LA STAMPA
Archivio Storico dal 1867

Un problema che appassiona l'umanità e condiziona il nostro futuro

Mente umana e calcolatori elettronici

Il circuito integrato e la cellula cerebrale

Un raffronto utile deve cominciare tra gli « elementi » fondamentali del complesso - Come sono costituite le connessioni - La cellula è più miniaturizzata del circuito integrato, ma meno veloce di un elaboratore - Che cosa è la memoria biologica - Gli « ologrammi »

« Cervelli elettronici » è l'espressione che più spesso ricorre nel linguaggio comune per indicare le macchine che elaborano informazioni. L'associazione con l'organo che esplica le attività intellettuali dell'uomo deriva in buona parte dall'aureola mitica che tuttora circonda queste macchine presso il pubblico.

In effetti, i paralleli che si possono intravedere tra i « cervelli artificiali » e quelli biologici sono difficili e incerti, soprattutto perché in realtà poco si conosce del funzionamento del cervello umano. Si può tuttavia cercare di stabilire delle analogie e di fare dei confronti.

In un calcolatore elettronico sono individuabili due funzioni fondamentali, la funzione « logica » e quella di « memoria ». La funzione logica è realizzata nei moderni elaboratori dal « circuiti integrati » di cui si è più volte parlato in questa pagina. Come è noto, questi elementi sono realizzati su scala microscopica, entro minuscoli frammenti di materiale. Nel cervello umano la funzione equivalente è svolta dalle cellule cerebrali, i cosiddetti « neuroni ».

Come si confronta un neurone con un circuito integrato? Anzitutto, la cellula cerebrale è di gran lunga più miniaturizzata. Infatti la densità di neuroni nel cervello è 10 milioni di volte maggiore di quella dei circuiti in un calcolatore. Il neurone consuma inoltre molto meno energia che un circuito integrato. Una macchina straordinaria come il cervello umano, con i suoi 10 miliardi di neuroni (ognuno dei quali compie funzioni sicuramente più complesse che un semplice circuito integrato) non consuma che 10 o 20 watt, cioè come una piccola lampadina!

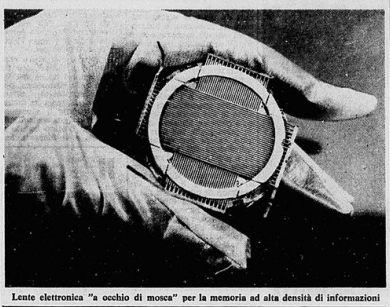
Un aspetto per cui la cellula cerebrale risulta invece inferiore rispetto al suo corrispettivo artificiale è la velocità. Il neurone è infatti centomila volte più lento del circuito integrato. Nel sistema biologici la natura non sembra avere posto un accento particolare sulla velocità, contrariamente a quanto viene facendo la tecnica dell'uomo.

Possiamo cercare di stabilire in modo forse più significativo un confronto tra i dispositivi artificiali e quelli biologici, riferendoci, anziché alla singola cellula, al sistema nel suo complesso. Introduciamo allo scopo una « cifra di merito » del sistema, che tiene conto sia del numero di cellule che lo compongono, sia della densità delle medesime, sia della velocità di operazione. Se esaminiamo sotto questo aspetto la funzione di memoria, si trova che il cervello umano presenta una cifra di merito di gran lunga superiore alla più competitiva memoria artificiale attualmente in uso.

Un miglioramento della posizione delle memorie artificiali potrebbe in avvenire risultare dalle ricerche su un nuovo tipo di memoria cui fa riferimento la figura. In questa memoria, attualmente allo studio presso il Laboratorio di ricerche della « General Electric Information Systems Italia » di Pregnana Milanese, si pensa di arrivare a densità di oltre 1 miliardo di informazioni elementari (« bit ») per centimetro quadrato.

E' interessante notare, nel quadro delle analogie tra cervelli artificiali e cervello umano, come non di rado i primi offrano degli spunti per interpretare — o meglio ipotizzare — come funziona il secondo.

Un esempio recente ci viene da un tipo di memoria attualmente in sviluppo in vari laboratori, basata sulla tecnica « olografica », di cui si è accennato in altre pagine di questa pagina. L'olografia è una tecnica ottica, escogitata circa vent'anni fa, ma rimasta sulla carta per mancanza di adatti strumenti sperimentali. La scoperta del laser l'ha fatta uscire dal cassetto delle cose possibili. L'ologramma di un oggetto è un'immagine trasformata dell'oggetto stesso, e appare come un insieme assolutamente incomprensibile, all'incirca come certe pitture moderne. L'ologramma può essere registrato su una lastra fotografica. Una proprietà straordinaria dell'ologramma è che se si fa a pezzetti la lastra e se ne prende un pezzetto qualsiasi, anche piccolissimo, esso contiene ancora l'intera immagine. Da questo pezzetto cioè l'immagine può venire ricostruita nella sua integrità, illuminando il frammento in modo opportuno. In altre parole l'oggetto è memorizzato nella lastra non in modo localizzato, come in una fotografia convenzionale, ma esso è per così dire « distribuito » su tutta la lastra. Questo principio viene ora applicato allo studio della memoria biologica, come ipotesi per spiegare il fatto sperimentale che la memoria dell'uomo sembra appunto essere « distribuita » nel cervello. L'asportazione di parti anche molto rilevanti del cervello non influisce infatti che in modo trascurabile sul « ricordi » del soggetto.



Lente elettronica "a occhio di mosca" per la memoria ad alta densità di informazioni

A questo punto del nostro confronto tra i dispositivi creati dall'uomo e quelli della natura ci possiamo porre la domanda: « E' il cervello dell'uomo il termine ultimo di paragone? ». E ancora: « Si vedono dei limiti fisici non valicabili dal progresso tecnologico? » La risposta a questo interrogativo vuole un discorso a sé.

Franco Filippazzi
del Politecnico di Milano

Col bisturi nel cervello di un polpo

Le ricerche del prof. John Young, dell'University College londinese, alla Stazione biologica di Napoli - Identificati, con delicate operazioni chirurgiche, due gruppi di lobi cerebrali: quello che mantiene il ricordo delle esperienze visive e quello che registra le memorie tattili - Le connessioni esistenti tra lobo e lobo

Da anni gli studiosi cercano di chiarire il complesso « modus operandi » del cervello e si compiacciono di raffigurare l'organo come un immenso « computer », forse perché i calcolatori elettronici sono macchine create dall'uomo e questo concetto rende meno chimerico il sogno di riuscire un giorno o l'altro a capire e a copiare il perfetto « computer » creato dalla natura.

Il cervello umano è troppo complicato per prestarsi a indagini del genere. Conviene rivolgersi a cervelli più elementari e più facilmente accessibili, come quello del polpo comune (Octopus vulgaris) che si è rivelato un eccellente materiale di studio da tutti i punti di vista. E' molto voluminoso (circa dieci volte più grande del cervello di un pesce della stessa mole), è formato da mezzo miliardo di neuroni, un numero cento volte inferiore a quello del nostro cervello, e sopporta magnificamente delicati interventi chirurgici.

Proprio per questi motivi il prof. John Z. Young del University College di Londra ha scelto i polpi per le sue indagini sul comportamento e sulla memoria e da venti due anni ha stabilito il quartiere generale delle sue esperienze alla Stazione Zoologica di Napoli. I polpi sono particolarmente abbondanti nelle acque del golfo e, trasportati in acquario, vi si acclimatano facilmente e vi resistono a lungo. Ma se parecchi individui vengono posti nella stessa vasca, finiscono per disturbarsi a vicenda, lottano per impossessarsi del cibo e spesso i più grossi mangiano i più piccoli, sicché la prudenza consiglia di tenerli in vasche separate, una per ogni individuo. Young e i suoi collaboratori hanno adottato l'uso di vasche di plastica di un metro per trenta centimetri, ermeticamente chiuse con un coperchio forato, perché i polpi, che hanno una straordinaria forza muscolare e un'incredibile elasticità, riescono a sgusciarne fuori anche attraverso una strettissima fessura.

Era già noto in passato che stimoli visivi di varia natura provocano la reazione dei polpi. Aristotile aveva osservato che basta agitare un dito nell'acqua, perché il polpo reagisca. E i pescatori, quando vogliono fare uscire l'animale dal suo nascondiglio, fanno oscillare davanti alla tana una pietra bianca legata ad un filo. Basandosi su proprio su questa tipica reazione dei polpi agli oggetti in movimento, i ricercatori della scuola di Young hanno potuto compiere una serie di osservazioni e di indagini di grande interesse.

Il polpo comune (Octopus vulgaris), umile collaboratore degli scienziati

La scossa elettrica

Nelle prime esperienze, agli animali veniva presentato un granchio appeso ad un filo. Appena il granchio comparivano nel suo orizzonte visivo, il polpo si scurriva — occorre dire che una delle sue prerogative è il subitaneo cambiamento di colore grazie alla presenza di speciali cellule contrattili, i cromatofori, sparse in gran numero nella pelle — e si lanciava all'attacco. Afferrata la preda, ritornava alla tana, formata da un rifugio in mattoni di una estremità della vasca, e qui poteva intellettare il veleno e mangiarsela. Ma, ad un certo momento, lo sperimentatore associava alla preda una scossa elettrica da 8 a 12 volts che colpiva il polpo prima che esso arrivasse a impadronirsi del granchio.

Sotto l'effetto dello choc, il polpo impallidiva e di solito ritornava rapidamente alla tana. Il ricordo della scossa rimaneva impresso nel suo cervello e la maggior parte dei soggetti non attaccava più il granchio se questo veniva loro ripresentato. Solo dopo un certo tempo il ricordo della scossa si affievoliva e il polpo ritornava all'attacco, ma una seconda scossa gli faceva passare ogni velleità di aggressione per altre 48 ore. (Probabilmente un simile animale, stramento il polpo lo riceve anche in natura quando in cautamente cerca di impossessarsi di un paguro che nasconda l'addomine molle in una conchiglia sulla quale trasporta una o più attinie dai tentacoli urticanti. Il contatto con i tentacoli dell'attinia equivale ad un vero e proprio choc).

I polpi venivano poi sottoposti ad un delicato intervento chirurgico: venivano privati, sotto anestesia, di una parte del cervello e precisamente dei lobi verticali (vi sono nel cervello del polpo 64 lobi diversi). In seguito all'intervento, il polpo continuava ad attaccare anche se sottoposto a numerose scosse. Successivamente furono compiute altre esperienze di addestramento, sempre servendosi del cibo come premio e della scossa come punizione. Venivano così presentate al cefalopodo una figura geometrica associata al cibo, quindi una seconda figura geometrica, diversa dalla prima, associata alla scossa. Dopo un certo numero di esperienze, il polpo imparava a fare una discriminazione tra oggetti bianchi o neri e tra sagome geometriche come quadrati di diversa grandezza e orientati diversamente, rettangoli disposti orizzontalmente o verticalmente, croci, figure di contorno uguale ma con diversità interne, ecc. Con la asportazione dei lobi verticali, il comportamento degli animali in esperimento cambiava sensibilmente.

I lobi ottici

Nelle loro esperienze più recenti, Young e i suoi collaboratori si sono prefissi il compito di determinare in modo specifico le connessioni che collegano le diverse parti del cervello e soprattutto di individuare quali lobi verticali e sono riusciti a identificare un gruppo di quattro lobi particolarmente ricordo delle esperienze visive e un gruppo, ugualmente di quattro lobi, che conserva il ricordo delle esperienze tattili. Occorre dire a questo proposito che il polpo non solo possiede due occhi ben sviluppati, simili ai nostri e di cristallino, molto simili per struttura agli occhi dei vertebrati, ma possiede anche otto braccia o tentacoli, munite di centinaia di ventose adesive tattili. E' interessante il fatto che i lobi ottici pesano da soli più del doppio di tutto il resto del cervello e contengono 120 milioni di cellule nervose ciascuno. Nonostante le anche la sensibilità tattile. Polpi ciechi sono stati addestrati a riconoscere e a discriminare corpi dalla superficie liscia e corpi dalla superficie rugosa.

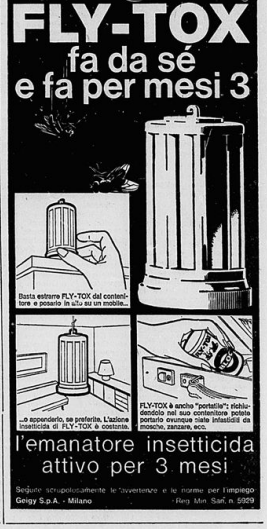
Attualmente le esperienze sul cervello del polpi sono in pieno svolgimento. Si cerca di scoprire quale sia il tipo di connessione esistente tra i lobi dello stesso gruppo e in qual modo questi lobi « dialogano » tra loro. I ricercatori sono ancora ben lontani dall'aver chiarito il meccanismo con cui funziona il cervello del polpo che, per quanto più semplice del nostro, è ancora estremamente complesso.

I. Lattes Coifmann
della Stazione Zoologica di Napoli

Sapore e aroma delle molecole

Cos'è che dà al pane fresco la sua fragranza? Che cosa dalle cipolle fa lacrimare? E il sapore delle fragole da che è provocato? Le risposte a questi interrogativi dipendono dalla complicata struttura molecolare di quei prodotti: oggi esse risposte stanno per essere svelate, non dai palati, ma da un calcolatore elettronico collegato a strumenti, che analizzano minuscoli cristalli estratti da vari prodotti alimentari.

Il sapore e l'aroma di un prodotto sono creati da una combinazione di centinaia di componenti molecolari diversi, ciascuno dei quali va chimicamente isolato, identificato e studiato separatamente. Un impulso in questi studi è venuto dalla installazione di un elaboratore Ibm 1800 che permette di rendere più veloci gli esperimenti e di ricevere dati più completi e sicuri. Il calcolatore è collegato a diffrattometri e spettrometri che investono e analizzano i composti con raggi X, laser e infrarossi; e misurano inoltre le onde radio prodotte dai composti stessi soggetti a campi magnetici alternati. Il modo di rispondere a questi stimoli (risonanza magnetica) distingue infatti un componente dall'altro come un'impronta digitale identifica una persona.



Primato di quota per velivoli alati: 106 chilometri

I dieci anni dell'«X-15»

Perché fu ideato il singolare velivolo - Esperimenti brevi, seguiti da mesi di studio - Difficili atterraggi, senza motore, su un deserto - Un solo incidente mortale

A dieci anni dal primo volo, si è conclusa la prima parte del programma di ricerche del velivolo a razzo X-15 con un bilancio lusinghiero: 199 esperimenti a velocità ipersoniche con punte fino a 6 Mach (7300 chilometri all'ora) ed il primato di quota per velivoli alati: 106 chilometri.

La progettazione di questo velivolo, che per le caratteristiche di impiego è da considerare un ibrido (a metà strada tra l'aeroplano classico e il missile balistico), fu decisa quindici anni fa dalla Nasa. Si volle creare un mezzo di ricerca che permettesse di risolvere problemi fino allora insoluti nel campo dell'aerodinamica ipersonica, stabilità e controllo di assetto ad alta velocità; resistenza dei materiali all'attrito aerodinamico.

Strutturalmente l'X-15 è un velivolo monoposto con fusoliera a guscio, occupata per oltre l'ottanta per cento dai serbatoi dei propellenti per il motore a razzo propulsore; due tozze ali trapezie a profilo laminare assicurano il sostentamento; il controllo dell'assetto è fornito dai piani di coda, a sezione triangolare, che incorporano anche i freni aerodinamici per l'atterraggio.

Sia le ali sia i piani di coda hanno il bordo di attacco a lama di rasoio, che risulta la soluzione più efficiente dal punto di vista aerodinamico alle velocità ipersoniche; tutte le strutture sono in acciaio inossidabile e in leghe al titanio, particolarmente studiate per resistere alle temperature generate dall'attrito dell'aria e dai fenomeni di compressibilità alle altissime velocità.

Una caratteristica peculiare di questo velivolo è la presenza di una deriva ventrale, simmetrica a quella dorsale: tale deriva serve a garantire la stabilità longitudinale al velivolo nella simulazione della fase di rientro a forti incidenze, quando il timone dorsale si trova in zona e quindi risulta inefficiente. Prima dell'atterraggio essa viene sganciata.

L'apparato propulsore è costituito da un motore a razzo a ossigeno e ammoniaca liquidi, con una spinta a pieno potenza di 28.000 chilogrammi; il consumo è di circa 7000 chili al minuto e l'autonomia a piena potenza è di 85 secondi.

L'X-15 non decolla con mezzi propri, ma viene portato in quota da un bombardiere B 52. Subito dopo il distacco dall'aereo madre, il pilota accende il propulsore che, con la sua formidabile spinta, in poco più di un minuto può portare il velivolo fino ai limiti superiori dell'atmosfera terrestre, oppure avventarlo contro la barriera del calore a velocità sette volte superiore a quella di una proiettile da fucile.

Il pilota ha nell'esperimento un compito di estrema importanza: oltre ad essere lui stesso oggetto di un certo numero di prove, per lo studio delle reazioni fisiologiche, egli deve garantire, sia pure attraverso dagli strumenti, la esatta condotta della prova, operare le manovre previste dai programmi, ed infine, ad esperimento ultimato, ricondurre a terra il velivolo, in volo planato, con i serbatoi vuoti ed il propulsore spento.

L'operazione finale, per quanto banale possa sembrare, rappresenta per i piloti la parte più delicata, perché non ammette errori. Soltanto o la malapena da monconi di ali a lama, che alle basse velocità hanno una scarsissima efficienza aerodinamica, l'«X-15» scende a precipizio verso la pista di atterraggio sul Lago Salato di Edward in California e tocca terra a velocità superiori a 300 chilometri all'ora. Data l'assenza del motore, la manovra deve essere perfetta: non è infatti possibile riprendere quota in caso di errore.

Nonostante la delicatezza della manovra, in fatto la storia dell'«X-15» si sono verificati due soli incidenti in fase di atterraggio, entrambi di lieve entità, che non compromisero né la vita dei piloti né le strutture dello stesso velivolo.

D'altra parte la storia dei voli dell'«X-15» è praticamente un lungo elenco di successi: merito della valentia dei piloti, ma anche e soprattutto dello scrupolo e della oculatezza dei tecnici e dei progettisti che sono riusciti a fare di questa macchina per ricerche di estrema avanguardia, uno strumento docile e di sicuro impiego.

Un solo incidente ha funestato la serie di successi: l'anno scorso uno dei tre esemplari della serie X-1 andava perduto, causando la morte del pilota nella fase di rientro dopo un volo balistico a 70 chilometri di quota. Le analisi delle registrazioni a terra dimostrarono, però, che anche in questo caso la macchina non era risultata difettosa: probabilmente un errore o un malessere del pilota determinarono l'insorgere di una serie di violente oscillazioni del velivolo che si disintegrò in volo quando giunse negli strati più densi dell'atmosfera.

Mario Oggero

Industrie nuove all'avanguardia della tecnica

Una macchina fabbricata a Moncalieri ha disegnato le ali del jet «Concorde»

Il profilo delle ali del « Concorde », il supersonico franco-inglese, è stato analizzato, studiato e disegnato nelle officine della Sud Aviation di Tolosa, da una macchina uscita da una fabbrica di Moncalieri. Uno strumento di misura tridimensionale che è un felice matrimonio tra meccanica ed elettronica. Nato sulle rive del Po, è ora diffuso in tutto il mondo, nelle più importanti industrie aeronautiche ed automobilistiche e in quelle che fabbricano stampi di altissima precisione. L'elettronica è una scienza giovane, proiettata nel futuro; non stupisce che i suoi tecnici siano giovani, anzi giovanissimi, come gli ingegneri Minuciani e Sartorio che hanno costituito alla fine del 1962 con il comm. Luigi Lazzaroni la società D.E.A. (Digital Electronic Automation) per « fare qualcosa in questo settore ». Una società giovane, cresciuta in fretta e bene.

« La prima macchina che abbiamo costruito — ci dice l'ing. Minuciani, direttore generale della società — era pronta alla fine del 1963. Se la paragoniamo a quelle di oggi — e ce lo dice davanti ad una che sta partendo per Togliattigrad — fa la figura di una vecchia locomotiva in confronto con un missile. Ma ci procurò sulla carta, cioè sulla fiducia, le prime sette commesse ». Fu l'avvio, in un garage del Po, è ora diffuso in tutto il mondo, nelle più importanti industrie aeronautiche ed automobilistiche e in quelle che fabbricano stampi di altissima precisione. L'elettronica è una scienza giovane, proiettata nel futuro; non stupisce che i suoi tecnici siano giovani, anzi giovanissimi, come gli ingegneri Minuciani e Sartorio che hanno costituito alla fine del 1962 con il comm. Luigi Lazzaroni la società D.E.A. (Digital Electronic Automation) per « fare qualcosa in questo settore ». Una società giovane, cresciuta in fretta e bene.

« La prima macchina che abbiamo costruito — ci dice l'ing. Minuciani, direttore generale della società — era pronta alla fine del 1963. Se la paragoniamo a quelle di oggi — e ce lo dice davanti ad una che sta partendo per Togliattigrad — fa la figura di una vecchia locomotiva in confronto con un missile. Ma ci procurò sulla carta, cioè sulla fiducia, le prime sette commesse ». Fu l'avvio, in un garage del Po, è ora diffuso in tutto il mondo, nelle più importanti industrie aeronautiche ed automobilistiche e in quelle che fabbricano stampi di altissima precisione. L'elettronica è una scienza giovane, proiettata nel futuro; non stupisce che i suoi tecnici siano giovani, anzi giovanissimi, come gli ingegneri Minuciani e Sartorio che hanno costituito alla fine del 1962 con il comm. Luigi Lazzaroni la società D.E.A. (Digital Electronic Automation) per « fare qualcosa in questo settore ». Una società giovane, cresciuta in fretta e bene.

« La prima macchina che abbiamo costruito — ci dice l'ing. Minuciani, direttore generale della società — era pronta alla fine del 1963. Se la paragoniamo a quelle di oggi — e ce lo dice davanti ad una che sta partendo per Togliattigrad — fa la figura di una vecchia locomotiva in confronto con un missile. Ma ci procurò sulla carta, cioè sulla fiducia, le prime sette commesse ». Fu l'avvio, in un garage del Po, è ora diffuso in tutto il mondo, nelle più importanti industrie aeronautiche ed automobilistiche e in quelle che fabbricano stampi di altissima precisione. L'elettronica è una scienza giovane, proiettata nel futuro; non stupisce che i suoi tecnici siano giovani, anzi giovanissimi, come gli ingegneri Minuciani e Sartorio che hanno costituito alla fine del 1962 con il comm. Luigi Lazzaroni la società D.E.A. (Digital Electronic Automation) per « fare qualcosa in questo settore ». Una società giovane, cresciuta in fretta e bene.

« La prima macchina che abbiamo costruito — ci dice l'ing. Minuciani, direttore generale della società — era pronta alla fine del 1963. Se la paragoniamo a quelle di oggi — e ce lo dice davanti ad una che sta partendo per Togliattigrad — fa la figura di una vecchia locomotiva in confronto con un missile. Ma ci procurò sulla carta, cioè sulla fiducia, le prime sette commesse ». Fu l'avvio, in un garage del Po, è ora diffuso in tutto il mondo, nelle più importanti industrie aeronautiche ed automobilistiche e in quelle che fabbricano stampi di altissima precisione. L'elettronica è una scienza giovane, proiettata nel futuro; non stupisce che i suoi tecnici siano giovani, anzi giovanissimi, come gli ingegneri Minuciani e Sartorio che hanno costituito alla fine del 1962 con il comm. Luigi Lazzaroni la società D.E.A. (Digital Electronic Automation) per « fare qualcosa in questo settore ». Una società giovane, cresciuta in fretta e bene.

« La prima macchina che abbiamo costruito — ci dice l'ing. Minuciani, direttore generale della società — era pronta alla fine del 1963. Se la paragoniamo a quelle di oggi — e ce lo dice davanti ad una che sta partendo per Togliattigrad — fa la figura di una vecchia locomotiva in confronto con un missile. Ma ci procurò sulla carta, cioè sulla fiducia, le prime sette commesse ». Fu l'avvio, in un garage del Po, è ora diffuso in tutto il mondo, nelle più importanti industrie aeronautiche ed automobilistiche e in quelle che fabbricano stampi di altissima precisione. L'elettronica è una scienza giovane, proiettata nel futuro; non stupisce che i suoi tecnici siano giovani, anzi giovanissimi, come gli ingegneri Minuciani e Sartorio che hanno costituito alla fine del 1962 con il comm. Luigi Lazzaroni la società D.E.A. (Digital Electronic Automation) per « fare qualcosa in questo settore ». Una società giovane, cresciuta in fretta e bene.

« La prima macchina che abbiamo costruito — ci dice l'ing. Minuciani, direttore generale della società — era pronta alla fine del 1963. Se la paragoniamo a quelle di oggi — e ce lo dice davanti ad una che sta partendo per Togliattigrad — fa la figura di una vecchia locomotiva in confronto con un missile. Ma ci procurò sulla carta, cioè sulla fiducia, le prime sette commesse ». Fu l'avvio, in un garage del Po, è ora diffuso in tutto il mondo, nelle più importanti industrie aeronautiche ed automobilistiche e in quelle che fabbricano stampi di altissima precisione. L'elettronica è una scienza giovane, proiettata nel futuro; non stupisce che i suoi tecnici siano giovani, anzi giovanissimi, come gli ingegneri Minuciani e Sartorio che hanno costituito alla fine del 1962 con il comm. Luigi Lazzaroni la società D.E.A. (Digital Electronic Automation) per « fare qualcosa in questo settore ». Una società giovane, cresciuta in fretta e bene.

« La prima macchina che abbiamo costruito — ci dice l'ing. Minuciani, direttore generale della società — era pronta alla fine del 1963. Se la paragoniamo a quelle di oggi — e ce lo dice davanti ad una che sta partendo per Togliattigrad — fa la figura di una vecchia locomotiva in confronto con un missile. Ma ci procurò sulla carta, cioè sulla fiducia, le prime sette commesse ». Fu l'avvio, in un garage del Po, è ora diffuso in tutto il mondo, nelle più importanti industrie aeronautiche ed automobilistiche e in quelle che fabbricano stampi di altissima precisione. L'elettronica è una scienza giovane, proiettata nel futuro; non stupisce che i suoi tecnici siano giovani, anzi giovanissimi, come gli ingegneri Minuciani e Sartorio che hanno costituito alla fine del 1962 con il comm. Luigi Lazzaroni la società D.E.A. (Digital Electronic Automation) per « fare qualcosa in questo settore ». Una società giovane, cresciuta in fretta e bene.