

A2-~~1307~~

CONVEGNO INTERNAZIONALE
SULLA STORIA E PREISTORIA
DEL CALCOLO AUTOMATICO E DELL'INFORMATICA
Siena, 10-11-12 settembre 1991

INTERNATIONAL CONFERENCE
ON THE HISTORY AND PREHISTORY
OF AUTOMATIC COMPUTING AND INFORMATICS
Siena (Italy), September 10-11-12, 1991

IST. EL. INF.
BIBLIOTECA
Posiz. ARCH. I.V.I.O.

A2-07
1991

CEP (Calcolatrice Elettronica Pisana)
Dal CSCE all'IEI

Franco Denoth

pag. 105-115

CEP (Calcolatrice Elettronica Pisana) Dal CSCE all'IEI

Franco Denoth
Istituto di Elaborazione della Informazione - CNR Pisa

Le origini

Nel 1954 le province di Livorno, Lucca e Pisa misero a disposizione dell'Università di Pisa una cospicua somma per l'avvio di una importante iniziativa scientifica. Il quesito su quale iniziativa si dovesse ritenere maggiormente significativa fu posto a un gruppo di fisici che partecipavano alla Scuola Estiva Internazionale di Varenna; fra essi era Enrico Fermi che, in una lettera datata 11 agosto 1954 e indirizzata al Rettore dell'Università di Pisa prof. Enrico Avanzi, così si esprimeva:

"...L'idea di costruire in Pisa una macchina calcolatrice elettronica mi è sembrata di gran lunga la migliore. Essa costituirebbe un mezzo di ricerca di cui si avvantaggerebbero, in modo oggi quasi inestimabile, tutte le scienze e tutti gli indirizzi di ricerca..."

In seguito a questo autorevole parere un piccolo gruppo di ricercatori condusse uno studio preliminare sui problemi connessi ad una tale impresa e sviluppò un piano di lavoro; nel 1955 veniva così istituito il **Centro Studi Calcolatrici Elettroniche** dell'Università di Pisa, oggi **Istituto di Elaborazione dell'Informazione** del CNR, primo nucleo dell'informatica pisana e nazionale, con lo scopo di progettare e realizzare quello che fu poi il primo calcolatore elettronico interamente progettato e realizzato in Italia: la CEP (Calcolatrice Elettronica Pisana).

Durante tutto il periodo di studio, progettazione e realizzazione della CEP (1955-1961) il Centro operò sotto la guida di un Consiglio Direttivo presieduto da Marcello Conversi. La via che condusse alla realizzazione non fu certo priva di ostacoli e fu grazie all'entusiastico impegno di questo Consiglio che fu possibile superare le difficoltà organizzative e finanziarie che si presentarono. Furono così ottenuti finanziamenti dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, dal Comitato Nazionale per le Ricerche Nucleari.

Alla iniziativa pisana partecipò immediatamente la Società OLIVETTI, contribuendo con proprio personale e supporto finanziario alla progettazione e realizzazione della CEP; alla OLIVETTI apparteneva il primo direttore del CSCE: l'ing. G. Cecchini. L'impresa pisana significò per OLIVETTI assai di più che non la, sia pure importante, partecipazione alla realizzazione della CEP; è infatti in stretta connessione con le attività condotte presso l'Università di Pisa che si sviluppò l'informatica in OLIVETTI: nel novembre 1955 sorgeva il laboratorio di Barbaricina (Pisa), che costituì il primo nucleo di più ampie attività di ricerca e sviluppo che andarono successivamente consolidandosi in Lombardia; così, nel 1958-59, venne creato il laboratorio di Borgolombardo (ricerca e produzione) e poi ancora quello di ricerca di Pregnana Milanese (1963) e infine, nel 1964-65, lo stabilimento di Caluso (produzione).

La CEP

Fino alla metà degli anni 60 esisteva una profonda differenziazione fra sistemi per uso scientifico e sistemi per uso commerciale: mentre ad un calcolatore scientifico si richiedevano primariamente elevate prestazioni dell'unità di calcolo e flessibilità di programmazione, nei calcolatori per impieghi commerciali si dava priorità alle periferiche ed al loro controllo. In accordo con il suggerimento di Fermi, era previsto che la CEP sarebbe stata utilizzata principalmente per impieghi scientifici; questo influenzò il progetto logico e circuitale della macchina e portò ad alcune scelte originali; in particolare venne deciso di:

- costruire una macchina binaria di tipo parallelo per ottenere la massima velocità operativa;
- adottare un controllo a microprogramma, utilizzando una tecnica fino ad allora sperimentata soltanto su piccoli calcolatori, per conseguire una elevata flessibilità logica;
- espandere il codice delle microistruzioni in modo da poter ottenere una concatenazione automatica nella chiamata delle subroutine;
- introdurre un originale metodo di doppia modifica dell'istruzione, in modo da semplificare la programmazione ed aprire la via alla programmazione automatica.

Fra il 1955 e il '57 venne realizzata una versione pilota, la cosiddetta "macchina ridotta", essenzialmente allo scopo di verificare i criteri generali di progetto. Nonostante le prestazioni assai limitate, la "macchina ridotta" venne utilizzata in un gran numero di calcoli attinenti i reticoli cristallini, studi sullo scattering pione-protone, calcolo delle autofunzioni del momento angolare totale, studi sul metodo di Montecarlo.

L'esperienza derivante dall'uso della "macchina ridotta" consentì di approfondire la conoscenza dei sistemi numerici e le esigenze; tutto questo portò all'introduzione di caratteristiche originali nella struttura logica della CEP, che entrò in fase di collaudo e di uso sperimentale nella seconda metà del 1960 e venne ufficialmente inaugurata, nel novembre 1961, dal Presidente della Repubblica Giovanni Gronchi.

Furono anni di intensa ed entusiastica attività durante i quali ricercatori, tecnici e amministrativi (soltanto 36 persone!) delle due sezioni nella quali si articolava il CSCE, quella di ingegneria-elettronica (responsabile G. B. Gerace) e quella logico-matematica (responsabile A. Caracciolo), profusero le loro energie, senza limiti di orario, spesso lavorando con rapporti contrattuali quanto mai incerti. I loro nomi appaiono nelle pubblicazioni di quegli anni, riportate in appendice. Fu un lavoro principalmente condotto presso l'Istituto di Fisica dell'Università; della CEP furono costruiti tutti i particolari, non soltanto l'elettronica e le parti meccaniche, ma anche gli stessi stampi necessari per realizzare le parti meccaniche.

Le scelte logico-circuitali effettuate posero la CEP fra i calcolatori scientifici più avanzati a livello mondiale e venne recensita sulle riviste più prestigiose: Communication of ACM, Proceedings of IRE, Computers and Automation. Dal punto di vista logico i punti maggiormente caratterizzanti furono:

- la numerosità dei registri indice, affatto comune per quell'epoca;
- la doppia modifica dell'indirizzo che consentiva una grande economia e flessibilità di programmazione;
- il controllo microprogrammato per consentire la massima flessibilità logica.

Proprio la parte relativa al controllo merita un riferimento più dettagliato. Con la terminologia attuale si potrebbe dire che risedeva in una ROM o meglio in una MPROM, intendendo con questo acronimo Manually Programmable Read Only Memory. La ROM consisteva in una matrice determinata dagli incroci di spire verticali e orizzontali molto allungate; la decodifica delle microistruzioni avveniva inserendo delle piccole sbarrette di ferrite lineare nei punti di incrocio delle spire fra le quali si voleva creare un accoppiamento. Una tale tecnologia era in corso di sperimentazione presso l'Università di Manchester e fu lo stesso ideatore, il prof. T. Kilburn, che regalò al CSCE il metro quadrato di rete utilizzato per la realizzazione della ROM di controllo. L'uso di piccole barre di ferrite, delle dimensioni di circa 1x10 mm, anziché di nuclei toroidali, consentiva di modificare con relativa facilità la struttura e il concatenamento delle microistruzioni. Per dare un'idea delle difficoltà che potevano incontrarsi e della fantasia necessaria per superarle, voglio ricordare che i nuclei di ferrite erano tenuti in posizione da un substrato di gomma-pane (proprio quella impiegata per ripulire i disegni!), nel quale venivano infissi.

Dal punto di vista dei circuiti elettronici la CEP si presentava come un calcolatore ibrido: parte a tubi, parte a semiconduttori. I criteri generali di progetto furono improntati al raggiungimento di elevata affidabilità di funzionamento (venne adottato il criterio di progetto del "caso peggiore"), di rapida individuazione dei guasti e di previsione di malfunzionamenti (marginal check). Fin dall'inizio fu deciso di utilizzare circuiti logici a diodi semiconduttori (al Germanio), ma l'introduzione dei transistori avvenne dopo il superamento di non poche perplessità e fu oggetto di lunghe discussioni. I transistori fecero la loro comparsa nel CSCE nel 1956 con l'assegnazione di una tesi di laurea, svolta dallo scrivente con relatore G. B. Gerace, su "La transistorizzazione dell'unità aritmetica di una calcolatrice elettronica a cifre".

Le perplessità appaiono del tutto giustificate quando si ricordi che in quegli anni i transistori ed i semiconduttori di potenza erano considerati dispositivi dall'affidabilità e dalle prestazioni alquanto mal definite.

La spinta decisiva alla scelta venne a seguito di considerazioni di ingombro e consumo: l'evoluzione del progetto era stata tale che una soluzione interamente a tubi non avrebbe consentito di installare la macchina dove il lavoro era iniziato (al terzo piano dell'Istituto di Fisica). In particolare una scelta coraggiosa fu quella di realizzare l'intero sistema di rettificazione, stabilizzazione e protezione della numerose tensioni di alimentazione (da -150V a +250V con passo 50V) e dei due livelli logici (+10V e -14V) interamente a semiconduttori (rettificatori al Silicio e transistori di potenza al Germanio); complessivamente la macchina richiedeva una potenza di alimentazione di oltre 80 kWatt. A semiconduttori vennero realizzati anche il controllo nastri magnetici e gli amplificatori e registri dell'unità di controllo. In quest'ultima unità l'uso dei transistori e delle ferriti lineari consentì di ottenere tempi di accesso inferiori a 100 ns. Complessivamente nella CEP vennero utilizzati circa 3.500 tubi, 12.000 diodi per piccoli segnali e 3000 transistori.

Per la programmazione fu sviluppato una particolare versione del FORTRAN, "FORTRAN CEP" con relativo compilatore, che consentiva di trarre vantaggio dalle possibilità offerte dal sistema di pseudo-istruzioni e dalle altre caratteristiche logiche peculiari della CEP.

Nelle tabelle che seguono sono sintetizzate le caratteristiche principali della CEP.

Dati generali

lunghezza della parola aritmetica:	36 bit
virgola fissa e virgola mobile	
possibilità di operare in singola e doppia precisione	
representazione in virgola mobile:	28 bit mantissa, 8 bit esponente
istruzioni:	128 (ad un indirizzo con doppia modifica)
lunghezza dell'istruzione:	una parola
pseudoistruzioni:	220
registri indice:	64

Memorie

ROM controllo	256 x 256 bit
	100 ns (tempo di accesso)
memoria RAM:	8 kparole (nuclei di ferrite)
	5,5 μ s (tempo di ciclo)
memoria di massa:	16 kparole (tamburo magnetico)
	10 ms (tempo medio di accesso)
nastri magnetici (fino ad 8 unità):	
	1/2 pollice
	270 bit/pollice
	1,5 Mparole per bobina
	20 kcaratteri/s

Velocità operativa:

addizione (virgola fissa):	15 μ s
addizione (virgola mobile):	96 μ s
moltiplicazione (virgola fissa e mobile):	140 μ s
traslazioni:	10 μ s

Periferiche di entrata/uscita:

entrata:	2 lettori fotoelettrici (400 caratteri/s)
uscita:	3 perforatori di nastro (32/60 caratteri/s)
	1 telescrivente (7 caratteri/s)
	1 stampante parallela (150 righe di 102 caratteri/min)

L'evoluzione del settore informatico pisano

Terminata la costruzione della CEP si interruppe anche la collaborazione con la OLIVETTI. La probabile causa di tale interruzione è da ricercare nella travagliata situazione interna che in quel momento OLIVETTI stava vivendo; oggi è difficile valutare la portata di tale decisione, ma certamente, fra i vari futuri "informatici" che potevano presentarsi per l'Italia, tale scelta non portò verso il migliore. Un articolo sul Vol.4, Numero 6 del giugno 1961 di Communication of the ACM, dal titolo "The State of Digital Computer Technology in Europe" e a firma di N. M. Blackman, recita testualmente: ".....It is unfortunate that the CEP was not completed earlier than 1960, before the large-scale importation of

foreign computers, when it might have had a wider influence on computer and computer application in Italy."

La costruzione della CEP non fu però fine a se stessa: il lungo ed approfondito lavoro di studio aveva consentito di creare un gruppo di esperti nel settore ed aveva gettato il seme della ricerca in un campo completamente nuovo: quello dell'informatica. Così nel 1962, a seguito dell'interessamento di Alessandro Faedo, Rettore dell'Università di Pisa dal 1958, si giunse ad una convenzione fra Università e Consiglio Nazionale delle Ricerche, allora presieduto da Polvani, in base al quale il CSCE divenne laboratorio di interesse nazionale del CNR. Non si trattava più di costruire un calcolatore, ma di creare un ambiente nel quale promuovere e sviluppare conoscenze e competenze in un settore dove la polemica imperversava e del quale soltanto pochi riuscivano a comprenderne la strategicità. Gli obiettivi del CSCE divennero quindi:

- promuovere e condurre ricerche nel campo dell'automazione, della teoria della commutazione, della programmazione, della matematica applicata e del trattamento dell'informazione;
- sviluppare sistemi logico-elettronici a supporto di problemi di competenza del Centro;
- curare la formazione di ricercatori e tecnici nei settori di interesse del Centro;
- fornire collaborazione e consulenza a Amministrazioni, Enti e Privati nei settori di competenza del Centro.

Dal 1962 viene nominato direttore del Centro Gianfranco Capriz, che lo dirigerà anche dopo la trasformazione in IEI e fino al 1979, quando, passato Capriz alla direzione del CNUCE, venne affidata a me la direzione dell'IEI. Del Consiglio Direttivo, presieduto da Alessandro Faedo, fanno parte A. Ghizzetti, E. Pistolesi, L. Radicati, A. Caracciolo, G. Capriz. Anche la struttura interna del Centro viene profondamente modificata. Per far fronte ai nuovi orientamenti dell'attività vengono formati tre gruppi di ricerca: uno sulla elaborazione dell'informazione e la teoria della commutazione (responsabile G. B. Gerace), un secondo sull'analisi numerica e matematica applicata (responsabile G. Capriz) ed un terzo sulla logica-matematica e sui linguaggi di programmazione (responsabile A. Caracciolo di Forino). L'organico del Centro si è espanso a circa 70 persone ed inizia uno scambio di professori visitatori, ricercatori e borsisti con i principali laboratori internazionali operanti nel settore.

La CEP rimase attiva per circa 7 anni, un tempo eccezionalmente lungo per un calcolatore progettato e costruito da un gruppo di ricercatori, all'interno di una università.

Durante gli anni di funzionamento della CEP le esigenze di calcolo da parte della comunità scientifica andarono crescendo e si resero contemporaneamente commercialmente disponibili macchine idonee a svolgere anche lavoro scientifico. Con perseverante impegno, lungimiranza e infinita pazienza Alessandro Faedo riuscì a stipulare un vantaggioso accordo con la società IBM e a portare a Pisa una macchina di grandi dimensioni per quei tempi: un IBM 7090. Alla fine del 1964 venne così creato il C.N.U.C.E. (Centro Nazionale Universitario di Calcolo Elettronico) dell'Università di Pisa, del quale riferisce in altra relazione lo stesso prof. Faedo. Lo sviluppo del C.N.U.C.E., segue un corso analogo a quello del CSCE-IEI: nato in ambito universitario per far fronte alla crescente necessità di calcolo, nel 1974 diveniva istituto del CNR con la sigla CNUCE-Istituto del CNR. Inizialmente sorto per erogare servizio di

calcolo, sviluppava attività di ricerca principalmente nel settore delle reti. Era infatti naturale che la diffusione sul territorio nazionale delle esigenze di erogazione del calcolo scientifico andasse di pari passo con la creazione di una rete, inizialmente sentita come esigenza tecnica, per diventare poi supporto e strumento per ricerche specifiche.

Nel settore delle reti il ruolo del CNUCE è stato determinante ed ha fornito un chiaro esempio di come attività di servizio ad alto contenuto tecnologico possano determinare l'avviamento di attività di ricerca e sviluppo e di come, allo stesso tempo, il servizio stesso tragga da queste un insostituibile supporto.

Nel frattempo l'attività di ricerca presso il CSCE proseguiva ed un riconoscimento del livello raggiunto si ebbe nel 1968 con la trasformazione del CSCE in Istituto di Elaborazione della Informazione (IEI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Da questo riconoscimento si traeva nuovo impulso e venivano così allargati i campi di attività includendo il settore della elaborazione dell'informazione non numerica e delle applicazioni biomediche. L'IEI proseguiva anche, attraverso il "Corso di specializzazione in calcolo automatico" istituito fino dal 1964, una regolare attività didattica a livello post-laurea.

I tempi erano ormai maturi perché la nuova scienza trovasse una collocazione in ambito accademico e nel 1968 veniva presentato alla Facoltà di Scienze il progetto di istituzione del corso di laurea in Scienze della Informazione, corso che ebbe ufficialmente inizio con l'anno accademico 1969-70. Non è un caso che le prime tre cattedre del nuovo corso di laurea siano state vinte da ricercatori dell'IEI: G. B. Gerace, A. Caracciolo di Forino e A. Grasselli.

Le lunghe discussioni, le polemiche, gli sforzi compiuti per vincere le numerose resistenze per fare accettare nel mondo universitario un campo scientifico nuovo, che ancora non aveva ancora l'*imprimatur* di disciplina, sono anch'essi oggetto della relazione presentata dal prof. Faedo a questo stesso convegno.

L'apporto dell'IEI al nuovo corso di laurea fu determinante, basta ricordare che la quasi totalità dei docenti è stata per molti anni costituita da ricercatori dell'IEI.

Ma il contributo IEI al mondo informatico accademico non si arresta all'ambiente pisano: sono oltre trenta i ricercatori IEI risultati vincitori di concorsi a cattedra e una decina quelli che hanno conseguito l'associatura. Questo rappresenta un aspetto positivo e qualificante del livello, vivacità e validità delle ricerche svolte.

La feconda azione di quella iniziativa non si arresta però al settore scientifico e accademico; quanto vere fossero le previsioni di Fermi "*....Essa costituirebbe un mezzo di ricerca di cui si avvantaggerebbero, in modo oggi quasi inestimabile, tutte le scienze e tutti gli indirizzi di ricerca....*" lo dimostrano anche i numerosi e consistenti contatti con l'industria. L'IEI ha condotto, e conduce tutt'ora, proficue collaborazioni con OLIVETTI, SORIN, ENI, SELENIA, AERITALIA e con i centri di ricerca FIAT e ENEL. La vivacità delle attività è testimoniata ancora dal coinvolgimento nei progetti strategici e finalizzati a indirizzo informatico, dall'ampiezza delle collaborazioni e dai contratti di ricerca a livello internazionale.

La peculiarità dell'ambiente informatico pisano ha portato alla nascita di numerose attività di tipo industriale, dei Centri o Gruppi di ricerca di Olivetti, IBM, Selenia, Tecsiel, Intecs ed alla costituzione, nel 1987, del Consorzio Pisa Ricerche.

Oggi l'IEI ha un organico di 106 persone, dispone di circa 15000 m³ adibiti a laboratori ed uffici. I settori di ricerca dell'Istituto sono molteplici e coprono discipline di tipo strettamente informatico e settori collaterali che favoriscono lo sviluppo di essenziali presupposti culturali e di aree di utilizzazione delle tecnologie informatiche. Particolarmente significative sono le attività di ricerca dedicate all'ingegneria del software, alla elaborazione numerica dei segnali, alla affidabilità dei sistemi, al trattamento dei dati multimediali e alla matematica computazionale. L'Istituto è organizzato in cinque Reparti di Ricerca. Fra le attività di trasferimento e servizio è particolarmente significativa quella relativa alla certificazione e controllo *hardware* e *software* di apparati digitali.

La tabella che segue riassume le principali tappe dello sviluppo dell'informatica pisana.

Le tappe dell'informatica pisana

1955	<ul style="list-style-type: none"> Nasce presso l'Università di Pisa il CSCE. <i>Obiettivo:</i> progettare e costruire il primo calcolatore scientifico italiano (CEP).
1961	<ul style="list-style-type: none"> Inaugurazione CEP.
1962	<ul style="list-style-type: none"> Il CSCE diviene organo del CNR.
1964	<ul style="list-style-type: none"> Nasce il CNUCE nell'ambito di una convenzione Università di Pisa - IBM Italia. <i>Obiettivo:</i> erogazione di calcolo scientifico.
1968	<ul style="list-style-type: none"> Trasformazione del CSCE in Istituto di Elaborazione della Informazione (IEI) del CNR. <i>Obiettivo:</i> promozione e sviluppo della ricerca informatica.
1969	<ul style="list-style-type: none"> Istituzione del corso di laurea in Scienze della Informazione (Università di Pisa) <i>Obiettivo:</i> formazione a livello universitario
1974	<ul style="list-style-type: none"> Trasformazione del CNUCE in Istituto del CNR. <i>Obiettivo:</i> Ricerca e sviluppo, servizio.
1978	<ul style="list-style-type: none"> Viene creato l'Istituto di Linguistica Computazionale (ILC) del CNR <i>Obiettivo:</i> Ricerca e sviluppo nel settore linguistico
1982	<ul style="list-style-type: none"> Si costituisce il Dipartimento di Informatica (Università di Pisa)
1987	<ul style="list-style-type: none"> Viene costituito il Consorzio Pisa Ricerche (CPR) con la partecipazione Università, CNR, numerose industrie e pubbliche amministrazioni

Credo che si possa guardare al passato con una certa soddisfazione; il futuro si presenta pieno di difficoltà principalmente di ordine burocratico e organizzativo. Con gli attuali meccanismi di gestione i fattori di scala giocano a sfavore delle

istituzioni di ricerca; oggi non sarebbe pensabile di far partire una "avventura", quale fu la costruzione della CEP, nelle pionieristiche condizioni che allora, con grande fiducia e una notevole dose di ottimismo, furono giudicate accettabili. Ma un ponderato ottimismo deve sempre essere alla base anche delle iniziative scientifiche e questo mi consente di avere fiducia nel ruolo che l'informatica pisana saprà assumersi nel futuro, in particolare alle soglie della realizzazione dell'area della Ricerca CNR e nella prospettiva di una sempre maggiore e sinergica integrazione CNR-Università, resa più facile dall'istituzione del Ministero unico.

1. **LA RICERCA IN EUROPA** - The Computer of the Century, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1980, 2(1), 3-10.

2. **LA RICERCA IN EUROPA** - The Computer of the Century, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1980, 2(1), 3-10.

3. **LA RICERCA IN EUROPA** - The Computer of the Century, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1980, 2(1), 3-10.

4. **LA RICERCA IN EUROPA** - The Computer of the Century, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1980, 2(1), 3-10.

5. **LA RICERCA IN EUROPA** - The Computer of the Century, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1980, 2(1), 3-10.

6. **LA RICERCA IN EUROPA** - The Computer of the Century, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1980, 2(1), 3-10.

7. **LA RICERCA IN EUROPA** - The Computer of the Century, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1980, 2(1), 3-10.

8. **LA RICERCA IN EUROPA** - The Computer of the Century, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1980, 2(1), 3-10.

9. **LA RICERCA IN EUROPA** - The Computer of the Century, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1980, 2(1), 3-10.

10. **LA RICERCA IN EUROPA** - The Computer of the Century, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1980, 2(1), 3-10.

11. **LA RICERCA IN EUROPA** - The Computer of the Century, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1980, 2(1), 3-10.

12. **LA RICERCA IN EUROPA** - The Computer of the Century, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1980, 2(1), 3-10.

13. **LA RICERCA IN EUROPA** - The Computer of the Century, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1980, 2(1), 3-10.

APPENDICE

ELENCO DELLE PUBBLICAZIONI DEL CSCE dal 1957 al 1963

1. A. CARACCILO DI FORINO, G. CECCHINI, E. FABRI, S. SIBANI: Programmi ed attività del Centro Studi Calcolatrici Elettroniche dell'Università di Pisa. Atti 6. Sessione «Giornate della Scienza» Conv. Problemi Automatismo (Milano, 1956). Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, 1957.
2. A. CARACCILO DI FORINO: The computer of the Centro Studi Calcolatrici Elettroniche of the University of Pisa. Atti Conv. Centro Internazionale di Calcolo (Roma, 1958), pp. 58-68.
3. A. CARACCILO DI FORINO, G. CECCHINI, G. B. GERACE, M. FALLENI, V. SABBADINI: Memorie ed entrata-uscita della "macchina definitiva" del C.S.C.E. Nuovo Cimento (10) 12 (1959), 116-122.
4. G. CECCHINI, G. B. GERACE, S. SIBANI: Criteri elettronici di progettazione della Calcolatrice del C.S.C.E., 1. Nuovo Cimento (10) 12 (1959), 123-125.
5. G. CECCHINI, G. B. GERACE,: Criteri elettronici di progettazione della calcolatrice elettronica del C.S.C.E., II. Nuovo Cimento (10) 12 (1959), 126-129.
6. A. CARACCILO DI FORINO, L. GUERRI: Le caratteristiche della macchina definitiva del C.S.C.E. di Pisa dal punto di vista logico-matematico. Nuovo Cimento (10) 1-2 (1959), 111-115.
7. A. CARACCILO DI FORINO, E. FABRI: I criteri di progettazione della calcolatrice elettronica del Centro Studi Calcolatrici Elettroniche di Pisa. Nuovo Cimento (10) 11 (1959), Suppl. 1, 397-404.
8. E. FABRI, L. GUERRI: Impiego della "macchina ridotta" del C.S.C.E. di Pisa nella soluzione di alcuni problemi. Nuovo Cimento (10) 12 (1959), 138-143.
9. G. GHELARDONI: Valutazione numerica della soluzione del problema di Dirichlet sul rettangolo. Gior. Mat. Battaglini 88 (1960), 155-172.
10. G. GHELARDONI, M. MENCONI: Ottimizzazione del passo nel metodo di Runge e Kutta per la risoluzione numerica di un sistema di equazioni differenziali ordinarie con l'uso di un calcolatore elettronico. Gior. Mat. Battaglini 88 (1960), 62-69.
11. D. BRAITO, G. CECCHINI: Nuovo sistema di pilotaggio per memoria a nuclei magnetici. Automaz. e Strumentaz. 9 (1961), 381-382.
12. G. CECCHINI, M. FALLENI: Descrizione di un'apparecchiatura per la prova automatica di una memoria a nuclei magnetici. Automaz. e Strumentaz. 9 (1961), 379-380.
13. M. FALLENI: Apparecchio per la divisione automatica di un tamburo magnetico. Automaz. e Strumentaz. 9 (1961) 435-436.
14. M. CANESE, G. B. GERACE: Un addizionatore parallelo ad alta velocità. Automaz. e Strumentaz. 9 (1961), 432-434.
15. F. DENOTH: Sistema di protezione da sovraccarichi a rapido intervento per alimentatori; stabilizzati a transistori. Automaz. e Strumentaz. 9 (1961), 488-489.

16. F. DENOTH, M. FALLENI: Registro con ritardo a una sola impulsazione. *Automaz. e Strumentaz.* 9 (1961), 490-492.
17. G. B. GERACE: Un sistema di controllo ad alta velocità per calcolatrici elettroniche digitali. *Automaz. e Strumentaz.* 9 (1961), 533-538.
18. D. BRAITO, A. CARACCILO, G. CECCHINI, F. DENOTH, M. FALLENI, G. B. GERACE, L. GUERRI, L. PISTELLI, V. SABBADINI: La calcolatrice CEP del C.S.C.E. . *Alta Frequenza* 80 (1961), 873-876.
19. G. B. GERACE, G. GRANUCCI: Il circuito di controllo delle unità perforanti e scriventi della CEP. *Atti Centro Studi Calcolatrici Elettroniche Univ. Pisa.* 32. Lischi Editore, Pisa, 1961.
20. G. GHELARDONI: Sopra un nuovo procedimento per la valutazione dell'errore nella soluzione del problema di Dirichlet sul rettangolo con i metodi alle differenze e con l'uso di un calcolatore elettronico. *Atti Sem. Mat. Fis. Univ. Modena* 10 (1961), pp. 197-218.
21. A. ANDRONICO: Il problema del controllo delle reti logiche. *Atti Conv. Naz. Logica* (Torino, 1961), pp. 93-102
22. A. CARACCILO DI FORINO: Sulla definizione delle funzioni di selezione *Atti Conv. Naz. Logica* (Torino, 1961), pp. 127-136.
23. S. CIAMPA: Un'applicazione della teoria dei grafi: la definizione di programma. *Atti Conv. Naz. Logica* (Torino, 1961), pp. 73-90.
24. D. BRAITO, A. CARACCILO DI FORINO, G. CECCHINI, F. DENOTH, M. FALLENI, G. B. GERACE L. GUERRI, L. PISTELLI, V. SABBADINI: La calcolatrice elettronica CEP. *Automaz. e Strumentaz.* 10 (1962), 183-186.
25. G. B. GERACE, G. GRANUCCI, L. PISTELLI: Un circuito di uscita su banda perforata per apparecchiature tipo Frankenstein. *Nuovo Cimento* (10) 23 (1962), Suppl. 2, 191-199.
26. M. CANESE, G. B. GERACE: Il progetto di circuiti logici con una struttura modulare a diodi e transistori. *Alta Frequenza* 81 (1962), 343-365.
27. M. CANESE, G. B. GERACE: Studio di un oscillatore bloccato a transistori per impulsi stabilizzanti in durata *Alta Frequenza* 81 (1962), 158-163.
28. M. FALLENI, G. GESTRI: Realizzazione di funzioni logiche con circuiti a nuclei e transistori. *Alta Frequenza* 81 (1962), 584-589.
29. G. B. GERACE, G. GESTRI: Equipment for analysis of information transmitted by nerve fibers of the retina. *15th. Annual Conf. Engineering in Medicine and Biology* (Chicago, 1962) .
30. G. GHELARDONI: Una particolare applicazione del metodo di Runge-Kutta alla determinazione di un integrale di una equazione differenziale lineare, di ordine n , verificante n condizioni lineari assegnate. *Riv. Mat. Univ. Parma* (2) 8 (1962), 283-293.
31. U. BARBUTI, G. GHELARDONI: Valutazione dell'errore e qualche esperienza numerica relativa ad un procedimento di approssimazioni successive in problemi parabolici e non lineari in due variabili. *Pubblicazioni Centro Studi Calcolatrici Elettroniche Univ. Pisa* (1962).
32. U. BABBUTI, G. GUERRA: Osservazioni sulla utilizzazione dei polinomi di Tchebyshev di prima specie nel calcolo approssimato di funzioni regolari. *Riv. Mat. Univ. Parma* (2) 8 (1962), 127-138.

33. A. CARACCIOLO DI FORINO: L'algol. Atti Conv. Linguaggi Simbolici di Programmazione (Pisa, 1962), pp. 11-21.
34. A. CARACCIOLO DI FORINO, M. CECCHI MORANDI: Su uno schema di traduttore per l'algol. Atti Conv. Linguaggi Simbolici di Programmazione (Pisa, 1962), pp. 103-120.
35. G. B. GERACE, G. GRANUCCI, L. PISTELLI: La codificazione dei programmi CEP con un convertitore di banda da 5 a 7 canali. Libreria Universitaria Coop. Editrice, Pisa, 1963.
36. G. CECCHINI, G. B. GERACE: L'organizzazione logica dell'unità di controllo della C.E.P.. Libreria Universitaria Coop. Editrice, Pisa, 1963.
37. M. FALLENI, L. PISTELLI: Studio di processi di calcolo nelle unità aritmetiche dei calcolatori elettronici. Libreria Universitaria Coop. Editrice Pisa, 1962.
38. CONVERSI: Il centro di studi e il calcolatore elettronico in costruzione alla Università di Pisa. Provincia Pisana, n. 2. (febbraio 1959).
39. E. ABATE, E. FABRI: Use of an electronic computer for the construction of exact eigenfunctions of orbital angular momentum in R. L. coupling. Libreria Universitaria Coop. Editrice, Pisa, 1959.
40. M. CONVERSI: Le calcolatrici elettroniche ed il Centro di Studi a Pisa sulle Calcolatrici Elettroniche. Nuovo Cimento (10) 11 (1959), Suppl. 3, 376-3196.
41. M. CONVERSI: Il Centro di studi sulle calcolatrici elettroniche all'Università di Pisa. Ricerca Scientifica 1 (1961), 59-66.
42. A. CARACCIOLO DI FORINO: On a research project in the field of languages for processor construction. Information Processing 62 (Proc. IFIP Congress 62, Monaco, 1962), pp. 514-515. North Holland, Amsterdam, 1963.