

ZUSE
L'ELABORATORE NASCE IN EUROPA

UN SECOLO DI CALCOLO AUTOMATICO

a cura di Mario G. Losano

ETAS LIBRI

Titolo originale: Der Computer mein Lebenswerk
Editore originale: Verlag Moderne Industrie
Traduzione: Mario G. Losano
Copertina e impaginazione di Carlo Zanco

INDICE

<i>Prefazione</i> - Konrad Zuse e il secolo europeo del calcolo automatico, di Mario G. Losano	IX
1. La cultura europea e il calcolo automatico; 2. Gli aspetti comuni ai tre inventori europei; 3. L'opera di Konrad Zuse	
<i>Cronologia di Konrad Zuse</i>	XV
<i>Introduzione dell'autore all'edizione tedesca</i>	XVII
<i>Premessa</i>	1
I - Gli anni della ricerca	3
La scuola; Metropolis; Anni di studio, di tentativi e di sogni; Studium generale	
II - Le prime idee su una macchina da calcolo	18
I calcoli statici; Dal formulario alla programmazione; Perché calcoliamo con dieci dita?; Interludio politico; La memoria meccanica; Sull'addizione; La tecnica astratta degli elementi circuitali; La forma semilogaritmica; Il tentativo di sviluppare un calcolo combinatorio delle condizioni; La lo- gica matematica aiuta l'ingegnere; L'elaboratore come prodotto dell'attività di giovani; Schreyer ha la strana idea di una macchina da calcolo elettro- nica; Prima presa di contatti	
III - Gli anni di guerra	58
Il primo richiamo alle armi; Meditazioni di un marmittone; Di nuovo calcolo statico nell'industria aeronautica; La prima dimostrazione di una macchina in grado di operare (Z 2); La costruzione della macchina Z 3; Il secondo richiamo alle armi; La fondazione della società « Zuse Appara-	

Copyright © 1970 by Verlag Moderne Industrie, München

Copyright © 1975 by ETAS LIBRI, via N. Bixio, 30 - 20129 Milano

Copyright © 1975 by Unidata S.p.A., via F. Filzi, 25/A - 20124 Milano

CL 26-1492-8

*I diritti di traduzione, di riproduzione e di adattamento totale o parziale e con qualsiasi mezzo
(compresi i microfilm e le copie fotostatiche) sono riservati per tutti i paesi.*

Prima edizione italiana: dicembre 1975

INDICE DELLE ILLUSTRAZIONI

tenbau Berlin»; Il primo calcolatore di processo; La macchina Z 4; Una notizia dall'altra parte dell'Atlantico; Il lavoro continua tra mille difficoltà; Lavori teorici sotto le bombe; Il vano tentativo di conseguire la libera docenza; Sulla macchina di Turing; La costruzione di un calcolatore per operazioni logiche; Una visita stimolante; Gli ultimi mesi di guerra; Un'anticipazione di Hiroshima; La fuga in extremis dall'inferno di Berlino; Ultime settimane di guerra e completamento della Z 4; Lo « sganciamento » verso sud; Gli ultimi giorni di guerra con Wernher von Braun a Oberjoch presso Hindelang

IV - *I primi anni del dopoguerra* 87

L'invasione alleata nell'Allgäu; Le varie vicende di Hinterstein; Il riordinamento delle idee teoriche e il piano di calcolo; Alcune osservazioni sui linguaggi algoritmici; E venne il tempo di filosofare; L'idea dello spazio calcolante; L'automazione ed i sistemi autoriproducendosi; La pietra filosofale; La scoperta di un calcolatore logaritmico; Il confronto con gli sviluppi in USA; L'ingranaggio dell'ufficio brevetti; I primi contatti dopo la guerra; Oltre l'ostacolo della riforma valutaria con l'aiuto dell'IBM; Le ricerche per la Remington Rand; La Svizzera ci apre le porte

V - *La nascita della Zuse s.a.s.* 130

La fondazione della società; L'esposizione della Z 4 a Zurigo; Le ulteriori forniture alla Svizzera; Il computer debutta in società; « Un elaboratore non potrà mai giocare a scacchi »; Troppo presto; Il primo contratto tedesco del dopoguerra per la macchina Z 5; Il distacco dei contitolari; I calcolatori per la riforma agraria; L'elettronica raggiunge la maturità; Il primo finanziamento del Consiglio tedesco delle ricerche; Un'occasione perduta; La macchina da calcolo a campi; Strade sbagliate e laterali; Il lavoro su misura per i geodeti; Dal calcolo automatico al disegno automatico; Una deviazione verso la topografia; La società cresce; La comunità degli utenti Zuse; L'apertura di nuovi mercati; Le difficoltà nel finanziamento; La necessità di un contitolare; I mutamenti di proprietà nella società; Nuovamente libero di dedicarmi al lavoro scientifico; Onorificenze

Conclusione 166

Il tempo delle grandi evoluzioni tecniche; I viaggi spaziali; La fisica nucleare; La funzione dell'elaboratore; La posizione chiave dell'elaboratore; Il traffico e l'elaboratore; Sul problema dell'automazione; Che cosa ci regaleranno i biologi?

Elenco delle opere citate 183

Fig. 1	- Caricatura degli anni del liceo	pag. 5
2	- Uno dei piani della mia Metropolis	7
3	- Costruzione di un cinematografo	11
4	- Distributore automatico con restituzione del resto	12
5	- Formulario per calcoli statici indeterminati	19
6-9	- Sviluppo della programmazione	20-23
10	- Memoria meccanica	30
11-23	- Fasi di sviluppo del circuito di addizione	31-40
24	- Circuito numerico di un meccanismo di moltiplicazione	41
25	- Schema funzionale delle macchine Z 1 e Z 3	43
26	- Circuito di un meccanismo per l'attribuzione del segno	48
27	- Annotazione di diario del 1937	50
28	- Circuito a valvole di Schreyer	56
29	- Modello ricostruito della macchina Z 3	62
30	- Macchina speciale per la misura delle ali	67
31	- La macchina Mark I	70
32	- Schizzo d'una memoria associativa	79
33	- Progetti previsti per il 1944	80
34	- Partecipazione di nascita del mio quinto figlio	81

PREFAZIONE
KONRAD ZUSE E IL SECOLO EUROPEO
DEL CALCOLO AUTOMATICO

Fig. 35	- La casa della famiglia Tannheimer a Hinterstein	pag. 91
36	- Esercizio elementare di programmazione con istruzioni condizionate	92
37	- La macchina Z 4 al Politecnico Confederale di Zurigo	132
38	- Schizzo di Fromme relativo alla sua « Minima »	144
39	- Plotter « Graphomat »	152
40	- Disegno eseguito con una « Graphomat »	153
41	- L'edificio della società Zuse	158
42	- Reazione di due particelle digitali in un automa cellulare	174

1. *La cultura europea e il calcolo automatico*

Apertosi con le macchine di Charles Babbage, progettate tra il 1820 e il 1830, il secolo che vede nascere il calcolo automatico si chiude nel 1941 con la costruzione del primo elaboratore elettromeccanico del mondo, lo Z 3 di Konrad Zuse. Nei cento anni in cui nasce e prende forma, il calcolo automatico è dunque un frutto della cultura europea.

Quasi contemporaneamente alla macchina Z 3 entrano in funzione i grandi calcolatori costruiti negli Stati Uniti d'America: il Mark I nel 1944, la macchina della società Bell nel 1945 e, a partire dalla fine dello stesso anno, l'ENIAC. Però tra i ricercatori tedeschi ed americani non v'era stato alcun contatto a causa della guerra.

I lavori di Konrad Zuse costituiscono il punto di transizione dalla storia europea alla storia americana del calcolo automatico: per questo il suo libro conclude la serie dei volumi dedicati alla genesi europea del calcolo automatico¹.

Negli anni intorno alla fine della seconda guerra mondiale i progetti americani e tedeschi erano molto simili, benché sviluppati gli uni all'insaputa degli altri. Dopo quell'epoca, invece, iniziò la rapida ascesa americana, che doveva portare le industrie di quel continente ad una posizione di preminenza mondiale anche nel campo degli elaboratori elettronici.

La storia dei progetti americani è esemplarmente documentata nel volume di Herman H. Goldstine, uno dei protagonisti della costruzione dell'ENIAC, il

¹ I precedenti volumi da me curati per la serie « Un secolo di calcolo automatico » sono: Charles Babbage, *La macchina analitica*, Etas Libri, Milano 1973, pp. 191; Georg Scheutz, *La macchina alle differenze*, Etas Libri, Milano 1974, pp. 164. Questi volumi erano stati preceduti da un volume tradotto dal tedesco: Leibniz, *Calcolo con uno e zero*, Etas Libri, Milano 1971, pp. 78.

primo elaboratore elettronico del mondo, entrato in funzione nel dicembre 1945². Il libro di Zuse descrive invece in forma autobiografica i progetti tedeschi dalle loro origini fino ai più recenti sviluppi industriali. È probabilmente l'importanza assunta dall'elaboratore nella vita odierna ad avere spinto Goldstine e Zuse a scrivere opere organiche sulle proprie scoperte e sull'ambiente in cui avvennero. Negli autori precedenti, invece, questo bisogno di documentare la genesi della propria macchina era soffocato dalle difficoltà materiali incontrate nel costruirla ovvero dalla sua scarsa diffusione e, quindi, dalla sua limitata incidenza sociale: Babbage e Scheutz, infatti, costruivano prototipi e non pensarono mai ad una manifattura di macchine da calcolo.

Valutando complessivamente gli scritti, le opere e la vita di Babbage, Scheutz e Zuse, si colgono con chiarezza i legami tra Europa e Stati Uniti nel campo del calcolo automatico.

Sino all'inizio del nostro secolo, per gli americani la Gran Bretagna rappresentò un modello di civiltà da emulare. La formazione del giovane studioso americano comprendeva il viaggio nel Vecchio Continente, così come oggi si considera completa l'educazione del giovane europeo soltanto se è stato compiuto il pellegrinaggio in senso inverso. Nelle scienze matematiche, la Gran Bretagna aveva a sua volta come modello l'Europa continentale, cioè i territori dell'area culturale francese e tedesca. Charles Babbage, insieme con John F. W. Herschel e George Peacock, fondò a Londra la Analytical Society per portare la matematica inglese al livello di quella europea continentale. A questo fine, insieme con i due colleghi già ricordati, pubblicò nel 1816 la traduzione del libro sul calcolo integrale e differenziale di Delacroix. Nulla di più naturale, dunque, che un giovane matematico appena addottoratosi a Harvard includesse un incontro con Babbage tra le tappe obbligate del suo pellegrinaggio culturale in Europa: è così che, nel 1845, Benjamin Apthorp Gould apprende dalla viva voce di Babbage l'esistenza delle prodigiose macchine cui stava lavorando lo scienziato londinese.

I contatti dei giovani studiosi del New England (tra cui va annoverato anche Gould) con gli europei che si occupavano di calcolo automatico è stato studiato a fondo da Uta Merzbach, direttrice della Sezione di matematica della Smithsonian Institution di Washington, D.C., la quale — sulla base di corrispondenze e documenti d'archivio — ha ricostruito la fortuna americana di Babbage³. Nel 1851 Gould discusse nuovamente con Babbage sui problemi connessi con la macchina da calcolo e, nel 1853, riuscì a far adottare dalla American Association for the Advancement of Science una risoluzione in cui si incoraggiava Babbage a portare a compimento la sua macchina. Purtroppo l'impresa di Babbage procedeva invece a rilento; ma nel frattempo Georg Scheutz era riuscito a costruire una macchina

² Herman H. Goldstine, *The Computer from Pascal to von Neumann*, Princeton University Press, Princeton (N.J.) 1972, pp. 378.

³ Scheutz, *La macchina alle differenze*, cit., p. 52 ss.

alle differenze più elementare di quella progettata da Babbage, ma funzionante. Fu Babbage stesso ad illustrarla a Gould, quando questi, nel settembre del 1855, giunse di nuovo in Europa per acquistarsi strumenti scientifici. Fu così che, nell'aprile del 1857, la macchina di Scheutz giunse all'osservatorio astronomico di Albany, nello stato di New York, il cui direttore era appunto Benjamin A. Gould. In questa prima fase del calcolo automatico, l'Europa esportava dunque tecnologia avanzata. Tuttavia il flusso di conoscenze tecnologiche era destinato ad invertire rotta nel giro d'un secolo.

2. *Gli aspetti comuni ai tre inventori europei*

I tre inventori europei sono individui profondamente diversi per origine sociale, formazione culturale, carattere e successo. Anche le loro macchine sono diverse: Babbage pensava infatti ad una macchina alle differenze guidata da un programma, mentre Scheutz riuscì a realizzare una macchina alle differenze, rinunciando tuttavia al principio della guida per mezzo di un programma; questo principio riaffiorò invece in Zuse, che però ignorava l'invenzione di Babbage ed usava i mezzi costruttivi messi a disposizione dalla tecnologia del nostro secolo⁴.

Nonostante le differenze, tre elementi sono comuni a tutti e tre questi inventori.

Anzitutto, nessuno dei tre è specialista nella costruzione di strumenti di calcolo. La propria professione li porta però a rendersi conto dell'esigenza di affidare alla macchina un'attività tanto meccanica, qual è appunto il calcolo. Così, il matematico Babbage concepisce l'idea della sua macchina davanti ad una tavola astronomica calcolata manualmente e zeppa di errori. Lo stampatore Scheutz progetta e costruisce una stampante per la macchina alle differenze, in modo che il risultato ottenuto sia esente dai refusi che costellavano le tavole stampate con i criteri tradizionali. L'ingegnere civile Zuse pensa alla macchina da calcolo quando deve affrontare i calcoli statici, caratterizzati da una grande complessità e ripetitività.

Il secondo elemento comune ai tre inventori è un corollario di questa prima osservazione: Babbage, Scheutz e Zuse operavano nei settori tecnologicamente più avanzati del loro tempo. Oltre che matematico di prim'ordine, Babbage fu tra l'altro uno dei più apprezzati tecnici ferroviari della sua epoca e immaginò appunto che la sua calcolatrice potesse venir mossa da una macchina a vapore. Scheutz era invece un editore-stampatore a contatto non soltanto con le migliori pubblicazioni scientifiche del suo tempo, ma anche con quelle innovazioni tipografiche da cui doveva nascere la moderna stampa periodica: la parte stampante della sua macchina da calcolo consentiva infatti di stampare direttamente il risultato secondo la tecnica allora più avanzata, cioè la stereotipia. Zuse voleva automatizzare il

⁴ Sulle differenze costruttive tra queste macchine, v. il mio articolo «Le radici europee dell'elaboratore elettronico», *Le scienze*, gennaio 1976, n. 89.

calcolo statico, suo strumento di lavoro nell'ingegneria civile ed aeronautica, ma ignorava tutto sui calcolatori tradizionali e non voleva studiarne la complessa struttura partendo da zero: preferì inventare una macchina completamente nuova, avvalendosi di un elemento già ampiamente collaudato nella telefonia, cioè il relé. Coinvolto nelle vicende belliche subito dopo la laurea, lavorò nell'industria aeronautica Henschel, dove fece parte del gruppo che progettava le bombe teleguidate: lì nacque una delle sue macchine più interessanti; inoltre, attraverso l'amico Helmut Schreyer, venne a contatto con l'elettronica e giunse a sostituire, nella sua macchina da calcolo, il relé con la valvola termoionica. Ma già nel 1941, nella Berlino devastata dai bombardamenti, aveva messo in funzione la macchina Z 3, il primo elaboratore elettromeccanico del mondo.

Il terzo elemento comune ai tre è quella commistione di passione per l'avventura intellettuale, di curiosità per le tecniche nuove e di poliedricità di interessi, senza la quale l'inventore non riuscirebbe a raccogliere quegli elementi a prima vista eterogenei, che però, ordinati in sistema, generano la scoperta. La pluralità di interessi di Babbage è ancora in certa misura organizzabile intorno ad un tema centrale: la ricerca delle costanti nella natura e nelle scienze e la loro organizzazione in tavole vastissime, da calcolarsi a macchina. Il piano di questa banca universale di dati è contenuto nella lettera del 1833 a Sir David Brewster⁵. Con Georg Scheutz, invece, ci si deve limitare a prendere atto dell'eterogeneità spesso inconciliabile dei suoi interessi, imputabile in parte alla sua professione di editore scientifico, che lo costringeva a letture vaste ma disorganiche, in parte alla sua passione per la letteratura: uno dei più alti riconoscimenti svedesi gli venne non per la macchina da calcolo, ma per le sue traduzioni di Shakespeare.

Per il lettore dei tre volumi sul secolo del calcolo automatico, questa pluralità di interessi è forse meno evidente nei libri su Babbage e Scheutz, perché in essi ho incluso soltanto gli scritti sulle macchine da calcolo. Il libro scritto da Konrad Zuse, invece, riflette a fondo la poliedricità dell'autore. Essa ha creato non pochi problemi al traduttore, costretto a passare dall'ingegneria civile al gioco degli scacchi, dall'aeronautica alla logica formale, e così via⁶.

Insomma, un elemento di unità dei tre volumi è dato proprio da questa costante eterogeneità di interessi e di intenti, che dal 1820 al 1940 circa accompagna il prender forma del moderno elaboratore elettronico.

⁵ Su questo tentativo di sistematizzare gli interessi di Babbage e sulla lettera a Brewster si veda Babbage, *La macchina alle differenze*, cit., p. 22 ss.

⁶ Pur avendo cercato di verificare la correttezza della mia traduzione, mi scuso fin d'ora per qualche inevitabile imprecisione che lo specialista dei singoli campi non mancherà di rilevare. Ai problemi terminologici in senso stretto, infatti, si aggiunge l'uso da parte di Zuse di termini propri, sorti quando la computer science ancora non esisteva, ma destinati a designare concetti oggi basilari in questa scienza. Mi sono dunque trovato nel dubbio se rendere quella terminologia inconsueta con termini pure inconsueti, ovvero se usare i corri-

3. L'opera di Konrad Zuse

Il libro di Konrad Zuse è un'autobiografia, in cui la vita dell'autore si identifica con la costruzione dell'elaboratore elettronico. *Der Computer, mein Lebenswerk*: il computer, l'opera della mia vita, è infatti il titolo dell'opera tedesca. Nel volume dedicato a Babbage, una delle fonti era stata la sua autobiografia *Passages from the Life of a Philosopher*. Le due opere sono tuttavia profondamente diverse, pur appartenendo al medesimo genere letterario.

L'amareggiato matematico londinese voleva richiamare l'attenzione del grande pubblico sulle sue macchine e cercava di rendere più « palatable » l'argomento inserendolo nel racconto d'una vita ricca di eventi strani e di incontri importanti. Credo che questa insistenza su episodi marginali o pittoreschi abbia contribuito ad accentuare la fama di bizzarria del personaggio Babbage, che certamente fu bizzarro, ma non più di tanti altri suoi contemporanei, e che ad ogni modo i posteri avrebbero ben altri motivi per ricordare. Ma proprio questa incomunicabilità tra Babbage e il mondo circostante fu causa tanto del suo presentarsi come eccentrico vittoriano (per poter così avvicinare il grande pubblico alle sue macchine), quanto dell'essere di quel medesimo pubblico impermeabile all'idea delle sue macchine e, invece, ricettivo dell'immagine di eccentrico. Risultato di questo equivoco fu, da un lato, l'isolamento culturale e fisico in cui Babbage finì per trovarsi e, dall'altro, il totale oblio in cui caddero le sue scoperte⁷.

L'ingegnere berlinese si muove invece in un mondo che ha già accettato l'idea del calcolo automatico: egli non ha quindi bisogno di paraventi per trattare il suo tema. Nelle pagine seguenti il lettore troverà un'organica storia delle scoperte di Zuse, parsimoniosamente intercalata da indispensabili informazioni su quegli eventi che, per loro natura, finivano per influire sulla sua ricerca.

Per Zuse come per Babbage, l'aver percorso i tempi fu tanto un merito quanto una fonte d'amarezza. Nel caso di Zuse, al merito di aver realizzato per primo la macchina che doveva divenire un simbolo del nostro tempo, si accompagnò l'amarezza di assistere all'ascesa di altri, mentre le condizioni economiche e politiche della Germania post-bellica ostacolavano la realizzazione delle sue idee. Nelle parti del libro dove i mezzi di Zuse vengono paragonati a quelli degli americani (pag. 119 ss.), al lettore viene presentato un esempio concreto di quello

spondenti termini odierni, con il rischio di forzare la mano all'autore. Non potendo adottare univocamente una di queste due soluzioni, mi sono attenuto a questo principio: dove la terminologia di Zuse riflette idee sue personali, ho cercato di trasferire in italiano la sua terminologia, anche se essa risulta diversa da quella corrente; dove invece essa riflette strutture di macchine, ho cercato di seguire la terminologia tecnica oggi in uso. Devo un particolare ringraziamento all'ing. Giorgio Bongiorno, per l'aiuto prestatomi nel risolvere i dubbi tecnici.

⁷ Sull'affievolirsi della fortuna di questo autore, cfr. Babbage, *La macchina analitica*, cit., p. 46 ss.

spengleriano tramonto dell'Europa, che aveva colpito Zuse fin dai tempi degli studi universitari.

L'avversità degli eventi non si accompagnò tuttavia all'astio degli uomini e Zuse vide i suoi sforzi e la sua priorità riconosciuti dagli stessi americani: nel 1965 la American Federation of Information Processing Societies gli conferì la medaglia Harry Goode per i suoi meriti nella costruzione degli elaboratori elettronici e, nel 1972, Herman H. Goldstine scrisse di lui: « Le sue tre macchine erano terminate prima della fine della guerra e funzionavano bene. [...] Da molti punti di vista, egli fu il primo costruttore di elaboratori elettromeccanici »⁸.

Dalle macchine di Zuse deriveranno in seguito altri elaboratori, tra cui l'ERMETH del Politecnico Confederale di Zurigo.

Il contributo di Zuse non si limita alla costruzione delle macchine, ma si estende anche alla programmazione avanzata. Il suo « calcolo del piano » (di cui egli parla a pag. 90 ss.) servì di base per gli studi di Heinz Rutishauser, nati tra l'altro nella programmazione della macchina di Zuse Z 4, in funzione al politecnico zurighese prima della costruzione dell'ERMETH. A Rutishauser si deve il primo compiler ed il primo linguaggio di programmazione orientato al problema, anche se queste attribuzioni non possono essere completamente certe in un'epoca in cui scienziati di tutti i paesi industrializzati stavano lavorando alla soluzione dei medesimi problemi con mezzi e conoscenze pressoché uguali.

Per Zuse il rapporto con il mondo circostante non è dunque conflittuale come nel caso di Babbage, ma non è neppure una quieta simbiosi. Ora che la società accetta il calcolo automatico, è necessario ricordare che gli odierni elaboratori possono essere strumenti pericolosi. In un'epoca in cui si parla molto della responsabilità dello scienziato, Zuse si chiede se tutti coloro che contribuirono e contribuiscono allo sviluppo degli elaboratori sono consapevoli dei pericoli insiti in questo strumento (pagg. 78 s., 137).

Come conseguenza di questa situazione, Zuse invita gli studiosi di scienze sociali ad occuparsi sempre più a fondo delle condizioni e delle conseguenze dell'uso degli elaboratori nei campi tradizionalmente oggetto dei loro studi (pag. 162).

Gli elaboratori stanno infatti trasformando il mondo: ma gli scienziati sociali sono consapevoli di come e perché avvengono queste trasformazioni?

Mario G. Losano

⁸ Goldstine, *The Computer from Pascal to von Neumann*, cit., p. 250 s. Goldstine fonda questa priorità di Zuse anche su una testimonianza inaccessibile agli europei: l'interrogatorio reso l'8 novembre 1946 al Quartier Generale delle forze armate americane in Austria da una persona di cui Goldstine non menziona il nome.

CRONOLOGIA DI KONRAD ZUSE

- 1910 Nasce a Berlino il 22 giugno.
- 1927 Maturità al liceo scientifico di Hoyerswerda in Slesia.
- 1934 Inizio della progettazione di macchine da calcolo guidate a programma.
- 1935 Laurea in ingegneria civile al Politecnico di Berlino-Charlottenburg.
- 1937 Inizio della progettazione di macchine da calcolo elettroniche, insieme con Helmut Schreyer.
- 1941 Completamento della costruzione del primo modello Z 3, funzionante secondo la tecnica elettromeccanica: programma su nastro perforato, sistema numerico binario, virgola mobile.
- 1941-45 Costruzione di più macchine per compiti specifici, in parte direttamente connesse a strumenti di misura (misurazione delle ali) e di una macchina universale Z 4, perfezionata e costruita con la tecnica elettromeccanica dei relé e con una memoria meccanica.
- 1945 Progetto di un linguaggio algoritmico universale, chiamato « calcolo del piano ».
- 1949 Fondazione della società in accomandita Zuse. Collaborazione alla progettazione di altre macchine da calcolo guidate a programma e costruite secondo le tecniche elettromeccanica, delle valvole e dei transistor. (Modelli M 9, Z 11, Z 22, Z 23, Z 31, Z 35).
- 1957 Conferimento del dottorato *honoris causa* da parte del Politecnico di Berlino.
- 1959 Progetto di una macchina automatica per disegnare (« Graphomat »).

- 1964 Cessa di essere comproprietario della società Zuse. Graduale mutamento della proprietà della società Zuse, passata interamente alla società Siemens dal 1969.
- 1964 Conferimento del Werner-von-Siemens-Ring.
- 1965 Conferimento del Harry Goode Memorial Award a Las Vegas, Nevada, da parte della American Federation of Information Processing Societies.
- 1966 Nomina a professore onorario alla Facoltà di scienze economiche e sociali dell'Università Georg-August di Göttingen.
- 1969 Conferimento della medaglia d'oro Diesel da parte dell'Unione tedesca degli inventori di Norimberga.
- 1969 Conferimento della medaglia Wilhelm Exner da parte dell'Associazione degli industriali austriaci.

INTRODUZIONE DELL'AUTORE ALL'EDIZIONE TEDESCA

IL COMPUTER CERCA IL DELINQUENTE.
 LA CIBERNETICA RISOLVE I PROBLEMI DEL GOVERNO.
 CERVELLI ELETTRONICI COMANDANO UN LAMINATOIO.
 IL COMPUTER DOTTORE FA LA DIAGNOSI.
 LA GRANDE CENTRALE DOCUMENTARIA DÀ INFORMAZIONI.
 UN GIGANTESCO SISTEMA A TEMPO RIPARTITO SERVE UN'INTERA CITTÀ.
 IL COMPUTER VINCE IL CAMPIONE MONDIALE DI SCACCHI?

Non siamo ancora giunti a tanto. Potremo però giungervi un giorno? Oppure mai? Che cosa potranno fare un giorno le macchine da calcolo? I nostri scienziati ed ingegneri hanno il controllo della situazione? Un fatto è certo: questa situazione è ancora in pieno divenire.

La letteratura sugli elaboratori è oggi già assai vasta: basti fare riferimento, ad esempio, al preciso libro di de Beauclair « Calcolare con le macchine » [1]. Questo mio lavoro si propone invece di illustrare, da un punto di vista personale, le successive fasi dell'evoluzione di queste macchine. Il processo della scoperta è forse più interessante della scoperta stessa. Mi si chiede spesso: come le è venuta l'idea di costruire l'elaboratore? In primo luogo, ho soltanto avuto la fortuna di poter trasformare in professione quello che era il mio hobby, cioè il costruire da me. Le fasi di questa evoluzione potrebbero forse fornire il materiale per un interessante romanzo: però io desidererei rappresentare le cose in forma neutra, così come si sono svolte effettivamente.

I discorsi a posteriori sui ricercatori e sugli inventori sono spesso unilaterali. Da un lato il mondo viene rappresentato a tinte scure, per drammatizzare la storia dell'inventore misconosciuto; dall'altro si passano volentieri sotto silenzio i tentativi errati, forse perché lo stesso inventore si vergogna in seguito di queste deviazioni ed errori. La storia di una scoperta deve anche descrivere la ricerca e la combinazione di tutte le idee possibili che non appartengono diretta-