolo come usavamo nelle scuole medie. Sarebbe interessante, invece, non solo dal punto di vista teorico ma anche dal punto di vista pratico, poter far fare alla macchina, il lavoro che noi facevamo alla scuola media, cioè il lavoro per cui dalla struttura (2) si può arrivare alla struttura (6) e poi semplificare ottenendo la fig. 7 da cui sviluppando si ottiene la fig. 8.

Questo è quanto il FORMAC ci permette di fare: introdurre dei concetti non numerici in un campo, come quello del FORTRAN, di applicazioni numeriche; già esistevano dei linguaggi non numerici come LISP, SNOBOL con cui è stato possibile scri-

vere dei programmi di semplificazione automatica di scritte algebriche o manipolazione di simboli.

Il FORMAC ha rispetto agli altri tentativi il vantaggio di introdurre queste nuove possibilità nel FORTRAN stesso. FORMAC è l'abbreviazione di FORMula MANipulation Compiler e l'I.B.M.



lo ha sviluppato per il sistema 7090/94. Consiste di un linguaggio, di un compilatore e di sottoprogrammi di libreria caricati al tempo oggetto:

- Il linguaggio FORMAC è il linguaggio FORTRAN IV più nuove possibilità, cioè il linguaggio FORMAC è un soprainsieme del FORTRAN IV, comprende in sé il FORTRAN IV,

quindi si può fare tutto quello che il FORTRAN IV permette e in più si possono fare i tipi di manipolazioni illustrati precedentemente.

- Il compilatore FORMAC è in realtà un precompilatore FORMAC che trasforma in linguaggio FORTRAN quello che non è FORTRAN, e lo passa al compilatore FORTRAN IV. (Nel seguito chiameremo FORMAC quello che riguarda più strettamente cose diverse dal FORTRAN, le cose in più rispetto al FORTRAN). Un programma FORMAC, al tempo oggetto non è altro che un programma di FORTRAN IV più dei sottoprogrammi di FORMAC.
- I sottoprogrammi di libreria del FORMAC sono dei programmi che caratterizzano il FORMAC, cioè quei sottoprogrammi che ci aiutano a manipolare i simboli al tempo oggetto nel modo che si è descritto.

Abbiamo visto nelle possibilità del FORMAC un notevole aspetto di interesse teorico, ma è bene rammentare anche l'aspetto pratico di queste applicazioni illustrabile nei seguenti punti:

- la lunghezza di tempi richiesta per svolgere a mano tedious passaggi algebrici
- la possibilità elevata di errori nel fare un tal genere di conti
- il cattivo impiego in tali lavori delle capacità del personale qualificato e d'altra parte
- la mancanza di personale a più basso livello in grado di svolgere gli stessi compiti.

Per fare un esempio di linguaggio FORMAC vediamo come possiamo trattare la scrittura (1) vista precedentemente. In FORMAC scriviamo

```

ATOMIC A, B
LET R = (A+B) * (A-B)
LET S = R+B ** 2

```

(9)

è, se non la stessa scrittura, una scrittura molto simile a quella del FORTRAN; occorre in più una dichiarazione, ATOMIC A, B, che vuol dire che i simboli A e B che prima erano in sostanza nomi di numeri adesso sono qualcosa a sé stante come simbolo, e la parola LET che è una parola che permette di identificare lo 'statement' FORMAC rispetto allo 'statement' FORTRAN.

Il FORMAC sviluppa la struttura (2) secondo quanto mostrato in (6), (7), (8). Con la dichiarazione ATOMIC e con lo 'statement' LET abbiamo visto che si creano nuovi tipi di variabili, le variabili FORMAC. Vediamo come tali variabili FORMAC si distinguono dalle variabili FORTRAN. Possiamo dire subito che si distinguono oltre che in base alla logica di uso, anche nel senso che una variabile nel FORTRAN identifica sempre qualcosa che è fisso in macchina: una voce o un insieme di caratteri, uguale per tutti i simboli; mentre in FORMAC quello che identifichiamo come variabile FORMAC è una struttura di simboli, quindi è qualcosa di lunghezza variabile, in generale, nella memoria della macchina.

Proseguendo nella illustrazione del linguaggio FORMAC, vediamo, oltre alle variabili FORMAC atomiche e 'let' aggiunte alle variabili FORTRAN, già note, il modo offerto dal FORMAC per combinare questi variabili. Analogamente al FORTRAN, in cui con variabili FORTRAN si costruiscono espressioni FORTRAN, nel FORMAC si hanno espressioni FORMAC che in forma generale sono il risultato di uno statement FORMAC e in forma più particolare si possono considerare un insieme di operatori e di operandi. Vediamo quali operatori ed operandi usa il FORMAC.

#### *Operatori nelle espressioni FORMAC*

```

Variabili FORTRAN
Variabili FORTRAN tipo « dummy »
Funzioni FORTRAN
Variabili FORMAC
Costanti

```

*Operatori nelle espressioni FORMAC*

## — Operatori aritmetici

+  
-  
\*  
/  
\*\*

## — Operatori tipo funzione

FMCEXP	}	Corrispondenti formali delle funzioni FORTRAN. EXP, SIN, COS, LOG, ATN, TANH.
FMCSIN		
FMCCOS		
FMLLOG		Hanno come argomenti espressioni FORMAC.
FMCATN		Possono essere usati sicursivamente.
FMCHTN		Es.: FMCLOG(FMCLOG(FMCXP(A))).
FMCFAC		Operatore fattoriale.
FMCDFC		Operatore doppio fattoriale.
FMCCOMP		Operatore combinatoriale.
FMCDIF		Operatore differenziale.

Si noti che nella struttura che rappresenta una particolare scrittura algebrica si possono mettere, assieme ai simboli veri e propri che sono le grandezze caratteristiche del FORMAC, qualsiasi numero, nell'uso noto del FORTRAN, come costante o come variabile. Cosa molto importante in questo linguaggio è ancora la possibilità di mescolare liberamente gli statements, FORMAC e FORTRAN, la possibilità di trasportare da un programma al suo sottoprogramma, attraverso una lista, le variabili FORMAC, ed infine la possibilità di usare nelle espressioni FORMAC il mixed mode. Dopo aver visto che cosa permette di scrivere il FORMAC nella sua possibilità di elaborare le grandezze non numeriche e in particolare le strutture algebriche, elenchiamo rapidamente tutti i comandi che si possono usare su queste espressioni algebriche.

## COMANDI

## — ESEGUIBILI — risultato variabile FORMAC

LET	Comando fondamentale per creare variabili FORMAC. È usato solo ed associato agli altri comandi.
SUBST	Crea nuove espressioni sostituendo alle variabili o sottoespressioni esistenti in date espressioni, nuove variabili o espressioni.
EXPAND	Rimuove la parentesi nelle espressioni applicando le regole dell'algebra.
COEFF	Determina il coefficiente associato ad una variabile all'interno di una espressione.
PART	Decompono una espressione.
ORDER	Pone in ordine le variabili all'interno delle espressioni secondo determinate specifiche.

## — ESEGUIBILI — risultato variabile FORTRAN

EVAL	Valuta numericamente una espressione FORMAC.
FIND	Determina se alcune variabili esistono all'interno di una espressione. Al risultato è associata una variabile logica.
MATCH	Paragona due espressioni FORMAC dando un risultato logico FORTRAN.
CENSUS	Effettua statistiche su espressioni FORMAC.

## — ESEGUIBILI — entrata/uscita e di procedura

BCDCON	Convertono le strutture ramificate da notazione interna e notazione esterna (B C D di stampa) e viceversa.
ALGCON	
ERASE	Cancella dalla memoria della macchina le strutture che non servono più.
AUTSIM	Governa le regole di semplificazione automatica.

Per meglio chiarire le applicazioni del FORMAC consideriamo un piccolo esempio di programma. Si vogliono costruire i pri-

mi N. polinomi di Legendre in base alla definizione ricorsiva che di tali polinomi si può dare. Si ha infatti per un generico polinomio in x

$$P_n(x) = x P_{n-1}(x) + \frac{x^2 - 1}{n} \frac{d}{dx} P_{n-1}(x) \quad (10)$$

Il programma in FORMAC riportato in fig. 1 costruisce i primi 10 polinomi dalla definizione del primo:  $P_1(x) = x$ .

```

LEG                                06/24/64

INPUT TO FORMAC PREPROCESSOR
$1BFMC LEG  NODECK
SYMBG
ATOMIC K
DIMENSION L(20),MBUF(21)
READ 11,N
LET L(1) = K
DO IO I = 2,N
LET L(I)=EXPAND K*(L(I-1)+((K+2-1)/I)*FMCDIF(L(I-1),K,1)
LET LPOL=ORDER L(I),INC,FUL,(K)
ERASE L(I-1)
11 FORMAT (I2)
WRITE (6,15) I
15 FORMAT (1H0,17HPOLINOMIO NUMERO ,2X,13)
Q = 0
12 LET Q=BCCCON LPOL,MBUF,21
WRITE (6,13) (MBUF(J),J=2,21)
IF(Q.NE.0,100 TO 12)
13 FORMAT (1X,20A6)
10 CONTINUE
STOP
END
    
```

Fig. 1

La fig. 2 riporta la traduzione del FORMAC in FORTRAN IV fatta dal precompilatore FORMAC. Si notino le chiamate ai sottoprogrammi che effettuano la manipolazione delle strutture simboliche.

```

LEG                                06/24/64
EXTERNAL FORMULA NUMBER - SOURCE STATEMENT - INTERVAL FORMULA NUMBER(S)

C SYMBG
C THE FOLLOWING STATEMENTS WERE ADDED BY FORMAC
C DIMENSION FMCSTB(1),FMCETB(1)
C CALL FMCUSE(FMCSTB(1),FMCETB(1))
C ATOMIC K
C DIMENSION L(20),MBUF(21)
C READ 11,N
C LET L(1) = K
C CALL LET(L(1),FMCETB(2))
C DO IO I = 2,N
C LET L(I)=EXPAND K*(L(I-1)+((K+2-1)/I)*FMCDIF(L(I-1),K,1)
C CALL EXPAND(L(I),FMCETB(3),0)
C LET LPOL=ORDER L(I),INC,FUL,(K)
C CALL ORDER LPOL,FMCETB(17),1,1,FMCETB(19),0)
C ERASE L(I-1)
C CALL ERASE(L(I-1))
11 FORMAT (I2)
15 WRITE (6,15) I
15 FORMAT (1H0,17HPOLINOMIO NUMERO ,2X,13)
Q = 0
12 LET Q=BCCCON LPOL,MBUF,21
12 CALL BCCCON(Q,FMCETB(20),MBUF,21)
12 WRITE (6,13) (MBUF(J),J=2,21)
12 IF(Q.NE.0,100 TO 12)
13 FORMAT (1X,20A6)
10 CONTINUE
23 STOP
EQUIVALENCE (FMCST(1),FMCSTB(1)),(FMCET(1),FMCETB(1))
DIMENSION FMCST( 3),FMCET( 21)
DATA FMCST(1MCZ),1MCZ = 1, 34/0000000000000000,1H1,0,1H0,0,00
1000000001,0000000000000000,1H0,000000100000,1H1,010000020002,20*0
110000020000,1HLPOL,6H000*00,020000000000/
DATA FMCET(1MCZ),1MCZ = 1, 21/0000000000000000,000010000000,
1051300000200,000013000000,027900000000,0014306155227,0000010000
1000,000000224000,000000014334,040000050000,000000377440,000007
12040000,045000000000,0030610000102,000000000001,043061400000,04
11000022000,0024300000000,000001040000,000000400000,06000000000
10/
EQUIVALENCE (FMCST(3),1),(FMCST(5),4),(FMCST(9),K),(FMCST(12),
11),(FMCST(133),LPOL)
END
    
```

Fig. 2

Nella fig. 3 è riportata la tabella dei risultati.

È molto semplice passare il FORMAC in macchina: basta scrivere il programma con gli statement in FORMAC e aggiungere pochissime schede controllo in più rispetto a quelle di un pro-

06/24/64

```

POLINOMIO NUMERO 2
-2*(1+3*2**(-1)*K**2)

POLINOMIO NUMERO 3
-3*2**(-1)*K+5*2**(-1)*K**3

POLINOMIO NUMERO 4
3*0**(-1)-15*K**(-1)+K**2+35*0**(-1)*K**4

POLINOMIO NUMERO 5
15*0**(-1)+K-35*K**(-1)+K**3+63*0**(-1)*K**5

POLINOMIO NUMERO 6
-5*16**(-1)+105*16**(-1)*K**2-315*16**(-1)*K**4+231*16**(-1)*K**6

POLINOMIO NUMERO 7
-35*16**(-1)*K+315*16**(-1)*K**3-693*16**(-1)*K**5+429*16**(-1)*K**7

POLINOMIO NUMERO 8
35*128**(-1)-315*32**(-1)*K**2+3465*64**(-1)*K**4-3003*32**(-1)*K**6+6435*128**(-1)*K**8

POLINOMIO NUMERO 9
315*128**(-1)*K-1155*32**(-1)*K**3+9009*64**(-1)*K**5-6435*32**(-1)*K**7+12155*128**(-1)*K**9

POLINOMIO NUMERO 10
-63*256**(-1)+3865*256**(-1)*K**2-15015*128**(-1)*K**4+45045*128**(-1)*K**6-109395*256**(-1)*K**8+6189*256**(-1)*K**10
    
```

Fig. 3

gramma FORTRAN e il risultato si ottiene in maniera del tutto analoga a come si ottiene con il FORTRAN, senza passaggi intermedi, perché dopo la precompilazione che trasforma il FORMAC in FORTRAN tutto funziona come si trattasse di un programma FORTRAN IV.

VENERDÌ 10 DICEMBRE - POMERIGGIO

I lavori hanno inizio alle 16 e 30. Presiede il Prof. GIOVANNI RICCI, Direttore dell'Istituto di Scienze Matematiche dell'Università di Milano.

UN CENTRO DI CALCOLO UNIVERSITARIO  
PER LA GESTIONE SCIENTIFICA DELL'AZIENDA

Prof. MARIO VOLPATO

Anzitutto io ringrazio gli organizzatori di questo interessante convegno di avere invitato non tanto la persona di Volpato quanto il centro elettronico di Ca' Foscari e debbo dire subito che mi trovo press'a poco nelle stesse condizioni di quel frate che sapeva fare una sola predica quella sulla confessione ed un giorno lo chiamano a fare il panegirico di S. Giuseppe ed allora comincia a dire beh, insomma S. Giuseppe è stato un buon padre putativo un buon sposo ma infine dei conti è un falegname: il confessionale è fatto di legno e quindi parliamo della confessione.

Press'a poco io mi trovo in queste condizioni. Visto che il tema che mi avete assegnato è Centro di calcolo universitario dirò che la gestione scientifica delle imprese è molto legata direi alla ricerca operativa che ha avuto una clamorosa formazione in questi ultimi dieci anni. Il Centro di Venezia finora si è occupato esclusivamente di questo tema. Ed accennerei anche a qualche problema che abbiamo risolto. Anzitutto il nostro centro non è un grande centro ma un piccolo centro che ha un personale che è composto in questa maniera: vi sono tre laureati in matematica, tre laureati in economia, un laureato in statistica e poi vi è chi lo dirige che è chi vi parla, un matematico. Per lo più vi portano il contributo della loro esperienza nei problemi attuali e vivi che incontrano nella azienda persone dell'Italsider, della Edison Volta, della Olivetti stessa. Volevo rendere il giusto tributo a quelle persone per il contributo che essi portano nelle discussioni perché sono persone che vivono quotidianamente a contatto della realtà concreta.

Prima di parlare di altre cose, magari di carattere generale, vorrei relazionarvi su qualche problema che a noi si è presentato e per questo è bene che ricordi uno degli ultimi, che a mio avviso è uno dei più interessanti problemi e precisamente di un problema

di programmazione della produzione in condizioni di incertezza della domanda. Problema che noi abbiamo risolto con la programmazione dinamica e che abbiamo meccanizzato sulla macchina facendo dei notevoli sforzi. Io porto questo esempio: quando c'è da portare la capra, il cavolo ed il lupo al di là del fiume e si ha una sola barca ed uno di più di questi oggetti non si può portare diventa un problema serio. Se invece si hanno tre barche il problema non sussiste più. Noi invece di tre barche ne abbiamo una sola e quindi abbiamo dovuto destreggiarci, arrampicarci su per i muri, compiere un lavoro piuttosto pesante quasi al livello di ricerca scientifica perché non riuscivamo a farcelo stare. Dunque con la volontà dei miei ragazzi siamo riusciti in un'ora, mi pare, ed in dieci minuti a dominare il problema. Io vorrei ora qui non entrare nei minimi particolari e dirvi quali sono le prerogative di questo problema e come noi lo abbiamo affrontato e l'uso anche che facciamo di questo modello che a mio avviso è forse il migliore di quelli che ha finora approntato il centro nostro di Venezia.

Si tratta di programmare la produzione di una qualsiasi impresa — è inutile precisare il tipo di impresa — per un certo numero di periodi. I periodi, a seconda del tipo di impresa possono variare di ampiezza, dal mese alla settimana, addirittura ora per ora come programmano le imprese elettriche; quindi intendiamo riferirvi in senso lato. Si incomincia con l'ultimo periodo e si fa un ragionamento di questo genere: quale potrà essere la richiesta del prodotto in questo periodo? Per esempio nel mese di dicembre, dovendo programmare a mesi. Questa previsione però si fa prima di gennaio, dodici mesi prima. Quale potrà essere la domanda nel mese di dicembre? Si può guardare la storia del passato dell'azienda, tutti i mesi di dicembre che ha disponibili l'archivio dell'azienda e cercare di fare una previsione, ma io ho poca fiducia sul passato, su queste informazioni; io mi rivolgo piuttosto a chi è impegnato nell'azienda, anzi a varie persone che sono impegnate nell'azienda, e domando: secondo te nel dicembre data la sensibilità, e dato il momento, quale potrà essere la richiesta, a che livello, quale probabilità ci potrà essere, e via di questo passo. Sostanzialmente è come se si venisse a costruire un'urna nella quale ci sono dentro delle palline con i numeri dentro e si ipotizza una possibile configurazione di quest'urna dalla quale al mo-

mento opportuno uscirà una sola pallina che è la richiesta effettiva che si verificherà e quindi noi avremo una distribuzione di probabilità sui possibili livelli della richiesta. La richiesta potrà essere a questo livello per una certa probabilità, a quest'altro per un'altra probabilità, a quest'altro ancora con un'altra. Io qui mi sgancio sempre dal dovermi legare e sposare a priori con delle distribuzioni di probabilità di tipo classico. Son tutte belle cose ma che approssimano ed a volte molto malamente la realtà. Io preferisco avere proprio una gamma di valori molto modesta, otto, dieci valori al massimo e distribuire la probabilità su questi otto-dieci valori interrogando quelli che sono impegnati nell'azienda o nel settore che riguarda l'azienda. Allora fatto questo noi diciamo: se noi avremo in magazzino all'inizio del mese di dicembre una certa scorta, attesa questa distribuzione di probabilità su possibili livelli della domanda quale sarà la decisione che dovremo prendere per innalzare la produzione ad un livello che induca al minimo la speranza matematica della spesa implicata in quest'ultimo periodo. In sostanza noi dovremo rapportare il livello della disponibilità ad un certo livello la cui funzione è di trovare un numero che è la speranza matematica della spesa di quest'ultimo periodo. Fatto questo, questo modello matematico lo tengo fermo, lo immagazzino su un nastro e lo metto in archivio per richiamarlo dall'archivio quando saremo all'inizio di dicembre. Secondo passo: anziché prendere un solo mese, prendiamo in considerazione due mesi, gli ultimi due mesi per ognuno dei quali abbiamo quest'urna che contiene i possibili valori della domanda e quindi conosciamo la distribuzione della probabilità e per quanto riguarda la domanda nel mese di dicembre e per quanto riguarda la domanda nel mese di novembre. E ragioniamo così: se all'inizio di novembre noi avremo in magazzino una certa disponibilità, chiamiamola  $U_2$ , quale decisione dobbiamo prendere per quanto riguarda la produzione, cioè a che livello dovremo portare la nostra disponibilità acciocché si riducano al minimo le spese riguardanti il complesso degli ultimi due periodi. E noi troveremo una certa  $V_2$  di  $U_2$  variabile con  $U_2$  e via di questo passo; adesso il giuoco si è capito. Vediamo piuttosto più che continuare a tirare fuori tre periodi di dire come si può sfruttare questo modello. Supponiamo tanto per esemplificare che si voglia programmare soltanto per due periodi. Allora la prima cosa da farsi qual'è?

Di andare a vedere nel nostro magazzino qual'è la effettiva disponibilità in quel momento, cioè l'effettivo livello di questo  $U_2$ . Trovato questo con il nostro modello noi possiamo determinare questa variabile di decisione. Possiamo determinare la  $V_2$  di  $U_2$ . Ed allora produciamo la quantità occorrente per elevare le disponibilità fino a questo livello e cioè sostanzialmente ecco la quantità che produciamo. Presa questa decisione cosa facciamo? Lasciamo che il sistema si evolva liberamente secondo le sue leggi aleatorie. Da questa urna dovrebbe venir fuori una pallina con un certo numero, cioè troveremo che in questo mese di novembre la richiesta è stata ad un certo livello la richiesta del nostro prodotto. Allora potrebbe darsi che la richiesta fosse inferiore alla nostra disponibilità nel qual caso resteremo con una disponibilità positiva. Può darsi che esaurisca la disponibilità del magazzino, può darsi invece che la richiesta sia maggiore, nel qual caso avremo scontentato dei clienti. Arrivati a questo punto sappiamo alla fine del mese di novembre con quale disponibilità siamo arrivati, perché ormai il tempo è passato e la richiesta si è manifestata e sappiamo con quale disponibilità siamo arrivati. Andiamo a prendere dall'archivio allora quanto avevamo messo nel nastro relativamente al primo periodo, e via di questo passo.

Io l'ho fatto per due periodi e lo stesso ragionamento vale per più periodi. Normalmente è ovvio che si tratta di dodici periodi, i dodici mesi dell'anno, ma non è ancora questo il modo a mio avviso migliore per adoperare questo modello. Perché non è il modo migliore? Perché in questa maniera noi siamo costretti a prendere mese per mese delle decisioni e adattarele alla situazione del momento, cioè si cerca il più possibile di adattare la produzione a quella che è la richiesta, ma in questa maniera cosa succede? I francesi dicono si dà luogo a degli imbalcamenti che tradotto in veneto vorrebbe dire assumere delle persone oppure licenziarle. Sono operazioni che costano quindi è ovvio che qui c'è un contrasto con quelle che sono le esigenze del settore produttivo il quale invece vorrebbe produrre con un ritmo costante di produzione ed allora come si può usare un modello per trovare il ritmo costante di produzione più indicato? Si può usare una simulazione. Come si simula? Ecco: noi abbiamo visto che queste domande incerte in questo periodo possiamo pensarle come delle urne chiuse ed allora diciamo: benissimo apriamo queste urne chiuse in modo

che esca una sola pallina. Andiamo ad estrarre a sorte da questa urna una di queste palline. Ed accettiamo il numero che è scritto su questa pallina come domanda effettiva di quel mese e andiamo a programmare per tutti gli undici mesi ed allora si vedrà la politica ottima che ne risulta in produzione mese per mese. E si avrà una curva, una spezzata di un certo tipo. E questa è già una simulazione sulla gestione. Adesso facciamo una seconda simulazione, cioè prendiamo a sorte da una di queste urne un'altra pallina, ognuna delle quali mi darà una domanda possibile, però in quel mese a cui si riferisce. Relativamente alle palline estratte, relativamente alle domande che noi ipotizziamo si siano verificate per tutti i dodici mesi, andiamo a costruire un'altra curva ottima di disponibilità e quindi di produzione. Avremo così un'altra curva. Fatto questo, cosa si può fare? Si può ripetere il procedimento più volte. Qui appunto dobbiamo ringraziare la velocità dei nostri mezzi elettronici che possono, molto rapidamente, fare operazioni di questo genere. Una volta costruito il programma si tratta di un lavoro di routine e lo fanno facilmente perché si insegna loro a risolvere un programma parametrico. Poi, al momento opportuno, si dice: al posto di questo parametro metti questo numero; quindi se ne possono costruire diversi di questi parametri, diverse curve di disponibilità a seconda dei diversi possibili livelli che si possono verificare. Dopodiché si può andare a cercare una curva di disponibilità usando metodi a tutti noti dei minimi quadrati che riduce al minimo di spostamenti e che abbia un tasso di produzione costante.

È chiaro in questa maniera si accontenta anche il settore di produzione dell'azienda. Alle volte invece c'è l'esigenza di accontentare il settore commerciale che gradisce avere degli stock piuttosto massicci perché ogni volta che ha un ordine vorrebbe essere in grado di smaltirlo immediatamente ma invece si deve fare la lotta con i settori amministrativi i quali vorrebbero invece che la produzione fosse adeguata a quella che è la domanda ed allora noi possiamo usare il modello in questa maniera: prendiamo la decisione al primo mese in base alle ipotesi fatte dopo di che vediamo cosa si è verificato alla fine del mese, quale è stata la domanda e quale è stata la giacenza con la quale arriviamo; può darsi che la maniera con la quale si sono svolti i fatti in quel primo mese, che quella maniera induca a modificare le distribuzio-

ni di probabilità che noi avevamo assegnato alle richieste dei mesi successivi; benissimo non ha nessuna importanza per noi perché in quei nastri che abbiamo messo in archivio abbiamo insegnato a far risolvere il problema qualunque sia il tipo di distribuzione di probabilità e quindi ogni volta che si prende una decisione di aggiustare la mira, diremo così, cambiando le distribuzioni di probabilità dei mesi successivi. Mi dà l'impressione come sia un giuoco del gatto e del topo: il gatto si prende il topo, lo lascia libero, lo riprende in bocca e lo controlla di momento in momento. Anche noi controlliamo il nostro sistema intervenendo periodicamente nel tempo e poi lo lasciamo libero di evolversi con le sue libertà, con le sue leggi aleatorie. Prendiamo una decisione all'inizio del primo mese e lo lasciamo libero. Dove lo troviamo? Nello stato in cui lo troviamo prendiamo un'altra decisione, interveniamo per controllarlo, gli diamo un altro colpetto per raddrizzare la marcia di questo nostro sistema; prendiamo un'altra decisione che ci sembra ottima e lo lasciamo libero di evolversi secondo le leggi aleatorie.

Un altro metodo per sfruttare questo modello, e noi abbiamo incominciato proprio adesso a Ca' Foscari a sfruttarlo, è questo: prendiamo alcuni tra gli allievi più qualificati e li mettiamo di fronte a dei dati che rispecchiano situazioni concrete e diciamo: che decisioni prenderesti tu per questo mese? Quanto produrresti se queste sono le disposizioni di probabilità della richiesta per i mesi venturi? Naturalmente lui fa i suoi conti e dice prendere questa decisione. Andiamo a vedere invece quale è la decisione che ci suggerisce il nostro Centro di Calcolo Elettronico. Prendiamo dall'archivio il nastro relativo a quel mese, si fa un giro di calcolatore e si trova la risposta. Quanto produrresti in quell'altro mese? Ed allora il ragazzo dice: produrrei tanto, fa i conti ed in questa maniera si abitua a prendere delle decisioni in condizioni di incertezza il che non è una cosa da trascurarsi per un dirigente d'azienda. Questi sono finora i modi con i quali noi abbiamo sfruttato questo modello e debbo dire che ne abbiamo tratto anche dei grossi vantaggi. Questo modello è stato da noi illustrato alle aziende I.R.I. e credo che qualcuno cominci ad applicarlo.

Data l'ora, piuttosto che dirvi cose di ordinaria amministrazione è meglio forse che vi dia una notizia fresca di uno studio compiuto che riguarda la programmazione nazionale. Non so che esito avrà presso i programmatori comunque io vi posso dire che il nostro modello domani verrà presentato presso l'Accademia dei Lincei. Perché ora vogliono imbrattare anche i rendiconti della Accademia dei Lincei con studi di questo genere. Tutti quanti abbiamo sentito parlare da varie fonti di questa programmazione democratica o non democratica e via di questo passo, con la partecipazione dei sindacati o con la non partecipazione, con la Confindustria o no, comunque sono discorsi che noi lasciamo fare ai politici. Noi dobbiamo camminare con i piedi in terra e adottare dei criteri: se vogliono struttarli li sfrutteranno, se non vogliono sfruttarli pazienza: sono liberissimi di adoprarli o no perché siamo più democratici dei democratici su questo punto. Ed allora nel cercare di costruire un modello che si avvicini a quelle che sono le esigenze del nostro Paese di quello per lo meno che abbiamo sentito dire dai vari organi competenti abbiamo fatto questo: voi sapete che ci sono le commissioni di programmazione a livello regionale e poi ci sono commissioni di programmazione a livello nazionale. Finora non si sa come questa programmazione a livello nazionale coordinerà le sparute idee che verranno fuori dalle commissioni regionali. Il nostro studio è dunque un tentativo non so se riuscito o no di coordinare i programmi a livello regionale con quelli che sono i programmi a livello nazionale e senza farci tante illusioni di previsioni e non previsioni abbiamo ragionato così: che cos'è che ha in mano lo Stato per poter intervenire a orientare i programmi regionali? Ha due armi in pugno: o intervenire con delle leggi (ma allora la programmazione non è più democratica) oppure può intervenire con il denaro, con gli aiuti finanziari. Questi sono i due mezzi: o coercitivamente imponendo per legge a fare certi programmi oppure con la forza del portamonete. Lo Stato dispone di una certa zecca di danaro che può distribuire alle singole regioni per orientare la realizzazione nelle singole regioni di certe opere le quali possono essere intese ad ottenere determinati fini. E noi abbiamo abbandonato la legge perché non ce ne intendiamo ed abbiamo ipotizzato che lo Stato possa intervenire con i suoi aiuti finanziari per orientare in un modo o nell'altro e

per incrementare in un modo o nell'altro certe realizzazioni a livello regionale allo scopo di ottenere fini di interesse nazionale.

Prendiamo una qualsiasi regione e suddividiamo le attività proprie in settori: settore industriale, settore assistenziale, agricoltura, ecc.. Dopo di che per ogni singolo settore stabiliamo un determinato ordine per le opere che si tende a realizzare in quel settore. Per esempio in merito alle vie di comunicazione: si vuole realizzare una autostrada? Si vuol fare dopo un'autostrada altre strade? Si vuol fare un pezzo di ferrovia? Si vuol fare un canale? La commissione a livello regionale elenchi in un ordine di priorità secondo il quale intende siano realizzate queste opere. Dopo di che facciamo così: la prima opera è l'autostrada. Qual'è il costo che prevedete? Questa autostrada, sempre a livello regionale avrà un certo costo che chiameremo  $C_1$ . Poi domandiamo: in loco o anche non in loco comunque da enti privati che non attingono allo Stato quanto riuscite a trovare per realizzare di questa opera? Guardate che il livello del capitale reperibile a questo stadio dà anche la misura di quella che è, diremo così, la redditività dell'opera perché il capitale privato se vede che l'opera non rende difficilmente interviene. Allora diranno: abbiamo trovato per quest'opera un certo capitale,  $C_1^*$ ; di guisa che allora la differenza è quello che noi abbiamo bisogno dallo Stato per poter realizzare quell'opera. Ci sarà poi una seconda opera che costerà  $C_2$  e per la quale si troverà un  $C_2^*$  di capitale reperibile; questo capitale reperibile presso enti o privati che non attingono allo Stato può anche essere zero è ovvio, perché può darsi benissimo che i privati non ritengano per loro redditizia quest'opera. Benissimo. Dopo di che noi diciamo: adesso in sede nazionale si fissino dei criteri per stabilire un indice di utilità sociale per ognuna di queste opere. Quali sono i fattori di cui si deve tenere conto per costruire gli indici di utilità sociale? Sono tantissimi, comunque concordiamoli. Mettiamoci d'accordo che se vogliamo misurare l'utilità sociale per esempio di un'altra strada dovremo seguire questa o questa metodologia: misurare per esempio quante saranno le macchine che prima passavano per altre strade e che dopo passeranno per di lì, i vantaggi che si possono avere per le merci. Fissiamo comunque un indice di utilità. Allora noi portiamo in ascissa questo numero  $C_1$  meno  $C_1^*$  e in ordinata il valore degli indici di utilità sociale stabilito per quell'opera. Dopo, la seconda

$C_2$  meno  $C_2^*$  ed in ordinata l'utilità della prima più l'utilità che porta alla seconda. In questa maniera ci costruiamo in ogni settore un grafico il quale mi dà l'utilità sociale che si ottiene nel settore al variare dell'aiuto dell'intervento statale. Se l'intervento statale sarà a questo livello otterrò nel settore questa utilità. È ovvio che non sarà possibile che sia un livello intermedio perché l'intervento statale sarà tale da completare o la prima opera oppure la prima e la seconda, ecc. Abbiamo un grafico che ci mostra il beneficio sociale nel settore al variare dell'intervento statale. Dopo di che abbiamo indicato una metodologia che si basa anche qui sulla programmazione dinamica la quale permette di costruire una funzione che dà il beneficio sociale relativo a tutta la regione al variare dell'intervento statale per tutta la regione. Non solo la metodologia insegna a costruire questa funzione ma insegna anche come va ripartito l'utile globale nazionale. Allora, facciamo intanto un ordinamento tra le regioni secondo il reddito medio pro-capite accertato negli ultimi cinque anni. In testa ci sarà il Piemonte, seconda ci sarà la Lombardia, terza ci sarà l'Emilia, ecc. Allora per la prima regione noi abbiamo calcolato il beneficio sociale complessivo che potrà avere al variare del contributo che riceve dallo Stato. Così pure per la seconda, così pure per la terza. Supponiamo ora che per il complesso delle prime due regioni lo Stato dia un certo contributo statale. Ci domandiamo: come va ripartito questo contributo statale che darà lo Stato per il complesso delle prime due ed allora mettiamoci d'accordo su quali obiettivi vogliamo raggiungere: vogliamo farla andare in rovina questa Italia o vogliamo fare qualche cosa d'altro? Fissiamo l'obiettivo: ed allora ecco l'obiettivo che noi abbiamo scelto. L'obiettivo è questo: se indico con  $S_j$  il beneficio alle prime  $j$  regioni e con  $R_{j+1}$  quello relativo alla successiva  $j+1$ esima regione nell'ordinamento io massimizzo questa somma diminuita della differenza media. In altre parole incremento il beneficio sociale relativo al complesso delle prime  $j$  regioni con la  $j+1$ esima e diminuisco il divario che c'è fra il complesso delle prime  $j$  e la  $j+1$ esima che la segue in quell'ordinamento. Può darsi benissimo che venga voglia di pesare in modo diverso questi due elementi perché il primo potrebbe essere pensato come un beneficio lordo, l'altro qui come una penalità. Può darsi che venga voglia di pesarli in modo diverso. Questi pesi devono essere lasciati ai politici. Noi diciamo al politico: come

vuoi fissare il peso dei due elementi? In questa maniera si ottengono due obiettivi simultanei e armonizzati, direi e cioè: l'incremento dei benefici sociali nel complesso delle regioni e simultaneamente si tende a livellare i dislivelli. Io però ho sentito proprio mentre si insediava nel discorso fatto dal ministro Pieraccini a Venezia, all'insediamento della commissione di programmazione regionale che fra gli altri desideri c'è anche quello di livellare i settori e cioè che l'agricoltura non sia così povera rispetto all'industria. Allora io ha pensato subito a quel modello che noi avevamo preparato che è a doubleface e si può prestare anche a questo, per questo obiettivo e allora vi dico subito come. Il ruolo assunto nel modello dalle regioni può essere assunto dai settori e quello che in questo modello è assunto dai settori può essere giocato dai sottosettori del settore. Quindi bisogna cercare anziché di diminuire il livello fra le regioni di diminuire il divario fra i settori. Ma allora si può fare una via di mezzo: dare il compito alle commissioni a livello regionale di adoperare il modello in questa seconda versione tenendo conto della necessità di livellare i settori al livello regionale ed invece adoperare a livello nazionale il modello per livellare le regioni e così sarebbero tre, diremo così, le quaglie che si prendono simultaneamente.

Io vi domando scusa di avervi intrattenuto: vi ho voluto soltanto dire quali sono i problemi che si agitano in un certo campo dove si tenta di studiare, di fare una gestione scientifica delle imprese e dell'economia a carattere nazionale. Debbo dire questo: non illudetevi troppo sulla possibilità di poter convincere i dirigenti di azienda di introdurre questi nuovi metodi perché sono molto scettici. Loro introducono i calcolatori elettronici ma a che scopo? per meccanizzare il servizio del personale, per meccanizzare tutti i servizi di carattere amministrativo di routine, per accelerare i tempi ma mai, o per lo meno salvo in alcuni casi, lo adoperano per livelli decisionali. Per esempio per risolvere un problema del tipo di quello che vi ho indicato all'inizio di questa breve chiacchierata dove c'è un problema di carattere decisionale, qui in Italia siamo onesti a non darcela ad intendere anche se voi dovete vendere i vostri calcolatori, questo criterio non è stato applicato. Debbo dire che l'I.R.I. si è messa su un piano effettivamente di avanguardia grazie ad un animatore che è un avvocato ma che ha capito l'importanza di queste cose. È andato in Ame-

rica, è stato lì e ha visto che i metodi sono diversi dai nostri, ha voluto rendersi conto quanto si prendeva e quanto è che si è preso dopo in termini di denaro dopo aver applicato queste metodologie ed allora il raffronto del guadagno è stato l'elemento che ha convinto più di tutto ed ha imposto alle aziende una gestione scientifica di questo tipo. Pertanto io sono convinto che anche qui nelle nostre aziende fra qualche anno saremo molto e molto avanti nell'accettazione di queste tecniche e credo allora che uno dei nostri compiti della nostra scuola e della nostra università sia proprio quello di preparare le persone che sono in grado di affrontarle. Quindi debbo dire che a mio avviso non è possibile dire se è più qualificato uno che ha questo tipo di laurea o quest'altro tipo di laurea, direi che questo proprio per esperienza personale è un lavoro che va fatto per équipe. Il matematico da solo direi è perfettamente ignorante. Ho provato su me stesso questa esperienza. Il matematico insieme all'economista diventa meno ignorante. Se ci aggiungiamo poi uno statistico allora forse si raggiunge quel po' di tollerabile.

Io vi ringrazio dell'ascolto, se avete qualcosa da chiedermi circa l'organizzazione del Centro o qualche altra notizia io sono a vostra disposizione. Posso dirvi che il consiglio di amministrazione ci mandava a quel paese perché facevamo studi, provavamo questi programmi sulla nostra macchina che non rendeva niente e le spese gravavano, gravavano ed il consiglio di amministrazione ci ha imposto anche di fare del lavoro routinizzato per terzi. E noi abbiamo cominciato appunto ad avvicinare aziende di dimensioni tali che non possono prendersi il calcolatore ed abbiamo cominciato a meccanizzare la gestione del personale, magazzini o roba del genere, abbiamo cominciato a fare lavori di routine in modo da prendere quel tanto che il Centro si possa mantenere da solo. Devo dire che oggi, insomma, riusciamo a questo scopo.

Uno degli elementi a mio avviso molto importante è questo lavoro di avvicinamento delle piccole, piccolissime aziende che non possono prendersi da sole il calcolatore, un mezzo per poterle avvicinare è questo: far prendere loro di quelle macchine audit le quali mentre stampano i documenti originali possono anche perforare tutte le informazioni ed adoperare presso queste piccole aziende una macchina tipo audit come fosse un brogliaccio, un

libro di prima nota. Tutte le operazioni debbono passare attraverso l'audit. Ci mandano dopo il nastro di carta perforato, noi lo elaboriamo, lo smistiamo secondo i vari criteri stabiliti a priori fornendo le opportune informazioni. Già da tre mesi presso il nostro Centro è in funzione una operazione di questo genere. Se volete sapere il tipo di aziende abbiamo tre ospedali, per esempio, per i quali facciamo il lavoro di gestione del personale ma anche si fanno delle statistiche che sono richieste a questi ospedali dall'istituto di statistica. Poi abbiamo piccole aziende, diremo meccaniche alle quali facciamo un lavoro pressoché analogo.

## PROBLEMI ORGANIZZATIVI PER UN EFFICIENTE CENTRO DI CALCOLO

Prof. ALDO ROMANO

Sarebbe risultato più facile, per me, riferire, in questo Convegno, sulle attività del Centro di Calcolo della Università di Bari, in particolare sulla realizzazione del collegamento in linea del calcolatore IBM 1620 con strumenti di misura di eventi nucleari.

L'opportunità, però, di incontrare in questo Convegno colleghi che operano in altri centri di calcolo universitari, mi ha convinto a tentare di richiamare l'attenzione dei presenti sui problemi organizzativi che sorgono quando si vuole assicurare l'efficienza di un centro. Le idee che brevemente esporrò si basano su esperienze personali, altri più qualificati possono contribuire con suggerimenti più utili. È questo un discorso attuale in quanto i centri di calcolo universitari sono ormai considerati strutture moderne ed indispensabili a servizio della ricerca scientifica e dell'insegnamento superiore. È forse opportuno richiamare brevemente le ragioni che convalidano quanto precedentemente affermato.

Se ci si sofferma ad analizzare le complesse esigenze della ricerca scientifica si individua immediatamente quella del calcolo numerico. Quotidianamente si incontrano problemi che è conveniente e talora necessario risolvere per via matematica. A questo punto il problema fisico, chimico, ingegneristico, in altri termini, qualunque sia la natura del problema all'origine, esso diventa un problema di matematica applicata. Per risolverlo occorre superare difficoltà di calcolo derivanti o dalla complicata natura del metodo matematico di risoluzione o dalla necessità di dover iterare su un numero elevato di casi lo stesso metodo di calcolo.

A questo punto è facile immaginare il ricercatore, lo studioso, lo scienziato che si sentono impegnati nel processo creativo della ricerca, che essi curano, trovino nelle difficoltà del calcolo numerico

un ritardo, talora scoraggiante, che impedisce loro di poter subito ottenere il risultato della indagine. L'elaboratore elettronico assolve a questi compiti ausiliari e strumentali in modo rapido ed efficiente, consentendo che si dedichi piú tempo a pensare, interpretare, approfondire, in altri termini crea le condizioni per uno sviluppo piú efficiente della ricerca.

È appena necessario osservare, d'altra parte, che la disponibilità di queste macchine ha favorito a sua volta negli ultimi anni una rapida evoluzione della matematica applicata che, fornendo nuovi metodi di calcolo numerico, ha permesso di pensare o realizzare esperimenti e progetti, che hanno segnato un rapido sviluppo della coscienza e della tecnica.

D'altra parte il calcolo numerico non è il solo passaggio obbligato per rendere conclusiva la ricerca, né d'altra parte le prestazioni di un elaboratore elettronico si limitano a fornire solo risultati di calcolo numerico. Esistono infatti attività di ricerca che richiedono sistemi automatici di natura diversa. È spesso necessario accumulare grandi quantità di informazioni per reperirle periodicamente e sottoporle all'analisi. Inoltre un qualsiasi archivio di informazioni o variando voci precedentemente registrate. Basti pensare al problema delle ricerche bibliografiche, dei servizi di documentazione, alle esigenze delle analisi statistiche e della contabilità. Ritengo che per gli studi di giurisprudenza, di medicina, di biologia, di statistica, sarebbe estremamente utile l'automazione di questi servizi ausiliari con conseguente risparmio di tempo, quindi forti economie.

Volendo accennare agli interessi immediati che la ricerca tecnologica può avere per le applicazioni degli elaboratori elettronici basta menzionare il loro uso per lo studio di macchine da costruire, cioè l'uso della tecnica di simulazione. Ciò consente di prevedere il comportamento delle apparecchiature in diverse condizioni prima che esse vengano costruite, si possono apportare modifiche al progetto originario senza che ciò comporti oneri conseguenti alla effettiva costruzione di un prototipo. Potrei continuare ad enumerare altri usi dell'elaboratore per la parte che riguarda lo sviluppo della ricerca scientifica.

D'altra parte i centri di calcolo universitari non rappresentano solamente una struttura indispensabile per un rapido sviluppo della ricerca scientifica, ma contribuiscono e dovranno nel futuro

contribuire in modo piú efficiente alla formazione di tecnici superiori tipo analisti-programmatori.

Nel prossimo anno il Parlamento dovrà discutere la proposta di legge di iniziativa parlamentare per l'istituzione presso le Università di corsi biennali per il conseguimento del diploma superiore di analista su mezzi meccanografici ed elettronici, nonché la creazione di Istituti Tecnici per programmatori. Tutti concordiamo nella esigenza di queste nuove forme di qualificazioni, avvertita dall'industria, dal commercio nelle sue diverse forme di attività, dall'agricoltura e dalla pubblica amministrazione.

Non è inoltre da sottovalutare il difficile lavoro di riqualificazione che, consentendo un razionale adeguamento delle prestazioni esecutive e dirigenziali ai nuovi sistemi di produzione e di organizzazione, concorra ad ottenere una diminuzione dei costi di esercizio e di produzione senza generare il fenomeno della disoccupazione tecnologica.

A questi compiti oltre allo scopo fondamentale della ricerca scientifica, le Università potranno assolvere in maniera adeguata se potranno disporre di Centri di Calcolo cui si assicuri una efficiente organizzazione. A tal proposito occorre innanzitutto essere sicuri sulla scelta del calcolatore adatto ai problemi che si intende risolvere.

Il primo problema che va risolto con accurata indagine è la scelta appropriata dell'elaboratore nel senso che occorre studiarne le caratteristiche in relazione al problema o al gruppo di problemi da elaborare.

Le principali caratteristiche di un elaboratore che vanno attentamente esaminate sono: la velocità di elaborazione e la capacità di memoria. In realtà questo secondo requisito non comporta una scelta definitiva in quanto oggi esistono sul mercato elaboratori con modularità tale che in qualunque momento è possibile decidere e realizzare l'ampliamento della loro capacità memorizzatrice. La velocità di elaborazione va invece esaminata con cautela per evitare il rischio di tenere la macchina impegnata in un numero considerevole di ore per la natura complicata del processo da eseguire. La scelta di macchine relativamente lente o relativamente veloci è determinata dalla natura dei problemi che si intende risolvere.

Un altro aspetto secondario, ma estremamente importante riguarda la scelta delle unità periferiche, particolarmente quelle di

ingresso mediante le quali si trasmettono i dati e le istruzioni all'elaboratore e quelle di uscita con cui l'elaboratore dà la risposta ed i risultati. È estremamente difficile convogliare le varie esigenze verso una precisa scelta, per cui è consigliabile dotare l'elaboratore di sistemi di ingresso e di uscita abbastanza flessibili (unità di nastri magnetici, lettori e perforatori di schede stampatrici veloci) per assicurare a tutti gli utenti un appropriato sistema di comunicazione con l'elaboratore.

Superata la fase della scelta delle caratteristiche dell'elaboratore occorre immediatamente porsi il problema di quali servizi dotare il Centro perché tutti possano utilizzare in modo efficiente ed economico l'elaboratore. Questo rappresenta il problema della scelta del personale, cui affidare i diversi servizi. Molti sanno che per affidare al calcolatore un processo di esecuzione occorre aver risolto problemi di analisi, di programmazione e di codificazione. In generale si può dire che la fase dell'analisi, che è la più impegnativa, è caratterizzata da uno studio accurato dei parametri che caratterizzano il problema, della ricerca dei metodi di calcolo numerico necessari per l'esecuzione e abbastanza adeguati alla logica della programmazione. Spesso non è sufficiente individuare la tecnica di risoluzione matematica, occorre talora controllarne la adattabilità al particolare problema, apportando eventuali modifiche che si traducono o in una generalizzazione o in una opportuna e corretta forma di approssimazione del metodo prescelto.

La programmazione costituisce un vero problema di logica. Si tratta di organizzare la sequenza dei gruppi di istruzioni con le quali trasferire al calcolatore ordini di natura aritmetica e logica; è la fase durante la quale si prepara quello che gli esperti chiamano il diagramma a blocchi, che rappresenta una sintesi logica delle varie tappe secondo cui si sviluppa il processo elaborativo.

La codificazione, per ultima, consente di scrivere con i codici previsti dal linguaggio, prescelto per comunicare con il calcolatore quanto contenuto nel diagramma a blocchi. La esplicazione di questi compiti, di cui ho voluto dare solo dei brevi cenni, richiede la presenza di un gruppo di persone che costituiscono un servizio base per l'efficienza del Centro. Questo tipo di servizio può essere organizzato in modo verticale o in modo orizzontale. Nel primo caso una stessa persona cura simultaneamente l'analisi, la programmazione e la codificazione cioè segue il problema dall'origine

sino alla fine dell'esecuzione. Nel secondo caso le tre fasi vengono affidate a differenti persone. Entrambi i metodi presentano vantaggi e svantaggi. Il sistema verticale assicura criteri uniformi e più efficienti a danno però di un continuo e contemporaneo perfezionamento delle tre competenze. Il sistema orizzontale, affidando a persone diverse lo sviluppo del processo, offre loro la opportunità di approfondire meglio e separatamente i criteri di analisi, di programmazione e codificazione, ma può causare effetti dispersivi a danno della unità del processo elaborativo.

È mia opinione che per un Centro di calcolo in fase di formazione sia più conveniente il sistema verticale soprattutto se chi è interessato al problema collabora attivamente con l'esperto.

Infatti si può realizzare un modo abbastanza efficiente per risolvere un problema dalla formulazione sino alla codificazione se su di esso vi lavorano due persone, una appartenente al laboratorio interessato, l'altra esperta di analisi e programmazione appartenente al centro di calcolo, possibilmente coadiuvata da una terza persona che collabori alla codificazione e segua da vicino le operazioni di prova.

La consistenza numerica del personale addetto ai servizi di cui ho appena terminato di discutere è difficilmente prevedibile e largamente variabile. Essa dipende dalla varietà e dalla natura dei problemi che si pensa di risolvere con l'elaboratore, dalle difficoltà di analisi e di programmazione, dai turni giornalieri stabiliti per l'operazione del calcolatore. Essa inoltre dipende notevolmente dalla possibilità di disporre di programmi o sottoprogrammi di interesse generale già realizzati in altri centri di calcolo più sviluppati.

Un altro servizio estremamente utile e indispensabile soprattutto quando il centro è in pieno sviluppo, è il coordinamento e la vigilanza sulla produzione del Centro. Occorre cioè personale addetto a predisporre gli orari secondo le richieste degli utenti, organizzare il lavoro secondo turni di prove programmi e di calcolo; in sostanza esso agisce da intermediario tra l'utente pronto con i suoi programmi e la sala macchine.

Da ultimo e forse il primo per importanza l'esigenza del personale « operatori-macchine » cioè persone addette al funzionamento ed al controllo dell'elaboratore e relative unità periferiche, all'interpretazione dei messaggi che la macchina fornisce durante la

fase di elaborazione. Queste persone curano inoltre le operazioni di ingresso e di uscita dall'elaboratore. La consistenza numerica della macchina, dal numero delle unità periferiche e dai turni giornalieri di operazione.

Penso di aver dato sufficienti indicazioni sulle esigenze organizzative di un centro di calcolo universitario cui devono confluire interessi scientifici diversi nel contenuto e perciò vari nelle esigenze. Mi preme ribadire che è estremamente pericoloso sottovalutare l'aspetto organizzativo del centro che è tanto importante, quanto la decisione di dover disporre di un opportuno elaboratore. Ciò, è estremamente vero se si vuole evitare l'assurda situazione di avere un elaboratore inoperoso per la mancanza dei servizi dovuti e dell'assistenza di esperti che aiutano i diversi laboratori interessati mettendoli nelle condizioni di potersi servire del Centro. D'altra parte se è pensabile, tollerabile e anche utile che all'inizio ci sia un maggior impegno da parte dei ricercatori interessati, i quali dedichino parte del loro tempo alla analisi, alla programmazione e alla codificazione, diventerebbe deleterio spingere questo sistema nel tempo; a questo punto si snaturerebbe la funzione del ricercatore a danno dello spirito creativo della ricerca cui sono legati i suoi principali interessi.

## CREAZIONE E SVILUPPO DEL CENTRO DI CALCOLO DELL' UNIVERSITA DI CAGLIARI

Prof. ANGELO BERIO

Non so quanto la storia dello sviluppo del nostro piccolo Centro universitario di calcolo possa interessare; in ogni modo, data anche l'ora tarda, cercherò di annoiare il meno possibile.

Comincerò col dire qualche parola circa la nascita del Centro. Essa rimonta, come è successo per altri Centri universitari, al 1960, e cioè alla famosa legge n° 622; e, ricordando come si sono svolti gli avvenimenti, noi di Cagliari possiamo dire che il Centro è nato per un fatto burocratico puramente casuale!

Infatti, fra tutte le richieste avanzate dall'Università e dagli Istituti di Cagliari circa attrezzature da ottenere sui fondi della legge n° 622, ce n'erano tre relative a calcolatori: una dell'Università, che chiedeva un elaboratore Gamma MT (115 milioni), un'altra della Facoltà di Ingegneria per un IBM 650 (50 milioni), e infine una terza dell'Istituto di Meccanica applicata, che proponeva un IBM 610, stimato una trentina di milioni. Non saprei come, ma a Roma le tre richieste sono state confuse insieme: per cui vennero assegnati all'Università di Cagliari 50 milioni per un calcolatore IBM 610!

Avuta notizia della assegnazione, l'Università ebbe il buon senso di rivolgersi, per consiglio, ad alcuni professori fra i quali chi vi parla; e noi, che allora di calcolo automatico non sapevamo, si può dire, assolutamente nulla, abbiamo chiesto informazioni ai competenti; io in particolare mi sono rivolto agli amici del Politecnico di Milano, e specialmente al Prof. Lunelli. Tutti scongiurarono l'acquisto del 610; e allora, dopo lunghe trattative coi diversi produttori e col Ministero, si concluse l'ordinazione di un elaboratore IBM 1620, nella sua minima configurazione, con 20.000 posizioni decimali di memoria, e lettore-perforatore di nastro.

La somma assegnata, in base ad uno schema di contratto predisposto dal Ministero, comprendeva l'acquisto del calcolatore, piú un contratto quinquennale di manutenzione, piú infine la concessione di 25 borse di studio. Ora riconosco che queste condizioni aggiuntive erano state suggerite dal Ministero a ragion veduta, perché ci hanno permesso di cominciare subito a utilizzare l'elaboratore senza bisogno di altri mezzi finanziari; se tuttavia allora avessi saputo quello che poi ho appreso per esperienza diretta, mi sarei battuto perché l'Università si accollasse annualmente il peso diretto della manutenzione e delle borse di studio, e che si accrescesse invece la potenzialità del calcolatore; e soprattutto lo si scegliesse modularmente estensibile. E così raccomandando di comportarsi a chi si trovasse in situazione analoga alla nostra.

Ritornando all'Università di Cagliari, visto che, inopinatamente vorrei dire, ci si era trovati in possesso di un elaboratore elettronico, si provvide celermente alla costituzione di un minimo di apparato tecnico ed amministrativo che permettesse di farlo funzionare. Nacque così ufficialmente il Centro di calcolo elettronico, retto da un Direttore (prima il collega Prof. Scotto Lavina, e, dopo il suo trasferimento a Roma, colui che vi parla) assistito da un Consiglio Direttivo formato da professori di ruolo, uno per ogni Facoltà che si dichiara interessata al funzionamento del Centro. Il Centro ebbe anche un organico, costituito da due tecnici, uno diplomato e l'altro coadiutore; inoltre, almeno per i primi cinque anni di funzionamento, vi fanno capo cinque titolari di borse di studio IBM.

Come si vede, non si era abbondato in impalcature burocratiche; anzi debbo confessare che, quando si discutevano i problemi del futuro Centro, eravamo tutti d'accordo nel considerare gran fortuna se il calcolatore avesse trovato lavoro per tre o quattro ore al giorno! Invece abbiamo ben presto constatato che un elaboratore elettronico anche di modesta potenzialità (come è in fondo il nostro 1620), ma su cui si possa facilmente programmare senza essere proprio specialisti, in breve tempo si crea da solo una quantità insospettata di lavoro.

Non si è quindi tardato, man mano che il lavoro, e le esigenze, crescevano, a riconoscere alcuni inconvenienti di base del nostro elaboratore: anzitutto l'eccessiva lentezza in fase di com-

pilazione (dovuta all'uscita su banda perforata); poi l'insufficiente capacità della memoria statica rispetto ai programmi sempre piú ampi che gli utilizzatori via via prospettavano; e infine la disponibilità di sottoprogrammi per calcoli in floating solo con mantissa fissa a 8 cifre. Naturalmente la cosa piú logica sarebbe stata, a questo punto, ampliare la configurazione dell'impianto (per esempio passando dal nastro alle schede perforate, aggiungendo memorie statiche supplementari, e così via); ma, per la natura del nostro elaboratore, ciò non era possibile, o appariva sconsigliabile per le ingenti spese di adattamento necessarie.

Non ci è rimasto quindi che cercare di aumentare il piú possibile l'efficienza del nostro 1620, così come era; e pensiamo di essere giunti, per questa via, a risultati apprezzabili.

È stato anzitutto acquistato un perforatore di nastro Friden, da impiegare fuori linea per la preparazione dei nastri contenenti i programmi simbolici e per le duplicazioni. La compilazione di programmi stesi in Fortran è stata accelerata, sopprimendo la perforazione del « loader » e delle « sub-routines », e rendendo possibile la compilazione successiva di programmi senza ricaricare il « processor ». Quindi si è risolta la possibilità di concentrare sullo stesso nastro programmi da impiegarsi in successione, in modo da evitare i tempi morti, non indifferenti, dovuti al montaggio dei successivi nastri, e quelli, non piú necessari, di perforazione e lettura di dati intermedi, fra un programma e l'altro. Si è infine esteso a calcoli con mantissa variabile da 8 a 38 cifre, partendo dal cosiddetto « Fortran modificato » (a doppia precisione) dell'ufficio IBM-Italia di Milano, il Fortran 1620 base, senza Format, con la piena compatibilità di tutte le istruzioni e caratteristiche. Tutto ciò abbiamo fatto praticamente con le nostre sole forze, direttamente rielaborando e modificando i compilatori, sulla scorta dei listings e write-ups che ci forniva via via la IBM.

Facendo quindi un bilancio dei primi quattro anni di attività del Centro, credo di non esagerare affermando che in questo periodo è stato svolto un lavoro intenso e proficuo. Il risultato piú importante, a mio parere, che si è raggiunto è stato la propaganda del calcolo automatico in ambienti che prima lo conoscevano solo di nome. Specialmente con le borse di studio IBM e con la libera frequenza al Centro di assistenti e tecnici laureati dei vari Istituti, il Centro ha potuto in questi anni preparare almeno una

ventina di programmatori, rimasti in buona parte nell'Università; e ormai quasi tutti gli Istituti scientifici di Cagliari che sono interessati alle applicazioni del calcolo automatico, hanno qualcuno di questi programmatori nel loro organico.

Viene poi, ovviamente, il servizio reso agli Istituti scientifici con l'esecuzione dei calcoli che li interessano. Anzitutto tale servizio è completamente gratuito per le calcolazioni relative alla normale attività degli Istituti, nel senso che le spese vive finora incontrate dal Centro per lo svolgimento della sua attività sono state direttamente sostenute dall'Università. Di solito il servizio svolto dal Centro è del tipo cosiddetto «aperto», nel senso che vengono di norma eseguiti i programmi di calcolo direttamente compilati dall'utente; anzi buona parte delle ore-macchina sono direttamente assegnate agli Istituti scientifici, che le utilizzano mediante i loro operatori. Ma non mancano Istituti che non sono attrezzati a prepararsi da sé i loro programmi: in questo caso, nei limiti del possibile, è il personale del Centro che compila ed esegue, sempre gratuitamente, questi programmi di calcolo.

Non è facile, dato appunto il tipo di servizio «aperto» adottato nel nostro Centro, fornire dati quantitativi sul lavoro svolto. Posso darne un'idea precisando che un solo Istituto, quello di Scienza delle Costruzioni da me diretto, ogni anno prepara e porta a conclusione almeno una sessantina di programmi, nella massima parte elaborati per particolari ricerche, e che quindi vengono utilizzati soltanto per quella occasione. E parecchi altri Istituti, più o meno, lavorano con paragonabile intensità.

Col crescere della mole delle prestazioni richieste, il nostro calcolatore poteva considerarsi ormai saturo fin dallo scorso anno. Quest'anno si è lavorato a lungo per 18/20 ore giornaliere, con punte di parecchi giorni consecutivi in cui il calcolatore ha funzionato ininterrottamente. Bisogna però dire che la raggiunta saturazione deriva principalmente dal fatto che, essendo il nostro 1620 l'unico elaboratore disponibile presso l'Università di Cagliari, si finisce con adoperarlo anche per calcolazioni di lunga durata, per cui, se si potesse fare altrimenti, il suo impiego non sarebbe affatto conveniente. Considerando come tali i calcoli che durano, ad esempio, due ore o più, e se fosse possibile dirottare queste prestazioni su un calcolatore più potente, il nostro 1620 potrebbe essere invece ancora sufficiente — e per parec-

chio tempo — alle necessità degli altri utenti, che sono la grande maggioranza.

Come si può rimediare a questo stato di cose? Abbiamo escluso anzitutto di rivolgerci ad un elaboratore decisamente più potente; ad un calcolatore, per esempio, restando nei termini della produzione IBM, della serie 70, come poteva essere un 7040.

Questa soluzione l'abbiamo scartata prima di tutto per ragioni economiche, non sapendo assolutamente come procurarci le somme ingenti necessarie per l'acquisto o il noleggio di un calcolatore così potente; né, se anche avessimo potuto far fronte alla spesa per la macchina, ci sentivamo in grado di provvedere all'organizzazione di un Centro ben più complesso del nostro, come inevitabilmente si sarebbe dovuto fare per utilizzarlo. Ma soprattutto ci siamo convinti che, anche estrapolando nel futuro in senso più ottimistico le nostre necessità, non saremo mai stati in grado di sfruttare se non una parte minima delle possibilità che offrirebbe un elaboratore di questo tipo.

Per giungere invece ad una soluzione più realistica, abbiamo approfittato del fatto che l'Amministrazione universitaria si trova nella necessità di meccanicizzare il servizio della segreteria studenti; e, d'accordo con questa, ci siamo rivolti ad un elaboratore di media potenza, che si prestasse — oltre che ai bisogni della segreteria — anche ai calcoli scientifici. È stato quindi acquistato un IBM 1620/2, quindi decisamente più veloce del nostro della prima serie, dotato di 60.000 posizioni decimali di memoria statica e di due dispac, con lettore e perforatore di scheda e nastro e stampatrice in linea, con aggiunta infine di dispositivo per operazioni automatiche in «floating» e di registri indici.

Fra breve questo secondo calcolatore entrerà in piena funzione; e delle 9-10 ore giornaliere previste ne verrà assegnata la metà al Centro di calcolo. Allora non dovremmo avere più, con l'impiego delle memorie ausiliarie, limiti apprezzabili all'ampiezza dei programmi; la velocità di calcolo, in base a qualche prova preliminare già fatta, dovrebbe essere quattro o cinque volte superiore a quella del nostro attuale elaboratore, e arrivare fino a dieci volte in fase di compilazione; infine, potendosi lavorare sotto «monitor», dovrebbero ridursi al minimo i tempi morti. Quindi, stimando anche per il nuovo complesso un limite superiore per la durata economica di un programma pari a due ore, po-

tremo dirottarvi convenientemente, oltre a buona parte del lavoro corrente, tutti quei calcoli che impegnerebbero il nostro attuale elaboratore da 2 a 10 ore. E il vantaggio dovrebbe essere notevole.

Restava ancora da provvedere ai programmi ancora piú lunghi. Ne abbiamo già incontrato, all'Istituto Chimico e a quello da me diretto, e abbiamo dovuto ricorrere al Centro del Politecnico di Milano o, proprio qui, al nuovo Centro universitario di Pisa. Prevedendo che, nel prossimo futuro, la necessità di calcolazioni così ampie diverrà piú frequente, abbiamo preso in considerazione, in accordo coi tecnici della IBM, la possibilità di collegarci col complesso 7090 di Pisa utilizzando i normali canali telefonici mediante un terminale IBM 7702. Le trattative sono in fase conclusiva: infatti l'offerta presentata dalla IBM-Italia è stata nei giorni scorsi approvata dal nostro Consiglio di amministrazione; ed è quindi imminente la firma del relativo contratto. Ci vorrà poi un certo tempo, un anno almeno, per realizzare il previsto collegamento; previo naturalmente un opportuno accordo con la Direzione del Centro di Pisa, che ci assicuri l'avviamento al calcolatore dei nostri programmi, in tempo ragionevole dopo la trasmissione telefonica.

E allora, quando tutte queste attrezzature saranno funzionanti, il nostro Centro si troverà in una situazione forse singolare nei confronti degli altri Centri universitari: perché esso stesso potrà svolgere su proprio elaboratore solo una piccola parte del lavoro complessivo, mentre provvederà al resto in ore-macchina assegnate sul calcolatore dell'Amministrazione centrale, o addirittura allacciandosi, a centinaia di chilometri di distanza, col 7090 di Pisa. Forse questa, che abbiamo progettato, non è la soluzione ideale; ma noi la pensiamo economica e, nel tempo stesso, sufficientemente funzionale.

E ci sembra in definitiva di avere così meritoriamente reagito agli impulsi del nostro solito, deprecato individualismo universitario, che ci avrebbe invece spinto a procurarci (come si è fatto spesso e volentieri) un grosso, costoso elaboratore tutto per noi, che avremmo poi sfruttato malissimo. Forse la nostra soluzione, e l'esperienza che ne faremo prossimamente, potranno essere di indirizzo ad altri che si trovassero in analoghe condizioni.

## ESPERIENZE DI CRISTALLOGRAFIA IN TRE DIVERSI CENTRI DI CALCOLO

Prof. GIOVANNI COCCO

Io mi interessò di cristallografia quindi non posso che parlarvi della materia che normalmente io studio e gli studi fatti nel centro di cristallografia del CNR di Firenze e Perugia, con una piccola variante siciliana a Catania, che si propongono di risolvere le strutture cristalline.

Molti dei problemi sono soltanto di carattere scientifico e molto spesso gli stessi problemi possono avere degli sfoci applicativi, cioè delle applicazioni piuttosto consistenti. Il nostro problema è un problema diciamo topologico: si tratta di individuare la disposizione di particelle nello spazio ai fini di conoscere meglio la natura dello stato solido sia per quanto riguarda le proprietà fisiche sia anche per prevedere quale sarà il comportamento di alcune sostanze solide in relazione alla struttura. Moltissimi ricercatori si sono interessati di questi problemi e programmi ne esistono a iosa; disgraziatamente in questo campo di ricerca non esiste una metodologia definita soprattutto per quanto riguarda certi passaggi che ancora adesso sono legati all'uomo e non sono per lo meno allo stato attuale risolubili con un elaboratore elettronico.

I problemi normalmente si risolvono in questa maniera: si parte da un cristallino, da un pezzetto, da un frammento di sostanza solida, la cui forma auspicabile sarebbe la forma sferica anche se non sempre si riescono ad ottenere delle sfere del diametro di qualche decimo di millimetro inquantoché le sostanze spesso non si prestano a essere sfericizzate o per saldature o per le caratteristiche intrinseche della materia. Talvolta si usano dei cilindretti di un diametro di uno o due decimi di millimetro. Molto spesso invece si ha a che fare con dei frammenti che si spera, e spesso in realtà si verifica, che abbiano una forma poliedrica definibile, cioè

è possibile determinare le equazioni dei piani formanti il solido dal quale si deve partire; mediante apparecchi a raggi X è possibile registrare delle diffrazioni relative ai piani reticolati, cioè alla distribuzione delle particelle nell'interno della sostanza, è possibile registrare le intensità delle diffrazioni per ciascun tipo di piano reticolato presente nell'interno del cristallo. Esistono addirittura degli elaboratori che applicati a dei goniometri capaci di orientare il frammento di sostanza in tutte le direzioni, possono direttamente dare le schede perforate sulle quali è registrato la intensità di diffrazione.

L'intensità di diffrazione è proporzionale a un certo fattore di struttura, che chiamiamo  $F$ , osservato, che è uguale alla radice quadrata circa dell'intensità salvo dei fattori di proporzionalità. La risoluzione di un sistema che dà una serie di fattori di struttura che possono arrivare a due o tre mila è impossibile da un punto di vista matematico per lo meno allo stato attuale della conoscenza, dato il tipo delle relazioni. Sono stati tentati diversi metodi per risolvere automaticamente queste equazioni. Esperienze fatte con metodi di Montecarlo, ad esempio hanno permesso di trovare un centinaio di soluzioni tra le più attendibili e tra le quali c'è anche la soluzione vera. Soltanto è molto difficile poter apprezzare tra un centinaio di soluzioni quella che è la reale perché molto spesso non si riesce a capire se mancano delle informazioni ed è difficile intravedere la reale configurazione. Uno dei problemi che attualmente sono ancora parzialmente risolti o risolti per casi particolarissimi è per esempio l'assorbimento determinato dal frammento del cristallo al passaggio dei raggi X.

Quello che ci si auspica è la possibilità di utilizzare un mezzo molto più grosso. Noi abbiamo adoperato finora soltanto di 1620 IBM muniti di lettore e perforatore di scheda quindi mezzi piuttosto modesti; molto spesso i nostri programmi sono spezzati in quattro o cinque parti, fortunatamente con collegamenti mediante istruzioni, quindi con possibilità di risolvere questi programmi in una unica soluzione. A questo scopo siamo in contatto con i matematici che ci aiutano a risolvere questo tipo di equazioni inquantoché la nostra preparazione non ci permette una risoluzione di questo genere, per riuscire ad arrivare a impiantare automaticamente se non una, più soluzioni possibili, scartando a priori quelle che danno coefficienti di discrepanza eccessivamente al-

to e fare dei tentativi di studio esclusivamente sulle soluzioni che permettono una risoluzione reale.

Per quanto riguarda l'organizzazione dei centri (a Firenze, con la collaborazione dell'IBM è stato creato un centro proprio per risolvere questi problemi) abbiamo il 1620 corredato di lettore e perforatore di schede; a Perugia abbiamo intenzione di ampliarlo con una stampatrice 1443 e una coppia di 1311. Noi ci auguriamo che il centro di Pisa ci venga incontro per poter continuare lo studio di questi problemi e poterli risolvere.

Sono stato brevissimo e vi ringrazio.

SERVIZI E PRESTAZIONI DEL CENTRO DI CALCOLO  
DELL'UNIVERSITA DI MILANO

Prof. MASSIMILIANO LUNELLI

Le esigenze di un Centro di calcolo universitario si differenziano sostanzialmente da quelle dei centri nei quali si effettua principalmente l'elaborazione di dati contabili o industriali. Le caratteristiche delle ricerche universitarie e la presenza di studenti e laureandi ancora inesperti nella programmazione fa sì che si debbano svolgere un numero considerevole di programmi in prova, mentre risulta limitato il lavoro di produzione che richiede l'esecuzione di programmi di funzionamento già sicuro. Questa situazione risulta accentuata dal fatto che in molti campi della ricerca si comincia proprio ora a servirsi degli elaboratori elettronici.

Per limitare al massimo la durata del periodo di messa a punto dei programmi si richiede quindi una organizzazione che consenta di effettuare più prove in una giornata. Per questo nel Centro di Calcolo della Università di Milano abbiamo predisposte alcune stanze nelle quali i ricercatori, nei periodi in cui si dedicano quasi esclusivamente alla programmazione, possono trascorrere la giornata rivedendo i programmi e preparandoli alla riesecuzione. Inoltre sono state riservate alcune ore fisse della giornata alla esecuzione dei programmi della durata inferiore a dieci minuti, in modo che è spesso possibile riprovare un programma entro un'ora da una prova negativa, e quasi sempre in una giornata sono possibili anche quattro prove.

In media si effettuano circa 65 prove in un giorno.

Attualmente il nostro Centro di Calcolo funziona in modo aperto, con la possibilità che i programmatori accedano alla sala macchine per presentare direttamente all'operatore il programma da eseguire. La configurazione della macchina con le unità collegate in linea in molti casi rende utile questa presenza poiché solo chi conosce un programma può decidere se il proseguimento della sua

esecuzione può avere interesse o meno e fare intervenire tempestivamente l'operatore in conseguenza. La presenza del programmatore permette anche di sfruttare efficacemente gli interruttori della console, i quali sono interrogabili a programma e consentono degli interventi in fase esecutiva in conseguenza dei risultati che l'elaboratore va fornendo attraverso la stampante in linea.

Si è dunque ritenuto inutile mantenere il mito della macchina « tabù » da porre in mostra dietro invalicabili vetrate.

Riconosco che in tal modo ne soffra talvolta l'efficienza delle manovre materiali, e che si possano formare assembramenti di persone in sala macchine ed inutili file di attesa. Si deve però considerare che un centro universitario nella sua funzione didattica deve far conoscere gli elaboratori in tutti i loro aspetti; la possibilità di assistere alle manovre dell'elaboratore consente di farsi rapidamente un'idea del modo di procedere e della gamma delle prestazioni dell'elaboratore stesso, anche dal confronto con l'esecuzione dei programmi altrui.

Si cerca inoltre di favorire le persone che per qualsiasi motivo vogliono imparare a manovrare personalmente l'elaboratore.

In circa 18 mesi di funzionamento gli inconvenienti suddetti non si sono mai verificati in modo preoccupante. Viceversa da parte degli utenti è stata apprezzata la possibilità di controllare direttamente l'elaboratore ed il lavoro che va svolgendo. Inoltre la sala macchine si può anche rivelare un luogo favorevole allo scambio di informazioni riguardanti un poco tutti i problemi connessi con i programmi in esecuzione.

La conduzione di un centro aperto rende meno sentita la necessità di sistemi ad accesso diretto, quali sono stati messi a punto presso il centro del M.I.T. o di sistemi di conversazione con sistemi periferici di telescriventi, come il QUIKTRAN della IBM.

Una analisi dei tempi di entrata-uscita per l'elaboratore IBM 7040 ci ha ancora più convinti che la perdita di tempo che si ha con un orientamento in linea non è rilevante come taluni possono pensare.

L'unità periferica che più rallenta il lavoro è senz'altro la stampante, per la quale si hanno i seguenti tempi medi:

- 100 ms ciclo stampante
- 12 ms sottoprogramma S. IOOP eseguito con INITIATE
- 50 ms conversione per una linea con FORMAT di impegno relativo.

Rimangono circa 38 ms per le eventuali elaborazioni tra linea e linea che in genere si possono sfruttare senza alcuna perdita di tempo rispetto ad una macchina che si serve di nastri.

Solo se il tempo di calcolo tra una linea e la successiva è inferiore a 38 ms vi è una perdita di tempo; una stampante a 1200 linee/minuto eviterebbe tali perdite rendendo decisamente conveniente l'organizzazione in linea.

Al fine di migliorare l'efficienza del sistema così organizzato, ci si è costantemente preoccupati di effettuare le modifiche parziali del System Monitor fornitoci dalla IBM che abbiamo stimate più convenienti, e che fossero realizzabili con una spesa di tempo ragionevole. Le più rilevanti di tali modifiche in parte previste sono le seguenti:

a) Modifiche ai sottoprogrammi per la correzione degli errori delle unità in linea. Di massima ci siamo orientati a consentire l'intervento dell'operatore in un maggior numero di casi.

b) Definizioni opportune del bloccaggio dei FILES sulle unità periferiche (RCT = 1, DOUBLE, e BLOCK = 14 e 22) e sulle unità a nastro (RTC = 10, SINGLE, e BLOCK = 150).

c) Definizione di un formato binario assoluto, in contrapposizione di quello ricollocabile, con stesura dei relativi programmi di lettura e perforazione.

d) Modifiche ad alcuni sottoprogrammi della libreria FORTRAN che controllano gli errori, come XEM ed FPT.

e) Bloccaggio del Sistema Operativo a 3500 celle per record e ad 80 schede nella Libreria.

f) Inserimento di un programma per la stampa dei tempi di compilazione ed esecuzione e del numero di overflows ed underflows e per la perforazione dei tempi in modo da utilizzare l'orologio di macchina per l'amministrazione automatica della macchina.

g) Eliminazione della stampa di DUMP sostituita dalla semplice segnalazione di overflow di orologio, di violazione della memoria protetta e di istruzione illegale.

h) Ampliamento della libreria con sottoprogrammi di natura matematica.

i) Eliminazione del sistema COBOL dalla versione piú usata del System Monitor (quasi la totalità dei programmi viene codificata in FORTRAN IV o in MAP), ed inserimento in una versione piú completa del sistema ALGOL preparato all'Università di Grenoble.

A questo punto vorrei sottolineare il fatto che non è possibile costituire un Centro di Calcolo con caratteristiche universitarie limitandosi a procurarsi un elaboratore. È pure necessario che esso sia attorniato da persone con una preparazione e una esperienza tali da porle in grado anche di fornire assistenza agli utenti.

Per questo scopo prima della installazione dell'elaboratore attualmente in dotazione, tre persone del nostro Centro sono state inviate per un periodo di istruzione abbastanza rilevante presso il CETIS di Ispra e presso il Centro di Calcolo dell'Istituto Superiore di Sanità di Roma.

A questo riguardo mi sia consentito ringraziare il Dott. A. Gazzano ed il Prof. M. Ageno per aver consentito tale possibilità.

Il lavoro di assistenza piú rilevante viene svolto a favore dei ricercatori che incominciano a programmare e di coloro che si trovano nella necessità di sfruttare le tecniche FORTRAN piú sofisticate. Per questo tipo di assistenza viene speso circa il 20% del tempo del personale del nostro Centro di Calcolo, il quale attualmente consiste di 5 laureati, dei quali 3 hanno anche impegni di insegnamento universitario, e di due periti con compiti di operatori e di programmatori.

Il genere poi gli utenti sono ancor piú estranei dall'utilizzo dell'elaboratore con una programmazione a livello del linguaggio di macchina, talora resa necessaria per questioni di tempo o di compatibilità di certi programmi o di certi insiemi di dati preparati su altri elaboratori. A questo livello l'assistenza del personale del Centro è quasi totale e si realizza con la preparazione dei sottoprogrammi opportuni.

Un altro tipo di aiuto che il personale del nostro Centro è chiamato a dare ai colleghi ricercatori, soprattutto ai piú esperti nella programmazione, in genere provenienti dalla facoltà di Scienze, è costituito dal suggerimento dei metodi numerici piú

adatti a risolvere problemi particolari e dal richiamo di eventuali criticità numeriche nei problemi proposti.

Per altri utenti, ed in particolare per gli utenti studiosi delle facoltà di Lettere, di Giurisprudenza e di Medicina, l'aiuto deve essere piú massiccio e deve orientare queste persone anche sulle possibilità e sui limiti del calcolo automatico. Tale attività didattica, oltre che realizzarsi in corsi organizzati come illustrerà il Prof. Ricci, si attua in una serie di contatti personali nei quali si può arrivare fino alla impostazione, ed alla stesura di un programma in prova. Non è nello spirito del nostro Centro assumersi l'onere di programmare per altri Istituti, ma riteniamo che la collaborazione con persone piú esperte risulti molto proficua per chi comincia a programmare. Tale attività si può ritenere che richieda il 10% del tempo del personale.

Se qualcuno dei problemi cosí studiati presso il nostro Centro di Calcolo risulta di interesse abbastanza generale esso viene seguito ed eventualmente perfezionato. In tal modo andiamo raccogliendo una libreria di sottoprogrammi a carattere prevalentemente numerico codificati per la maggior parte in FORTRAN ed in MAP.

L'organizzazione di tale libreria ed il suo continuo aggiornamento richiedono una quantità di tempo molto notevole, valutabile intorno al 30% del totale.

A questo riguardo vorrei menzionare il tipo di scambio dei programmi che finora si è rivelato piú conveniente. L'organizzazione SHARE degli utenti della IBM, assai burocratizzata, non ci ha minimamente soddisfatto. Anche se abbiamo ricevuto parecchio materiale, non uno dei programmi distribuiti è stato da noi utilizzato. In effetti avere venti programmi per la soluzione dei sistemi lineari costringe a compiere un lavoro di valutazione assai oneroso per scegliere in modo motivato, e risulta piú conveniente scriversi indipendentemente il programma in questione. Altre volte poi i programmi si sono rivelati incompleti e il reperimento delle informazioni mancanti assai difficoltoso.

Abbiamo trovato assai piú conveniente stringere dei contatti di tipo piú personale con altre Università piuttosto che rivolgerci ad una fonte cosí astratta, lenta ed inefficace. Le informazioni che si possono ottenere in tal modo di solito sono meno generiche e risultano piú attendibili a causa della responsabilità che assumono

le persone che le forniscono. Così, ad esempio, abbiamo avuto dei contatti con la Università di Grenoble per avere il compilatore ALGOL, mentre dal M.I.T. abbiamo avuto informazioni sopra il linguaggio COMIT, un linguaggio a liste adatto a trattazioni linguistiche. Similmente parecchi nostri utenti si rivolgono a loro colleghi per scambiarsi direttamente programmi di comune interesse: così i Fisici hanno contatti con l'Università di Amburgo ed il CERN di Ginevra, mentre i Chimici si servono frequentemente del QCPE.

Inoltre attualmente circolano molti rapporti (come quelli della collezione EURATOM) i quali riportano anche la codifica del problema trattato; oltre che desumere da tali rapporti i programmi che interessano, è possibile anche rivolgersi direttamente agli autori per ottenere chiarimenti.

In effetti i programmi che interessano le ricerche universitarie non sono di uso tanto frequente che una organizzazione di distribuzione non specializzata possa avere interesse a tenerli.

Vorrei infine richiamare l'attenzione sul fatto che un Centro di Calcolo universitario non può limitarsi ad una attività di servizi, ma deve anche svolgere un lavoro di ricerca di nuovi metodi e di nuove applicazioni degli elaboratori, in modo da costituire un Centro propulsore delle attività che all'elaboratore fanno capo.

Nello specchietto sottostante è riportata la ripartizione delle ore di utilizzo del calcolatore fra i principali campi di ricerca per i quali è stato impiegato, relativamente ai primi nove mesi di quest'anno.

<i>Campo di ricerca</i>	<i>numero medio di ore mensili</i>
Didattica e tesi di laurea	37
Ricerche di Matematica applicata ed Astronomia	24
Fisica Nucleare e dello stato solido (ricerche teoriche)	22
Elaborazione di dati di Fisica Sperimentale	29
Ricerche di Chimica Molecolare	25
Ricerche Mediche, Biometriche, Genetiche e Agrarie	15
Ricerche Linguistiche, lavori di archivio per la Giurisprudenza, ricerche econometriche	7
Attività del Centro di Calcolo (Libreria ed aggiornamento dei sistemi)	34

## CRITERI E CONTROLLI

### PER LA PREPARAZIONE DEI PROGRAMMI STANDARD

Dott. RENATO PENNACCHI

L'argomento della presente conversazione è, come indicato nel programma, « Criteri e controlli nella preparazione di programmi standard ».

Per esigenze di chiarezza è opportuno definire subito cosa si intenda per programma standard: un programma che, per la generalità della sua struttura, è suscettibile di essere utilizzato da utenti diversi senza necessità di modifiche di carattere logico, ma soltanto mediante la precisazione numerica di alcuni parametri e la definizione di alcune subroutines.

Da questo punto di vista sono programmi standard, ad esempio, il compilatore FORTRAN II o FORTRAN IV, un programma generalizzato per la selezione di nastri magnetici, un programma applicativo di programmazione lineare (simpleso), o il programma per la risoluzione di un sistema di  $n$  equazioni algebriche lineari in  $n$  incognite.

Naturalmente, almeno in linea di principio, non è affatto detto che un programma standard debba riferirsi sempre ad una unica e particolare fase di un processo elaborativo. Si possono certamente concepire programmi standard che siano relativi ad una elaborazione completa, come — ad esempio — una gestione di magazzino o il calcolo di una struttura reticolare.

È però evidente che in questi casi il grado di indeterminazione del programma standard andrà aumentando insieme con la complessità dell'applicazione ed — oltre un certo limite — potrà addirittura perdere di significato.

La nozione di programma standard è strettamente collegata con quella di biblioteca programmi.

Ormai da alcuni anni il concetto di « sistema di calcolo elettronico » si è ampliato sino ad arrivare ad includere sia la parte

propriamente materiale costituita dal macchinario, sia la parte non meno importante, costituita da un insieme di programmi standard tendenti ad agevolare ed a ridurre al minimo lo sforzo di programmazione da parte dell'utente.

E ciò non è certo una specie di grazioso dono da parte dei produttori di calcolatori elettronici, ma una vera e propria necessità, che diviene tanto imperativa e pressante, quanto più complessi e veloci divengono i calcolatori stessi.

Nessuno — certamente — potrebbe utilizzare convenientemente un calcolatore tipo 7090 o 360 se dovesse programmare i propri lavori in linguaggio di macchina o se non avesse a disposizione un certo numero dei così detti « programmi di utilità », la cui « utilità » è troppo nota perché valga la pena di parlarne.

È però chiaro che, proprio in quanto al livello di veri e propri prodotti industriali i programmi standard debbono offrire opportune garanzie di funzionamento e debbono essere sottoposti a certi determinati controlli prima di poter essere distribuiti. A tale scopo la IBM ha, nella propria organizzazione, un servizio la cui responsabilità è di produrre, mantenere e distribuire i programmi standard.

Questo servizio, che ha negli Stati Uniti il proprio centro di coordinamento, è diffuso presso le varie IBM nazionali.

Anche in Pisa, presso il Centro Nazionale Universitario di Calcolo Elettronico, esiste una organizzazione che fa parte del detto servizio.

I programmi standard sono classificati in quattro distinte categorie o classi:

*Classe 1* - Compilatori e programmi di utilità generale.

*Classe 2* - Programmi applicativi.

Queste due prime classi hanno le caratteristiche di veri e propri prodotti IBM, e di essi la IBM assume la responsabilità in merito al funzionamento, all'aggiornamento ed al mantenimento.

*Classe 3* - Programmi applicativi prodotti dalla IBM, senza responsabilità di funzionamento e mantenimento.

*Classe 4* - Programmi prodotti da altri utenti; di cui la IBM cura la sola diffusione.

Qui vedremo in dettaglio le procedure ed i criteri che vengono seguiti per i programmi di classe 1 e 2.

I criteri informatori che vengono seguiti nella preparazione di questi programmi standard sono i seguenti:

1) Facilitare ed incrementare le possibilità di comunicazione fra l'utente ed il programmatore.

2) Facilitare le possibilità di aggiornamento e manutenzione del programma.

3) Strutturazione a segmenti dei programmi stessi, in modo da rendere agevole la modifica o l'aggiornamento di una parte del programma.

4) Unificare al massimo i termini, i simboli e le tecniche utilizzate.

La produzione ed il controllo di questo tipo di programmi si attuano in due fasi distinte, dette fase Alfa e fase Beta (fig. 1).

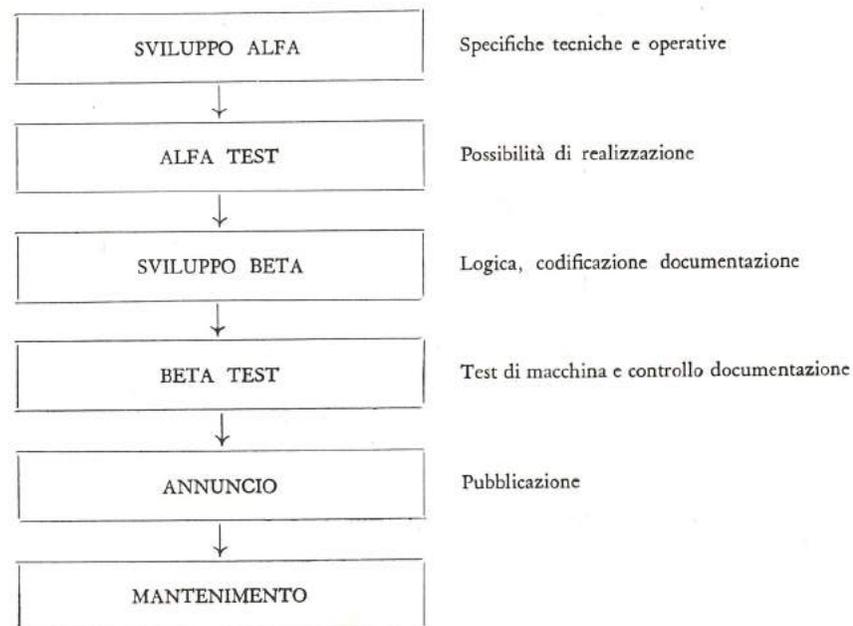


Fig. 1

La fase alfa dello sviluppo di un programma standard consiste nel definire le specifiche tecniche ed operative del programma stesso e nel produrre tutti i relativi studi.

Uno schema di questo lavoro è indicato nello schema di fig. 2.

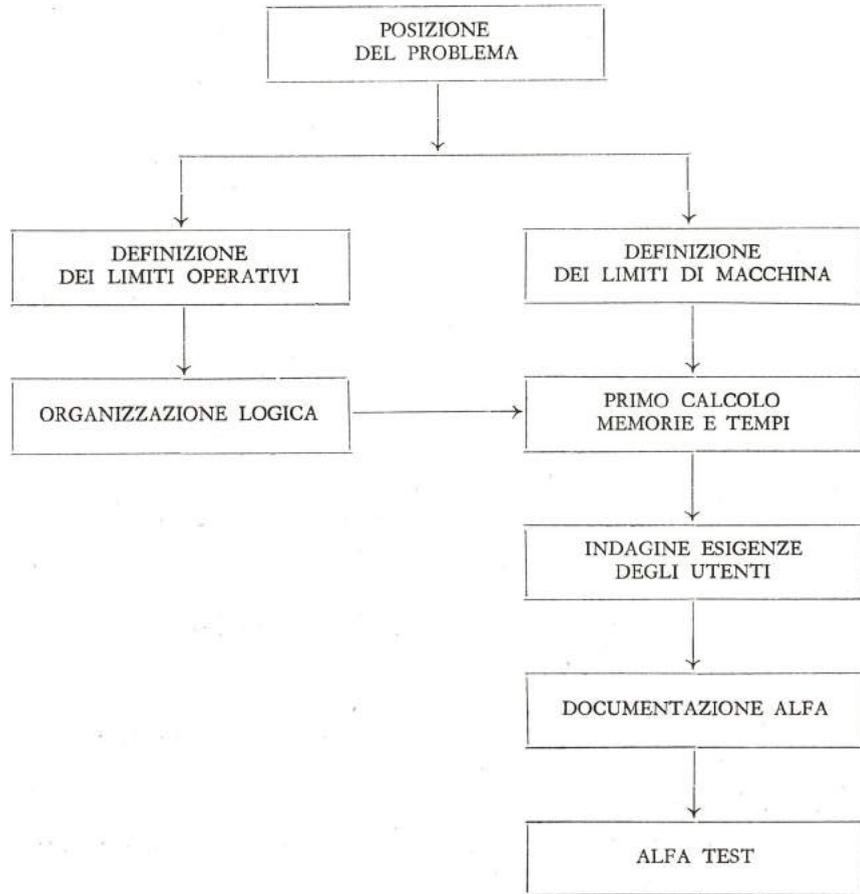


FIG. 2

Con l'Alfa test termina la prima parte della preparazione del programma standard.

La fase Beta è la parte di vera e propria realizzazione del programma ed è, come è naturale, la più impegnativa.

Qui occorre predisporre un dettagliato piano di lavoro, che generalmente è realizzato attraverso tecniche PERT.

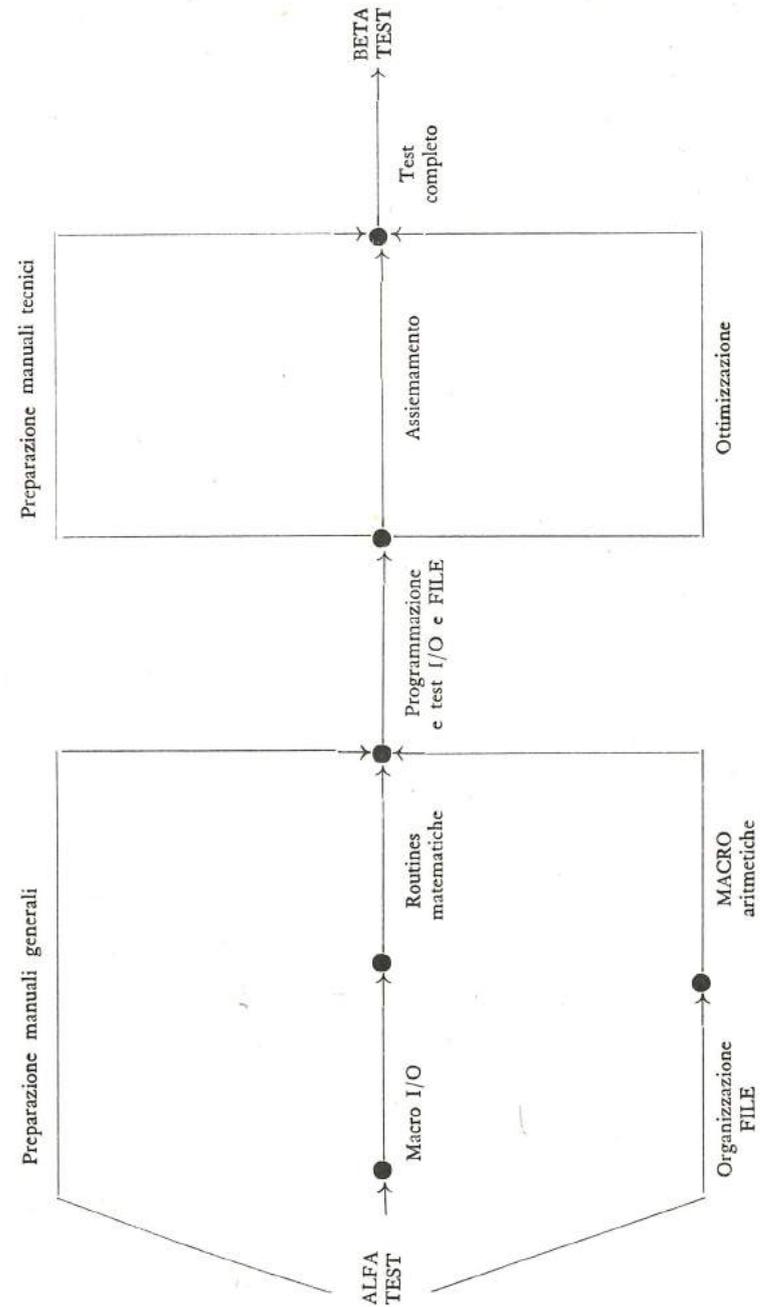


FIG. 3

Lo schema in Fig. 3 mostra le principali attività attraverso le quali si sviluppa la parte Beta, fino al Beta Test.

A questo punto il programma può entrare nella biblioteca e, piú o meno modificato, resterà nella biblioteca fino a che una nuova e piú efficiente procedura non farà sí che un altro programma standard venga messo in produzione, per risolvere il medesimo problema, con maggiore velocità e maggiore rendimento.

ORGANIZZAZIONE DEL CENTRO NAZIONALE  
UNIVERSITARIO DI CALCOLO ELETTRONICO  
PRESSO L'UNIVERSITÀ DI PISA

Prof. GUIDO TORRIGIANI

Questa non vuol essere una comunicazione ma, giusto, poco piú di un invito alla visita del Centro.

Questa mattina il Prof. Faedo, introducendo questo convegno, sottolineava come il Centro traesse la sua origine dalla convergenza delle volontà e — è doveroso dirlo — degli interessi, nell'accezione piú nobile del termine, dell'Università e dell'IBM. Ebbene, è da questo fatto che scaturiscono le peculiarità proprie del Centro, sia sotto il profilo giuridico, sia sotto il profilo organizzativo. Infatti la convenzione istitutiva del Centro all'art. 2 precisa che il Centro è un Istituto Universitario, ancorché non integrato in alcuna facoltà (in linguaggio governativo si potrebbe dire un alto commissariato alla diretta dipendenza della presidenza del Consiglio), che quindi partecipa in pieno alle funzioni didattiche e delle funzioni di ricerca della Università. Però è un Centro alla cui direzione partecipa l'IBM, e vi partecipa tanto al livello direttivo quanto al livello operativo. E pertanto, con questa partecipazione, la IBM conferisce al Centro tutta la sua esperienza e tutto il suo contributo per la definizione di quella che potremmo chiamare la politica del Centro, cioè del complesso delle scelte che il Centro si trova a dover affrontare e decidere. Pertanto la definizione di queste scelte (che sono scelte delle direzioni di attività del Centro, direzioni che vengono individuate come prioritarie, come piú interessanti da seguire) scaturisce da una ricerca comune nella quale entrano in gioco gli interessi dell'industria e gli interessi dell'Università, i quali crediamo non siano in contrasto, ma possano trovare una composizione ottimale agli effetti della determinazione della migliore attività del Centro.

Dicevamo che questa collaborazione si ha al livello operativo e al livello direttivo. Al livello operativo del Centro agiscono due équipes: personale dell'Università e personale dell'IBM. Del personale dell'Università è attualmente in corso di costituzione una équipe che sta arricchendosi gradatamente, prima nei livelli inferiori, poi, nel tempo, anche nei livelli medi e superiori. Le due équipes sono distinte sul piano organico, però sono integrate sul piano operativo, in maniera che non vi siano due compartimenti stagni, il che evidentemente non avrebbe alcun senso. Questo consente che il Centro costituisca anche uno strumento di addestramento del personale universitario.

Al livello direttivo la presenza dell'IBM e dell'Università è costituita da due rappresentanti per ciascuno degli Enti nel Comitato Direttivo. Il Comitato Direttivo è l'organo che esercita il governo del Centro. Esso è composto dal Direttore, che è il Prof. Faedo (in quanto Prof. Faedo e non in quanto Rettore: è una coincidenza la quale costituisce una felice ricostanza che rende anche più efficiente la vita del Centro, ma che è dal punto di vista giuridico solamente una coincidenza), e che lo presiede, e dal Prof. Scrocco, dal Prof. Capriz, rappresentanti dell'Università, dal Dott. Santacroce e dal Prof. Giovani rappresentanti dell'IBM, dal Prof. Ghizzetti (che è il primo, in ordine di tempo, della serie dei rappresentanti di altre Università che saranno cooptati nel tempo secondo quelli che saranno gli interessi giudicanti preminenti e quindi più bisognosi di rappresentazione in seno al Comitato) e infine da un segretario che è colui che ha l'onore di parlarvi. Siamo però praticamente tutti di casa perché il Prof. Giovani, pur essendo rappresentante dell'IBM, è professore dell'Università di Pisa, il Dott. Santacroce lo consideriamo anche lui uno dei nostri perché è pisano di studi, e normalista, e precisamente matematico. Quindi, direi, anche nella scelta delle persone c'è proprio una volontà comune che si manifesta nel carattere delle persone che sono state chiamate a dirigere questa attività.

La struttura del Comitato consente quindi una rappresentazione ben rapportata agli scopi prefissi al Centro, i quali prevedono una ripartizione del tempo macchina in tre parti uguali, un terzo riservato all'Università di Pisa, un terzo alle altre Università italiane e istituti di ricerca scientifica e un terzo alla IBM. Per il terzo di tempo macchina assegnatole, la IBM ha articolato la sua

équipe di personale (che ha nel Dott. Giovani, oltre che un rappresentante nel Comitato Direttivo, anche il suo vertice organizzativo) in un Centro studi il quale conduce ricerche in materia di calcolo automatico, ricerche che, anche se organizzate in modo autonomo dall'IBM, sono sempre pertinenti alle materie di interesse del Centro. Le stesse comunicazioni di stamattina dell'Ing. Bernard, dell'Ing. Sommi e questa ultima del Dott. Pennacchi, sono una testimonianza dell'attività del Centro studi IBM; tale attività ha anche un riflesso di carattere internazionale per gli scambi di esperienza che si realizzano attraverso l'attività di questo Centro: gli studi sul FORMAC scaturiscono da rapporti fra il Centro Studi IBM di Pisa e l'analogo Centro della IBM France.

Le limitazioni qualitative previste dalla convenzione istituita operano essenzialmente per ciò che riguarda l'utilizzazione del tempo macchina da parte dell'Università. Esse sono riducibili, in definitiva, al carattere rigorosamente scientifico che viene richiesto per le ricerche da ammettere alla elaborazione da parte del Centro; è logico che la IBM, nel momento in cui dà allo stato italiano, attraverso l'Università di Pisa, il 7090, deve chiedere che questo serva per far avanzare ricerche scientifiche e non per fare le paghe di una azienda.

Da questo discendono i compiti del Comitato Direttivo che sono essenzialmente di due tipi, compito di direzione scientifica e compito di direzione amministrativa.

Il compito di direzione scientifica si esplica nelle seguenti direzioni.

— Decisioni sulla ammissione di Enti a partecipare all'attività del Centro. Sono valutazioni sulla personalità di ogni Ente: sono, è chiaro, decisioni veramente formali quando si tratta di istituti Universitari, però non è da escludersi che possa esserci una richiesta di partecipazione all'attività del Centro da parte di un Istituto non qualificato e quindi in questo caso si esercita una valutazione discrezionale da parte del Comitato Direttivo.

— Decisioni sulle accettazioni dei singoli lavori. Fino a questo momento il Comitato opera con notevole larghezza: dato il recente inizio di attività del calcolatore, si ha una notevole disponibilità del tempo-macchina; ma quando questa disponibilità ver-

rà a diminuire, dovrà essere esaminato con maggior rigore il grado di interesse scientifico che un certo lavoro presenta.

— Fissazione dei criteri prioritari, il che vuol dire definizione delle linee di sviluppo preferenziale delle ricerche curate dal Centro. Anche questo è un problema che avrà una sua consistenza sempre maggiore nel tempo e che però ancora non si presenta in tutta la sua interezza.

— Organizzazione di corsi, sia per programmatori sia corsi di altro genere, e correlativamente la decisione sull'assegnazione di borse di studio in relazione a un disposto dell'art. 9 della convenzione secondo il quale la IBM si è impegnata a un versamento di una somma annua di L. 20.000.000 destinata alla ricerca scientifica e in particolare alla assegnazione di borse di studio.

— Decisioni in ordine alla acquisizione di nuove apparecchiature integrative del Centro, nella misura in cui la prosecuzione e l'ampliamento dell'attività del Centro consiglierà la integrazione delle attuali apparecchiature attraverso altre acquisizioni (già si avverte adesso la esigenza di un secondo 1401).

Nella direzione amministrativa i compiti del Comitato Direttivo si esplicano come decisioni sulle spese ordinarie e straordinarie con effetto diretto entro limiti di autonomia che la legge prevede per gli istituti universitari; come mere proposte al consiglio di amministrazione dell'Università, e salva e riservata la competenza di questo, quando si debordi al di fuori di questi limiti. Sempre nel settore amministrativo compito essenziale del Comitato Direttivo, è la determinazione del canone di utenza richiesto agli Enti che partecipano all'attività del Centro.

La collocazione del Centro nella struttura universitaria come Istituto dell'Università da una parte limita l'autonomia e l'immediatezza degli atti amministrativi imponendo l'osservanza di determinate norme; d'altra parte dà però al Centro un'ampia garanzia per quel che riguarda sia la sicurezza economica, sia la sicurezza finanziaria; cioè non vi sono problemi di stanziamenti perché nel quadro della attività universitaria trovano garanzia quelle preoccupazioni che sarebbero legittime in ordine agli interventi sussidiari che lo Stato dovrà operare a favore del Centro e la

presenza dell'Università naturalmente garantisce anche in ordine ai problemi di cassa che altrimenti potrebbero porsi con un certo pregiudizio per la sicurezza della gestione del Centro.

Le ragioni che hanno presieduto alla istituzione del Centro, che richiamavo dianzi, hanno dettato particolari norme che regolano i rapporti con gli Enti partecipanti, ispirate alla necessità di garantire la piena osservanza di quei criteri di assoluto interesse scientifico e l'assenza di interessi di altro genere richieste perché i lavori siano accettati. La richiesta di ammissione di un Ente al Centro viene esaminata e in generale accolta dal Comitato Direttivo il quale assegna all'Ente un codice. L'Ente che ha chiesto di partecipare all'attività del Centro, cioè ha chiesto di portare lavori, nomina a questo punto un suo Rappresentante il quale cura i rapporti con il Centro ed è responsabile delle richieste dei singoli lavori, accompagna le richieste stesse con una relazione rispondendo quindi dei requisiti di assoluto rigore e interesse scientifico che sono condizione necessaria (ed in generale anche sufficiente) per l'ammissione del lavoro alla elaborazione da parte del Centro; nomina i presentatori del materiale, cioè coloro che portano successivamente nel tempo i vari programmi. I presentatori di programmi a loro volta sono responsabili del fatto che sotto quella certa richiesta di lavoro che è stata a suo tempo autorizzata non venga presentato altro materiale da elaborare, sempre per quelle preoccupazioni delle quali facevamo cenno or ora. Queste procedure possono qualche volta suscitare delle impazienze giustificabili da parte di Istituti che sono abituati ad operare con Enti o Centri di calcolo che non hanno per ragioni istitutive queste regole, però sono tuttavia inevitabili.

Per quel che riguarda l'aspetto economico ricordo ai convenuti che i due centri simili di Londra e di Copenaghen, e anche quelli in America, hanno delle tariffe orarie equivalenti a circa 50 mila lire. Per ora, a titolo sperimentale, abbiamo fissato una tariffa di 30.000 lire all'ora. Naturalmente gli utenti che a loro volta sono alle prese con i bilanci di istituto aspirano alla totale gratuità dell'uso. Purtuttavia non si può tacere che vi sono grosse esigenze da fronteggiare. È vero che noi non abbiamo da fronteggiare il costo del noleggio della macchina o l'ammortamento del capitale che sarebbe stato necessario per acquistare la macchina data dall'IBM; non abbiamo problemi di affitto del fabbricato, messo a

disposizione dall'Università; non gravano sul Centro il costo del personale universitario né gli stipendi del personale che ricopre posti di ruolo messi a disposizione dallo Stato; non gravano sul bilancio del Centro gli stipendi del personale IBM; purtuttavia vi è una larga quantità di personale non di ruolo che via via viene assunto, vi sono gli oneri della manutenzione, che non fanno carico all'IBM, gli oneri per l'energia elettrica, per l'energia termica, per gli impianti di condizionamento, per la fornitura della carta continua, schede, nastri, gli oneri derivanti da future acquisizioni di apparecchiature integrative, i costi secondari di gestione, segreteria, vigilanza, pulizia, ecc. per cui il mantenimento della quota di L. 30.000 di tariffa oraria è condizionato alla erogazione dei contributi integrativi che sono stati già chiesti dall'Università al Ministero. Ed è chiaro che è un problema di partite di giro perché se lo Stato sovvenziona il Centro, rende meno onerosi per i singoli istituti gli accessi al calcolatore; se non sovvenziona il Centro, deve sovvenzionare gli istituti per dar loro i mezzi di accedere al calcolatore. È un problema soltanto di stabilire in quale dei capitoli del bilancio dello stato queste somme devono essere stanziare. È auspicabile avvicinarsi alla gratuità, entro un certo limite; personalmente ritengo che un canone, anche simbolico, sia sempre utile, per lo meno ai fini di un incentivo alla più razionale utilizzazione del tempo-macchina da parte degli utenti.

L'importante è che gli istituti di ricerca in tutta Italia possano sfruttare nella pienezza delle loro esigenze le possibilità che il Centro offre quale strumento di ricerca, in maniera che, quando fra cinque anni scadrà la convenzione, risultino confermati e rafforzati i motivi che hanno presieduto alla sua stipulazione, onde per naturale determinazione dell'Università da una parte e dell'IBM dall'altra la convenzione stessa venga prorogata, rendendo questo Centro definitivo e permanente, quale struttura essenziale dell'Università di Pisa, proiettando verso l'avvenire quella tradizione che ha valso all'Università stessa la scelta che ha destinato a Pisa il 7090.

*Al termine della sua relazione il Prof. TORRIGIANI invita i congressisti a visitare il Centro Nazionale Universitario di Calcolo Elettronico di Pisa, dove essi assistono allo svolgimento di una normale fase elaborativa sul 7090, sotto controllo del sistema operativo IBSYS, e a una dimostrazione con programmi in linguaggio FORMAC.*

SABATO 11 DICEMBRE - MATTINO

I lavori si iniziano alle 9 e 30. Presiede il Prof.  
Aldo GHIZZETTI, Direttore dell'Istituto Nazionale Ap-  
plicazioni del Calcolo.

## GLI STUDENTI E IL CENTRO DI CALCOLO

Prof. REMO ROSSI

La presenza di un Centro di Calcolo con elaboratori elettronici in una Facoltà ad indirizzo scientifico, trova giustificazione essenzialmente in quanto offre, da una parte la possibilità di affrontare con maggiore efficienza di mezzi problemi e ricerche di notevole impegno, dall'altra un insostituibile mezzo per l'addestramento degli studenti.

Con l'intento di esaminare, anche se in maniera sommaria, il secondo aspetto ora indicato, si ritiene pertanto opportuno iniziare questa breve comunicazione indicando quale sarà la linea di esposizione che verrà seguita per illustrare i modi e i tempi che la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna ha adottato per inserire gli studenti nello studio e nella utilizzazione dei mezzi automatici di calcolo. Tale linea si articolerà essenzialmente in due parti, nella prima delle quali verrà esposta l'evoluzione del Centro di Calcolo sulla base dei nuovi mezzi di elaborazione che via via si sono resi disponibili, nella seconda verrà brevemente indicato come, per il modificarsi, nel medesimo intervallo di tempo, del piano degli Studi della Facoltà di Ingegneria di Bologna, si sia resa possibile una sempre maggiore utilizzazione da parte degli studenti, sia per corsi teorici, sia per applicazioni pratiche, dei nuovi mezzi in dotazione al Centro di Calcolo.

Esaminiamo allora brevemente le tappe fondamentali del Centro di Calcolo della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna, nella acquisizione dei mezzi automatici di calcolo o di altri sistemi per i quali il Centro possiede una opzione di utilizzo.

Nell'Anno Accademico 1956-57, sotto la guida del Prof. Ing. Giuseppe Evangelisti, il Centro di Calcolo ha iniziato la propria attività avendo in dotazione:

a) un calcolatore analogico PHILBRIK di tipo ripetitivo ad 80 operatori (integratori, sommatore, moltiplicatori, generatori di funzioni, ecc.);

b) un analizzatore differenziale numerico BENDIX D 12 a tamburo con 60 integratori.

Tali mezzi di calcolo, pur sviluppando una notevole mole di lavoro, volto per la maggior parte alla ricerca, hanno al loro attivo il merito fondamentale di avere catalizzato l'interesse di moltissimi studiosi e tecnici per il mezzo automatico di calcolo: e tale interesse si è manifestato in un modo talmente significativo che già nel novembre del 1958 il Centro di Calcolo aveva installato un nuovo calcolatore elettronico numerico di tipo generale, il 650 IBM. Tale calcolatore, le cui caratteristiche principali erano una memoria a tamburo a 2000 parole di dieci cifre e un sistema di ingresso ed uscita a schede, ha destato in tutta Italia un immediato e notevolissimo interesse; tanto che, dopo una fase iniziale di avviamento, dedicata in massima parte alla preparazione di un certo numero di programmi fondamentali, si è passati ad un carico di 18 ore giornaliere nel primo anno ed a 22 ore giornaliere nell'anno successivo.

Tali cifre, che rappresentano dati medi di esercizio, mostrano come dal 1960 il Centro di Calcolo abbia operato in condizione di quasi costante saturazione; tale condizione operativa, unitamente a sempre maggiori impegni di calcolo hanno consigliato la creazione da parte del CNEN di un proprio centro di calcolo con opzione, per la Facoltà di Ingegneria, di utilizzare tempo di macchina IBM 704 prima e successivamente di IBM 7094.

Con tale situazione di elaboratori elettronici, verificatasi agli inizi del 1963, il Centro di Calcolo aumentava da un lato le proprie possibilità di lavoro, conseguendo d'altro canto una maggiore tranquillità nei riguardi della utilizzazione dei mezzi di calcolo; ed è appunto ora, per il verificarsi contemporaneo di diversi elementi positivi, che gli studenti hanno la possibilità di inserirsi in modo massiccio nel Centro di Calcolo, aumentando via via il loro interesse e la loro partecipazione a questi potenti mezzi di indagine scientifica.

Nel 1963 le possibilità di calcolo analogo venivano potenziate con l'installazione di un PACE 221 R con 32 amplificatori operazionali ed alcuni moltiplicatori e generatori di funzioni a diodi. Successivamente, nei primi mesi del 1964, si provvedeva alla sostituzione dell'ormai superato 650 IBM con un elaboratore IBM 1620-II la cui composizione è la seguente:

- a) 60000 caratteri di memoria veloce;
- b) 2 unità DISPAC;
- c) unità di stampa in linea;
- d) ingresso e uscita a schede;
- e) unità in linea per tracciamento grafico.

Esaminiamo ora come, contemporaneamente alla evoluzione del Centro di Calcolo, la Facoltà di Ingegneria di Bologna abbia inserito nel proprio piano di studi nuovi insegnamenti, alcuni direttamente connessi con un indirizzo di calcolo elettronico, altri che nel mezzo di calcolo elettronico trovano un valido ausilio al loro sviluppo. Questi nuovi insegnamenti sono:

1) nel quarto anno di corso

Controlli automatici

2) nel quinto anno di corso

- |  |   |                            |
|--|---|----------------------------|
| a) Calcolatrici elettroniche           | } | <i>Indirizzo calcolo</i>   |
| b) Programmazione                      |   |                            |
| c) Tecnologie dei sistemi di controllo | } | <i>Indirizzo controlli</i> |
| d) Componenti dei sistemi di controllo |   |                            |

L'insegnamento di controlli automatici, che è obbligatorio per gli studenti degli indirizzi elettronico ed elettrotecnico, comprende un certo numero di ore di lezione legate all'argomento calcolatori e loro utilizzo; alcune esercitazioni relative a questi argomenti hanno lo scopo di avvicinare, a squadre, gli studenti ai mezzi di calcolo sia analogico che numerico.

I due insegnamenti dell'indirizzo controlli (tale indirizzo costituisce assieme a quelli di calcolo e di comunicazioni, uno dei tre facoltativi nel quinto anno del corso per Elettronici) compren-

dono, fra le altre parti del corso, ulteriori nozioni sui calcolatori a complemento di quanto già illustrato in controlli automatici e le esercitazioni al calcolatore rispecchiano appunto tale indirizzo.

L'insegnamento di Calcolatrici elettroniche comprende come argomenti del corso lo studio logico dei calcolatori numerici nonché l'elettronica degli elaboratori sia numerici che analogici.

L'insegnamento di Programmazione è diviso in tre parti; una parte relativa alle tecniche di calcolo con speciale riguardo per quelli più congeniali con un mezzo automatico di elaborazione; la terza infine comprende lo studio dei metodi di ottimizzazione dei processi.

Gli insegnamenti di Calcolatrici elettroniche e Programmazione che costituiscono, come già accennato, uno dei tre indirizzi specialistici del quinto anno del Corso hanno esercitazioni comuni; esse vengono organizzate, ai fini della utilizzazione dei mezzi di calcolo, nel modo qui indicato: gli studenti del corso vengono divisi in squadre di tre persone ed ogni squadra riceve, all'inizio dell'anno accademico, l'accredito di alcune ore di calcolatore numerico e di calcolatore analogico, ore che ogni squadra avrà facoltà di utilizzare nel modo e nel tempo che riterrà più opportuno al fine di completare un certo numero di progetti che costituiscono i temi delle esercitazioni; tale utilizzazione avviene poi nella maniera più completa e diretta data la organizzazione di lavoro a Centro aperto.

Sulla base di quanto sopra, è abbastanza facile intuire che la presenza degli studenti nel Centro di Calcolo si manifesti quotidianamente in maniera piuttosto pressante; si può infatti ritenere che almeno tre ore al giorno di calcolatore siano impegnate ai fini didattici, comprendendo in queste, oltre alle esercitazioni di gruppi e di singole squadre, anche gli impegni derivanti dalle ricerche per tesi di laurea.

Vediamo infine, in maniera estremamente sintetica, quali sono stati i tempi dell'inserimento degli studenti nella organizzazione del Centro di Calcolo.

Dalla costituzione del Centro, fino alla modifica al piano degli studi avvenuto nell'anno accademico 1960-61, l'utilizzazione dei mezzi di calcolo da parte degli studenti è stata limitata essenzialmente agli iscritti ai corsi di Perfezionamento da una parte ed alle ricerche per tesi di laurea dall'altra.

Con la entrata in vigore del nuovo piano degli studi si è realizzato un progressivo inserimento degli studenti nella utilizzazione dei mezzi di calcolo, dapprima, per le scarsissime disponibilità di tempo, limitatamente agli studenti dell'indirizzo elettronico e successivamente, a partire dal 1963, tale possibilità è stata estesa a tutti gli studenti, quando necessità di studio o ricerca lo abbiano consigliato.

A conclusione di questa breve nota è opportuno porre in evidenza il vivissimo interesse degli studenti per questi nuovi indirizzi sia teorici che applicativi, interesse che rappresenta una sicura garanzia di risultati positivi.

Dopo la presentazione della relazione del Prof. ROSSI interviene l'Ing. RIDOLFI, che osserva come negli Stati Uniti sovente i corsi per insegnamenti relativi ai calcolatori elettronici sono inseriti al primo o al secondo anno, mentre nell'Unione Sovietica essi si svolgono addirittura nelle scuole medie superiori, e chiede all'oratore se ritenga opportuno e possibile anticipare anche in Italia lo svolgimento di tali corsi.

Il Prof. ROSSI risponde che pur d'accordo sulla opportunità di anticipare questi insegnamenti, ritiene che non poche difficoltà di carattere pratico possano opporsi a tale realizzazione.

Il Prof. GRASELLI interviene per illustrare quanto si sta facendo al Politecnico di Milano, specialmente per quanto riguarda l'insegnamento dei linguaggi programmati. Il Prof. ROSSI afferma che presso la Facoltà di Ingegneria di Bologna si segue un indirizzo analogo nella impostazione delle esercitazioni.

Interviene a questo punto il Prof. ERCOLI, che sottolinea il problema dell'istruzione dei tecnici non laureati, e specialmente quello della qualificazione di quel personale che ha la sola licenza media inferiore, e che spesso è a contatto diretto con le macchine.

Il Prof. ROSSI accenna a qualche esperimento di insegnamento che si è svolto di recente a Bologna.

Il Prof. GRASELLI ricorda qualche iniziativa analoga, per periti e superperiti, negli istituti tecnici milanesi.

Il Prof. ROSSI accenna al problema dei vecchi calcolatori, rimasti pressoché inutilizzati, come il 650 dell'Università di Bologna, e che potrebbero essere ceduti a scuole secondarie; l'oratore riconosce però che questa soluzione presenterebbe oneri di esercizio e manutenzione di notevole entità.

Il Prof. GRASELLI contesta che con una vecchia macchina si possa insegnare utilmente a persone che, appena diplomate, dovranno immediatamente accostarsi ai moderni calcolatori installati nelle aziende. Piuttosto le vecchie macchine possono servire meglio per insegnare, su basi teoriche, i principi della programmazione all'università, dove si devono apprendere concetti e non nozioni professionali.

*Intervengono successivamente sul medesimo argomento dell'insegnamento delle discipline attinenti ai calcolatori negli istituti tecnici il Prof. LUNELLI, il Prof. GERACE, che illustra un esperimento in corso presso un istituto tecnico di Livorno, e ancora i Professori GRASSELLI e ROSSI; per quest'ultimo la soluzione più realistica, per ora, è che gli istituti tecnici si appoggino ai centri universitari di calcolo per avere ore di macchina.*

*Il Dott. SANTACROCE interviene dicendosi d'accordo sull'alto costo delle installazioni in assoluto, ma contesta che essi siano in ogni caso insostenibili, se si tiene conto, a lunga scadenza, dei vantaggi economici.*

*Il Presidente, Prof. GHIZZETTI, concorda con l'opinione che l'insegnamento del calcolo automatico debba essere introdotto nelle scuole medie e nei primi anni dell'università, ma gli sembra che ciò sia irrealizzabile con l'attuale ordinamento scolastico, per cui è assolutamente impossibile, ad esempio, sovraccaricare ulteriormente gli studenti del biennio propedeutico di ingegneria. Perciò si dovrà certo fare qualche cosa, perché i calcolatori elettronici rappresentano il regolo dell'avvenire, ma ciò è subordinato a una revisione del piano degli studi. Occorre ad esempio arrivare presto ad un maggiore collegamento fra gli insegnamenti di analisi matematica e di geometria, che per il momento sono nettamente distinti.*

*Il Presidente a questo punto porge il benvenuto al Dott. CRISCUOLI, ispettore generale del Ministero della Pubblica Istruzione, presente in sala in rappresentanza del Direttore Generale dell'Istruzione Universitaria. Il Dott. CRISCUOLI ringrazia.*

## ATTIVITÀ DIDATTICA DEL CENTRO DI CALCOLO DELL'UNIVERSITÀ DI MILANO

Prof. GIOVANNI RICCI

L'attuazione del nuovo ordinamento degli studi per il corso di Laurea in Matematica ha condotto le Facoltà alla formulazione di un piano di studi per l'indirizzo applicativo della Laurea stessa. All'Università di Milano sono previsti, come fondamentali del secondo biennio in questo indirizzo, il corso di « Calcoli Numerici e Grafici » e il corso di « Teoria ed Applicazione delle Macchine Calcolatrici ». Questi due corsi, affidati durante il quadriennio decorso rispettivamente ai professori Massimiliano e Lorenzo Lunelli e a partire da questo anno ai professori Marco Cugiani e Massimiliano Lunelli, caratterizzano l'indirizzo di studi orientandolo decisamente verso gli elaboratori elettronici ed il loro utilizzo.

Tali corsi hanno ottenuto una buona accoglienza da parte degli studenti, tanto che essi sono frequentati come corsi complementari anche da una parte degli studenti degli indirizzi didattico e generale. Attualmente circa il 60% degli studenti iscritti al corso di laurea in Matematica dell'Università di Milano si orienta verso l'indirizzo applicativo. Gli iscritti al corso di Teoria ed Applicazione delle Macchine Calcolatrici sono da 30 a 40 per anno, mentre vanno da 40 a 50 gli iscritti al corso Calcolo Numerici che viene scelto come complementare anche da studenti del corso di Laurea in Fisica.

Questi corsi prevedono un adeguato numero di esercitazioni durante le quali gli studenti vengono a diretto contatto con gli elaboratori elettronici.

Nel corso sulle macchine calcolatrici, dopo alcune lezioni sul linguaggio FORTRAN, si procede a far eseguire alcuni semplici programmi dagli studenti stessi; essi vengono suddivisi in squadre di cinque o sei seguite ciascuna da un proprio assistente, e considerano con un certo dettaglio i problemi di codificazione e di correzione degli errori attraverso i diagnostici formali segnalati dal

compilatore prima di giungere alla esecuzione effettiva. Per il presente anno accademico è anche previsto che gli studenti svolgano personalmente un programma loro assegnato; tale lavoro sarà determinante per l'ammissione alla prova orale dell'esame di Teoria ed Applicazione delle Macchine Calcolatrici, così come succede nei confronti della prova scritta per altri corsi. Per le suddette attività didattiche si prevede di utilizzare l'elaboratore per circa 30 ore.

Per le esercitazioni del corso di Calcoli Numerici e Grafici invece, le elaborazioni numeriche sono preparate dagli assistenti che si preoccupano principalmente di discutere i metodi di calcolo e la attendibilità dei risultati.

Un'altra attività didattica ufficiale svolta presso il Centro di Calcolo riguarda la preparazione delle dissertazioni di Laurea. Sia presso l'Istituto Matematico che presso gli Istituti di Chimica e di Fisica dell'Università di Milano vengono proposte agli studenti delle tesi che, in parte più o meno rilevante, consistono nella compilazione e nella esecuzione di programmi di calcolo per l'elaboratore elettronico. Il numero di queste tesi, che spesso conducono i laureandi a conoscere a fondo le possibilità dell'elaboratore, è in continuo aumento: attualmente si contano circa 30 tesi di questo tipo in un anno.

La gamma degli argomenti trattata in questi lavori è piuttosto vasta. Fra le tesi di Matematica portate a compimento otto hanno riguardato il calcolo numerico vero e proprio, due la teoria della ottimizzazione, due hanno trattato problemi di statistica linguistica, tre avevano come scopo la effettuazione di elaborazioni simboliche con il calcolatore.

Vi sono poi state cinque tesi di Laurea in Chimica riguardanti problemi di struttura molecolare e di spettroscopia teorica, mentre per la preparazione di dodici tesi di Fisica si è utilizzato l'elaboratore per studiare questioni della Fisica dei reattori nucleari e di Magnetofluidodinamica, modelli di reazioni nucleari, problemi di struttura dello stato solido, ed infine per effettuare calcoli necessari alla progettazione ed alla costruzione del ciclotrone dell'Istituto di Scienze Fisiche dell'Università di Milano.

I laureandi che stanno occupandosi della loro tesi di Laurea vengono seguiti soprattutto all'inizio del loro lavoro di program-

mazione ma sempre in modo da stimolare in ciascuno di essi il desiderio di rendersi indipendenti da una guida troppo aderente. In ogni caso il lavoro di programmazione non viene eseguito completamente dal Centro di Calcolo poiché un tale procedimento risulterebbe troppo oneroso per il Centro e non educativo per i laureandi stessi.

Per lo svolgimento di tutti questi lavori di tesi si è utilizzato l'elaboratore per un totale di circa 125 ore.

Non ultima in ordine di importanza tra le attività didattiche del nostro Centro di Calcolo è la organizzazione di corsi per gli utenti dell'elaboratore già attivi o anche soltanto potenziali. Questi corsi sono stati tenuti sia a livello informativo che a livello decisamente specializzato, ma per ciascuno di essi si è provveduto a preparare l'opportuno materiale didattico.

In ordine di tempo sono stati organizzati i corsi seguenti:

1) In previsione dell'installazione dell'attuale elaboratore è stato tenuto un primo corso di otto ore di lezione dai ricercatori universitari che già si erano occupati di calcolo automatico presso l'elaboratore allora in dotazione all'Università di Milano. Questo corso è stato seguito da un centinaio di persone, tra assistenti, studenti e ricercatori interessati più o meno direttamente ai problemi di calcolo.

2) Dal 13 gennaio al 7 febbraio 1964 il personale della società IBM ha tenuto un corso di 12 lezioni riguardanti più specificamente la programmazione e l'uso dell'elaboratore IBM 7040; questo corso è stato seguito da una cinquantina fra assistenti e ricercatori.

3) In collaborazione con la Società Italiana di Biometria dal 12 al 15 marzo 1964 abbiamo organizzato un corso sul FORTRAN concluso da una esercitazione pratica. Questo corso è costituito di 14 ore di lezione ed è stato seguito da circa 65 allievi in massima parte ricercatori medici e biologici.

4) Nel febbraio e nel marzo 1965 in collaborazione con il personale della società IBM, è stato tenuto un corso specializzato della durata di venti ore riguardante il compilatore FORTRAN IV e l'assemblatore MAP che è stato seguito da 25 persone

circa. Per questo corso è stata preparata una dispensa dettagliata e voluminosa, per la cui compilazione e stampa è stato usato lo stesso elaboratore.

5) Nel luglio 1965 abbiamo organizzato presso la sede di una grande azienda di Stato un corso sulle tecniche avanzate di programmazione in FORTRAN ed in MAP, che è stato frequentato da 25 persone e si è protratto per circa 60 ore.

6) Nel settembre 1965 il personale del Centro di Calcolo ha tenuto una parte delle lezioni di un corso di statistica per biologi organizzato dalla Società Italiana di Biometria presso il Collegio Universitario dell'Università di Milano. Queste lezioni, che sono state seguite da circa 50 partecipanti, tendevano ad orientare sulle possibilità, le convenienze ed i limiti degli elaboratori: esse sono state concluse da una dimostrazione pratica presso il nostro Centro di Calcolo.

Questo tipo di attività didattica è stato completato dalla preparazione di raccolte di esercizi e dalla traduzione di manuali di programmazione. Accanto ai suddetti corsi vorrei infine citare i seminari riguardanti questioni di calcolo numerico che sono stati tenuti presso l'Istituto Matematico e che sono stati seguiti con interesse anche da studenti e da utilizzatori esterni dell'elaboratore.

*Al termine della relazione del Prof. RICCI interviene il Prof. VOLPATO, che dà atto, prima di tutto alle case costruttrici di calcolatori della vasta e capillare opera di istruzione che esse compiono. Allacciandosi a questo argomento e anche con lo scopo di far presente la situazione al rappresentante del Ministero della Pubblica Istruzione, presente in sala, egli descrive ciò che si ha in animo di realizzare a Ca' Foscari, presso la facoltà di Economia e Commercio, per preparare i giovani che dovranno utilizzare i calcolatori elettronici nell'ambito della gestione delle imprese. Per far questo si è pensato ad appoggiarsi all'istituto aggregato, che, almeno in questo caso particolare, sembra molto bene adeguato allo scopo. Entro un istituto di questo tipo si potranno fare corsi biennali a livello esecutivo; gli insegnamenti del primo anno potranno essere di questi tipi:*

#### PRIMO GRUPPO

- Matematica aziendale
- Statistica aziendale

*(per ciascuno dei due insegnamenti 30 ore circa di lezione e 20 di esercitazioni)*

#### SECONDO GRUPPO

- Economia aziendale

#### TERZO GRUPPO

- Programmazione su macchine elettroniche e linguaggi simbolici

*Il Prof. VOLPATO descrive poi i tre tipi di personale che, nel progetto, dovrebbero essere preparati presso l'istituto aggregato, e cioè: persone indirizzate verso i problemi di meccanizzazione nel-*

le aziende pubbliche, esperti della gestione meccanizzata di aziende bancarie e assicurative e infine esperti per la meccanizzazione di aziende industriali private qualsiasi. Al primo anno gli insegnamenti saranno comuni ai tre orientamenti. Al secondo, invece, interverranno le specializzazioni, a seconda degli orientamenti; vi saranno anche argomenti comuni, come quella della gestione del personale in senso lato. "Non intendo soltanto insegnare come si fa il cedolino stipendio", afferma l'oratore.

Gli altri insegnamenti che il Prof. VOLPATO suggerisce sono: previsioni di vendita, gestione dei magazzini, e, nell'ambito bancario, la meccanizzazione dei conti correnti e così via.

Il Prof. VOLPATO si rifà poi alla discussione sorta negli ambienti universitari, se gli istituti aggregati debbano avere fine professionale o se possano essere anche considerati una prima tappa per i corsi di laurea. Per questa ragione l'oratore afferma che si è pensato, nel progetto dell'istituto aggregato di Ca' Foscari, a congegnare gli insegnamenti in modo che quelli del primo anno siano adeguati al proseguimento degli studi verso la laurea in economia, per cui il primo anno non è perduto. Ma del resto neppure il secondo, che è specialistico, è perduto, anche se non serve al corso di laurea, perché un laureato che volesse acquisire le stesse nozioni dovrebbe, dopo la laurea, prepararsi per un anno alla specializzazione.

Il Prof. VOLPATO auspica che i licenziati dall'istituto aggregato ricevano il titolo di esperto esecutivo, e che tale titolo sia protetto dalla legge. Egli conclude sottolineando come, col progetto dell'istituto aggregato, si riesca ad ovviare anche all'inconveniente, deplorato da diversi oratori durante il convegno, che gli allievi accedano alla programmazione quando già sono troppo innanzi negli studi.

Interviene successivamente l'Ing. RIDOLFI, che ricorda una sua visita negli Stati Uniti, nel corso della quale ebbe l'occasione di soffermarsi particolarmente sull'insegnamento del calcolo automatico, soprattutto presso la Stanford University e la Università di Los Angeles. Da queste esperienze e da quanto ha sentito al convegno egli afferma di aver ricavato due osservazioni fondamentali. La prima è che le esercitazioni sul calcolatore in Italia sono spesso fatte, come dicevano i Professori RICCI e ROSSI, a squadre di tre-cinque studenti (ciò che si fa in realtà non del tutto per fini

di efficienza didattica, ma piuttosto per carenza di assistenti), mentre negli Stati Uniti è accentuato al massimo l'individualismo dello studente. Ogni studente, in una sala attigua al centro di calcolo, ha a disposizione un cassetto di una immensa rastrelliera, in cui depone e conserva le schede per le elaborazioni inerenti ad una qualunque esercitazione.

Dall'altra parte della rastrelliera, ed ecco la seconda osservazione dell'Ing. RIDOLFI, intervengono gli operatori che provvedono alla elaborazione e consegnano dopo un'ora o due i risultati agli studenti, sicché lo studente non vede mai il calcolatore né il centro di calcolo, al quale è proibito l'accesso. Il tempo del calcolatore è a disposizione di tutti, docenti ed allievi, senza priorità alcuna. L'oratore afferma che questa organizzazione in centro chiuso sarebbe possibilissima anche in Italia, dove sono installati sistemi 7040.

Negli Stati Uniti i risultati sono stati ottimi; dopo un mese di panico lo studente dimentica la macchina e continua a considerare solo il suo problema, che è la cosa più importante. È probabile che l'accesso diretto dello studente alla macchina sia sotto un certo aspetto stimolante, e senza dubbio divertente per lui, ma è molto dubbio che i risultati siano utili.

Interviene subito dopo il Prof. BIZZARRI, che si dichiara d'accordo con l'Ing. RIDOLFI, e non solo per quanto riguarda gli studenti di ingegneria e di matematica, di cui si è parlato, ma anche per quelli di fisica, dei quali il Prof. BIZZARRI si occupa. L'oratore afferma che l'importante è di fornire al fisico, e così al chimico o al biologo, la sensazione di quello che egli potrà ottenere dai calcolatori per la sua attività personale, senza sapere come è fatto dentro. L'esperienza svolta all'Università di Roma ha condotto appunto ad abbandonare le esercitazioni dirette sul 1620, nel corso delle quali gli studenti svolgevano alcune elaborazioni pratiche di risultati di laboratorio, perché l'alto numero degli studenti, centocinquanta, le rendeva proibitive, anche se solo poche esercitazioni di laboratorio avevano la loro conclusione sul calcolatore. Il Prof. BIZZARRI afferma infatti che si avrà ora una procedura analoga a quella descritta dall'Ing. RIDOLFI, con le cassettiere per le schede. Le schede deposte nel cassetto verranno prelevate e passate nel monitor normale, insieme a tutti gli altri programmi dell'istituto, due o tre volte al giorno. Il Prof. BIZZARRI conclude ribadendo l'im-

*portanza di conoscere le possibilità del mezzo, senza addentrarsi nella conoscenza fisica della macchina.*

*Il Dott. CARACCILO obietta a questo punto che vi sono alcune riserve da fare: innanzi tutto sembra vi sia una certa tendenza verso i sistemi time sharing, dove l'utente utilizza direttamente la sua console. Si deve poi tenere presente che l'insegnamento dei calcolatori si impartisce anche a quelle persone che avranno poi professionalmente a che fare con i calcolatori, e non si limiteranno ad usare i sistemi di programmazione standard allestiti dalle case. E infine egli osserva che il sistema indiretto richiede lunghissimo tempo per la messa a punto dei programmi.*

*Il Prof. BIZZARRI obietta che ci sono più fasi di monitor al giorno, e non una sola.*

*Il Prof. CARACCILO ribatte che, comunque, bisognerebbe in un centro, distinguere tra gli utenti normali e quelli che studiano i calcolatori proprio come tali.*

*Il Prof. GRASELLI ricorda che sono possibili anche soluzioni miste, là dove esiste più di un calcolatore presso l'Università. Per esempio al Politecnico di Milano vi è un 6001 che viene mostrato per primo agli studenti, indi il corso prosegue sul 7040. A giudizio del Prof. GRASELLI occorre che un po' di esperienza diretta sia acquisita anche da coloro che saranno prevalentemente utilizzatori di sistemi, e ciò perché i calcolatori rappresentano uno strumento profondamente educativo e non soltanto un mezzo di calcolo, e senza mostrare le macchine diventa impossibile far comprendere il processo. Un'ultima osservazione dell'oratore si rifà a quanto detto in precedenza sui linguaggi programmatici, a proposito dei quali l'oratore sostiene che non sempre la pura descrizione è arida e noiosa; un esperimento di utilizzare quest'anno l'ALGOL come linguaggio descrittivo, oltre che di programmazione, è in corso quest'anno al Politecnico.*

*Il Prof. RICCI ricorda che al Centro di Calcolo dell'Università di Milano, l'accesso alla macchina è possibile e abbastanza libero; il sistema ha quindi l'aspetto di un sistema misto, come descritto prima dal Prof. GRASELLI. Il Prof. RICCI si dice anche d'accordo sull'efficacia educativa dell'uso diretto dei calcolatori, specialmente per studenti di matematica.*

## PROPOSTE PER INCREMENTARE LO SCAMBIO DI INFORMAZIONI FRA I VARI CENTRI

Prof. LUCIANO DABONI

In verità io sono venuto qui per sentire e sono stato invitato invece a prendere la parola. Poiché prendo la parola vorrei anzitutto ringraziare gli organizzatori di questo convegno, a mio avviso estremamente interessante. Ringrazio quindi i dirigenti e funzionari dell'IBM e l'Università di Pisa.

Sono venuto per sentire, dicevo, e molto ho sentito. E mi rallegro perché ho sentito dibattere tutte quelle questioni che da quattro anni, quanto è il tempo che sono al Centro di Calcolo della mia Università di Trieste, sempre sono state dibattute in me e nei colloqui con i miei amici e colleghi del Consiglio Direttivo.

Una prima questione: Centro di Calcolo della Università, o Centri di Calcolo nella Università? Quale è, cioè, la configurazione che deve essere adottata, quali sono i fini da perseguire? Si deve pensare ad un unico Centro a disposizione dell'Università o si deve frazionare, atomizzare, arrivando addirittura a pensare — magari in maniera avveniristica — alla consolle sul tavolo di ogni singolo ricercatore? Questi argomenti sono stati trattati anche in questa sede. È evidente peraltro che si pensa ad un Centro unico, dobbiamo chiederci se questo Centro debba essere inteso come un Istituto di ricerca, o debba limitarsi ai servizi di calcolo. Mi pare evidente che l'aspetto dovrebbe essere quello dell'Istituto di ricerca, e allora come definirlo, per quali compiti di ricerca strutturarli? È da intendersi, per dirlo con le parole di oggi, come un dipartimento o superdipartimento? L'aspetto didattico, come va inteso? Come va organizzato il servizio di calcoli? In ogni Centro universitario si lavora con i criteri e con le possibilità, le esigenze, e le abitudini locali: ciò è evidente ed è emerso dalla discussione. Che vi siano differenziazioni sicché in contrapposto al Centro unico troviamo più Centri non può stu-

pire. Basti pensare all'organizzazione e funzionamento di quello che è e che è sempre stato lo strumento fondamentale di ricerca dell'Università: la biblioteca. I criteri in proposito variano da Università a Università. Esistono delle Facoltà (non la mia, per fortuna) in cui non si prevede la biblioteca divisa per Istituti ma solamente la biblioteca di Facoltà. Ed è evidente che ciò poteva forse andar bene nel tempo passato (anche per ragioni di economia) ma non può essere soddisfacente oggi. Sarà questa anche la sorte dei Centri di Calcolo?

Proprio in considerazione di questo e altri problemi che sono stati proposti in questo Convegno e che naturalmente debbono essere meditati ancora e discussi, arrivo al punto che mi interessa: cioè a dire della necessità che avverto di un maggiore e più continuo scambio di informazioni. L'AICA si rende benemerita nell'organizzare convegni di studio e porre problemi organizzativi di Centri di Calcolo. Mi permetterei di suggerire che nella rivista «Calcolo» di quell'Associazione, accanto agli articoli scientifici, compaiano più ampi notiziari, il più possibile aggiornati, sicché gli interessati siano informati delle situazioni che vanno formandosi nelle singole Università: si tratti di problemi didattici o problemi di organizzazione e servizio calcoli o problemi di struttura, di ricerche, o di programmi di ricerca entro un Centro di Calcolo.

Poiché è presente qui anche un illustre rappresentante del Ministero della P. I., vorrei avanzare un'altra proposta ed è quella di pensare ad una generosa distribuzione da parte del Ministero di posti per tecnici diplomati e tecnici laureati onde cominciare a rafforzare gli organici dei Centri. Deve essere questo il potenziamento di base. Col tempo (si tratta, in fin dei conti di una attività iniziata da appena cinque-sei anni) matureranno certamente le varie ulteriori esigenze di cattedre di insegnamenti e di strutturazione, quindi di un organico del Centro che deve diventare qualcosa di simile agli attuali Istituti dell'Università.

*Il Presidente Prof. GHIZZETTI, ricorda, in merito alla proposta del Prof. DABONI, che la rivista "Calcolo" pubblica già un notiziario, nel quale potrebbero essere utilmente inseriti rapporti sulle attività dei vari Centri. Il Presidente osserva tuttavia che ciò richiede soprattutto la buona volontà da parte dei Centri stessi, poiché l'AICA può sollecitare la cosa solo fino a un certo punto, e in ogni caso solo presso quei Centri che sono soci all'AICA. Ad ogni modo, se i rapporti perverranno, la direzione della rivista provvederà senz'altro alla pubblicazione.*

## LO SCAMBIO DEI PROGRAMMI E L'ORGANIZZAZIONE SHARE

Dott. ARNALDO CHIARINI

Ringrazio per l'occasione che mi è stata offerta di presentare questo argomento che può avere una certa importanza per lo sviluppo del Calcolo Scientifico nel nostro Paese.

È noto che negli U.S.A. quando furono installati i primi grandi calcolatori scientifici IBM 704, si formò una Associazione di Utenti per lo scambio di informazioni e per la realizzazione di programmi di utilità generale. Tale Associazione si denominò SHARE e probabilmente questo nome ha origine proprio nella distribuzione di compiti affidati a ciascun associato nello sforzo di dotare questo calcolatore di una biblioteca di programmi adeguata.

A circa 10 anni dalla fondazione, questa Associazione conta circa 500 associati e la partecipazione alla stessa è estesa oltre che agli utenti di calcolatori della serie scientifica 700/7000 IBM, anche ai calcolatori della serie 360 IBM con numero di modello superiore a 50.

Il bilancio di tale Associazione è altamente positivo e si può affermare, senza tema di esagerazione, che essa ha contribuito in modo essenziale allo sviluppo del calcolo scientifico, con la ricerca di nuove tecniche e sperimentando metodi oggi largamente usati.

Il patrimonio più importante di detta Associazione è costituito da una grossa Biblioteca Programmi accessibile a chiunque, ed è costituito dallo sforzo congiunto degli associati in quello spirito di libera diffusione di informazioni che costituisce il fondamento della migliore tradizione scientifica.

Con la diffusione in Europa dei grandi calcolatori scientifici IBM, si è formata una Associazione Europea di nome SEAS con le stesse finalità dello SHARE e che ho l'onore di presiedere per il 1966.

Sulla base dell'esperienza che anche personalmente ho potuto fare dell'utilità di questo fattivo spirito di collaborazione, vorrei proporre, in questa sede, la costituzione di una Biblioteca di Programmi Scientifici sviluppati presso i Centri di Calcolo italiani per favorirne la maggiore diffusione con la più grande libertà. Pur non nascondendo le difficoltà che tale proposta presenta, ritengo che il raggiungimento di questo obiettivo non sia impossibile, ma dipenda solo dalla buona volontà e dallo spirito di collaborazione che deve animare ogni ricercatore.

Questa iniziativa permetterebbe di stabilire più ampie collaborazioni ed eviterebbe il ripetersi di esperienze che dovrebbero diversamente essere ripetute.

Rinnovo ora questa proposta che ebbi occasione di fare la prima volta al Congresso dell'AICA in Bologna e che forse non era ancora matura per una pratica attuazione e mi auguro che possa avere al più presto un seguito.

Ringrazio ancora per l'opportunità che mi è stata data di parlarne in questa sede.

## RASSEGNA TECNICA E MEZZI DI ELABORAZIONE GRAFICA

Ing. VINDICE VANZO

Vogliamo suddividere questa presentazione in due parti; la prima verterà su alcuni Sistemi IBM di recente annuncio, mentre la seconda riguarderà un gruppo di terminali collegabili ai diversi modelli del Sistema 360, e le applicazioni che essi rendono possibili.

I sistemi elettronici di più recente annuncio, e con spiccate caratteristiche che li rendono prevalentemente adatti alle elaborazioni tecnico-scientifiche sono: il 1130, il 1800 ed il Sistema 360 modello 44.

Tali elaboratori, pur differenziandosi sensibilmente tra loro per concezione, modalità di funzionamento e configurazione, hanno in comune alcune caratteristiche fondamentali che li rendono, a nostro avviso, estremamente interessanti.

1) Fanno parte della terza generazione di elaboratori, ovvero i loro circuiti elettronici sono realizzati attraverso la composizione di moduli *S. L. T.* (Solid Logic Technology). Come è noto, i moduli di micro-circuito permettono di ottenere:

- Altissime velocità e massima compattezza
- Costi minori e maggior flessibilità nella progettazione
- Minore necessità di manutenzione (per maggior robustezza)
- Maggior facilità di manutenzione (poiché i controlli sono aumentati)
- Migliore accessibilità agli elementi circuitali.

Nello sviluppo di questi nuovi circuiti, la velocità dei transistori e dei diodi (ridotti alle minime dimensioni) sono talmente elevate, che persino la distanza tra di essi è un fattore critico.

2) Un secondo fattore che li accomuna è dato dal fatto che questi tre elaboratori utilizzano in linea un nuovo *disco* magnetico, intercambiabile e contenente sotto forma magnetica le centinaia di migliaia di informazioni che normalmente sono necessarie per la soluzione dei problemi tecnico-scientifici: programmi di utilità e di lavoro, subroutines, tabelle, matrici, formule, ecc.

3) Un terzo ed ultimo fattore, che certamente non è da trascurare come importanza, è il *prezzo* che in tali elaboratori è notevolmente basso e sensibilmente inferiore agli altri Sistemi precedenti, quando lo si consideri in rapporto alle relative prestazioni.

#### *Il Sistema IBM 1130*

È il nuovo calcolatore binario che soddisfa le necessità di elaborazioni tecniche-scientifiche per le quali non è giustificata l'utilizzazione di macchine di grandissima potenza.

Le unità che lo possono configurare sono le seguenti:

- Unità centrale a 4096 oppure 8192 voci — tempo d'accesso 3,6  $\mu$  — voci da 16 bits piú parità — 3 registri indice — aritmetica parallela
- Lettore di nastro di carta
- Perforatore di nastri di carta
- Stampatrice
- Lettore-perforatore di schede
- Tracciatore (Plotter).

È collegabile naturalmente pure il disco intercambiabile contenente 512.000 voci, come supporto alla memoria centrale.

Le varie operazioni avvengono o in sovrapposizione o con interruzione prioritaria.

Per dare un'idea delle velocità di calcolo si noti ad esempio, che il 1130 esegue in un secondo (su campi di una voce):

- 110.000 somme, oppure:
- 35.000 moltiplicazioni, oppure:
- 11.800 divisioni.

L'inversione di una matrice  $10 \times 10$  richiede 0,8 secondi.

Il supporto di programmazione è costituito dal Compilatore FORTAN IV-1130, dall'Assembler Language, dal COGO (linguaggio di programmazione per problemi geometrici, topografici, cinematici, ecc.).

Inoltre esiste un monitor per la gestione automatica dei diversi programmi d'utilità che sono necessari per un utilizzo semplice ed efficiente dell'elaboratore.

#### *Il Sistema IBM 1800*

È stato studiato e progettato appositamente per soddisfare le esigenze di controllo dei processi industriali, per l'acquisizione dei dati ad alta velocità e per il controllo digitale diretto.

Una grande varietà nel tipo dei segnali di entrata e di uscita, nonché la sua modularità, consentono una vasta gamma di applicazioni. È possibile collegare l'unità centrale di elaborazione con le unità del Sistema 360 mediante un canale diretto.

Il 1800 comprende i dispositivi per l'ingresso e l'uscita delle informazioni analogiche e digitali, per l'acquisizione automatica di informazioni del processo che si vuole controllare e l'emissione dei comandi per l'azionamento di organi esterni.

La configurazione del sistema è la seguente:

- Unità centrale con dimensioni di memoria a 4K, 8K, 16K, 32K voci
  - tempo base 2 oppure 4  $\mu$
  - 3 registri indice
  - protezione della memoria
  - 3 orologi interni risoluzione massima 0,125 msec
  - 24 livelli di interruzione prioritaria
  - 9 canali di I/O veloce
  - console con macchina per scrivere
- Ingressi analogi e digitali
- Uscite analogiche e digitali
- Unità a dischi magnetici

- Unità a nastri magnetici
- Macchine per scrivere (collegabili a distanza)
- Lettore e perforatore di nastri di carta
- Lettore e perforatore di schede
- Tracciatore (Plotter).

Sono collegabili al Sistema 1800 fino a 3 unità dischi magnetici intercambiabili di tipo uguale a quello del 1300 e ad esso compatibile.

I canali veloci permettono la completa sovrapposizione dei dati in entrata ed uscita con l'elaborazione.

Contemporaneamente alla macchina sono stati studiati i seguenti supporti di programmazione:

- 1800 Assembler Language
- 1800 Subroutine Library
- 1800 Fortran Language
- 1800 Utility Routines
- 1800 Monitor System
- 1800 Time Sharing Executive System.

La velocità di elaborazione ed il supporto del Time Sharing Executive permettono di eseguire programmi di controllo in tempo reale contemporaneamente ad applicazioni estranee al processo.

#### *Il Sistema 360 IBM modello 44*

È il modello più recente della famiglia, orientato specificatamente verso le elaborazioni scientifiche; nella cornice dell'architettura del Sistema 360, il modello 44 enfatizza le operazioni binarie in parallelo, l'aritmetica a semplice e doppia precisione ed a lunghezza variabile.

Questo sistema di basso costo e di alta potenzialità può essere interconnesso agli altri modelli del Sistema 360 ed all'IBM 1800,

per realizzare le configurazioni più adatte alle applicazioni scientifiche, di acquisizione e di riduzione dei dati.

Alcune caratteristiche principali del Sistema 360 modello 44 sono:

- Unità centrale con memoria a 8, 16 o 32 mila voci  
una voce composta di 32 bits più 4 di parità  
un ciclo base di 1  $\mu$   
uno o due dischi intercambiabili con 272.000 voci  
16 registri, interval timer, sistema di interruzione automatica
- Canali in sovrapposizione di tipo Multiplexer e Multiplexer ad alta velocità
- Lettori-perforatori di schede e banda di carta
- Nastri e Dischi magnetici
- Terminali tipo macchina per scrivere
- Terminali per l'acquisizione di dati e per comunicazioni
- Terminali per l'elaborazione di grafici ed immagini.

Un esempio delle prestazioni del modello 44 si può ottenere considerando i seguenti tempi di esecuzione:

— somma (o sottrazione) a virgola fissa	1,75 $\mu$
— somma (o sottrazione) in virgola mobile semplice precisione	3,81 $\mu$
— somma (o sottrazione) in virgola mobile doppia precisione	6,32 $\mu$

Il supporto di programmazione del Sistema 360 modello 44 è previsto per essere contenuto nel disco e include:

- Monitor con compatibilità Input/Output
- Assembler
- FORTRAN IV (compilatore e biblioteca)
- Programmi di utilità e Loader

- Supporti applicativi che possono combinarsi con i programmi scientifici composti di un insieme di oltre 100 routines divise in tre gruppi:
  - statistica
  - calcolo matriciale
  - matematica

Entrando ora nella seconda parte della presentazione veniamo a parlare di tre (o quattro) terminali per la elaborazione di grafici ed immagini, collegabili al Sistema 360 IBM.

Essi sono:

- l'unità video (IBM 2250)
- l'unità di registrazione microfilm (IBM 2280)
- l'unità di scansione microfilm (IBM 2281)
- e l'insieme unità di registrazione e scansione microfilm (IBM 2282).

#### *L'Unità video*

È dotata di uno schermo quadrato di 30 cm di lato e costituisce un mezzo di comunicazione visivo ad alta velocità tra l'utente ed un Sistema 360 e viceversa; è possibile evidenziare oltre a dati alfabetici e numerici, pure grafici, disegni, diagrammi, ed immagini. Tali disegni possono essere quelli che sta immettendo l'operatore attraverso l'uso di una speciale penna luminosa (fotosensibile) e della tastiera, oppure quelli precedentemente memorizzati od elaborati dal Sistema.

Esiste pure una tastiera a funzioni programmate, con 32 tasti che permettono a scelta l'uso di sottoprogrammi necessari a seconda dell'applicazione in macchina in quel momento.

Lo schermo a raggi catodici permette la rappresentazione di oltre un milione di punti, singolarmente indirizzabili mediante la penna luminosa od a programma, anche di caratteri alfanumerici generati automaticamente (max 52 righe di 74 caratteri ciascuna).

Essendo dotata di memoria buffer, l'incidenza del tempo di

elaborazione e Input/Output è la minima; ciò consente praticamente il collegamento e l'uso indipendente di più unità collegate ad un unico Sistema 360.

Un'unica unità di controllo (IBM 2840) può collegare fino ad 8 unità video.

Il film che proietteremo dopo questa mia presentazione mostrerà alcune applicazioni inizialmente realizzate con tale terminale.

Guardando il film ci si troverà già immersi nel futuro: la fantascienza della progettazione quasi istantanea, mediante l'uso di un potente elaboratore, è infatti già una realtà.

Verranno dimostrate, tra l'altro, le seguenti possibilità:

- Immettere, modificare, « ricordare » e riprendere una qualunque scrittura manuale.
- Ruotare spostare, ingrandire, rimpicciolire una qualunque immagine.
- Correggere e perfezionare qualsiasi disegno, male costruito.
- Reperire un disegno tecnico già esistente e memorizzato, per modificarlo, cambiarne il codice e rimemorizzarlo.
- Costruire uno schema elettrico e meccanico, inserendo i componenti automaticamente nella posizione e nella dimensione voluta, senza la necessità di disegnarli singolarmente.
- Progettare un circuito elettronico, variando a piacere e semplicemente i suoi componenti, in modo che immettendo una certa forma d'onda quadra, si ottenga in uscita una opportuna forma d'onda. La risposta è praticamente istantanea e la scala dei tempi è a scelta dell'operatore.
- Immettere figure e schemi spaziali, e vederne ruotare le forme in proiezione assonometrica e prospettica, secondo i diversi punti di vista e le velocità scelte.
- Progettare meccanismi e camme, stabilendone le dimensioni, e farli « funzionare », leggendone le diverse quote, velocità, accelerazioni risultanti, e modificarli e misurarne le conseguenze.

Non credo che si possano porre dei limiti a priori a quanto si può chiedere ed ottenere da un simile complesso: l'unico limite pratico è la configurazione del sistema e le nostre necessità applicative combinate con la nostra fantasia.

#### *L'Unità di registrazione microfilm*

È un'unità di uscita ad alta velocità del Sistema 360; la figura, sia grafica che alfanumerica, va ad impressionare un film a 35 mm mediante un tubo a raggi catodici che riceve le informazioni dalla memoria centrale dell'elaboratore.

Il programma dell'elaboratore dirige il movimento del pennello elettronico, la sua accensione e spegnimento, in modo da ottenere l'immagine voluta.

Un generatore di caratteri automatico permette una velocità di scrittura di 40.000 caratteri alfanumerici al secondo.

La griglia di riferimento dell'immagine (quadrata), ha una possibilità di definizione di oltre 16 milioni di punti indipendenti e singolarmente indirizzabili.

Per il tracciamento di linee la velocità è dell'ordine di 102 microsecondi per lunghezze di  $\frac{1}{4}$  di fotogramma.

Il film su bobina può essere sviluppato « in loco » alla velocità di 40 pollici al minuto e proiettato su uno schermo incorporato, 48 secondi dopo la sua registrazione.

#### *L'Unità di scansione microfilm*

Permette la scansione e la trasformazione digitale delle immagini lette da un microfilm (disegni, schemi, mappe, grafici, ecc.) per l'entrata ad alta velocità nel Sistema 360.

Un tubo a raggi catodici muove il pennello di scansione, secondo il tracciato indicato dal programma dell'elaboratore.

La lettura digitale avviene a seconda che il pennello incontra i punti dell'immagine che siano al di sopra o al di sotto di un limite di sensibilità prescelto tra i 63 disponibili.

La griglia di coordinate possibili dà un totale di oltre 16 milioni di punti. I risultati digitali della scansione vengono inviati alla memoria centrale dell'elaboratore.

Con l'insieme di queste unità avanzate, sono resi disponibili nuovi mezzi di comunicazione in entrata e in uscita, che si differenziano dai mezzi di comunicazione tradizionali e che possono offrire possibilità di impiego non solo interessanti e fondamentali ma pure, permettetemi la parola, addirittura affascinanti.

*Alla relazione dell'Ing. VANZO fa seguito la proiezione della pellicola "Graphics data processing", che illustra le modalità d'uso tecnico più avanzate delle unità video collegate a calcolatori.*

## RELAZIONE CONCLUSIVA

Dott. CARLO SANTACROCE

Lo sforzo fondamentale delle aziende che producono calcolatori elettronici tende oggi, sostanzialmente, a migliorare sempre più le modalità di dialogo tra l'uomo ed il calcolatore.

Ecco quindi le apparecchiature video, le unità tele-processing; ecco i nuovi linguaggi, come il PL/I: sono questi i campi in cui si concentrano oggi i nostri investimenti, investimenti di cervelli ed investimenti di denaro.

E tutto ciò viene fatto non certo con l'ambizione di creare un Esperanto, proprietà di pochi eletti, ma con l'aspirazione e l'obiettivo preciso di creare una nuova forma mentale, imposta dal fatto che il calcolatore elettronico è diventato ormai uno strumento generale di lavoro.

Che il calcolatore elettronico sia presente presso il ricercatore o presso lo studioso, sia egli matematico, fisico, ingegnere, medico, glottologo, è ormai un'esigenza riconosciuta. È invece compito sostanziale della scuola, dell'università in particolare, porre questo strumento a disposizione non soltanto degli studiosi e dei ricercatori, ma anche degli studenti.

Il motivo è evidente: oggi non esistono più problemi sostanziali nella programmazione dei calcolatori. Infatti, benché le tecniche di programmazione disponibili per il Sistema 360 oggi abbiano le stesse caratteristiche delle tecniche più avanzate disponibili per le macchine della serie 1400, noi non ne siamo soddisfatti ed attendiamo gli sviluppi di tecniche ancora più avanzate e complete, in quanto riteniamo che le tecniche di programmazione debbano per l'Utente perdere — integralmente o quasi — la rilevanza che presentano oggi di fronte alle tecniche di analisi dei problemi.

E per applicare queste tecniche è indispensabile plasmare prima una forma mentale che sia imperniata e basata sul calcolatore elettronico.

Proprio sotto questo profilo è evidente l'importanza della scuola, per la creazione di questa nuova forma mentale, che presuppone due elementi: la fiducia nello strumento che si utilizza e la familiarità con esso.

La fiducia nel calcolatore elettronico viene ispirata da innumerevoli fonti di informazioni: molto spesso si legge del calcolatore come di un'entità quasi soprannaturale, che non sbaglia mai, impara tutto da solo, sa tutto a memoria, e se per caso sbaglia, si autocorregge.

La fiducia nel calcolatore è quindi un fatto acquisito, anche perché il mondo nel quale viviamo nutre una cieca fiducia in tutto ciò che è tecnico. Ma più che la fiducia, e insieme con essa, è la familiarità elemento indispensabile: la confidenza col calcolatore, l'abitudine all'uso.

Per esempio nessuno, al giorno d'oggi, salendo in automobile teme di subire un incidente dovuto al mancato funzionamento dei freni: non esiste più questo timore, poiché si ha fiducia nell'automobile, nel motore, nei freni, e si ha familiarità con l'auto, dato che la si usa tutti i giorni.

Al contrario pochi di noi sono del tutto calmi e non guardano fuori dal finestrino quando l'aereo sta per atterrare. Se oltre ad avere fiducia nelle tecniche costruttive dell'aereo avessimo anche una lunga dimestichezza con esso, probabilmente questi attimi di esitazione non avrebbero ragione di essere.

Esigenza primaria quindi è la familiarità, la confidenza, sia con il mezzo sia con le tecniche.

Ognuno di noi qui riunito è pronto ad accettare il concetto di simulazione come uno strumento di uso semplice ed intuitivo; non penso però che nel mondo dell'industria, del governo e della finanza, tale concetto sia oggi ancora accolto e venga considerato una tecnica di valore pressoché universale, che può fornire valido ausilio nei processi direzionali.

Esistono in ogni azienda quattro elementi di importanza fondamentale, non solo per l'azienda stessa e per la sua azione, ma anche e soprattutto per la nazione e, in forma indiretta, anche per l'Università. Questi quattro elementi sono il fatturato, le spese, gli investimenti, i profitti.

Si può valutare un fatturato, se non si conoscono le tecniche di matematica statistica e di matematica provvisoria?

Si possono valutare e prevedere le spese senza tecniche che consentano di delineare un modello dell'impresa, tenendo conto di tutte le variabili interne ed esterne che influiscono sulla attività aziendale?

Si possono definire gli investimenti senza considerarne l'ottimizzazione?

Ed ecco quindi il sostanziale compito della scuola, soprattutto della Università: rendere note e familiari queste tecniche ad ogni persona che abbia compiti di responsabilità nella vita di ogni giorno.

Siamo così in presenza di una questione di educazione, che si rivolge soprattutto ai giovani. E sotto questo profilo ben si giustifica il nostro specifico interesse in convegni come il presente: infatti tutte le informazioni, le aspirazioni, i problemi che veniamo a conoscere in queste discussioni così aperte e così cordiali sono assolutamente vitali per il nostro avvenire.

Proprio per queste ragioni non abbiamo alcuna intenzione di considerare questo convegno un episodio isolato: lo vediamo anzi inquadrato in una serie di riunioni che periodicamente consentiranno scambi di idee, a carattere generale come questa volta, o su problemi specifici.

Sarà così possibile giungere a dialoghi ancora più appropriati, con la partecipazione degli specialisti dei vari settori, per ottenere quelle informazioni di cui abbiamo assoluto bisogno.

Ma già oggi il nostro obiettivo può dirsi parzialmente raggiunto: sappiamo infatti qualcosa di più su quanto abbiamo ancora da fare nella nostra attività di collaborazione con la scuola e l'Università italiana.

*Il Prof. GHIZZETTI, presidente della sessione, porge i ringraziamenti, a nome di tutti i partecipanti, all'IBM Italia e alla Università di Pisa per l'ospitalità, e formula l'augurio di ritrovarsi tutti presto per dare seguito alle interessanti discussioni intraprese; del pari gli auguri più fervidi vengono formulati per il funzionamento del nuovo Centro Nazionale Universitario di Calcolo Elettronico.*

FINITO DI STAMPARE IL 30 NOVEMBRE 1966

PER I TIPI DELLE INDUSTRIE GRAFICHE

V. LISCHI E FIGLI - PISA