

**Nicola Marras**

**Was there life before computer?**

*Gli strumenti di calcolo prima dell'era digitale*

**[www.nicolamarras.it/calcolatoria](http://www.nicolamarras.it/calcolatoria)**

 Except where otherwise noted, this work is licensed under <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>



# Indice dei contenuti

---

## Introduzione

Prima del computer .....	6
Digitale ed analogico .....	8
Scheda - Leggere i risultati .....	9

## Le calcolatrici digitali

Gli esordi del calcolo e l'abaco .....	12
Scheda - La moltiplicazione degli antichi .....	14
Scheda - Calcolare con l'abaco .....	14
I primi calcolatori .....	15
Scheda - Classificazione calcolatori .....	16
Wilhelm Schickard .....	18
Pascal e le pascaline .....	19
Scheda - Calcolare con la pascalina .....	19
Scheda - Il privilegio di Pascal .....	20
La pascalina in colonna singola .....	24
Scheda - Calcolare in colonna singola .....	25
Scheda - I sistemi non decimali .....	26
I libretti di conti fatti .....	27
Leibniz e successori .....	28
Scheda - Leibniz e il sistema binario .....	31
Willgodt Odhner .....	32
Scheda - Calcolare con la Odhner .....	34
Scheda - La ruota di Odhner .....	35
Perrault e gli aritmografi .....	36
Scheda - Calcolare con l'aritmografo .....	40
Le tavole di moltiplicazione .....	42
Scheda - Le vendite per corrispondenza .....	43
Scheda - La scimmietta matematica .....	44
Felt e la tastiera estesa .....	45
Scheda - L'operatore di tastiera estesa .....	47
Scheda - I brevetti .....	48
La moltiplicazione diretta .....	50
La tastiera moderna .....	52
Scheda - Calcolare con la tastiera moderna .....	52
Capellaro, Olivetti e la Divisumma .....	53
Le stampanti .....	54
La fine di un'epoca .....	56
<b>Il più antico calcolatore della storia .....</b>	<b>58</b>

## **I calcolatori analogici**

Il Compasso di Galileo .....	62
Scheda - Calcolare con il Compasso di Galileo .....	63
Calcolare stanca: l'invenzione dei logaritmi .....	64
Scheda - Calcolare con i logaritmi .....	65
I bastoncini di Nepero .....	66
Scheda - Calcolare con i bastoncini di Nepero .....	66
Scheda - I righelli di Genaille .....	67
Gli esordi del regolo calcolatore .....	68
Scheda - Calcolare con il regolo .....	69
Scheda - Le caratteristiche del regolo .....	70
Scheda - Il regolo fiscale .....	72
L'Abaque Compteur .....	74
Scheda - Calcolare con l'Abaque Compteur .....	75
La nomografia .....	76
Scheda - Calcolare con la nomografia .....	77
Scheda - Il nomogramma di Koch .....	79
L'età d'oro del regolo .....	80
Scheda - Il regolo moderno .....	84
Il regolo in guerra .....	86
Scheda - Il regolo balistico .....	90
Scheda - Il regolo crittografico .....	91
Le macchinette di Morland e Poggi .....	92
I regoli nautici .....	94
I regoli aeronautici .....	95
Scheda - Il regolo da pilota .....	97
Gli orologi da pilota .....	98
Scheda - Calcolare con l'orologio da pilota .....	98
Volvelle e slide chart .....	100
Scheda - La volvelle da competizione .....	101
Scheda - La slide chart musicale .....	102
I regoli fotografici .....	103
Il computer analogico .....	105
HP 35: la fine di un'epoca .....	106
Scheda - La HP 35 .....	111
Conclusione .....	113

## **Divulgare regoli e calcolatori**

Mostre ed esposizioni .....	116
Scheda - Quintino Sella .....	119
Scheda - Consigli per gli acquisti .....	122

## **Breve storia della navigazione**

L'avventura della posizione .....	126
Scheda - Navigazione essenziale .....	130
Scheda - Le rette di altezza .....	131
Scheda - Le carte nautiche .....	133

<b>Il regolo di carta</b> .....	137
---------------------------------	-----

<b>Ringraziamenti</b> .....	139
-----------------------------	-----

<b>Bibliografia</b> .....	140
---------------------------	-----

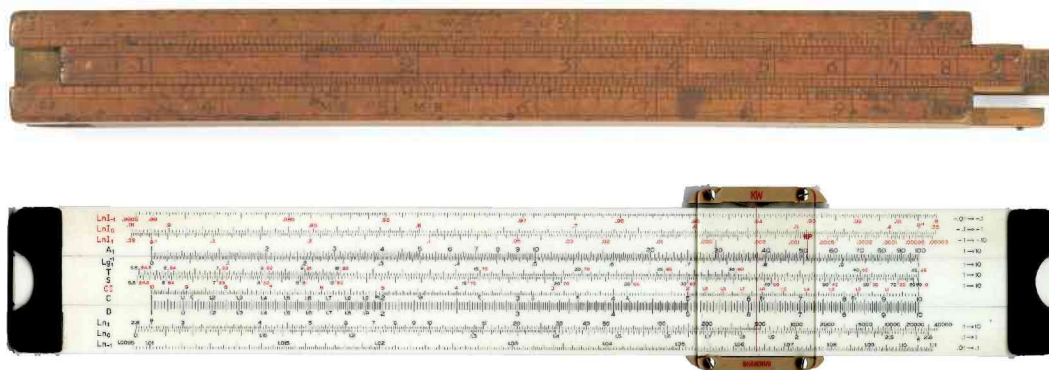


## Introduzione

## Prima del computer

---

Il mondo di oggi, il paesaggio disegnato dai grattacieli, tutto ciò che associamo alla modernità fu progettato con calcolatori concepiti nel XVII° secolo.



***Il regolo calcolatore, inventato nel XVII° secolo, arrivò sulla luna***

Einstein e Fermi utilizzavano un semplice regolo calcolatore, il primo sottomarino nucleare disponeva solo di un addizionatrice, il LEM atterrò sulla luna con a bordo un regolo tascabile.

Il moderno computer è stato realizzato grazie a questi antichi strumenti che all'epoca sembravano insostituibili: il compasso di Galilei arrivò a tracciare le rotte delle portaerei, le calcolatrici di Pascal e Leibniz furono il motore della prima globalizzazione finanziaria e col regolo logaritmico inventato nel 1600 si progettò tutto, dall'ammiraglia di James Cook (pag. 126) al Jumbo Jet.



***Pascalina, ca. 1940: brevettata nel 1645 e prodotta per oltre 300 anni***

Non si immaginava un mondo senza di essi, ma nel 1972 apparve la prima calcolatrice moderna e scomparvero regoli, eliche calcolatorie e pascaline. Nel 1980 erano già dimenticati, si era avverato il sogno di Leibniz:

*"Non è conveniente che uomini eccellenti perdano, come schiavi, ore di lavoro per calcoli che potrebbero essere affidati a chiunque altro se si utilizzassero delle macchine".*

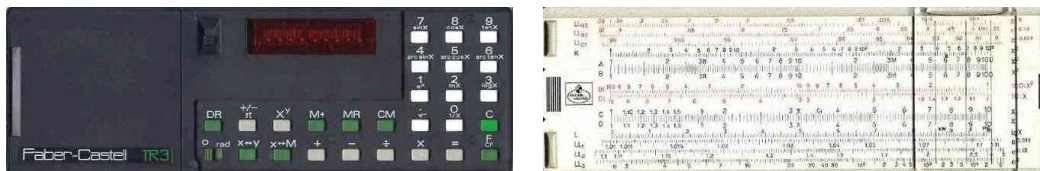
Nessuna invenzione ebbe mai un impatto così forte e rapido. Ferrovie e diligenze convissero per più di 50 anni, l'automobile ne impiegò più di venti ad affermarsi, ma l'elettronica sbaragliò in un attimo la concorrenza. Fabbriche che nel 1970 producevano 30.000 calcolatrici al mese in due anni chiusero definitivamente: una rivoluzione senza precedenti. Gli strumenti tradizionali necessitano infatti di operatori esperti, ma era ormai necessario che un gran numero di persone potesse operare senza preparazione.



Il passaggio non fu comunque indolore, gli antichi calcolatori venivano utilizzati in ogni ambito ed il loro funzionamento era considerato affidabilissimo. Erano strumenti potenti e versatili: utilizzando il regolo provate a trovare gli HP necessari per comprimere 240 cu.ft. di elio dalla pressione atmosferica (14,7 psia) a 250 psig; per l'elio  $n = 1,66$ . Un problemino da liceo scientifico.

$$hp = \frac{144nP_1V_1}{33,000(n-1)} \left[ \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

Già fatto? Oggi sembra difficile senza calcolatrice, ma al tempo nessuno avrebbe impiegato più di due minuti. Logico che dei nuovi "regoli elettronici" ci si fidasse poco, non si capiva come arrivassero al risultato e le fabbriche inserivano sul retro, per sicurezza, il vecchio strumento.



**Calcolatrice Faber TR3 con regolo di "sicurezza" sul retro, 1975**

Le calcolatrici elettroniche sono infatti come la Santa Trinità, ci si crede senza comprendere, mentre la loro facilità d'uso sta diventando un problema: si accettano acriticamente i risultati "magicamente" ottenuti diventando così dipendenti dalle macchine; chi usava gli antichi sistemi seguiva invece le operazioni passo per passo evitando così molti errori. Come diceva Manzoni *"Non tutto quello che vien dopo è progresso"* e la Sharp, ancora nel 1978, accoppiava alle sue calcolatrici un più affidabile abaco. L'elettronica era vista con sospetto e si preferiva indossare ... cintura e bretelle!



**Calcolatrice Sharp EL-429 ad energia solare con abaco, ca. 1978**

Ma ormai le nuove tecnologie esigevano una grande potenza di calcolo e solo 4 anni dopo la Sharp presentò questa complessa calcolatrice scientifica, programmabile in BASIC ed accoppiata ad una stampante. Il tutto quasi tascabile: l'era del PC stava cominciando ma ...



**Computer Sharp PC 1500 programmabile con stampante integrata, 1982**

... fra 20 anni i computer di oggi non serviranno più a niente mentre regoli, abachi e pascaline continueranno a funzionare. Riscoprendo questi antichi strumenti domandatevi: che sarà domani delle attuali tecnologie? Ancora nel 1965 la NASA non prevedeva la scomparsa dei regoli ...

# Digitale ed analogico

Ho scritto *“Storia degli strumenti di calcolo prima dell'era digitale”*, ma in effetti questa è cominciata quando il primo uomo ha contato degli oggetti con le dita della mano (digitus in latino significa dito). Sarebbe meglio dire *“Era Numerica”*, il modo cioè in cui lavorano i moderni processori, ma ormai il nome è entrato nell'uso comune per indicare il mondo moderno.

La storia del calcolo automatico è divisa in due grandi categorie: le calcolatrici meccaniche digitali che effettuano solo le quattro operazioni ed i regoli analogici, che espletano tutte le funzioni di un moderno calcolatore scientifico tranne le addizioni e le sottrazioni. In modo analogico le operazioni sono il risultato di una somma di misure e le quantità numeriche sono rappresentate mediante grandezze fisiche continue (le scale). Si opera quindi simulando "per analogia" l'operazione da effettuare. Per meglio chiarire: se metto 10 sassolini da 100 grammi l'uno sulla bilancia leggerò 1 chilo, se ne aggiungo altri 10 leggerò 2 chili, sempre che la bilancia sia precisa e che io riesca a leggerne bene la scala. Due chili equivalgono a 20 sassolini: ho eseguito  $10 + 10$  in modo analogico.

Col sistema digitale il numero viene invece rappresentato in modo discreto, cioè da un insieme composto da singole unità, come la perlina dell'abaco o un numero:



contando gli stessi sassolini ne avrò prima 10 e raddoppiandoli 20. Ho calcolato in modo digitale e il risultato non è una somma di misure ma un insieme discreto, chiaramente visibile e sempre uguale, indipendente dalla precisione della bilancia e dalla omogeneità del peso dei sassolini. In questo caso è impossibile sbagliarsi.

L'anemometro qui a fianco riporta lo stesso dato rappresentato in entrambi i modi. La lancetta misura una distanza ed è meno facile da leggere che l'informazione digitale, ma con essa è più intuitivo accorgersi della quantità misurata. Bisogna ricordarsi che la cifra 15,9 m/s indica un vento forte, ma la posizione della lancetta oltre metà scala ci comunica immediatamente la situazione. Per questo motivo i tachimetri delle auto sono sempre di tipo tradizionale.

A causa delle difficoltà di lettura sembrerebbe poco conveniente usare il sistema analogico, ma le proprietà dei logaritmi permettono di effettuare operazioni complesse solo marcandoli, come nei regoli calcolatori, su delle scale. Con i sassolini, ed in seguito con le calcolatrici meccaniche, si possono eseguire solo addizioni e sottrazioni. Moltiplicare od estrarre radici in modo digitale obbliga a calcoli lunghi e fastidiosi.



**Bambini ad una mia esposizione di strumenti**

Il computer, derivato delle calcolatrici, ha una storia a sé stante che esula da questo tema. E' però da ricordare come il sistema binario sia stato inventato da Leibniz nel 1679 proprio pensando al suo uso in un super calcolatore e che la prima macchina programmabile, a schede perforate, venne realizzata già nel 1801 da Jacquard per la produzione dei suoi tessuti. Questo sistema venne poi ripreso dai primi computer meccanici dell'800, nati per elaborare i dati del censimento statunitense, e poi utilizzato fino agli anni '70 del secolo scorso. La tecnologia moderna ha radici antiche.

Nel testo ho inserito diverse schede per far conoscere le antiche di modalità di calcolo in maniera semplice ed essenziale. Diceva Platone: *“La matematica è come il gioco della dama, adatta ai giovani, non troppo difficile, divertente e senza alcun pericolo”*. Gli strumenti illustrati provengono in maggior parte della mia collezione, che presento in occasione di mostre od eventi divulgativi, le grandi calcolatrici da ufficio appartengono quasi tutte a John Wolff e il suo sito è ottimo per impararne la tecnica costruttiva, che non tratto per problemi di spazio: [home.vicnet.net.au/~wolff](http://home.vicnet.net.au/~wolff). Concludo con una rapida carrellata sui sistemi tradizionali di navigazione, parte essenziale della storia del calcolo.

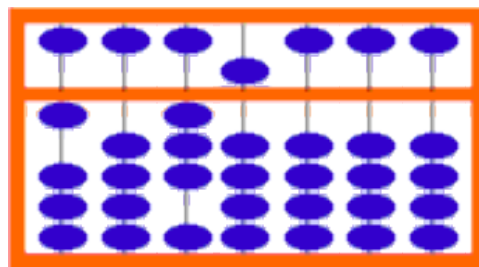


## Scheda - Leggere i risultati

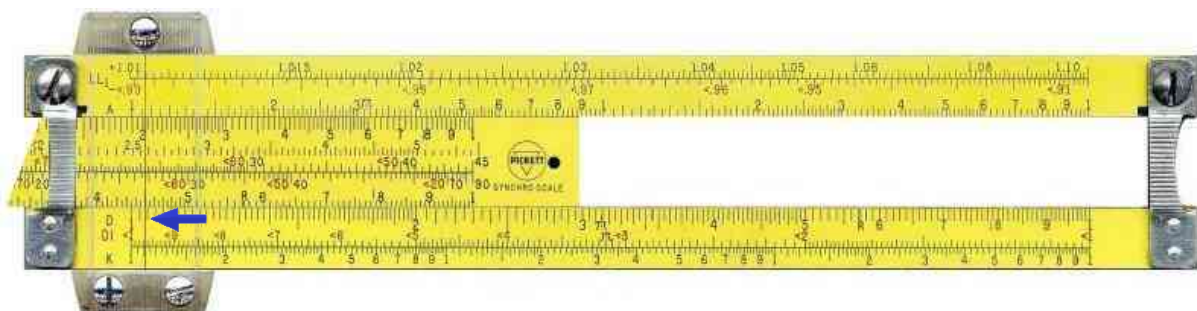
Nel display digitale il risultato è subito comprensibile mentre in quello analogico è frutto di una misura e deve essere interpretato. Qui in basso il numero 1.035.000 è espresso chiaramente ed anche con l'abaco, una volta presa pratica, non vi sono dubbi. Osserviamolo sul regolo: la lettura è imprecisa ma chi adoperava questi strumenti aveva una tale pratica che gli errori difficilmente superavano il 2%. Si racconta scherzosamente che gli ingegneri, alla domanda di quanto facesse 2x2, consultassero il regolo rispondendo "Ca.4, più precisamente fra 3,9 e 4,1". In effetti bisognava approssimare, naturalmente in eccesso, e gli oggetti di un tempo sono "belli robusti come non se ne fanno più".



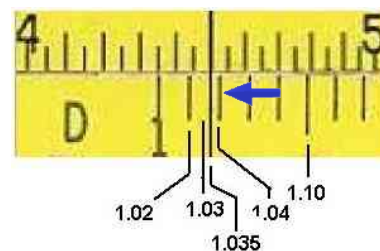
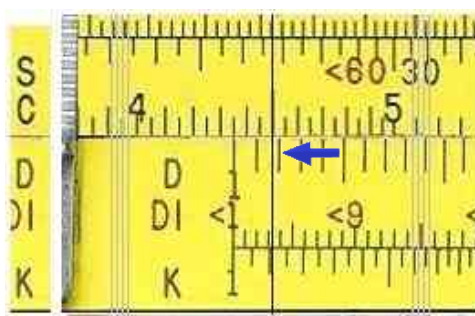
*In digitale il risultato è chiarissimo*



*1.035.000: anche con l'abaco non si può sbagliare*



*1.035.000 sul regolo (in dimensione originale) quasi non si vede ...*



*... ed anche guardando con attenzione è molto difficile leggerlo*

Per questo motivo i calcolatori elettronici, pur essendo agli inizi costosissimi, hanno subito sostituito i regoli. Le calcolatrici meccaniche, di uso più intuitivo, sono invece rimaste negli uffici fino all'invecchiamento del parco esistente.

2000 leagues  
beneath  
the sea  
and  
figure-  
work  
as  
usual!



The "99" Calculator takes a berth aboard the Nautilus

August 1958, the Nautilus leaves Hawaii. Remington Rand "99" Calculator's assignment—fast, accurate figurework.

For accuracy, all essential factors are printed on tape—answers printed in red. For speed, automatic multiplication and division—the "99" serves as an adding machine, too. One "99" Calculator serves where two machines would otherwise be needed.

11:15 p.m. EDT, August 3, 1958, the Nautilus sails under the North Pole.

Man's first trip under the Arctic, new speed and endurance records of 2,361 leagues (8,146 mi.) in 19 days from Hawaii to Europe, the Nautilus. It takes a lot of figurework.

Thank you Navy for ordering the "99" aboard the Nautilus. Today, every nuclear submarine in the fleet ships a "99" Calculator.

Did you know you can buy a "99" Calculator for \$6.68 a week after a small down payment? Much less with trade-in. Contact your local Remington Rand Office or write for folder C1152, Room 1930, 315 Park Avenue South, New York 10.



Prints the answer plus your proof

3	3456
2	317952*
0	970
0	24250
3	
9	12250*
	587057
	799387
	1376444
	3168945-
	1792501*

**Remington Rand**  
DIVISION OF SPERRY RAND CORPORATION

**A bordo dei primi sottomarini nucleari si utilizzavano esclusivamente calcolatrici meccaniche: la rivoluzione elettronica arriverà solo nel 1972.**





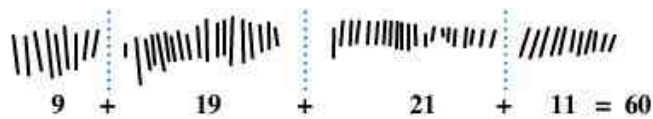
## Le calcolatrici digitali

### **“Attenti! Meno 3 ... 2 ... 1 ... sul punto!”**


così alle ore 23.15 GMT del 3 Agosto 1958 il capitano Anderson annunciava all'equipaggio che il *Nautilus*, primo sottomarino nucleare, aveva raggiunto in immersione il Polo Nord. A bordo si utilizzava ancora una calcolatrice meccanica, l'ultimo modello di una serie di macchine progettate nel 1600. Vediamone la storia.

### **Gli esordi del calcolo e l'abaco**

I primi calcoli venivano effettuati aiutandosi con le dita, da cui viene il termine “digitale”, ed in seguito si utilizzarono sassolini incidendo i risultati su ossa o pezzi di legno. Il più antico strumento di calcolo ritrovato è l'osso di Ishango, reperito in Africa e datato al 20.000 a.C. Vi sono marcati dei gruppi numerici che compongono una addizione, come fanno ancora oggi i pastori, e questo modo di rappresentare le cifre intagliandole a gruppi è rimasto fino a tempi recenti: l'uso ufficiale fu abolito in Inghilterra nel 1826 ma chiamiamo ancora “taglia” una somma da pagare o riscuotere.



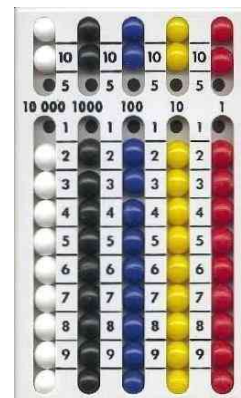
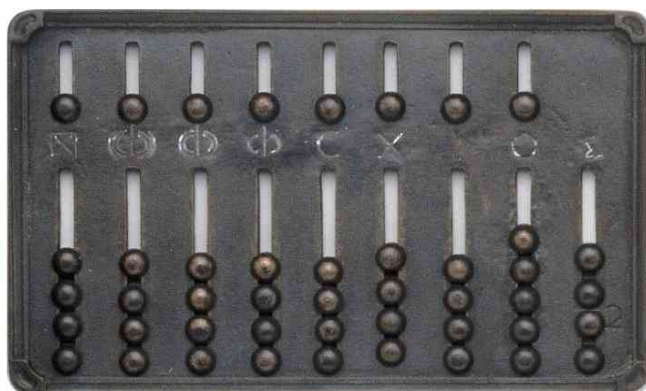
Il passo successivo è stato l'abaco, uno strumento semplice per organizzare mucchietti di sassi (in latino “calculi” e da qui deriva il termine “calcolare”), mentre i numeri erano ormai rappresentati con simboli ed annotati su tavolette di argilla. In basso si può vedere lo stesso tentativo di risolvere il Teorema di Pitagora eseguito su una tavoletta babilonese e in Excel, davvero molto simili. I sistemi nati dall'uso delle dita sono spesso in base 12 (10 dita + 2 mani) o in base 20 e suoi multipli, i Babilonesi contavano in sessagesimale e ne rimane traccia nella divisione del tempo e degli angoli.



	A	B	C
1	59:00:15	1:59	2:49
2	56:56:58:14:50:06:15	56:07	1:20:25
3	55:07:41:15:33:45	1:16:41	1:50:49
4	53:10:29:32:52:16	3:31:49	5:09:01
5	48:54:01:40	1:05	1:37

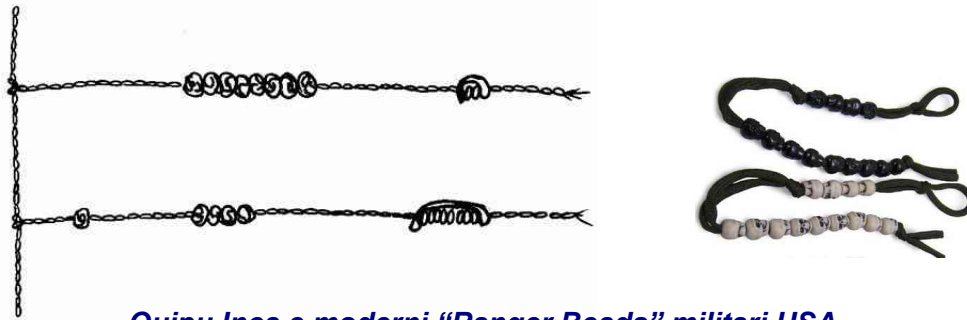
**Tavoletta “Plimpton 322” (ca. 1800 a.C.) e lo stesso calcolo eseguito in Excel**

“Numeri regunt mundum” e l'abaco, inventato attorno al 2500 a.C. in Mesopotamia, si diffuse ovunque in varie forme. I modelli più antichi avevano il fondo riempito di sabbia (’ābāq in sumero) per tenere traccia delle operazioni: la prima memoria al silicio!



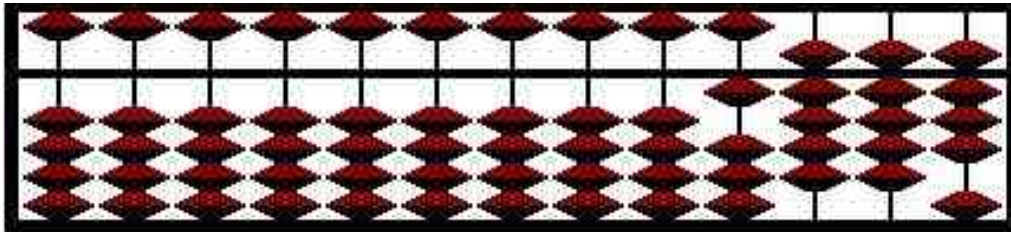
**Abaco romano portatile (nel sinus della toga) e suo equivalente moderno**

Fu adottato da tutti i popoli e gli Inca ne avevano un modello particolare, composto da cordicelle dove si facevano dei nodi o scorrevano delle perline, che permette di tenere memoria delle operazioni ed è ancora impiegato dalle Forze Speciali USA in teatri operativi climaticamente estremi: un sistema non troppo diverso dal nodo sul fazzoletto ... funziona in ogni situazione.

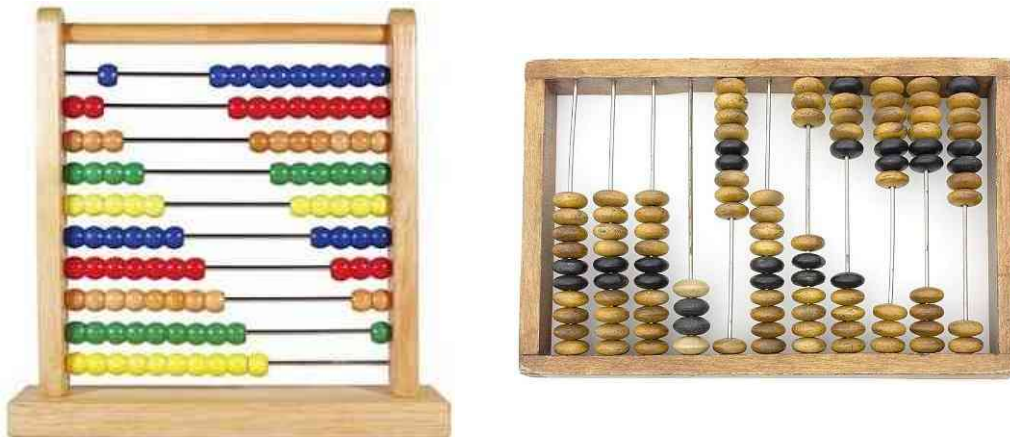


**Quipu Inca e moderni "Ranger Beads" militari USA**

L'abaco non è un vero calcolatore in quanto si limita ad assistere l'operatore nell'eseguire le operazioni, ma permette di aggiungere e sottrarre molto rapidamente e gli Orientali, che lo continuano ad utilizzare nelle varie versioni cinesi e giapponesi, sfidano in gare di velocità le calcolatrici elettroniche vincendo spesso le competizioni. Venne abbandonato dagli Europei nel Medioevo e solo in Russia continuò ad essere impiegato nei negozi fino al crollo dell'Unione Sovietica.



**Soroban giapponese, le perline indicano il numero "1998"**



**Pallottoliere europeo e Schoty russo**

Esisteva anche l'abaco a scacchiera, una tavola suddivisa in riquadri su cui si spostavano delle pedine, chiamate "jetons", allo stesso modo che le perline sui fili. Da qui deriva il termine "Cancelliere dello Scacchiere" con cui si designa il Ministro del Tesoro inglese: i suoi predecessori mantenevano la contabilità della Corona proprio grazie ad un abaco di questo tipo situato nella Torre di Londra.

Con lo sviluppo dei commerci gli Europei avevano bisogno di strumenti più sofisticati. Luca Pacioli nel 1494 pubblicò il "Summa de Arithmetica", presentando nel capitolo "Tractatus de computis et scripturis" il concetto moderno di partita doppia (dare ed avere, bilancio, inventario) e proponendo l'uso dei numeri arabi in luogo di quelli romani: per la contabilità delle nuove aziende rinascimentali era ormai necessario un calcolatore, ma la strada si dimostrerà estremamente ardua.



## Scheda - La moltiplicazione degli antichi

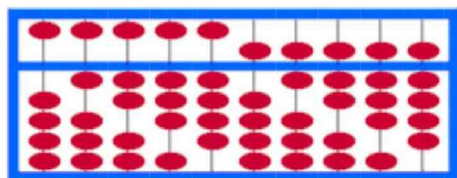
Babilonesi ed Egiziani conoscevano bene la matematica ma il loro approccio era molto diverso dal nostro: prendiamo un esempio,  $135 \times 42 = 5.670$ , tratto dal "Papiro Rhind", ca. 1600 a.C. Curiosamente un algoritmo abbastanza simile è utilizzato oggi dal computer proprio per eseguire le moltiplicazioni.

Prima scriviamo i fattori in alto, separandoli da una riga verticale, poi sulla colonna di destra procederemo dimezzando la cifra iniziale, anche approssimativamente, fino ad arrivare ad 1 mentre sull'altra la raddoppieremo fermandoci all'altezza dell' 1 appena trovato. Identifichiamo ora i numeri dispari sulla colonna di destra e sommiamo i loro corrispondenti di sinistra:  $270 + 1.080 + 4.320 = 5.670$ . Abbiamo eseguito solo addizioni, il modo di operare preferito dagli antichi. Per le immagini ringrazio ladyguendalin.altervista.org.

135	42	135	42	135	42	135	42
		270	21	270	21	270	21
		540	10	540	10	540	10
		1080	5	1080	5	1080	5
		2160	2	2160	2	2160	2
		4320	1	4320	1	4320	1
						5670	

Gli Egiziani avevano anche la soluzione per problemi come questo, esposto nel "Papiro di Mosca" (ca. 1700 a.C.): "Se ti viene chiesto: una piramide tronca ha 6 per altezza verticale, 4 per base e 2 per cima, qual'è il suo volume? Allora fai il quadrato di questo 4, risultato 16. Raddoppia 4, risultato 8. Fai il quadrato di 2, risultato 4. Addiziona il 16, l'8 e il 4, risultato 28. Poi prendi un terzo di 6, risultato 2. Fai due volte 28 ed hai trovato il volume che cercavi: 56". Non vengono spiegate le basi del procedimento, troppo complesse da trattare in questa sede, perché il destinatario di queste istruzioni era una semplice macchina calcolatrice umana e doveva solo eseguirle. Anche noi però usiamo spesso le calcolatrici senza sapere esattamente cosa stiamo facendo ...

## Scheda - Calcolare con l'abaco



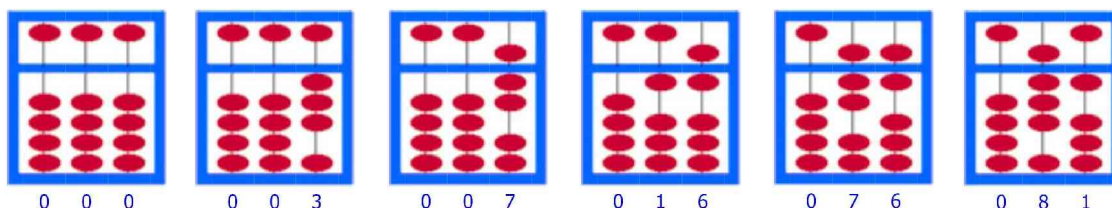
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

L'abaco ha una logica posizionale: le perline della colonna all'estrema destra sotto il divisorio valgono 1 e quella che si trova al di sopra vale 5. La colonna immediatamente alla sinistra rappresenta le decine ed in alto avremo la perline da 50, ecc.

Vediamo come si scrivono i numeri, questo a fianco è un abaco giapponese, chiamato soroban, con i corrispondenti valori riportati al di sotto: per sommare 1 bisogna far scorrere in alto una perline della sezione inferiore, per sommare 5 bisogna far scorrere verso il basso la perline della sezione superiore.

Facciamo un esempio:  $3 + 4 + 9 + 65 = 81$ .

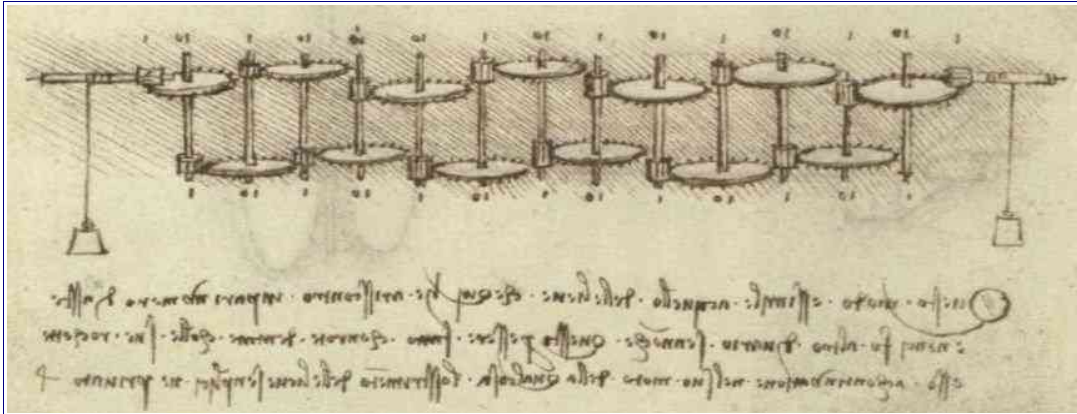
Portiamo a zero e spostiamo verso l'alto 3 perline della sezione bassa: siamo a 003. Aggiungiamo 4: non abbiamo 4 perline nella sezione bassa e dobbiamo utilizzare la perline della sezione alta aggiungendo 5 e togliendo 1. Siamo adesso a 007. Quando il risultato di una somma è superiore a 9 occorre usare le perline nella colonna delle decine e per sommare ancora 9 dobbiamo aggiungere 10 e togliere 1. In pratica si somma 1 perline della colonna delle decine e si sottrae 1 perline dalla colonna delle unità ottenendo 016. Adesso aggiungiamo 65: la somma dei numeri a due cifre si fa a partire dal valore più alto per cui sommiamo 60 abbassando la perline del 50 ed alzando quella del 10: siamo a 076. Il passo successivo consiste nel sommare 5: poiché non abbiamo 5 perline a disposizione sommiamo 10 e togliamo 5. Il risultato è 081.



Non si può fare qui una completa lezione di abaco, un piccolo corso si trova su [www.giocomania.com](http://www.giocomania.com) che ringrazio per le immagini. Con la pratica si diventa velocissimi e si potrà anche sottrarre, moltiplicare e dividere.

## I primi calcolatori

Nel 1966 furono trovate a Madrid due raccolte di manoscritti leonardeschi considerate perdute: ricercate in tutto il mondo giacevano da secoli nella Biblioteca Reale con un riferimento di inventario errato! Tra i tanti progetti un disegno sembra rappresentare un calcolatore ma probabilmente si tratta solo di una "ratio machine" che, come un contachilometri o un orologio, ad ogni giro completo di una ruota fa avanzare di un'unità la ruota a fianco la quale a sua volta, dopo un' intera rotazione, fa avanzare di un'unità la ruota successiva. Viene così risolto il problema del riporto che nell'abaco si effettua manualmente. Questo meccanismo si chiama totalizzatore.



***Il calcolatore di Leonardo, Codex Madrid I ca. 1500 (Biblioteca Nacional, Madrid)***

Una riproduzione del calcolatore di Leonardo venne costruita dalla IBM negli anni '60, ma l'originale non avrebbe potuto funzionare a causa degli eccessivi attriti e la prima calcolatrice meccanica è attribuibile allo scienziato tedesco Schickard nel 1623. Il suo "Orologio Calcolatore" andò distrutto in un incendio e fu Pascal che nel 1640 riuscì finalmente a produrre un'addizionatrice funzionante. Nel 1673 Leibniz progettò un sofisticato calcolatore mentre l'architetto Perrault aveva già disegnato un paio di anni prima una pratica calcolatrice tascabile: l'era del calcolo meccanico stava cominciando.

Questi prototipi erano troppo complessi per la tecnologia dell'epoca e potevano essere realizzati solo artigianalmente in pezzi quasi unici, ma i modelli che ne derivarono furono costruiti fino al 1975: il brevetto di Pascal diede vita alle economiche pascaline, quello di Perrault ad una linea di piccoli aritmografi e il progetto di Leibniz, ripreso da Thomas de Colmar nel suo Arithmometer e migliorato da Odhner, fu adottato dalle principali marche per i modelli più prestigiosi e versatili. Le tastiere apparvero alla fine dell'800 e la storia si conclude nel 1956 con l'innovativa Olivetti Divisumma, un perfetto condensato di tutte le caratteristiche da sempre cercate. All'inizio degli anni '70 la comparsa delle calcolatrici elettroniche cancellò in un attimo queste macchine dal mercato.



***Lo stesso meccanismo nel grande calcolatore del '60 e nella piccolissima Curta***

## Scheda - Classificazione calcolatori

I calcolatori meccanici, eccetto la Olivetti Divisumma, derivano tutti dalle invenzioni del 1600 e vennero costruiti fino alla prima metà degli anni '70. La storia del calcolo si è formata grazie a centinaia di inventori che, pur progettando talvolta macchine di scarso successo, contribuirono a creare la base dei futuri sviluppi. Sono costretto a citare solo le figure più importanti: è impossibile ricordarli tutti.

### 1623: Wilhelm Schickard

Il suo orologio calcolatore eseguiva le 4 operazioni ma andò subito distrutto e gli schizzi originali sono stati ritrovati solo nel 1912. Non influenzò quindi le successive realizzazioni.

### 1642: Pascal e le pascaline

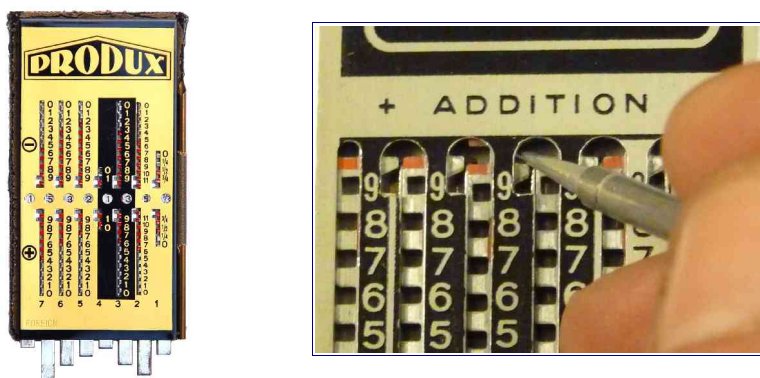
Dalla sua calcolatrice discenderà tutta una serie di "pascaline", pratiche e poco costose, dove i numeri vengono inseriti facendo ruotare dei dischi con uno stilo. Queste macchinette sono semplici addizionatrici e per sottrarre si utilizza il sistema del complemento o una seconda scala; poiché moltiplicazioni e divisioni sono complicate da eseguire trovarono impiego principalmente nei piccoli esercizi commerciali.



*Pascalina del 1940 e sistema per inserire i numeri (la scala gialla serve per sottrarre)*

### Ca. 1670: Perrault e gli aritmografi

L'architetto Claude Perrault disegnò una addizionatrice tascabile passata al tempo inosservata ma il suo progetto fu ripreso alla fine dell'800 per una serie di piccole Slide e Chain Adder, nelle quali i numeri si inseriscono facendo scorrere dei cursori con l'aiuto di uno stilo. Utilizzando questo principio nel 1889 Louis Troncet diede vita ad una linea di piccoli aritmografi (o addiator), costruiti sempre uguali per quasi cento anni nonostante fossero poco pratici per moltiplicare e dividere.



*Aritmografo e il sistema per inserire i numeri, ca.1950*

### 1673: Leibniz e successori

Il calcolatore di Leibniz può effettuare le 4 operazioni eseguendo moltiplicazioni e divisioni come ripetute addizioni e sottrazioni automatizzate. I numeri si inseriscono spostando dei cursori.

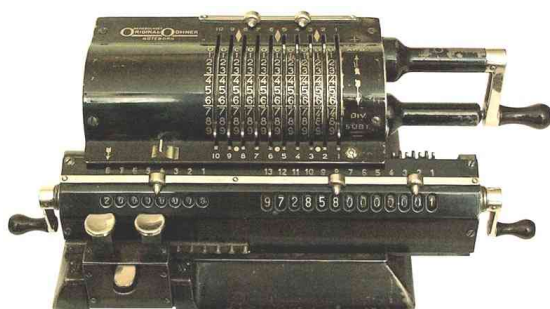
Troppo difficile da costruirsi per la tecnologia dell'epoca ebbe comunque molti imitatori ma il progetto si concretizzò solo nel 1820 con l'Arithmomètre di Colmar. Non ebbe poi seguito nel '900 perché surclassato dalla calcolatrice di Odhner che ne migliorò la tecnica costruttiva e la velocità di calcolo.

I principi base di Leibniz vennero infine ripresi da Egli e Monroe per le macchine a moltiplicazione diretta: quasi tutti i progettisti devono qualcosa a questo geniale scienziato.



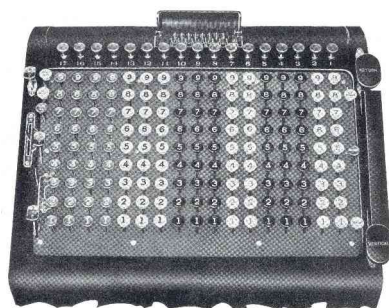
### 1871: Willgodt Odhner

Migliorò il progetto di Leibniz creando un calcolatore di grande successo, sempre con l'inserimento dei numeri a cursore e la moltiplicazione tramite ripetute addizioni, una delle macchine più copiate e diffuse.



*Calcolatrice Odhner e il sistema per inserire i numeri, ca. 1940*

### 1887: Dorr Felt e la tastiera estesa



Felt inventò le Key Driven, addizionatrici munite di una tastiera che aziona direttamente il meccanismo. I tasti sono posizionati in varie colonne, una per ogni posizione decimale, e questa disposizione fu utilizzata da molti fabbricanti anche sulle prime calcolatrici elettroniche: a dispetto dell'apparente complessità si può infatti operare molto rapidamente con entrambe le mani.

### 1893: La moltiplicazione diretta di W. Egli e J.R. Monroe

Alla fine dell'800, ispirandosi ai principi di Leibniz, Egli e Monroe riuscirono indipendentemente a costruire calcolatrici in grado di eseguire moltiplicazioni e divisioni senza ricorrere a lunghe addizioni e sottrazioni. Queste macchine erano però costosissime e rimasero confinate per usi specifici.

### 1914: O.J. Sundstrand e la tastiera moderna

Sundstrand brevettò la moderna tastiera il cui utilizzo rimase confinato per anni su piccole addizionatrici, ma dal 1956 fu adottata dalla Olivetti per la Divisumma divenendo così lo standard mondiale.



### 1956: Capellaro, Olivetti e la Divisumma

Da un progetto del geniale Natale Capellaro la Olivetti presenta la Divisumma, una calcolatrice originale, compatta e velocissima nell'eseguire le 4 operazioni: il condensato ideale delle caratteristiche ricercate dai progettisti per secoli. Arrivò tardi e dopo pochi anni l'elettronica prese il sopravvento.

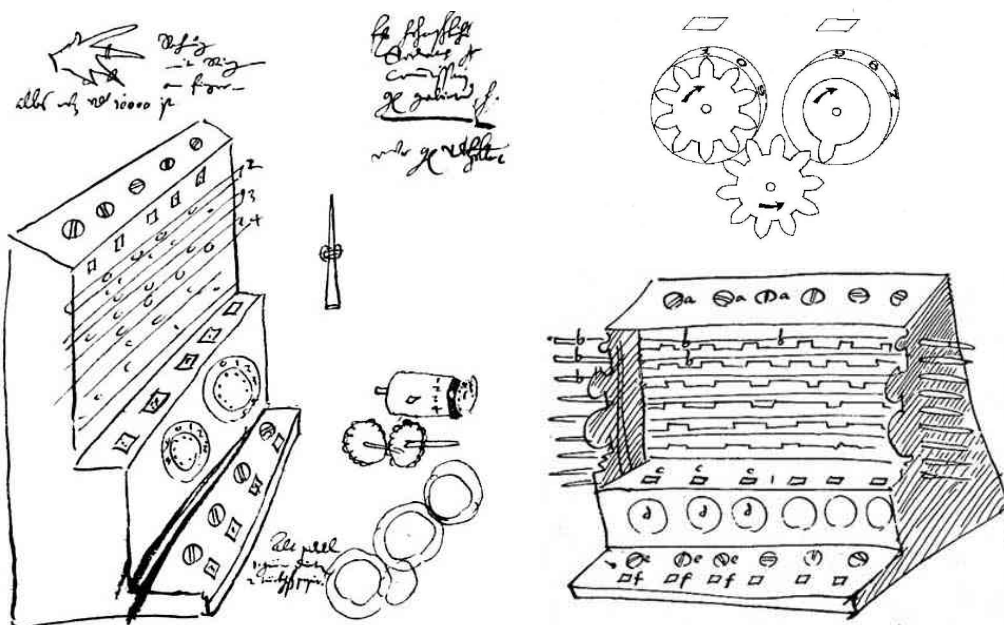
## Wilhelm Schickard

Dopo Leonardo da Vinci il primo vero tentativo di costruire uno strumento di calcolo è da attribuire al matematico tedesco Wilhelm Schickard, che nel 1623 concepì un orologio calcolatore basato sul movimento di ruote dentate e destinato a Keplero. Era in grado di eseguire meccanicamente addizioni e sottrazioni mentre per la moltiplicazione e la divisione utilizzava un adattamento dei bastoncini di Nepero, illustrati a pagina 66. L'operatore disponeva di un set di anelli da infilare alle dita per memorizzare il riporto e un campanello avvertiva quando infilarne un altro.

Le lettere di Schickard a Keplero riferiscono che la macchina fu distrutta in un incendio quando era ancora incompleta e rimangono solo gli schizzi del progetto, ritrovati nel 1912, che hanno permesso di realizzarne una ricostruzione funzionante. Keplero dovette calcolare le orbite dei pianeti solo con i bastoncini di Nepero ed era già evidente il problema di base: i calcolatori meccanici non eseguono facilmente le moltiplicazioni e bisogna ricorrere a sistemi misti o sotterfugi matematici.



*In questa replica sono ben evidenti i bastoncini di Nepero*



*Negli schizzi inviati a Keplero si notano gli anelli da infilare per il riporto*



## Pascal e le pascaline

Nel 1642, a soli 19 anni, Blaise Pascal costruì la prima calcolatrice commerciale. Questa macchina, concepita per il sistema monetario francese (pag. 26) e chiamata da tutti "pascalina", eseguiva rapidamente le addizioni ma si doveva sottrarre col metodo del complemento a 10 e moltiplicare o dividere non era facilissimo. Con la Rivoluzione la Francia si convertì al decimale ma le tradizioni sono dure a morire: fiori e uova si comprano ancora a dozzine mentre le rose si regalano dispari proprio per dimostrare che si è operata una scelta. In questa pascalina il display è diviso in Migliaia, Centinaia, Decine, Nombres Simples (unità), Sols (20 Sols = 1 Nombre Simple) e Deniers (12 Deniers = 1 Sol).



**Pascalina del 1650 (replica di R. Guatelli - Museo Leonardo - Milano)**

L'invenzione di Pascal non ebbe subito il successo sperato, al tempo non si riusciva a risolvere il problema dell'attrito e gli sforzi necessari per azionarla la rovinavano rapidamente. Molti provarono a migliorarla, creando spesso pezzi bellissimi dai nomi di fantasia, ma rimase poco utilizzata fino a quando i progressi della tecnologia permisero la realizzazione di modelli affidabili.

### Scheda - Calcolare con la pascalina

La pascalina funziona grazie ad un sistema di ruote sulla cui circonferenza sono marcate le cifre e ogni ruota rappresenta una posizione decimale. Come in un contachilometri ad ogni giro ognuna fa avanzare di un'unità la successiva automatizzando il riporto; un sistema di 5 ruote può sommare fino a 99.999, uno di 8 fino a 99.999.999.

Pascal progettò questa calcolatrice per aiutare il padre nel suo lavoro di esattore fiscale, la fece brevettare nel 1645 e ne costruì 50 esemplari di cui 9 sono sopravvissuti.

L'addizione è molto facile: messa a zero la macchina basta inserire i numeri uno dopo l'altro muovendo le rotelle con l'aiuto di uno stilo ed il risultato apparirà nelle finestrelle.

Tutt'altra cosa le sottrazioni: le rotelle girano in una sola direzione e bisogna sommare numeri negativi utilizzando il metodo del complemento a dieci del sottraendo.

Eseguiamo  $5 - 3$ : il complemento del numero 3 è 7 ( $10 - 3 = 7$ ) sommeremo quindi  $5 + 7$ , che senza il riporto fa 2. E' come dire  $5 - 3 = 5 + (7 - 10)$  e quindi  $5 - 3 = 5 + (-3)$ .

Molte calcolatrici utilizzarono questo metodo e per la pascalina bisognerà aspettare la prima metà del novecento per accorgersi che era sufficiente far ruotare i meccanismi al contrario. Curiosamente il computer opera proprio nella stessa maniera, col complemento a 2 naturalmente.

Le moltiplicazioni si possono effettuare solo tramite ripetute addizioni ed il procedimento è poco pratico. Prendiamo come esempio  $356 \times 32$ : prima eseguiamo  $356 + 356$  che è uguale a  $356 \times 2$ ; per moltiplicare per 30 dobbiamo adesso sommare 3 volte 356 spostandoci a sinistra di una colonna.

La moltiplicazione è sempre rimasta il punto debole delle pascaline e si preferiva usare le apposite tabelle illustrate a pagina 42.

$$\begin{array}{r}
 356 \\
 356 \\
 \hline
 712 \\
 356 \\
 356 \\
 \hline
 11392
 \end{array}
 \quad
 \left.
 \begin{array}{l}
 \\
 \\
 \\
 \end{array}
 \right\}
 \begin{array}{l}
 2 \times 356 \\
 \\
 30 \times 356
 \end{array}$$



**Meccanismo base della pascalina**

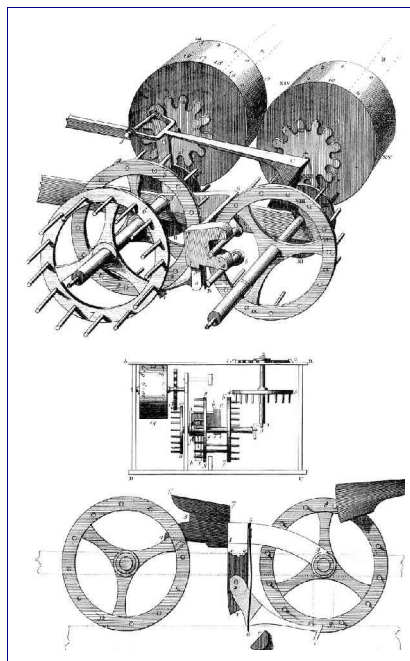
## Scheda - Il privilegio di Pascal

Blaise Pascal ottenne una sorta di brevetto per la sua invenzione nel 1645, riconfermato nel 1649 con alcune modifiche. In burocrazia si è sempre prolissi e ne riporto un estratto minimo; la traduzione è liberamente ripresa dall'articolo *"La macchina aritmetica di Blaise Pascal"*, di Pierluigi Graziani e Massimo Sangoi, apparso sulla rivista dell'Istituto di Filosofia Massolo *"Isonomia"* del 30/12/2005.

Pascal pubblicò anche un interessante libretto di stampo pubblicitario per il suo calcolatore, che veniva fatto provare al pubblico nella speranza di incrementare le vendite: *"I curiosi che desiderino vedere tale macchina si rivolgano pure al signor Roberval che farà loro vedere gratuitamente la facilità delle operazioni e ne insegnerà l'utilizzo. Il suddetto signor Roberval dimora al Collège Maître Gervais in rue du Foin e lo si trova tutte le mattine fino alle otto e il sabato dopocena"*. Il richiamo ad una prova gratuita ha sempre funzionato ma il costo eccessivo faceva scappare i possibili acquirenti. Chi desiderasse consultare i testi originali può acquistare: Pascal B., *"Oeuvres Complètes"*, a cura di J. Mesnard edito da De Brouwer, 1992. A pagina 48 si può leggere una breve storia dei brevetti.

La calcolatrice fu presentata a Corte come uno strumento capace di eseguire rapidamente le quattro operazioni: questa era un'affermazione azzardata ma il giovanissimo Re Sole, intrigato dalla macchina che *"calcolava senza avvalersi di penna o gettoni"*, concesse un privilegio, o brevetto, per impedirne la costruzione senza il consenso di Pascal. Il testo è estremamente preciso nel descrivere i meccanismi e proibisce anche di farne copie migliorate o differenti, in Francia ed all'estero. Protegge insomma il principio più che la sua realizzazione tecnica, ma Pascal non si sarebbe dovuto preoccupare tanto: aveva sopravvalutato la tecnologia del tempo e il suo progetto, copiato da tutti in barba al privilegio, ebbe un esito commerciale solo dopo 250 anni.

Da notare che, allora come oggi, i decreti si sovrapponevano ed il Re conclude così: *"Poiché tale è il Nostro volere; nonostante ogni editto, ordinanza, dichiarazione, decreto, regolamento, privilegio, statuto, clamore di folla, carta normanna o altre lettere contrarie, alle quali e alle derogatorie delle derogatorie ivi contenute Noi deroghiamo ..."*. Derogatoria della derogatoria della derogatoria, davvero moderno, ed il Re pretese che Pascal apponesse una marca sugli strumenti a garanzia dell'origine con un certificato di come il calcolatore fosse stato testato e funzionasse a dovere. Qui niente da eccepire: è un brevetto in piena regola.



***Pascal al lavoro col suo calcolatore ed uno schizzo dei meccanismi***

\* I gettoni a cui si riferisce sono i "jetons", monete o pedine che si muovevano sopra un abaco a scacchiera, come quello inglese visto a pagina 13, ancora usato in Europa al tempo di Pascal.

### Estratto del “Privilegio per la macchina del Sig. Pascal”, anno 1645

Il nostro caro e amato signor Pascal figlio Ci ha messi a conoscenza del fatto che ha inventato una macchina mediante la quale si può fare calcoli di ogni sorta, addizioni, sottrazioni, moltiplicazioni, divisioni, e tutte le altre operazioni di aritmetica, con numeri sia interi che decimali, senza avvalersi della penna o dei gettoni, con un metodo molto più semplice, più facile da imparare, più rapido e meno penoso per la mente di quanto non lo siano stati gli altri modi di calcolare in uso fino ad oggi; e che, oltre a questi vantaggi, ha ancora quello di escludere ogni rischio d'errore, e questa è la condizione più importante di tutte nel calcolo.

----- omissis -----

Pertanto egli desidererebbe che Vietassimo a ogni artigiano di costruire il suddetto strumento senza il suo consenso e a tal fine prega Noi di accordargli le lettere a ciò necessarie. E poiché il suddetto strumento ha per ora un prezzo eccessivo che lo rende inutile al pubblico, e siccome egli spera di portarlo a un prezzo minimo con l'invenzione di un movimento più semplice ma operante il medesimo effetto alla cui ricerca lavora continuamente, desidera che la sua invenzione sia protetta per poterla sviluppare nel tempo. Per queste ragioni, Noi, con la presente, firmata di Nostro pugno, Permettiamo al suddetto signor Pascal figlio di far costruire, in ogni luogo di Nostra giurisdizione, il suddetto strumento da lui inventato per contare, calcolare, fare ogni sorta di addizioni, sottrazioni, moltiplicazioni, divisioni e altre operazioni di aritmetica senza l'impiego di penna o gettoni; e Facciamo espressamente divieto a tutti, artigiani e altri che siano, di realizzarne o farne realizzare, di venderne o fornirne senza il consenso del suddetto signor Pascal figlio, sotto il pretesto di aumento delle dimensioni, di cambiamento di materia o figura o maniere di servirsene, sia che siano composti di ruote eccentriche o concentriche o parallele, di aste o bacchette e altre cose, o che le ruote si muovano solo in un verso o in entrambi; perfino agli stranieri si proibisce di esporne o venderne in questo Regno, anche se fossero stati costruiti al di fuori di esso.

----- omissis -----

A tale proposito, in virtù della presente, Ingiungiamo a tutti gli operai che costruiranno i suddetti strumenti di farvi apporre, dal suddetto signor Pascal figlio, un contrassegno a testimonianza che i suddetti strumenti sono autorizzati e privi di difetti. Vogliamo che tutte le macchine per le quali queste prescrizioni non saranno state osservate vengano confiscate e che coloro che le avranno costruite o che ne saranno trovati in possesso vadano soggetti alle seguenti pene e ammende, di cui l'ammontare di un terzo sarà devoluto allo stesso signor Pascal figlio.

----- omissis -----

Chiude il testo, stilato in perfetto burocratese, la lista delle ammende, la derogatoria della derogatoria e la firma: Luigi XIV, la Regina Reggente, Sua Madre, presente. Per il Re: Phélypeaux. Gratis (senza spese). Il Sovrano all'epoca aveva solo 7 anni, Pascal 22.





Gli esemplari più belli ispirati al progetto di Pascal furono eseguiti da Tito Livio Burattini e Samuel Morland, entrambi regalati a Cosimo III de' Medici, ma la pascalina rimase nell'ombra fino a quando il tumultuoso sviluppo economico degli Stati Uniti non spinse gli inventori a ridisegnarla in modo più razionale e moderno.



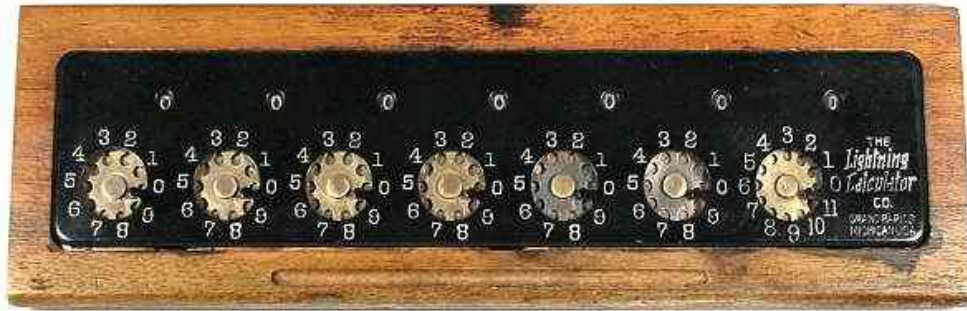
***Il meraviglioso Ciclografo di Burattini, ca. 1660 (© Museo Galileo - Firenze)***

Nel 1901 apparve sul mercato statunitense "The Calcumeter", la prima pascalina veramente economica e funzionale. Questa addizionatrice incontrò grande successo e fu copiata da molti produttori nonostante fosse sempre difficile eseguire sottrazioni, moltiplicazioni e divisioni.



***The Calcumeter, 1901, una delle prime pascaline funzionanti***

Attorno al 1930 ci si accorse finalmente che, facendo girare le ruote in senso inverso ed utilizzando una seconda scala numerica invertita, le sottrazioni si potevano eseguire come addizioni al contrario mentre moltiplicare resterà sempre poco intuitivo, fatto ininfluente visto il semplice uso contabile a cui queste macchinette erano destinate. Le pascaline cambiarono poco nel corso degli anni e solo nel 1956 l'ingegnere ligure Sergio Lanza riuscì a far funzionare un modello modificato che, a causa della scarsa protezione garantita dal brevetto italiano, venne copiato da tutti. La produzione terminerà verso il 1975: il calcolatore di Pascal era stato costruito, nelle varie versioni, in oltre 5 milioni di unità.



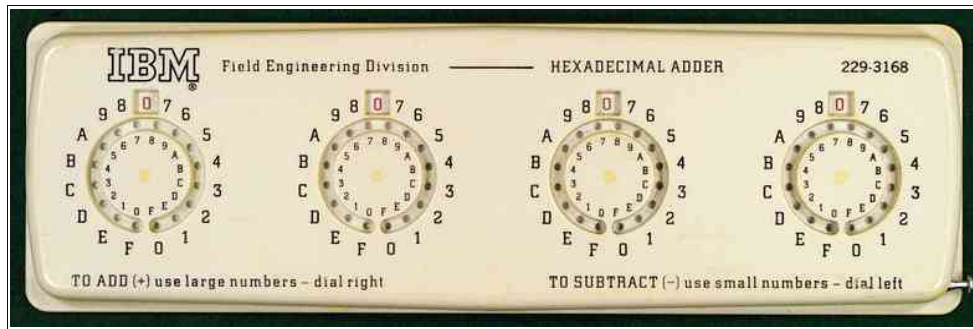
*Ancora negli anni '30 i modelli sono tradizionali ma dal 1945 ...*



*... la sottrazione è diventata facilissima (notare la scala piccola invertita)*



*Nei rotismi si vede chiaramente il dente più lungo che aziona il riporto*



*Modello tascabile esadecimale (vedere a pag. 26), ca. 1965*

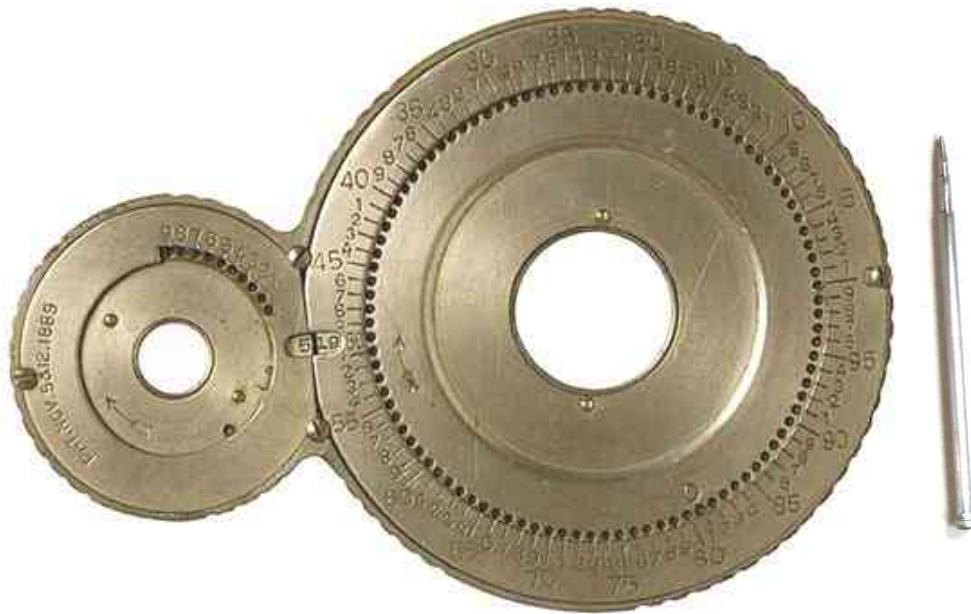


*Copia cinese della pascalina modificata da Lanza, 1970 (© John Wolff)*



## La pascalina in colonna singola

Alla fine dell'800 fu di gran moda un modello di pascalina col display di sole due o tre cifre che permetteva di eseguire la contabilità in colonna singola, sommando cioè i numeri di ogni colonna ed effettuando il riporto a memoria. Così semplificata non soffriva il problema dell'attrito e se ne costruirono di molto curiose: il Webb Adder si manovrava infilandolo nel pollice, lo Stephenson era più piccolo e sottile di una moderna carta di credito e l'Adix possedeva una rudimentale tastiera che velocizzava il lavoro. Tutte ebbero grande successo e l'Adix veniva ancora commercializzato negli anni '50.



*Webb Adder, ca. 1891: una rudimentale addizionatrice*



*Spaccato del BriCal Calculator per la valuta britannica, ca. 1900*



*La piccola Adix con tastiera, ca. 1901*



*Credit card size: lo Stephenson Adder ed il suo meccanismo, ca. 1890*

### Scheda - Calcolare in colonna singola

Supponiamo di dover effettuare questa operazione:

$$\begin{array}{r} 743 + \\ 1.226 + \\ 2.365 = \\ 4.334 \end{array}$$

Si fa la somma delle unità nell'ultima colonna, in questo caso 14, si prende nota del risultato, 4, si azzerava e si procede per la somma delle decine nella colonna a fianco aggiungendo 1 di riporto. Si prende nota del risultato, 13, si azzerava continuando in maniera analoga per le centinaia, ecc.

Nelle banche e negli uffici i direttori amavano molto questo metodo: non potendo operare rapidamente gli impiegati erano costretti a prestare la massima attenzione, scrivendo i riporti a margine per una futura verifica dei conti. Naturalmente le sottrazioni si devono eseguire col metodo del complemento.



## Scheda - I sistemi non decimali

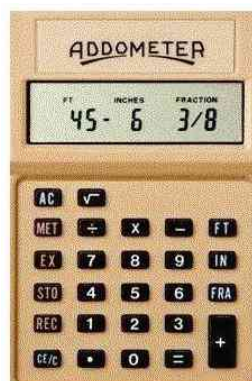
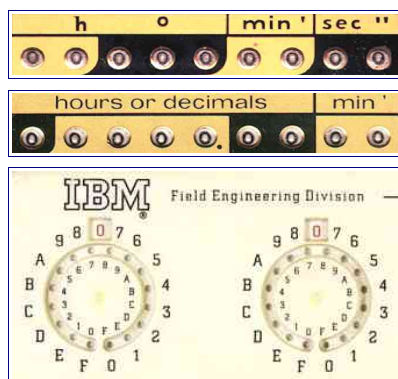
La costruzione dei calcolatori è complicata dall'esistenza dei sistemi monetari duodecimali, mutuati dall'Impero Romano e diffusi in tutta Europa da Carlo Magno nel 779, basati sulla libra (o lira) con unità decimali e tagli da 20 soldi e 240 denari. La Francia, dopo la Rivoluzione, fu la prima ad adottare il decimale ma i progettisti si dovevano sempre confrontare con la valuta britannica ed altri strambi sistemi. In basso a sinistra abbiamo un display in sterline, scellini e pennies, detto anche L.s.d.(!): gli Inglesi sono conservatori e i simboli sono ancora quelli di "Librae", "solidi" e "denarii". A fianco un display in Rupie.



Non era certo facile: la sterlina era decimale ma divisa in 20 scellini di 12 pennies ciascuno mentre il penny veniva frazionato in 2 halfpennies e 4 farthings. Se il prezzo di un oggetto è di 1£ 7s.9¾d. (cioè 1 sterlina, 7 scellini, 9 pennies, 1 halfpenny e 1 farthing) quanto costerà acquistarne tre? 4£ 3s.5¼d. naturalmente! Poveri progettisti, si misurava in *Imperiale* (12 pollici = 1 piede, 3 piedi = 1 iarda, 22 iarde = 1 catena, ecc.), pesi e volumi erano complicatissimi e le calcolatrici utilizzate in India dovevano mostrare i risultati in Lakh, Rupie, (1/100.000 di Lak), Anna (1/16 di Rupia) e Pie (1/12 di Anna). L'India adottò il decimale nel 1957 e la Gran Bretagna nel 1971, ma gli inglesi lo combatterono a lungo sostenendo che era troppo difficile da imparare! In Italia il decimale venne introdotto nel 1806 da Napoleone, che progettò la Lira italiana subito adottata in Lombardia e Piemonte. Dopo l'unificazione la Lira ebbe corso legale in tutto il paese sostituendo il caos delle diverse monete circolanti negli stati pre-unitari, alcune con divisioni più complesse del duodecimale. Un esempio minimo per la sola Toscana: 1 Lira toscana = 20 soldi = 1,50 Paoli = 0,60 Fiorini (0,84 Lire italiane); 1 Crazia = 5 quattrini = 1 soldo e 8 denari = 0,125 Paoli = 0,083 Lire toscane (7 centesimi italiani); 1 Fiorino = 100 quattrini = 2,5 Paoli = 1,66 Lire toscane (1,40 Lire italiane). Dal 1861 vennero unificati anche i pesi e le misure: erano decine e si cambiava ad ogni frontiera, spesso ad ogni città. Il miglio romano era più corto del miglio fiorentino, simile a quello livornese, ma più lungo del miglio di Napoli e comunque diverso da quello di Genova, dal veneto e dal piemontese. I pesi poi ... una fatica fare l'Italia.

E' divertente ricordare un altro eccentrico sistema monetario: durante la Guerra di Indipendenza gli Americani, per protestare contro l'Inghilterra, adottarono il dollaro spagnolo frazionato in ottavi. Da qui deriva l'espressione "*Pezzo da otto*" per definire un oggetto di valore ma, pur avendo reso decimale il dollaro dal 1776, il frazionamento in ottavi rimase parallelamente in uso e solo nel 1998 Wall Street lo proibì nelle transazioni. Gli Americani usano il decimale solo per la moneta e continuano a misurare in *US Standard*, diverso dall'*Imperiale*, dove un pollice è diviso in ottavi o sedicesimi. Esiste inoltre l'esadecimale in base 16 (10 cifre più le lettere da A a F nel quale 100 si scrive 64 e 200 come C8): inventato nel 1859 viene oggi adoperato dai programmatori in quanto il computer funziona proprio a multipli di 8 bit.

In astronomia il tempo è sessagesimale mentre in molti procedimenti di produzione si misura in ore decimali, ma fortunatamente addiator e pascaline si prestano ad ogni tipo di riporto. Per ogni unità di misura esiste quindi una calcolatrice specifica ma la coesistenza di diversi sistemi crea confusione: nel 1999 la sonda "*Mars Climate Orbiter*" si disintegrò nell'orbita marziana perché il team Looked rilevava le distanze in decimale, comunicandole poi alla NASA che credeva di riceverle in *US Standard*. Il responsabile dichiarò "*People sometimes make errors*" e questo errore madornale passò alla storia come "*metric mixup*".



### Add Numbers Like These

$$\begin{array}{r}
 8 - 10 \frac{1}{2} \\
 + 36 - 7 \frac{7}{8} \\
 \hline
 45 - 6 \frac{3}{8}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 20 - 9 \frac{5}{16} \\
 + 15 - 10 \frac{1}{4} \\
 \hline
 36 - 7 \frac{7}{16}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 \frac{3}{8} \\
 \frac{7}{16} \\
 + 1 \frac{5}{8} \\
 \hline
 2 \frac{7}{16} \\
 - 1 \frac{1}{4} \\
 \hline
 1 \frac{3}{16}
 \end{array}$$

Easy Entry:  
Press **4** **5** **ET** **6** **IN** And **3** **8**  
And it appears instantly on the read out.

**Display in ore, ore decimali, esadecimale e pubblicità di una calcolatrice USA moderna**

## I libretti di conti fatti

Le calcolatrici, anche le semplici pascaline, erano piuttosto costose e chi non poteva permetterselo utilizzava i "Ready Reckoner", pratici libretti di conti fatti in cui si dava il risultato di una grande quantità di problemi correnti. Le prime edizioni risalgono all'inizio dell'800 e vennero ristampati con poche modifiche fino al 1975 circa. Il loro prezzo era 30 volte inferiore a quello di una calcolatrice e per l'uso casalingo non avevano rivali.

**Orton & Sadler's Interest Tables.**  
Rate 10 per cent., 360 days per annum.

Dolls.	9 months, or 270 days.	10 months, or 300 days.	11 months, or 330 days.	12 months, or 360 days.	Dolls.
10000	\$760.00 00	\$833.33 33	\$916.66 67	\$1000.00 00	10000
9000	683.60 00	751.00 00	825.00 00	900.00 00	9000
8000	606.40 00	666.66 67	733.33 33	800.00 00	8000
7000	529.20 00	583.33 33	641.66 67	700.00 00	7000
6000	452.00 00	500.00 00	550.00 00	600.00 00	6000
5000	374.80 00	416.66 67	458.33 33	500.00 00	5000
4000	297.60 00	333.33 33	366.66 67	400.00 00	4000
3000	220.40 00	250.00 00	275.00 00	300.00 00	3000
2000	143.20 00	166.66 67	183.33 33	200.00 00	2000
1000	75.00 00	83.33 33	91.66 67	100.00 00	1000
900	67.50 00	75.00 00	82.50 00	90.00 00	900
800	60.00 00	66.66 67	73.33 33	80.00 00	800
700	52.50 00	58.33 33	64.16 67	70.00 00	700
600	45.00 00	50.00 00	55.00 00	60.00 00	600
500	37.50 00	41.66 67	45.83 33	50.00 00	500
400	30.00 00	33.33 33	36.66 67	40.00 00	400
300	22.50 00	25.00 00	27.50 00	30.00 00	300
200	15.00 00	16.66 67	18.33 33	20.00 00	200
100	7.50 00	8.33 33	9.16 67	10.00 00	100
90	6.75 00	7.50 00	8.25 00	9.00 00	90
80	6.00 00	6.66 67	7.33 33	8.00 00	80
70	5.25 00	5.83 33	6.41 67	7.00 00	70
60	4.50 00	5.00 00	5.50 00	6.00 00	60
50	3.75 00	4.16 67	4.58 33	5.00 00	50
40	3.00 00	3.33 33	3.66 67	4.00 00	40
30	2.25 00	2.50 00	2.75 00	3.00 00	30
20	1.50 00	1.66 67	1.83 33	2.00 00	20
10	.75 00	.83 33	.91 67	1.00 00	10

**COMPOUND INTEREST TABLE,**  
Showing the amount of \$1.00 at Compound Interest, from 1 to 20 years. Rate 5 to 10 per cent.

Years.	5 PER CENT.	6 PER CENT.	7 PER CENT.	10 PER CENT.
1	1.050000	1.060000	1.070000	1.100000
2	1.102500	1.123600	1.144900	1.210000
3	1.157625	1.191016	1.225043	1.331000
4	1.215506	1.262477	1.310796	1.464100
5	1.276282	1.338226	1.402552	1.610510
6	1.340096	1.418519	1.500730	1.771561
7	1.407100	1.503639	1.605781	1.948717
8	1.477455	1.593848	1.718186	2.143589
9	1.551328	1.689479	1.838459	2.357948
10	1.628895	1.790848	1.967151	2.593742
11	1.710339	1.898299	2.104852	2.853117
12	1.795856	2.012196	2.252192	3.138428
13	1.885649	2.132928	2.409845	3.452271
14	1.979932	2.260904	2.578534	3.797493
15	2.078928	2.396558	2.759031	4.177248
16	2.182875	2.540352	2.952164	4.594973
17	2.292018	2.692773	3.158815	5.054470
18	2.406619	2.854339	3.379922	5.559917
19	2.526950	3.025599	3.616527	6.115909
20	2.653298	3.207135	3.869684	6.727500

*N. B.* In the calculations of Compound Interest, much labor will be saved by use of the above Table.

### Orton & Sadler's, 1866, un successo commerciale per 100 anni

Alcuni vennero montati su rulli per facilitarne la consultazione, specialmente se destinati agli esercizi commerciali: un sistema molto pratico quando ci si limita a calcolare il prezzo di una merce per quantità od unità di peso. Il modello illustrato in basso è di una velocità sconcertante in questo tipo di operazioni.

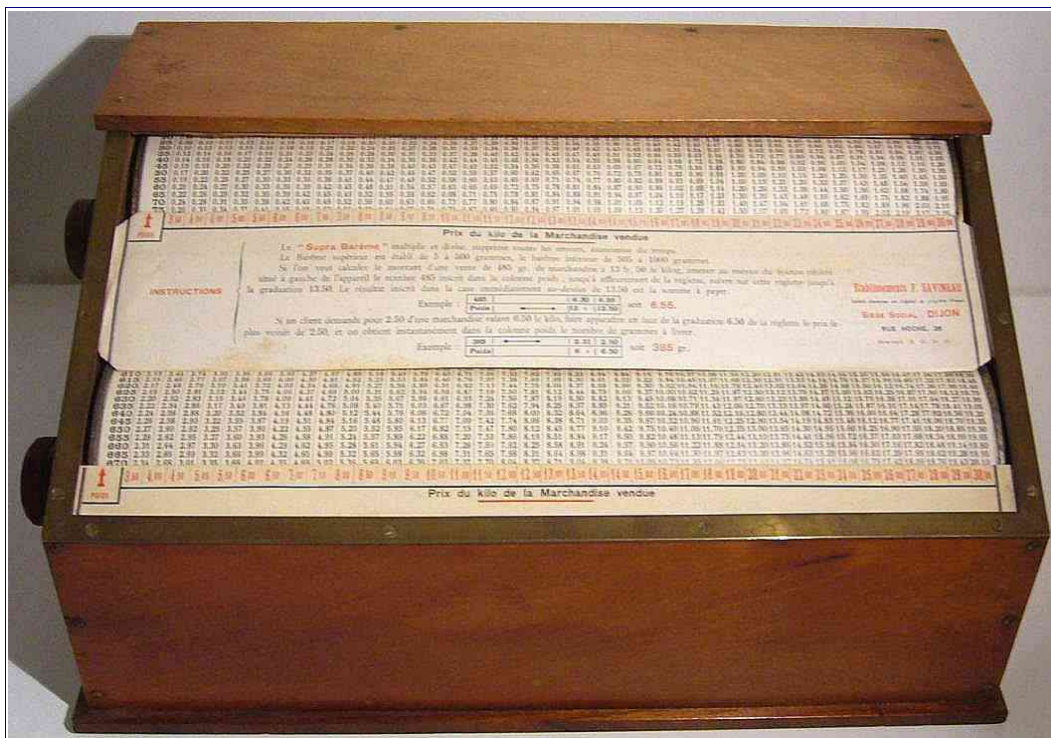
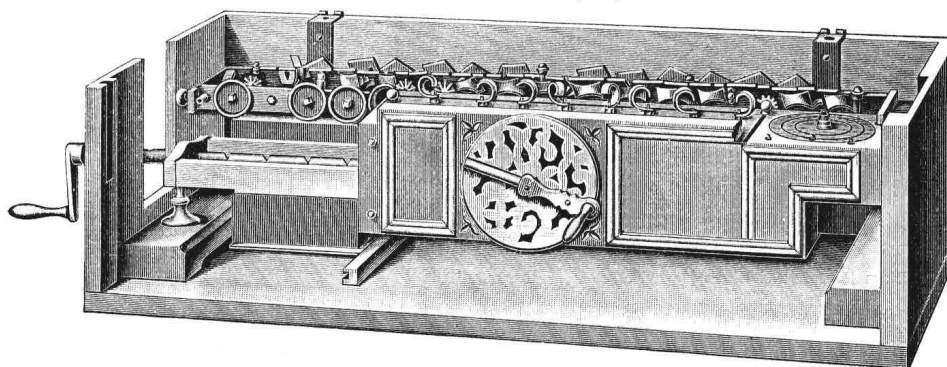


Tabella di calcolo a rulli "Supra Barème", ca. 1920



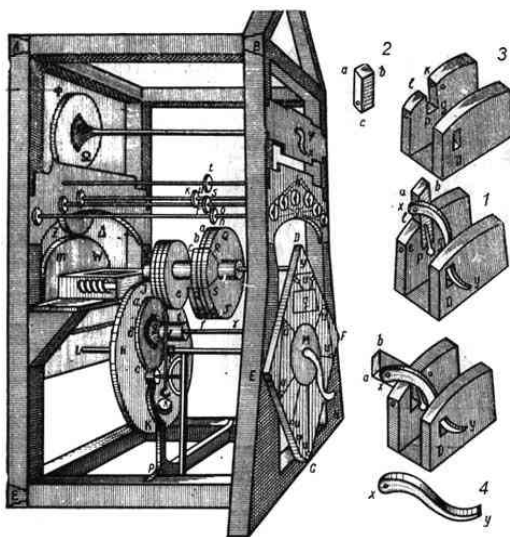
## Leibniz e successori

Nel 1673 Leibniz, ispirandosi al brevetto di Pascal, progettò un sofisticato calcolatore utilizzando il suo innovativo “tamburo” (o stepped drum). Addizioni e sottrazioni si eseguono come nella pascalina, la moltiplicazione si effettua tramite addizioni ripetute: per ottenere il risultato di  $15 \times 4$  bisogna sommare  $15 + 15 + 15 + 15$ , operando inversamente si può dividere. La tecnologia impiegata è complessa, basta sapere che non è necessario eseguire tutte le somme in quanto il procedimento è meccanizzato. Nella pascalina i numeri vengono subito addizionati mentre il tamburo (chiamato in seguito traspositore) li conserva in una memoria che permette di riutilizzarli. Inoltre i tamburi, uno per ogni colonna, sono scorrevoli e permettono di moltiplicare automaticamente per potenze di 10: volendo eseguire  $540 \times 123$  non serve eseguire 123 addizioni ma basta impostare 540 sui cilindri, sommarlo 3 volte, spostare i tamburi di una posizione a sinistra, sommare 2 volte, spostare e sommare una volta. Il numero di addizioni o sottrazioni consecutive è controllato da una lancetta: per eseguire una moltiplicazione è sufficiente puntarla sul numero di addizioni desiderato che il calcolatore eseguirà poi autonomamente. Immaginando una super calcolatrice Leibniz inventò anche il sistema binario, presentato il 15 marzo 1679 nel manoscritto di sole tre pagine “*De Progressione Dyadica*”. Troppo moderno per i tempi non venne compreso e la prima macchina di questo tipo fu costruita nel 1936. Oggi è la base matematica del computer, ideato per questo scopo quando ancora non si conosceva l'elettricità.



**La macchina di Leibniz in una stampa di fine '800**

Il progetto di Leibniz era difficile da costruirsi ma ebbe molti emulatori come Poleni, Leupold e Braun, che produssero opere d'arte destinate alle corti anche se poco funzionali. Le basi concettuali erano valide, solo troppo avanzate per l'epoca, ed i modelli che ne derivarono furono poi utilizzati fino al 1970.



Nel 1709 l'astronomo Giovanni Poleni pubblicò la descrizione di una macchina di calcolo: la sua interpretazione del tamburo di Leibniz anticipa di 150 anni l'invenzione di Odhner che darà il via alla produzione in serie di queste calcolatrici.

Il capitolo si apre con le seguenti parole: “*Dopo aver ascoltato più volte, sia dalla voce o dagli scritti di scienziati, che sono state fatte da l'intuizione e la cura dei più illustri Pascal e Leibniz due macchine che vengono utilizzate per la moltiplicazione aritmetica, io che non conosco la descrizione del loro meccanismo volevo indovinare il loro funzionamento per costruirne una nuova e migliore*”. Gente in gamba a quei tempi.

I due esemplari costruiti non sono sopravvissuti ma una loro descrizione, apparsa nel “*Theatrum arithmetico geometricum*” ha permesso di eseguirne una copia funzionante nel 1959.

Il “*Theatrum arithmetico geometricum*” (1727) del tedesco Jacob Leupold fu la migliore opera sulle macchine di calcolo del XVIII° secolo. Vi sono descritti tutti i calcolatori, i regoli logaritmici ed una sua calcolatrice, mutuata dal progetto di Leibniz e mai realizzata. Fu ripresa da Anton Braun e verrà infine terminata da Philippe Vayringe nel 1736. In seguito in tanti cercarono di migliorarla ma solo a metà '800 si riuscirono a produrre meccanismi che non subissero attriti eccessivi.



***La calcolatrice di Braun, costruita da Vayringe nel 1736***

Thomas de Colmar brevettò la sua modifica al progetto di Leibniz nel 1820, ma le difficoltà incontrate per realizzarlo ne rimandarono la commercializzazione al 1851. Ingombrante e costoso il suo Arithmomètre era però molto affidabile e fu prodotto fino al 1915 in ben 1.500 unità.

Colmar morì nel 1870 e la fabbrica passò prima al figlio, poi al nipote e nel 1887 fu acquistata da Louis Payen. Nel 1902 venne rilevata dalla vedova che a sua volta la rivendette poco dopo e tutte queste vicissitudini impedirono lo sviluppo della macchina, che perse così la sua supremazia di mercato. Altri modelli, più versatili e moderni, stavano nascendo ma l'Arithmomètre era robustissimo e in molti uffici è stato utilizzato fino al secondo dopoguerra.



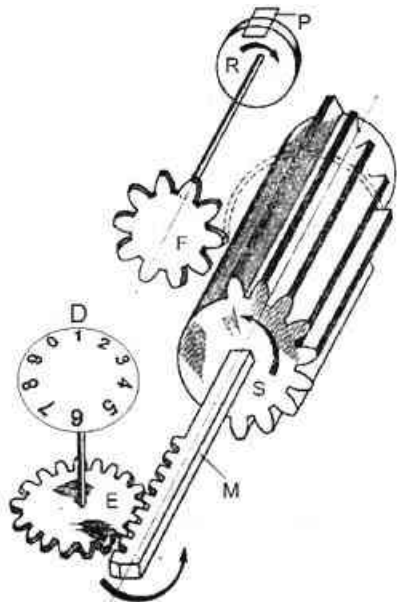
***Il grande Arithmomètre di Colmar, ca. 1900***



Un articolo pubblicato nel gennaio 1857 su "The Gentleman's Magazine" lo descriveva così:

*"L' Arithmomètre, leggero e facilmente trasportabile, può essere utilizzato senza difficoltà anche per estrarre radici quadrate. Una moltiplicazione fra due numeri di 8 cifre si esegue in 18 secondi, una divisione in 16 e in un minuto si estrae la radice quadrata di un numero a 16 cifre. Lo strumento interpreta le domande e fornisce immediatamente le risposte calcolando con una sua propria logica ed intelligenza. Può sfidare vittorioso qualsiasi altro calcolatore esistente".*

Chissà come avrebbe lodato un comune iPhone, provate però ad estrarre radici più rapidamente!



L' Arithmomètre rimase un esperimento isolato in quanto Odhner stava ormai invadendo il mercato con il suo nuovo modello di calcolatrice. Alla fine dell'800 ci fu un fiorire di brevetti volti a migliorarlo, primo forse quello dell'americano Baldwin, ma solo Odhner riuscì a trovare una soluzione così valida da rimanere in commercio per 100 anni. Una profonda rielaborazione dei suoi principi teorici fu poi alla base delle macchine a moltiplicazione diretta che vedremo a pagina 50.

Infine non si può dimenticare la piccola Curta, progettata da Kurt Herzstark durante la seconda guerra mondiale: 230 grammi per eseguire le quattro operazioni con un display di 11 cifre, un gioiello miniaturizzato di grande successo nonostante il costo proibitivo. I principi delle grandi macchine progettate 300 anni prima si erano finalmente realizzati grazie alla moderna tecnologia costruttiva.

Composta di oltre 600 pezzi utilizzava ancora il tamburo di Leibniz ma è certamente la miglior calcolatrice tascabile meccanica mai esistita, la preferita dai piloti di rally, e rimase in produzione fino alla prima metà degli anni '70.

***In alto a sinistra uno schizzo originale del tamburo di Leibniz***



***L'interno della Curta: stregoneria meccanica***

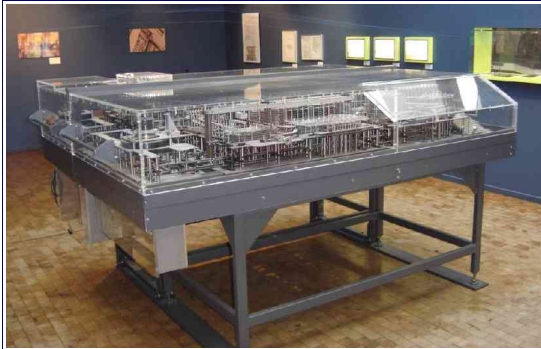
Kurt Herzstark, un genio della meccanica di precisione, venne internato perché ebreo a Buchenwald dove il direttore del campo gli propose di costruire un mini calcolatore, che intendeva regalare a Hitler per la vittoria, offrendogli in cambio un trattamento sopportabile. Herzstark riuscì nell'intento, sopravvivendo quindi alla prigionia, e dopo la guerra brevettò e produsse in serie il suo progetto. La vittoria finale non era stata di Hitler ma una buona calcolatrice può davvero salvare la vita.



## Scheda - Leibniz e il sistema binario

Una serie di 8 trigrammi e 64 esagrammi, analogo ai sistemi binari con 3 e 6 bit, era conosciuta nella Cina antica attraverso il testo classico *"I Ching"*. Lo Yin rappresentava lo zero e lo Yang l'uno, ma non risulta che i cinesi avessero intuito le potenzialità matematiche di questa disposizione. Altre tracce di un sistema a base 2 si trovano nell'opera indiana *"Chandas-shāstra"* del IV° secolo a.C.

Il moderno sistema binario venne inventato nel 1679 da Leibniz che, al corrente degli studi cinesi, notò come gli esagrammi corrispondessero ai numeri binari da 0 a 111111. Al tempo non si poteva costruire un calcolatore basato su questo "linguaggio macchina" e solo nel 1936 l'ingegnere tedesco Konrad Zuse, anch'egli avanti rispetto ai tempi, costruì nel salotto di casa il primo calcolatore binario, lo Z1 (a sx.), interamente meccanico e composto da oltre 30.000 pezzi.



I primi super calcolatori funzionavano in modo decimale, sistema poco efficiente sulle macchine, il calcolatore di Zuse accettava invece un input decimale, elaborava in binario e restituiva il risultato in decimale: esattamente la stessa interfaccia di oggi.

Nel 1941 nacque lo Z3, elettromeccanico e totalmente programmabile. Venne distrutto in un bombardamento ed il primato di primo computer binario passò al gigantesco "ENIAC" americano del 1941: 18.000 valvole per 30 tonnellate di peso, dove i dati venivano inseriti con le schede già inventate nel 1801 da Jacquard per programmare i suoi telai. Vediamo ora brevemente come si calcola in binario:

scrivendo 80.167 intendiamo dire: 8 volte 10.000 + 0 volte 1.000 + 1 volta 100 + 6 volte 10 + 7 volte 1.

$$\begin{array}{r} 10.000 \quad 1.000 \quad 100 \quad 10 \quad 1 \\ 8 \quad 0 \quad 1 \quad 6 \quad 7 \end{array}$$

Il sistema binario è organizzato nello stesso modo, solo che invece di potenze di 10 (1, 10, 100, 1.000, ecc.) si utilizzano le potenze di 2: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, ecc. Capito adesso perché le memorie dei computer hanno valori di 64kb, 128kb, 256kb?

Col sistema decimale scrivere un numero significa indicare quante volte si ha bisogno dell'intestazione di una data colonna per formarlo. Per ogni colonna si può andare da 0 a 9 volte, non di più perché in questo caso aggiungere una unità nella colonna a sinistra. Col sistema binario dobbiamo invece decidere se usare, o non usare, la potenza di 2 che si trova come intestazione di ciascuna colonna. Non possiamo prendere, per esempio, più di una volta l'intestazione della prima colonna da destra, 1, perché si produrrebbe una unità nella colonna 2, subito a sinistra. Proviamo a riscrivere 80.167:

$$\begin{array}{r} 65.536 \quad 32.768 \quad 16.384 \quad 8.192 \quad 4.096 \quad 2.048 \quad 1.024 \quad 512 \quad 256 \quad 128 \quad 64 \quad 32 \quad 16 \quad 8 \quad 4 \quad 2 \quad 1 \\ 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \end{array}$$

Scriveremo 1 sotto 65.536 in quanto è la prima potenza di due più piccola di 80.167 e dopo dobbiamo esprimere 14.631 (80.167 - 65.536), che è più piccolo delle intestazioni delle due colonne seguenti, (32.768 e 16.384), per cui scriveremo zero sotto di esse. Scriveremo 1 sotto 8.192 in quanto è più piccolo di 14.631 e così via fino ad ottenere: 65.536 + 8.192 + 4.096 + 2.048 + 128 + 64 + 2 + 1 = 80.167.

Per aggiungere la regoletta è: 0+0 = 0; 1+0 = 1; 1+1 = 10. Proviamo con 19+13 = 32:

$$\begin{array}{r} 10011 + \\ 1101 = \\ \hline 10000 \end{array}$$

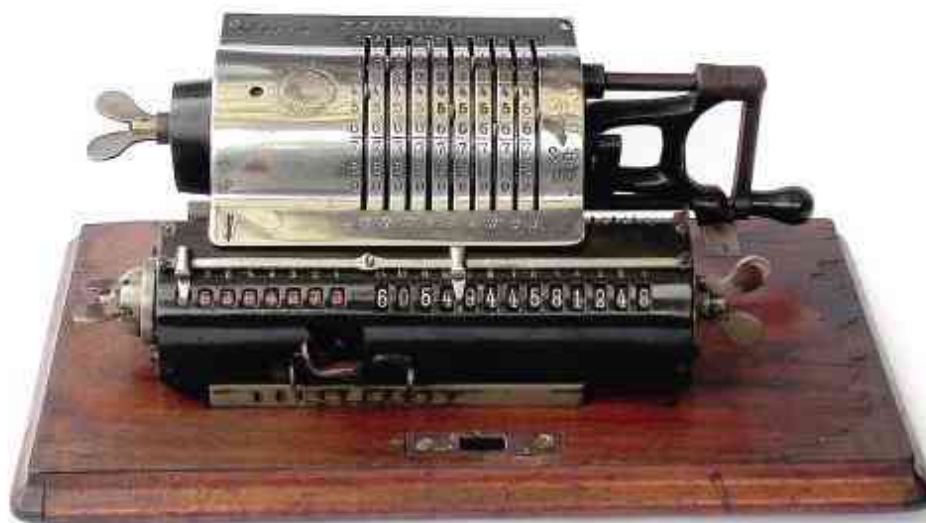
Nella colonna più a destra il risultato della somma è 2 (scritto 10): si scrive zero nella riga del risultato e si riporta uno. Questo riporto di uno più l'uno del primo addendo della seconda riga da destra dà di nuovo "scrivo zero e riporto uno" che continua ad essere trasmesso verso sinistra finché va a produrre l'unico uno del risultato. La moltiplicazione si esegue come nel sistema decimale ed è sufficiente sommare il moltiplicando, facendolo scorrere verso sinistra in base al valore del moltiplicatore.

Questa è una matematica perfetta per i processori che la possono esprimere con un unico simbolo: presenza di corrente = 1. Gli zeri li abbiamo messi noi per tenere occupate le posizioni vuote, il processore non riscontra corrente e le ignora. Leibniz era un genio.

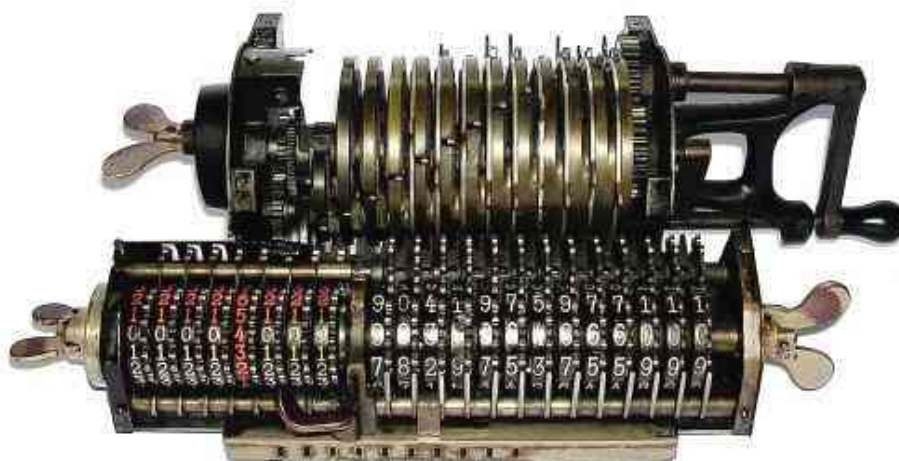
Ringrazio l'Ing. Roberto Vacca che nel suo libro *"Come imparare più cose e vivere meglio"* spiega il sistema binario in modo chiaro e comprensibile a tutti.

## Willgodt Odhner

Willgodt Odhner, ingegnere ed imprenditore svedese, lavorava a San Pietroburgo nell'azienda del fratello di Alfred Nobel dove nel 1871, riparando un Arithmomètre, si accorse che era possibile ridisegnare il tamburo di Leibniz in modo più pratico: ci vollero 19 anni prima di iniziare la produzione ma la sua calcolatrice ebbe un immediato successo e la fabbrica passò poi ai figli che costruirono circa 23.000 unità prima di essere espulsi dalla Russia durante la rivoluzione. Questa macchina si basa sulla "Pin Whell", ingegnosa modifica al tamburo di Leibniz, che velocizza le addizioni ripetute necessarie per moltiplicare. Fu copiata da molte ditte, le principali furono Brunsviga, Triumphator, Walther, Thales, Muldivo, Felix, Tiger e Basicom. Quest'ultima è rimasta famosa in quanto nel 1970 commissionò alla Intel un chip per creare una macchina moderna, destinata a sostituire il vecchio progetto di Odhner. Federico Faggin, allora direttore tecnico della Intel, sviluppò il rivoluzionario microprocessore 4004 ed il nuovo Basicom 141-PF fu la prima calcolatrice elettronica non scientifica di piccole dimensioni: la minuscola firma "F.F.", nascosta al suo interno, ne certificava l'origine italiana.



*Calcolatrice tipo Odhner, ca. 1920 (© Kees Nagtegaal)*



*L'interno con le "Pin Wheel" (© Kees Nagtegaal)*

Negli anni '50, con milioni di esemplari costruiti dalle diverse ditte, l'erede della macchina di Leibniz era uno dei calcolatori più venduti e la produzione aumentò fino a raggiungere le 10.000 unità al giorno nel 1970. Con la comparsa delle calcolatrici elettroniche il declino fu immediato e dal 1972 non vennero più commercializzate. In due anni era cambiato il mondo.



*Brunsviga, fine '800 (© John Wolff)*



*L'ultimo Basicom meccanico, 1970 (© John Wolff)*

I numeri si inseriscono spostando dei cursori, un sistema poco pratico, e dal 1920 alcune fabbriche dotarono le loro macchine di una tastiera. La complessità del meccanismo rallentava però il funzionamento e, nonostante gli ultimi modelli avessero una disposizione dei tasti moderna, questa soluzione ebbe un successo modesto.

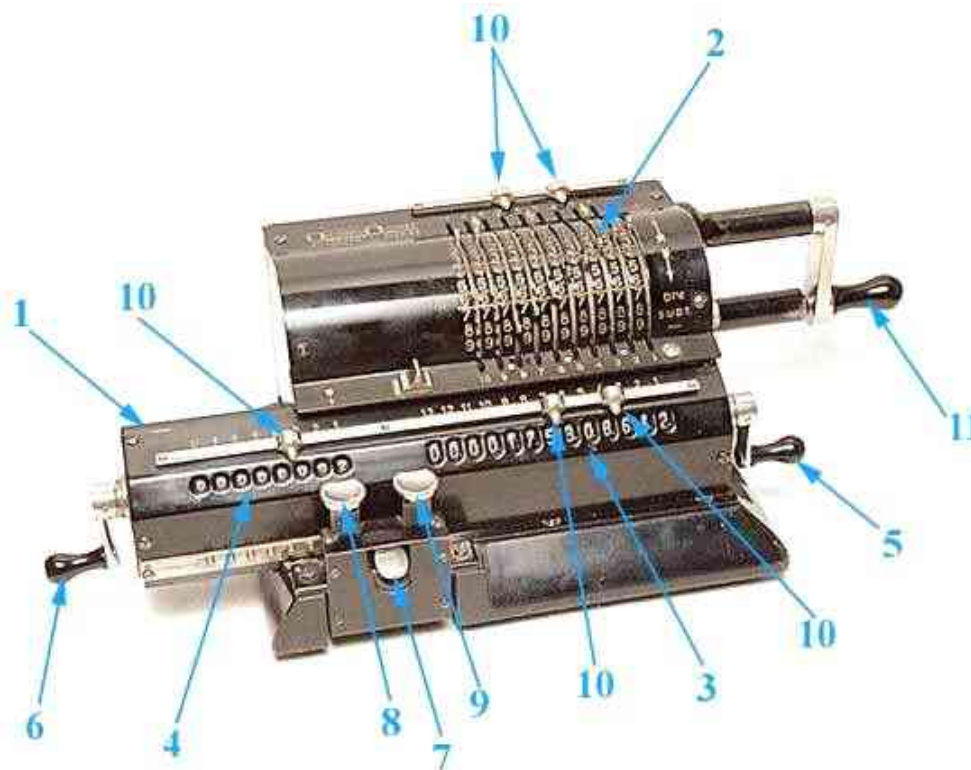


*Una delle prime Odhner con tastiera, ca. 1925, e un modello del 1965 (© John Wolff)*



## Scheda - Calcolare con la Odhner

L'uso di queste macchine è poco intuitivo e bisognava seguire un corso specifico, ma il funzionamento della "Odhner" è uguale per tutti i modelli. Chi avrà la pazienza di leggere tutta la scheda si renderà conto di quanta attenzione fosse necessaria per lavorarvi.



1. Carrello - Può essere mosso a destra e sinistra per l'impostazione dei decimali.
2. Registro di impostazione con le leve per inserire i numeri.
3. Accumulatore o registro prodotto - Vi appare il risultato di somme, sottrazioni e moltiplicazioni.
4. Contagiri o registro quoziente - Conta le rotazioni della manovella e registra il risultato delle divisioni.
5. Manovella di azzeramento del accumulatore - Ruotandola si riporta l'accumulatore a zero.
6. Manovella di azzeramento del contagiri - Ruotandola si riporta il contagiri a zero.
7. Libera carrello - Premendolo si sblocca il carrello.
8. Tabulatore a sinistra del carrello - Premendolo si indicizza il carrello di una decina a sinistra.
9. Tabulatore a destra del carrello - Premendolo si indicizza il carrello di una decina a destra.
10. Indicatori decimali - Servono per delimitare i decimali in tutti i registri.
11. Manovella - Per girarla si tira verso destra e si eseguono rotazioni veloci e regolari; dopo l'ultima rotazione la si rilascia permettendole di rientrare nel suo fermo.

**Addizione:**  $25 + 376 = 401$

Spostare il carrello completamente a sinistra. Impostare 25 col "Registro di impostazione" e ruotare la manovella una volta in senso orario. Modificare l'impostazione delle leve da 25 a 376 e dare un altro giro di manovella. Il risultato appare nell'accumulatore, il 2 visibile nel contagiri indica che sono stati sommati due numeri.

**Sottrazione:**  $2.376,35 - 1.953,03 = 423,32$

Spostare il carrello completamente a sinistra, impostare il numero 2.376,35 e l'indicatore decimale fra 2 e 3. Eseguire un giro completo in senso orario della manovella, modificare 2.376,35 in 1.953,03 e ruotare la manovella una volta in senso antiorario. Il risultato appare nell'accumulatore ed il contagiri mostrerà 0.

### **Moltiplicazione:** $6 \times 3 = 18$

Spostare il carrello completamente a sinistra, impostare 6 ed eseguire tre giri in senso orario con la manovella. Il risultato apparirà nell'accumulatore e contagiri mostrerà 3: in pratica è stato sommato 6 per 3 volte ( $6 \times 3 = 6 + 6 + 6$ ).

Quando si moltiplica 6 per 33 non è necessario girare la manovella per 33 volte. Dopo 3 giri in senso orario con il carrello in posizione 1 basta spostare il carrello sulla seconda posizione (decine), premendo il tasto dello spostamento a destra del carrello e poi girare ancora tre volte in senso orario la manovella.

### **Divisione:** $138/12 = 11,5$

Spostare il carrello a destra, impostare il dividendo 138 e poi trasferirlo nell'accumulatore con un giro in senso orario della manovella. Per la divisione il risultato apparirà nel contagiri, che per l'occasione diventa il registro quoziente, e non nell'accumulatore. Non dimenticare di azzerare l'1 che appare nel contagiri.

Impostare il divisore facendo corrispondere l'1 del 12 esattamente sopra l'1 del 138 (dividendo), quindi il 2 del 12 sopra il 3 e lo 0 sopra l'8.

Iniziare la divisione girando la manovella in senso antiorario, sottraendo dall'accumulatore che si porterà verso lo 0 fino a quando non viene oltrepassato e compare un 9 sulla decina più alta. Questo fa suonare il campanello per segnalare che si è eseguita una rotazione di troppo: bisogna correggere con una rotazione oraria ed anche in questo caso suonerà il campanello. Dopo aver corretto spostare il carrello di un posto a sinistra e continuare a sottrarre finché il campanello suona di nuovo ed ancora si dovrà compensare con una rotazione nella direzione opposta.

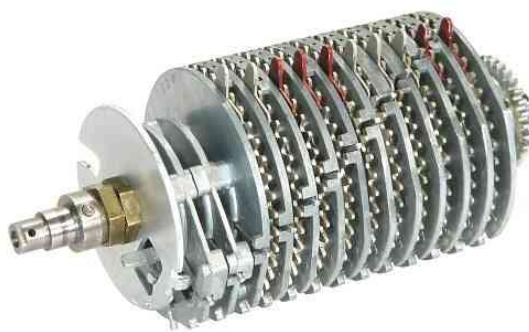
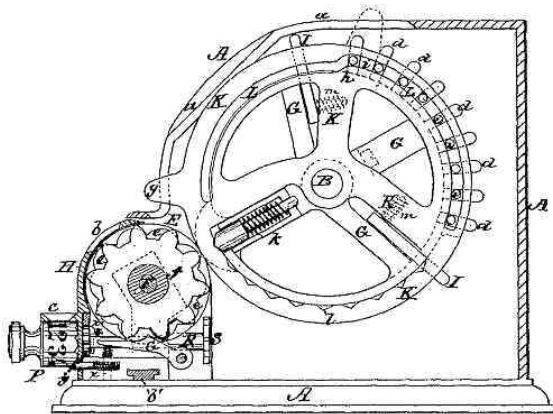
Continuare in questo modo fino quando il dividendo scompare completamente dall'accumulatore mentre il registro quoziente mostra il risultato della divisione: 11,5.

**Regola dei decimali:** nella divisione il numero dei decimali deve essere uguale alla differenza fra il numero dei decimali dell'accumulatore e quelli del registro impostazione.

## **Scheda - La ruota di Odhner**

Questo tipo di calcolatore utilizza una versione modificata del tamburo di Leibniz che velocizza le moltiplicazioni ripetute. Il funzionamento è complesso e richiederebbe una notevole trattazione tecnica; ricordiamo solo che la ruota di Odhner, o Pin Wheel, era composta da denti mobili che la rendevano molto compatta permettendo così di montarne diverse in poco spazio.

Agli inizi soffriva di una certa fragilità ma nel corso degli anni innumerevoli miglioramenti costruttivi la fecero diventare estremamente affidabile.

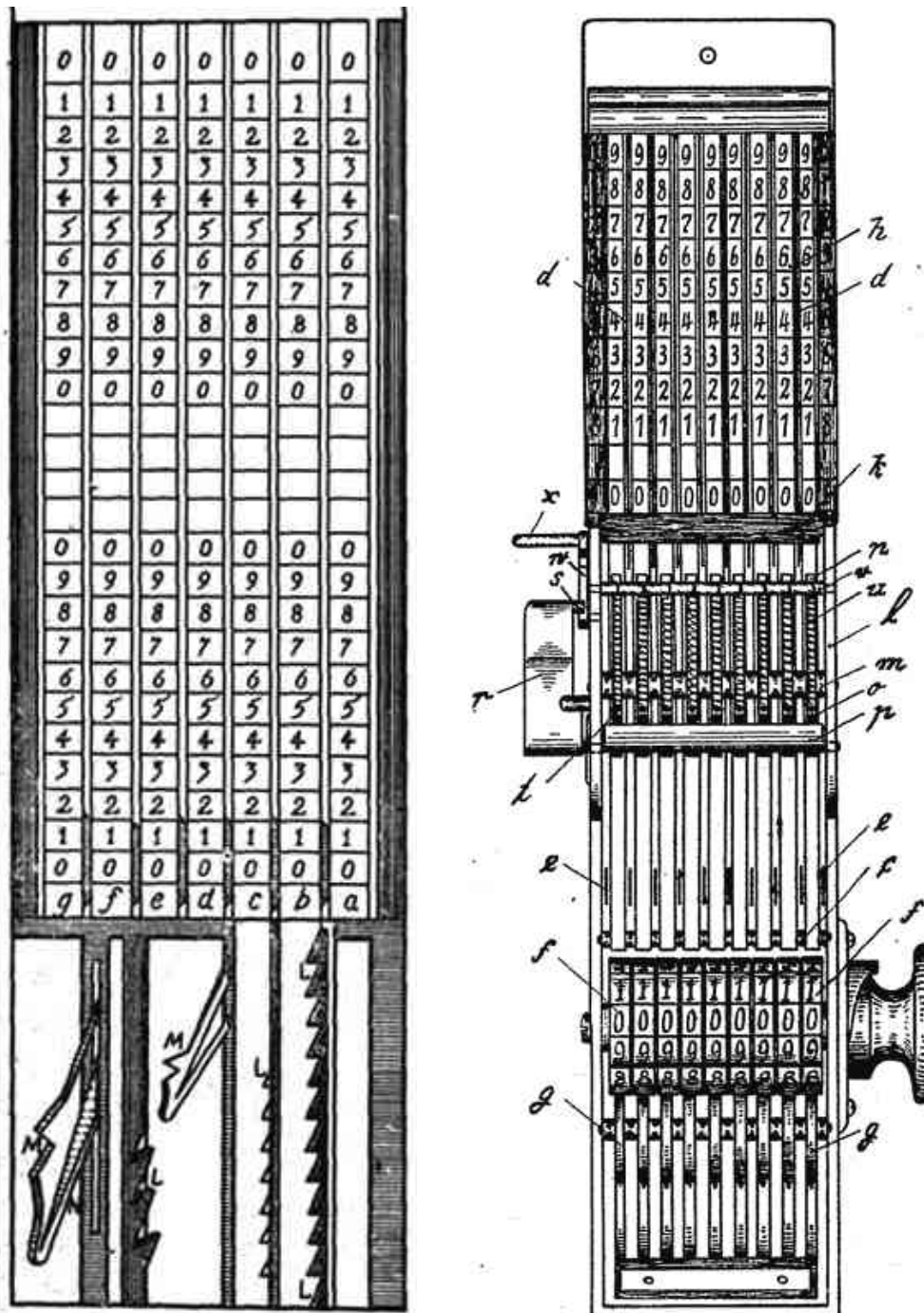


*Il brevetto di Odhner, 1878, e batteria compatta di Pin Wheel (© John Wolff)*

## Perrault e gli aritmografi

Torniamo un po' indietro nel tempo: l'architetto Claude Perrault, noto per la facciata del Louvre, aveva disegnato attorno al 1670 una addizionatrice tascabile, l'Abaque Rhabdologique, passata all'epoca inosservata nonostante la sua descrizione fosse stata pubblicata nel 1699. Alla fine dell'800 questo progetto costituì la base per tutta una serie di piccole Slide e Chain Adder, nelle quali i numeri si inseriscono facendo scorrere dei cursori con l'aiuto di uno stilo. Le differenze fra i due modelli sono solo tecniche: le Slide Adder utilizzano un cursore mobile, le Chain Adder una piccola catena.

Il disegno di Perrault venne inoltre semplificato nel 1847 da Kummer, ma solo nel 1889 Louis Troncet riuscì a commercializzare con successo questa modifica. Nasceva una linea di piccoli e praticissimi aritmografi, copiati da molte ditte col nome di addiator e costruiti senza modifiche fino al 1988. Una lunga vita per uno strumento semplice e geniale: a quei tempi non uscivano certo novità ogni 6 mesi.

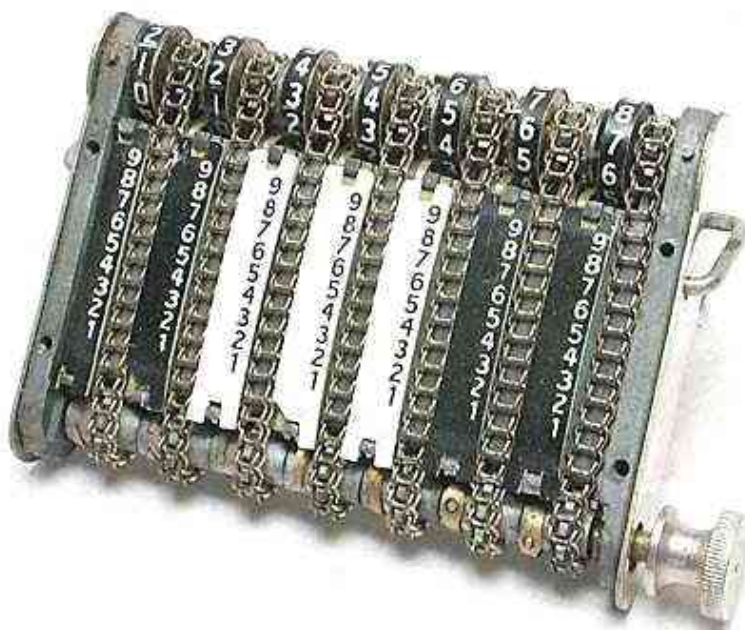


Molto simili dopo tanti anni il brevetto di Perrault, 1669, e del Comptator, 1911

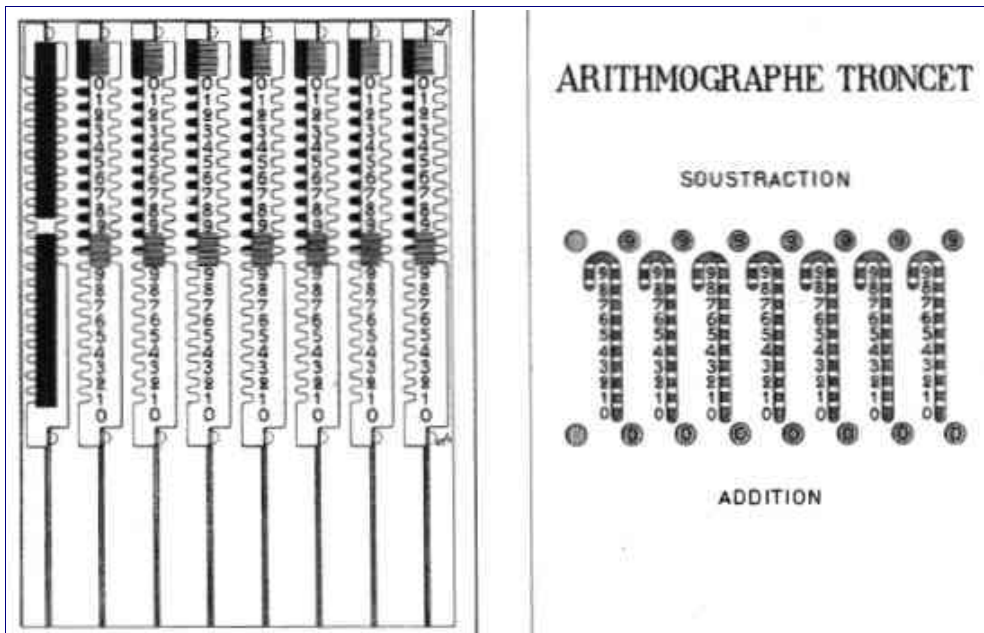




*Il Comptor, "Slide Adder" tascabile di inizio '900*



*Meccanismo del Golden Gem, piccola "Chain Adder", ca. 1917*



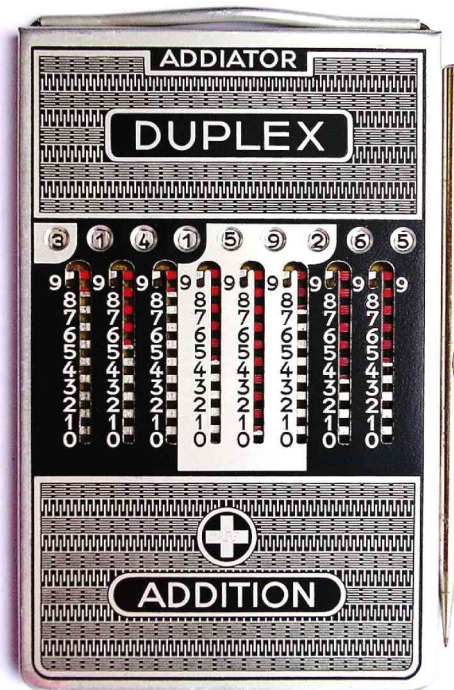
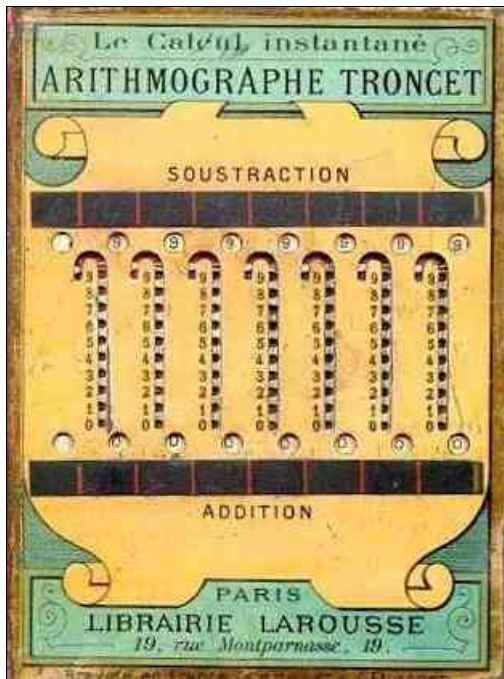
*Brevetto dell'aritmografo Troncet, derivato dal progetto di Perrault, 1889*

Gli addiator hanno normalmente due moduli per inserire i numeri: sul davanti per addizionare e sul retro con la numerazione invertita per sottrarre, oppure semplicemente uno sopra l'altro.



*Addiator Kingson del 1985: niente è cambiato in quasi 100 anni*





*Il Troncet del 1889 e l'Addiator del 1979 non presentano differenze apprezzabili*



*Un modello in esadecimale per programmatore di computer (pag.23)*

Il progetto originale rimase uguale negli anni ed una delle poche varianti fu l'elegante Locke Adder che si poteva utilizzare senza stilo. Nonostante la vivace colorazione dei cursori era però difficile da leggere e rimase un esperimento isolato.



*Locke Adder, ca. 1905: di colorazione vivace ma poco pratico*

Gli aritmografi furono estremamente popolari per quasi 100 anni. Non più commercializzati in Europa dopo il 1979 rimasero in produzione per il mercato sovietico fino al 1988 e le rimanenze erano ancora in vendita all'inizio degli anni '90. I Russi, infatti, non avevano pile per le nuove calcolatrici elettroniche!

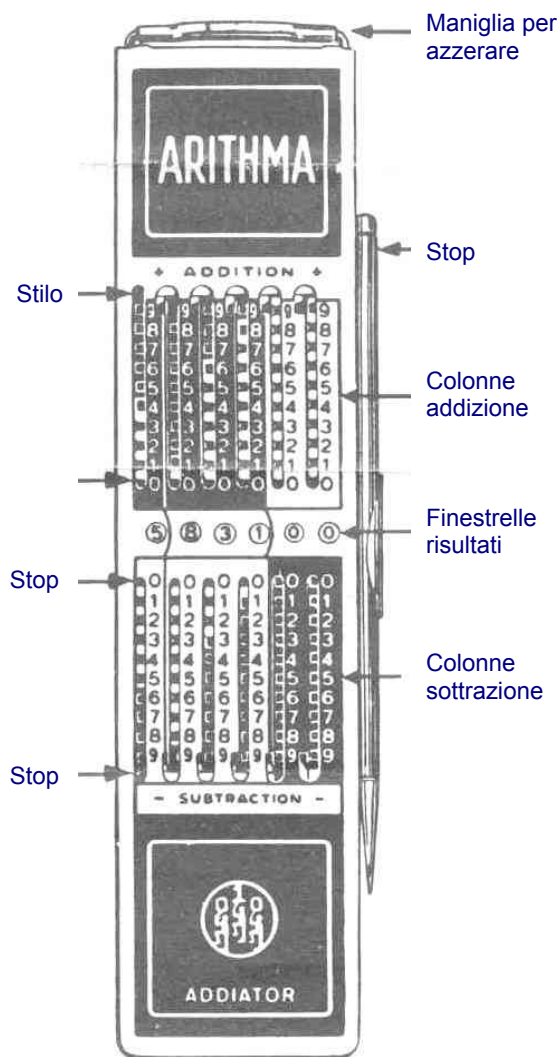


## Scheda - Calcolare con l'aritmografo

Anche in questo caso le istruzioni sono sintetiche ma, se doveste trovarne uno, comunque sufficienti per incominciare a far di conto. E' una macchinetta davvero intuitiva da utilizzare e si trova ancora nei mercatini telematici dell'usato per pochi euro. Non sarà poi un problema apprendere l'uso dello stilo: è uguale a quello che adoperiamo nei computer palmari!

### Istruzioni per l'Addiator Arithma

*L'aritmografo più piccolo e preciso del mondo*



Per azzerare tirate la maniglietta superiore e rimettetela a posto: le finestrelle saranno ora tutte a zero e l'Addiator è pronto per operare. Se il simbolo "↓" dovesse rimanere in una finestrella infilare lo stilo nella scanalatura a sinistra della colonna interessata e portatelo verso il basso fino a quando non appare lo zero.



Per le addizioni usate la parte superiore dell'Arithma, infilando lo stilo nella scanalatura della colonna a sinistra del numero che volete addizionare.

Se la scanalatura è bianca spingete in basso lo stilo, verso la finestrella, fino allo stop.

Se la scanalatura è rossa tirate verso l'alto lo stilo, via dalla finestrella, seguendo la curva della scanalatura fino allo stop.



Per le sottrazioni usate la parte inferiore dell'Arithma, infilando lo stilo nella scanalatura della colonna a sinistra del numero che volete sottrarre.

Se la scanalatura è bianca tirate verso l'alto lo stilo, verso la finestrella, fino allo stop.

Se la scanalatura è rossa spingete in basso lo stilo, via dalla finestrella, seguendo la curva della scanalatura fino allo stop.

#### RICORDATE

La scanalatura, quando è bianca, va sempre verso il centro.

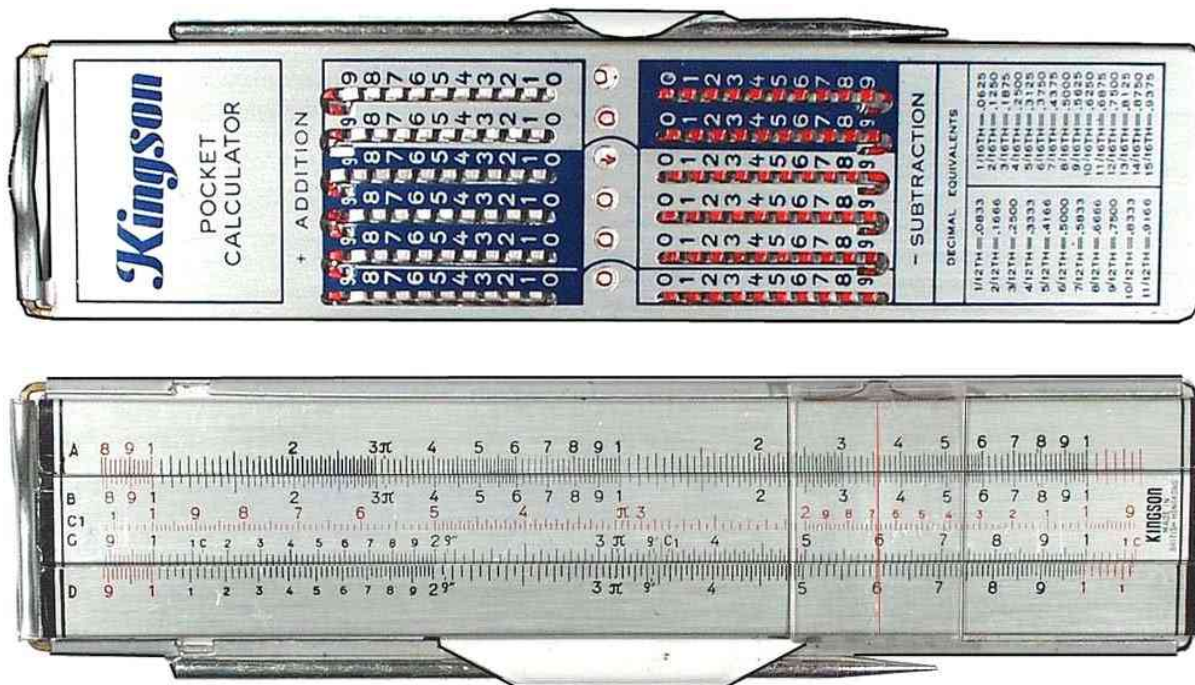
La scanalatura, quando è rossa, va sempre via dal centro.

Spingete sempre lo stilo fino allo stop.

#### COME ESEGUIRE LE OPERAZIONI

$$\begin{array}{r} 673 \\ + 5269 \\ + 734 \\ \hline 6676 \\ - 845 \\ \hline 5831 \end{array}$$
 Esempio:  $673 + 5.269 + 734 - 845 = 5.831$ . Inserite i numeri normalmente, da sinistra a destra, infilare ora lo stilo nel 6 nella terza colonna da destra e spingete verso il basso fino allo stop. Fate lo stesso con il 7 ed il 3. Le finestrelle mostreranno 673. Adesso aggiungete 5.269. Il 5 della quarta colonna ed il 2 della terza da destra devono essere spinti in basso fino allo stop, ma il 6 ed il 9 mostreranno la scanalatura rossa e dovranno invece essere tirati verso l'alto, seguendo la curva, fino allo stop. Adesso basta aggiungere 734 ed il risultato 6.676 apparirà nelle finestrelle. Per sottrarre 845 utilizzate la parte inferiore: l' 8 della terza colonna mostrerà la scanalatura rossa ed andrà spinto verso il basso, seguendo la curva, fino allo stop. Il 4 ed il 5 devono essere semplicemente tirati verso l'alto fino allo stop. Le finestrelle mostrano ora 5.831.

Queste macchinette sono semplici addizionatrici e per gli usi contabili venivano integrate con le tavole di moltiplicazione illustrate nella prossima pagina. Per gli ingegneri si produceva invece una versione che aveva un regolo (schede alle pagine 69 e 84) inserito sul retro. Avevano così tutte le funzioni di una calcolatrice tascabile, ma l'immagine in basso rappresenta un modello in grandezza naturale che ne mostra il principale difetto: è abbastanza complicato leggerne le scale.



*Tutto in un solo strumento: addiator con regolo integrato, ca. 1970*

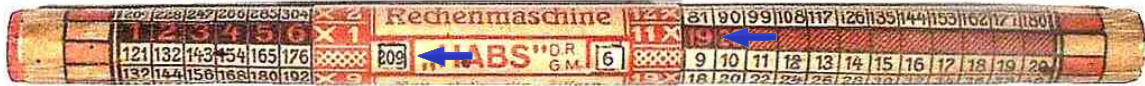


*I tempi cambiano: molto diversi questi annunci del 1935 e del 1965*



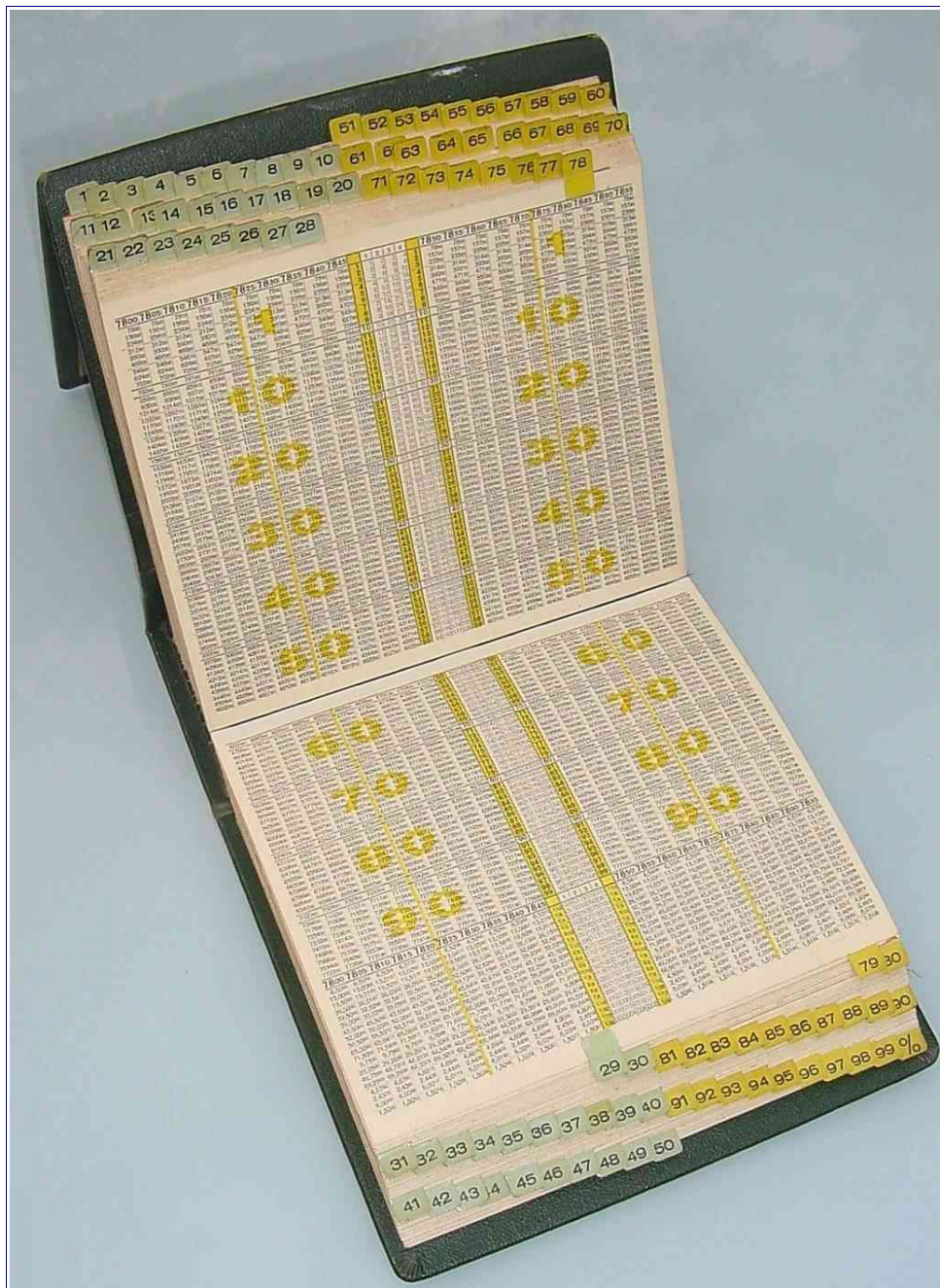
## Le tavole di moltiplicazione

Con aritmografi e pascaline risulta difficile moltiplicare e spesso venivano accompagnate da tavole di moltiplicazione che permettevano di effettuare facilmente le quattro operazioni con un investimento limitato. Esistevano modelli da taschino e grandi libri molto precisi: questi ultimi furono molto utilizzati dal Terzo Reich per allestire uffici nelle zone occupate pur senza disporre di personale qualificato. Basta infatti un po' di attenzione per non commettere errori ma la velocità di calcolo è molto modesta.



$$11 \times 19 = 209$$

**Tabellina cilindrica da taschino "Habs", fine '800**



**Bergmann "Unical", ca. 1938: la tavola di moltiplicazione del Terzo Reich**



## Scheda - Le vendite per corrispondenza

Dal 1869, col completamento della rete ferroviaria, il servizio postale americano fu in grado di garantire rapide consegne in tutto il Paese e cominciarono così le vendite per corrispondenza. Le fabbriche avevano pochi rappresentanti sul territorio e mettevano annunci sui giornali, spedendo poi velocemente la merce. Basta scorrere una vecchia copia di *Popular Mechanics* o del catalogo Sears, 530 pagine nel 1909, per rendersi conto dell'entità del fenomeno: c'erano in listino anche automobili, altro che e-commerce! I calcolatori, soprattutto i modelli più piccoli come pascaline ed aritmografi, sono sempre stati venduti con questo metodo e le prime inserzioni del Webb Adder risalgono addirittura al 1868.

# THE ADDER

It will add two columns of figures with absolute accuracy. It gives instantaneous results, and makes no mistakes. It saves an immense amount of time. It prevents brain exhaustion. The following is one of many high indorsements:

UNITED STATES SIGNAL OFFICE, WASHINGTON.

"Several Webb Adders have been in constant use in this office, and have recommended themselves by their accuracy and rapidity."

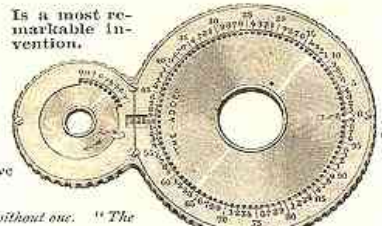
GEN. A. W. GREEN, CHIEF SIGNAL OFFICER.

*Any man or woman who has much to do with figures cannot afford to be without one. "The Adder" saves both time and money.*

Price, \$7.00. Sent by mail (at customer's risk) on receipt of price and 15 cents postage; or by express (at customer's charge). Send for a circular, with full-size cut, description and testimonials from users in all parts of the country.

**WEBB'S ADDER CO. 58 Cedar St. New-York.**

Is a most remarkable invention.




1/2 Size.

**"La più rimarcabile invenzione": Webb Adder, ca. 1891 (pag. 24)**

**NOW EVERYBODY CAN HAVE AN ADDING MACHINE**

The ingenious plan of the Locke Adder avoids all use of complicated, costly mechanism. Will do more work than machines costing hundreds of dollars. Capacity—999,999. Price \$5.00 and \$10.00, prepaid in U. S. Write for free booklet. Agents wanted.

**C. E. LOCKE MFG. COMPANY,**  
98 Walnut Street, Kensett, Iowa.



**Locke**

*Buy a Locke Adder to Assist your Brain.*

**Is it necessary to spend \$180 to \$400 for a mini calculator?**

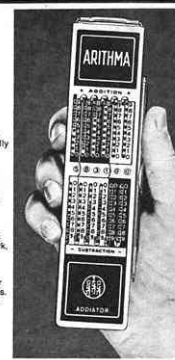
—When this professional little machine cannot make a mistake... keeps a running total automatically... adds and subtracts up to 999,999... and costs \$3.98!

Called **ADDIATOR** it is precision engineered and is imported from West Germany. **ADDIATOR** weighs 3 oz. and fits in the palm of your hand. **ADDIATOR** saves time, money and errors. Just slip in pocket or purse. It goes with you anywhere. It's perfect for salesmen, students, housewives, businessmen, storekeepers, etc.

Balances checkbooks in nothing flat, totals bills, like lightning, checks grocery tapes, does homework, adds sales slips and car mileage, checks bridge and other scores... and does 101 other adding, subtracting chores in seconds.

Precision engineered, pocket comb size, super accurate. Full refund if you don't save \$10 in 60 days. Send \$3.98 for Aluminum model or \$4.98 for Deluxe Brass model. Add 25¢ for shipping, N.Y. Residents add sales tax.

**HARRISON-HOGE INDUSTRIES, INC.**  
Dept. 79-24  
St. James, New York 11780



**Locke Adder, 1901, e Addiator Arithma, 1972 (pag. 39)**

Automatic Portable Pocket Size  
**ADDING MACHINE**  
Guaranteed 1 Year



**"Golden Gem"**

Adding machine does the work as well as adding machines costing \$100 and over. Shipping weight 22 ounces.

**\$10 "GOLDEN GEM" \$10**

Complete The Handy Automatic Portable Adding Machine Complete

For only \$10 you can obtain an adding machine that will help you save ten times more than the cost in accuracy and time. The "Golden Gem" is extremely simple to operate as well as rapid and unfailingly accurate. It is light and compact and may be easily carried about. The "Golden Gem" is not an experiment—**SOLD MOSTLY THROUGH RECOMMENDATION OF PLEASSED USERS.** You will be delighted with it. **ORDER ONE RIGHT NOW!**

**TRIAL ORDER**

We guarantee complete satisfaction to every purchaser. If not entirely satisfied after purchasing, return machine any time within a ten day trial period and purchase price less any postage charges involved will be refunded.

ORDER FORM

**CALCULATOR MACHINE COMPANY,**  
P. O. Box 1118, Chicago, Ill., U. S. A.

( ) I am enclosing money order for \$10. Send one 7 column "Golden Gem" machine prepaid.

( ) Send one "Golden Gem" C. O. D. I will pay postman \$10 plus postage charges on delivery.

( ) Send details about agency proposition.

Name.....

Address.....

City..... State.....

PLEASE NOTE: We are sole manufacturers of the famous "Baby Calculator" vest pocket adder. Tens of thousands of these machines have been sold during past five years. Advertised price is \$2.50 each. To our former purchaser of the "Baby Calculator" who now orders the "Golden Gem" we will allow full credit for amount paid us for the "Baby Calculator" upon return of same prepaid to us. Ten day trial period does not apply on these transactions.

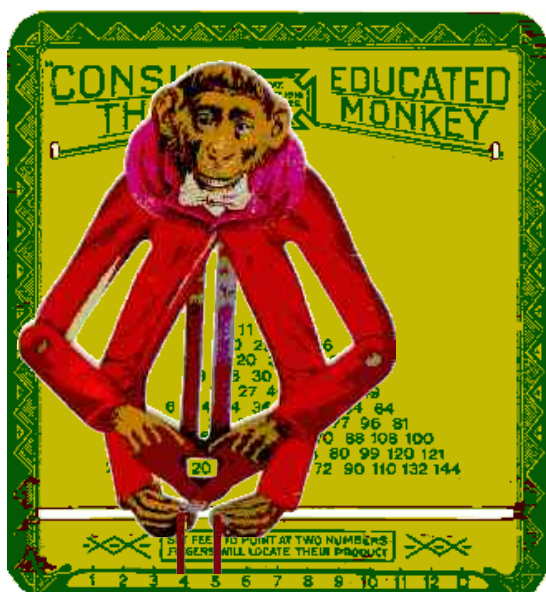
**Soddisfatti o rimborsati: Golden Gem, 1917 (pag. 37)**

## Scheda - La scimmietta matematica

Come tabella di moltiplicazione davvero particolare ebbe grande fortuna la divertente Consul Monkey di inizio '900. Permette ai bambini di apprendere le tabelline senza sforzo e la pubblicità recitava: "Non importa che gli scolari siano svogliati o disattenti, la scimmietta non perde mai la pazienza".

Posizionando le zampette sui numeri da moltiplicare il risultato appare magicamente fra le "manine" e si può inserire una scheda che permette di aggiungere: in questo modo i ragazzi capiscono al volo il rapporto fra addizione e moltiplicazione. E' una vera calcolatrice programmabile!

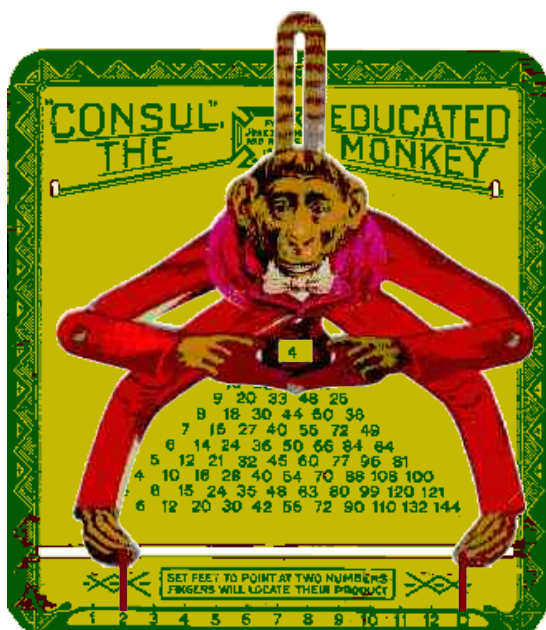
Naturalmente esegue anche le divisioni: il dividendo si inserisce fra le "manine" e il risultato si legge in corrispondenza della zampetta sinistra. Utilizzando il piccolo quadratino ad estrema destra si moltiplica al quadrato o si estraggono le radici. Ancora regolarmente in commercio viene usata in molte scuole estere ma in Italia è quasi sconosciuta. Un peccato, costa pochissimo ed è uno strumento didattico eccellente basato sulle proprietà dei triangoli rettangoli.



$$4 \times 5 = 20 \text{ oppure } 20 : 5 = 4$$



$$7 \times 12 = 84 \text{ oppure } 84 : 7 = 12$$



$$2 \text{ al quadrato} = 4 \text{ oppure radice di } 4 = 2$$



$$8 + 11 = 19; 19 - 8 = 11; 19 - 11 = 8$$









***Tipica calcolatrice a tastiera dimezzata, ca. 1947 (© John Wolff)***

Le tastiere estese erano così complesse e costose che si realizzarono anche calcolatrici “Half Keyboard” con numerazione fino a 5. Si risparmiavano metà macchina e metà spesa, ma 7 si doveva digitare come 4+3. Pensate di eseguire  $6.789,77 + 9.876,96 + 8.690,89$ : facile commettere errori. I costruttori principali furono Felt & Tarrant, Borroughs e Bell Punch, ma tutti i modelli venivano chiamati Comptometer dal nome ideato da Felt nel 1887. Molti furono dotati di stampante e la tastiera estesa ebbe grande diffusione in altri tipi di calcolatori, anche elettronici.



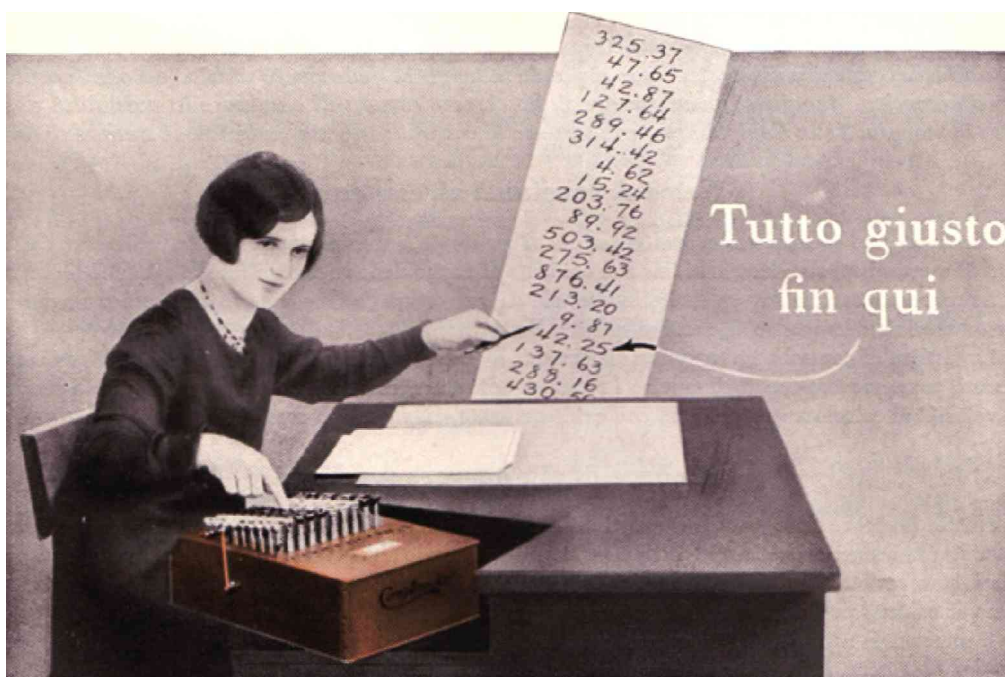
Courtesy Nigel Tout  
([www.VintageCalculators.com](http://www.VintageCalculators.com))

***Il primo calcolatore elettronico utilizzabile negli uffici:  
Bell Punch “ANITA” (A New Inspiration To Arithmetic), 1961***

## Scheda - L'operatore di tastiera estesa

Questi sono alcuni esempi delle prove che si dovevano superare per essere assunti come "computer" in un'azienda: al tempo infatti con questa parola si designava l'operatore, che doveva essere in grado di lavorare rapidissimo come nel film "Tempi moderni". Più in basso una dimostrazione di affidabilità. Le informazioni provengono dal corso di calcolo della FIAT, ca. 1925, che utilizzava diverse centinaia di Comptometer ed aveva quindi una scuola propria, come anche la Rinascente dove già all'epoca si eseguivano più di 450.000 operazioni al giorno. Provate a rispettare questi tempi con una calcolatrice elettronica, non è facile far meglio.

1. Trovare in 40 secondi il costo totale di questa fornitura:  
2 tavole pioppo di metri 3,40 x 0,45 x 0,35 a lire 375/metro cubo;  
15 tavole pioppo di metri 3,40 x 0,47 x 0,55 a lire 370/metro cubo;  
6 tavole noce di metri 4,00 x 0,65 x 0,04 a lire 1.250/metro cubo.
2. Trovare in 8 secondi il costo di 100 unità sapendo che:  
- 135 unità pesano kg 0,875;  
- Il materiale costa lire 15,77 al kg.
3. Trovare in 11 secondi il costo di 145 metri di stoffa a lire 15,65/m, sconto 15%.
4. Trovare il costo totale in valuta britannica di questa fornitura:  
metri 1.328,35 a 0£ 3s. 9d. per metro  
metri 1.335,75 a 0£ 7s. 3d. per metro  
metri 1.403,53 a 0£ 5s. 11d. per metro
5. Addizionare in 4 minuti 500 scontrini di vendita.



In questo esempio la comptometrista ha operato correttamente fino al numero 9,87, ma nell'addizionare 42,25 (lo scontrino mostra punti e non virgole secondo l'uso americano) non ha abbassato bene il tasto 4: se n'è accorta?

Non poteva farne a meno perché la macchina si è fermata e non ha permesso di proseguire.

Ha dovuto rifare l'operazione?

No! Ha semplicemente completato il colpo e spinto il bottone rosso di rilascio continuando tranquillamente a lavorare. La tastiera sta sempre in guardia, non permettendo mai che un colpo incompleto registri un errore: anche in mani inesperte ogni tasto deve stampare il numero giusto.

## Scheda - I brevetti

Abbiamo visto a pagina 20 che Pascal ottenne un brevetto per il suo calcolatore: le "Lettere di Patente" erano infatti note in Inghilterra sin dal 1311. Lettera di Patente (in inglese il brevetto si chiama patent) viene dal latino "Litterae Patentes", cioè palesi in quanto prive di sigillo e di pubblico dominio al contrario delle "Lettere Chiuse" (Lat. Litterae Clausae, da cui clausola), indirizzate a qualcuno in particolare e sigillate. Brevetto deriva dal latino brevis: è un documento dal percorso burocratico rapido.

In Italia la protezione degli inventori comincia con lo Statuto Veneziano del 1474, dove si prescriveva che ogni nuova invenzione fosse comunicata al Governo in modo che fosse garantita contro gli emulanti per 10 anni. Si applicava particolarmente ai vetrai, la cui arte era essenziale per i Veneziani, ma già nel 1421 un brevetto era stato emesso a Firenze in favore di Brunelleschi per una imbarcazione in grado di trasportare sull'Arno i pesanti blocchi di marmo necessari alle sue opere.

Mentre in Italia la storia del brevetto rimase frammentata fra i vari Stati fino all'Unità, in Inghilterra Re Enrico II migliorò le leggi preesistenti nel 1555 introducendo l'obbligo di allegare una descrizione e creando così la tradizione britannica della tutela. In Francia i Brevets d'invention, o Privilegi, erano garantiti dalla Monarchia dopo essere stati esaminati dall'Académie Française ma dopo la Rivoluzione vennero rilasciati senza esame in quanto la proprietà intellettuale fu considerata un diritto naturale. Furono sempre costosissimi e Pascal fu fortunato che Re Sole lo beneficiasse dell'esenzione: da qui la formula "Gratis" in calce al documento (pag. 21), che esiste ancora ed è la più antica "patente" di un calcolatore.

Negli Stati Uniti la costituzione di un ufficio Brevetti & Copyright fu caldeggiata nel 1787 da James Madison, convinto che "I diritti degli inventori ed il bene pubblico coincidono perfettamente" e l'ufficio fu creato nel 1790 con la raccomandazione di considerare solo le invenzioni "utili ed importanti". I brevetti erano essenziali per la nuova Nazione, tanto che i primi direttori ne furono Jefferson e Knox. In principio si richiedeva che venisse depositato un modello funzionante dell'invenzione ed erano esaminati attentamente gli studi dell'inventore per accertarne i diritti esclusivi, ma col tempo i brevetti furono rilasciati dietro la sola consegna di una descrizione ed il pagamento di una modica tassa. Antonio Meucci ed il suo socio Giuseppe Garibaldi, più noto per altri fatti, producevano candele proprio per pagare il brevetto del telefono ma non riuscirono a racimolare la somma necessaria e questo decadde, venendo quindi legalmente rilevato da Bell. Non basta avere buone idee, servono anche un po' di quattrini.

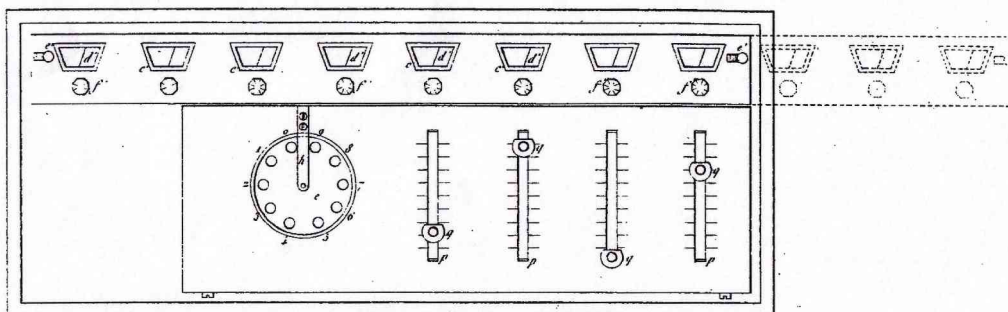
E' affascinante frugare negli archivi ma i primi 10.000 brevetti registrati negli U.S. vennero distrutti in un incendio e ne restano ben pochi dei calcolatori più antichi.

18 novembre 1820,

BREVET D'INVENTION DE CINQ ANS,

Pour une machine ou appareil appelé *arithmomètre*,  
propre à suppléer à la mémoire dans toutes les opérations  
d'arithmétique,

Au sieur Charles-Xavier THOMAS, de Colmar, directeur  
et fondateur de la Compagnie du Phénix, à Paris.



**Estratto dal brevetto dell'Arithmomètre, 1820 (pag. 29)**



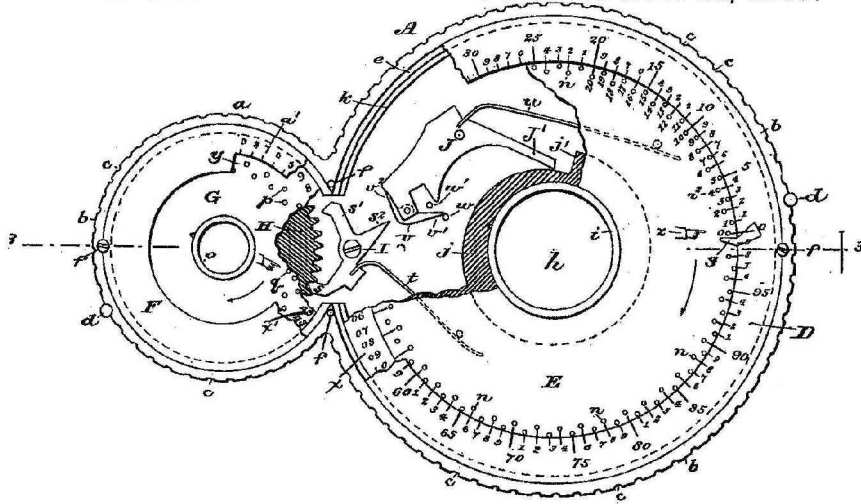
(No Model.)

2 Sheets—Sheet 1.

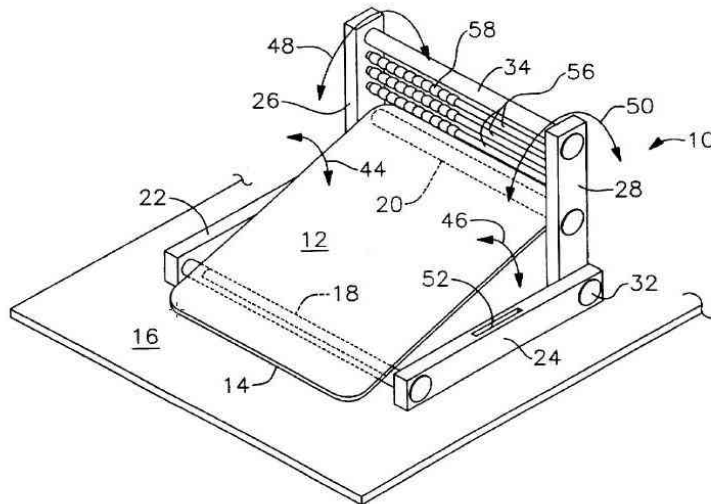
C. H. WEBB.  
ADDING MACHINE.

No. 414,959

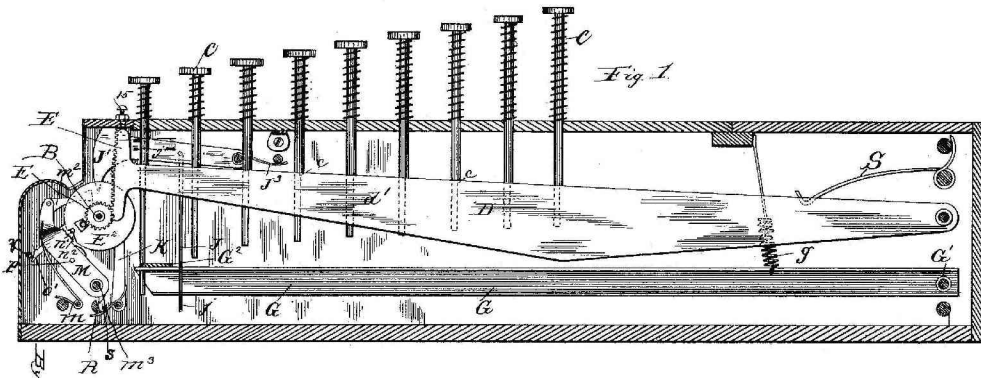
Patented Nov. 12, 1889.



*Immagine dal brevetto del Webb Adder visto a pagina 24, 1889*



*L'abaco è duro a morire: questo modello è stato brevettato nel 1998!*



*Immagine dal brevetto del Comptometer di Dorr Felt visto a pagina 45, 1887*

## La moltiplicazione diretta

Tutte le calcolatrici che abbiamo visto finora sono in realtà semplici addizionatrici in grado, ripetendo all'infinito addizioni e sottrazioni, di eseguire le 4 operazioni. Era necessaria una grande attenzione da parte dell'operatore e si era molto cercato di superare questo limite. Lo spagnolo Ramón Verea ed il francese León Bollée, noto come ideatore della "24 ore" di Le Mans, costruirono alcune macchine che moltiplicavano direttamente ma fu lo svizzero Hans W. Egli che, ispirandosi ai principi di Leibniz, brevettò nel 1893 il primo calcolatore in grado di funzionare efficacemente. Il suo "Millionaire" ebbe un discreto successo e dal 1913 incominciò a produrre un nuovo modello soprannominato MADAS (**M**ultiplication, **A**utomatic **D**ivision, **A**ddition, and **S**ubtraction). Il Millionaire terminò la carriera nel 1920 ma per la sua estrema robustezza (pesava ca. 40 kg) rimase in uso più di 30 anni in molti uffici. Le calcolatrici a moltiplicazione diretta sono faticose da azionare e vennero da subito dotate di servomotore elettrico.



*Il Millionaire e una delle ultime MADAS (© John Wolff)*

Cercando di migliorare le prestazioni delle MADAS l'americano J.R. Monroe, insieme al grande esperto del tamburo di Leibniz Frank Baldwin, costruì dal 1914 una sua linea di calcolatori. Composti da oltre 4.000 pezzi erano logicamente costosissimi e furono utilizzati principalmente nei laboratori scientifici o dove ci fosse necessità di effettuare numerose moltiplicazioni con operatori non allenati. Al tempo gli uffici sceglievano i vari modelli a seconda del compito da eseguire e la perfetta funzionalità in tutte le operazioni fu raggiunta solo nel 1956 con la Olivetti Divisumma. La moltiplicazione diretta venne sviluppata anche da altre fabbriche come la Friden, da ricordare per i suoi primi calcolatori elettronici, e l'italiana Lagomarsino.



*Le prime ed ultime Monroe, 1920 - 1970 (© John Wolff)*





## Long Division Blindfolded

*The Monroe is error-proof. Its operation is purely mechanical. You can even do Long Division without looking at the machine.*

TAKE, for example,  $33180.84 \div 98.7525$ . Depress the dividend, 33180.84, on the Monroe key board and turn the crank forward. The dividend appears in the lower dial. Then depress divisor, 98.7525, on the key board.

Now—simply as a test—blindfold yourself. Turn the crank backward. The Monroe is dividing for you. You can't make a mistake. The moment you turn too far, the bell rings. A few quick shifts of the carriage—a few turns of the crank and—

Look! There in the upper proof dials is your answer, 336. Time, 6 to 9 seconds—more than 4 times as fast as the old pad and pencil method which never was sure.

Subtraction on the Monroe is even faster than division. Turn the crank backward just once and

you have the correct answer. Multiplication and addition are done with equal facility—turn the crank forward, that's all.

Think what Monroe speed and accuracy will mean in your office. Tax bills out on time. Cost figures at the moment you need them. An end to re-checking. An end to costly hours of overtime wherever figure-work is done.

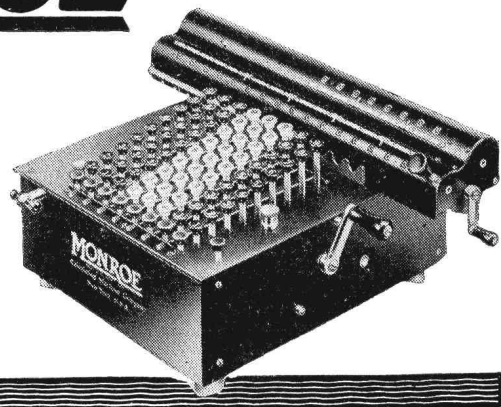
*Thousands of Monroes are meeting the figure needs in City, County, and State offices everywhere. A few representative users: New York State, Los Angeles, Cal. County, City of New York, City of Buffalo, City of Chicago.*

Don't guess that your figuring is correct—"Monroe it" and *know* that your answers are correct—without re-checking.

# MONROE

REG. U. S. PAT. OFF.

## Calculating Machine



**The "SHOW ME" Coupon—Mail it today**

Monroe Calculating Machine Co., Woolworth Bldg., N. Y. 15

Without obligation (check items desired)

Send us a copy of "Book of Facts"

Arrange for a demonstration in our own offices.

Dept. ....

Address .....

Your Name .....

A. C. 6-20

**Una pubblicità anni '30 della calcolatrice Monroe: spiega chiaramente come sia facile ed intuitiva ma oggi pochi riuscirebbero ad utilizzarla!**



## La tastiera moderna

La tastiera con disposizione moderna dei tasti venne inventata nel 1914 da David Sundstrand per le sue addizionatrici e questo layout fu ripreso in molte macchinette economiche. Nel 1945 fu adottata dalla Olivetti per la Divisumma, la miglior calcolatrice mai costruita, divenendo così l'indiscusso standard mondiale pur non essendo particolarmente pratica. La tastiera dei telefoni è invece diversa, risale ai dischi combinatori che avevano i numeri ordinati in fila, mentre le lettere indispensabili per inviare gli SMS sono nate nel 1922 per memorizzare i recapiti: una lavanderia poteva richiedere il 1-800-528-6379 che si pronunciava 1-800-LAUNDRY. Al tempo c'erano pochi numeri e si poteva fare.



*Tastiera Sundstrand, touchpad, disco combinatorio e layout di telefono moderno*

### Scheda - Calcolare con la tastiera moderna

Vediamo come operare con la Contex 10; il display indica solo il risultato e non i numeri inseriti:

- Per cancellare il registro premere il tasto spazio [C].

- Per azzerare la tastiera spostare il tasto rosso di correzione all'estrema destra.

**Addizione:**  $722 + 421 = 1.143$ . Inserire 7-2-2 nella tastiera, premere il tasto più [+] ed inserire 4-2-1, premere di nuovo il tasto più [+]. Il registro indica ora il risultato.

**Sottrazione:**  $722 - 421 = 301$ . Inserire 7-2-2, premere il tasto più [+] ed inserire 4-2-1, premere il tasto meno [-]. Il registro indica ora il risultato.

**Moltiplicazione:**  $722 \times 421 = 303.962$ . Inserire 7-2-2, premere il tasto di moltiplicazione [x] ed inserire 1-2-4 nella tastiera. Il registro indica ora il risultato.

**Divisione:**  $625/25 = 25$ . Inserire 6-2-5, premere quick-shift [-:-] ed il tasto più [+], inserire 2-5. Premere quick-shift [-:-], il tasto di divisione [DIV] e il tasto meno [-]. Quando la macchina si ferma, annotare il numero rosso nella finestra quoziente a destra del registro, "2": questa è la prima cifra del risultato. Premere ora il tasto Invio [-.], quando la macchina si ferma annotare la cifra in rosso nella finestra quoziente, "5", che è la seconda cifra del risultato.

Un curioso sistema per inserire i numeri utilizzando un combinatore telefonico fu brevettato in Italia negli anni '50 dall'ingegner Lanza, già nominato a pagina 22. In pratica si immetteva il moltiplicando sulla tastiera ed il moltiplicatore col disco, ma era solo una complicazione e non ebbe successo.



*Contex 10, 1965 (© John Wolff) e calcolatrice Lanza prodotta dalla Everest*

## Capellaro, Olivetti e la Divisumma

Natale Cappelletti entrò in Olivetti nel 1916 come apprendista operaio, nel 1943 divenne direttore dell'Ufficio Progetti e nel 1960 assunse la Direzione Tecnica. Due anni dopo gli venne conferita la laurea ad honorem in ingegneria e per le sue straordinarie realizzazioni merita un posto di primo piano fra i grandi inventori.

Da operaio era addetto al montaggio delle macchine da scrivere ma da progettista sarà il creatore di quasi tutte le calcolatrici Olivetti. Il suo primo modello fu l'Elettrosomma del 1945 a cui seguì nel 1956 la Divisumma che pose l'Olivetti ai vertici del mercato mondiale. Era la prima calcolatrice in grado di compiere le quattro operazioni senza bisogno di operatori specializzati, la prima a racchiudere tutte le caratteristiche moderne senza derivare dai principi del 1600. L'obiettivo di tanti inventori si era finalmente realizzato, purtroppo in ritardo, e queste macchine dotate di tastiera Sundstrand e stampante integrata ebbero vita breve: l'elettronica stava ormai giungendo a maturità e le ultime Divisumma non furono più meccaniche.

La serie comprendeva la Multisomma (somma, sottrazione e moltiplicazione), la Divisumma (anche divisione) e la Tetractys (dal nome della successione pitagorica dei numeri naturali), dotata di memoria meccanica, motore elettrico e doppio totalizzatore, che rappresentava lo stato dell'arte. Nessuna aveva il display e sia i numeri inseriti che i risultati si potevano leggere solo dopo essere stati stampati. Il segreto della loro velocità (molto sinteticamente) era questo: trovavano il modo più rapido per operare a seconda dell'operazione richiesta, riducendo per esempio  $3 \times 99.999$  a  $3 \times 100.000 - 1$ , impiegando quindi tempi ridottissimi. Niente di simile era stato mai concepito prima e Marcello Nizzoli, Ettore Sottsass e Mario Bellini ne curarono il design creando opere di riferimento per lo stile dell'epoca.

Si tratta di apparecchi complessi da realizzare ma venivano commercializzati a 10 volte il costo di produzione e, pur avendo il prezzo di una Fiat 500, ne furono venduti oltre un milione e mezzo: la Divisumma fu quindi fondamentale per la prosperità dell'Olivetti e venne definita scherzosamente *"La gallina dalle uova d'oro"*. Gli elevati guadagni rallentarono però l'azienda nello sviluppo delle calcolatrici elettroniche perché la Direzione si era convinta, come Henry Ford con la sua "T", che le calcolatrici tradizionali si sarebbero sempre vendute senza necessità di ulteriori investimenti. Un'occasione perduta per la Olivetti dove all'epoca, fuggito alla Intel Federico Faggin (pag. 32), lavorava il bravissimo Pier Giorgio Perotto. Era considerato *"Un cacciatore di farfalle che non avrebbe mai concluso nulla"* ma nel 1965 presentò con queste parole la sua "Perottina", primo Personal Computer della storia, al Bema Show di New York:

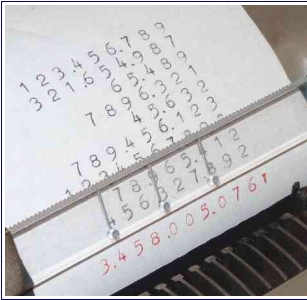
*"Sognavo una macchina amichevole alla quale delegare quelle operazioni che sono causa di fatica mentale e di errori, una macchina che sapesse imparare e poi eseguire docilmente, che immagazzinasse dati e istruzioni in modo semplice, il cui uso fosse alla portata di tutti, che costasse poco e fosse delle dimensioni degli altri prodotti per ufficio. Per questo ho creato un linguaggio nuovo che non necessita dell'interprete in camice bianco"*. Leibniz o Bill Gates non avrebbero saputo dire meglio.

Nessuno si era mai avvicinato tanto alla meta ma, nonostante al Bema Show ci fosse un impressionante afflusso di visitatori entusiasti, il progetto non venne sostenuto dalla Direzione e la storia del computer passò in un altro continente. I concorrenti, loro sì, avevano capito le sue potenzialità e cominciarono a copiare: nel 1967 l'innovativo Desk Top HP 9100 si dimostrò un clone della Perottina e la HP dovette pagare una multa di ben 900.000 dollari alla Olivetti, che diede poi simbolicamente un dollaro a Perotto. Questo il ringraziamento per aver dato avvio alla rivoluzione elettronica, chi diceva dell'Italia *"... ma la gloria non vedo"*? Oggi la Olivetti Programma 101, nome ufficiale della Perottina, è esposta al MoMa insieme alla Divisumma.



**Olivetti Divisumma, ca. 1960 (© John Wolff) e la Perottina del 1965**

## Le stampanti

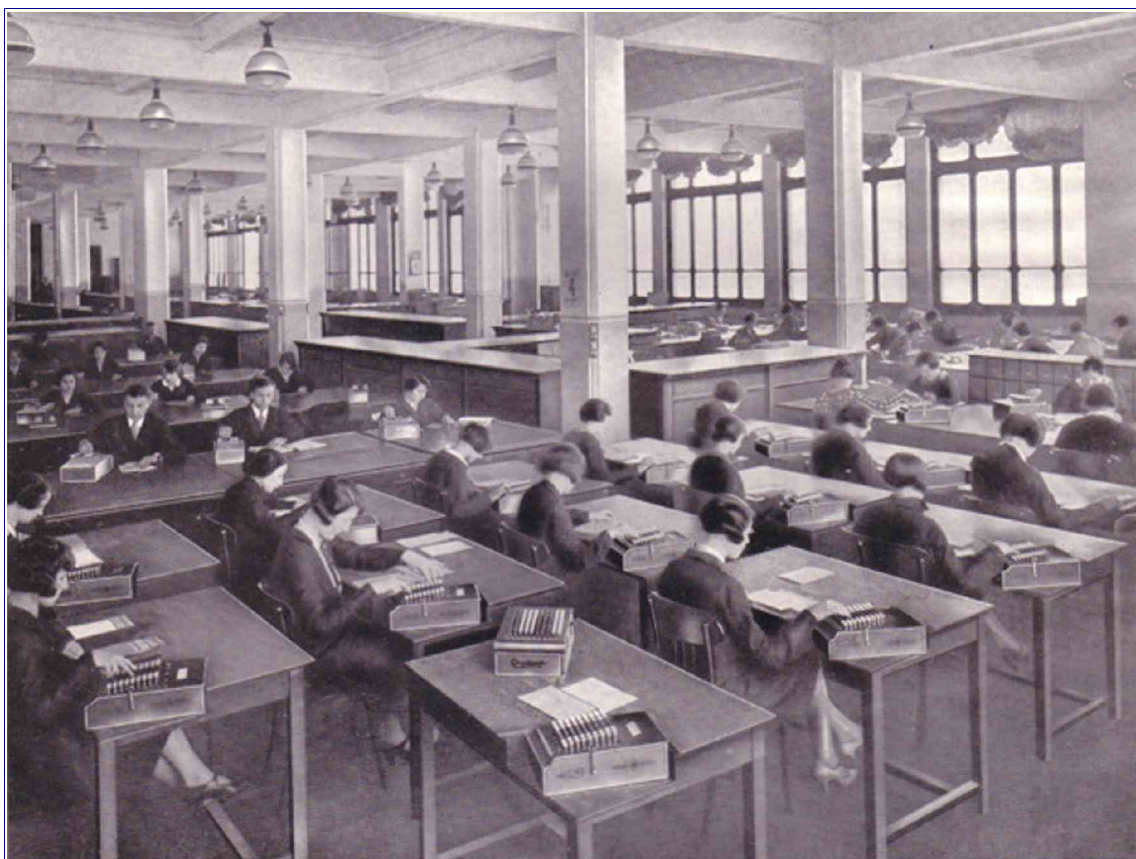


Eccetto che su pascaline ed aritmografi le stampanti vennero montate su tutti i modelli di calcolatori. Primo fu il Felt & Tarrant Comptograph del 1889, ancora poco affidabile, ma col tempo furono migliorate, elettrificate e rese sempre più piccole fino a poter stampare gli scontrini che tutti conosciamo. A fianco una addizione con la Lagomarsino Totalia, il risultato è in rosso. Il complicato meccanismo della stampante consuma energia e moltiplica gli attriti: per semplificarlo spesso si eliminava il display e l'operatore poteva controllare le cifre inserite solo dopo la stampa. Nel caso si fosse commesso un errore bisognava quindi annullare e ricominciare da capo.



*Vari modelli di calcolatrici con stampante (© John Wolff)*





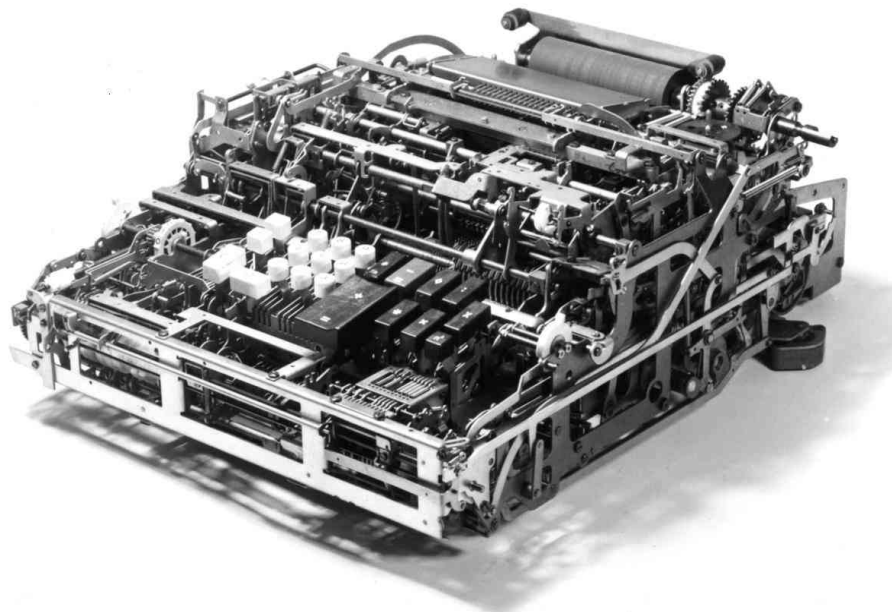
*Ufficio Costi, Paghe e Contabilità Produzione della FIAT, ca. 1920*



*Ufficio Costi, Fatturazione e Inventario della Rinascente, ca. 1920*

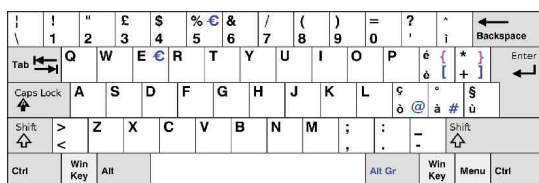
## La fine di un'epoca

Negli anni '60 le calcolatrici meccaniche venivano utilizzate in tutte le applicazioni commerciali e finanziarie: nei centri di calcolo più importanti si lavorava coi modelli a moltiplicazione diretta, nei grandi uffici c'erano le Odhner, derivate dal progetto di Leibniz, e le Key Driven inventate alla fine dell'800. I piccoli negozi avevano le pratiche pascaline e nel taschino erano sempre presenti gli aritmografi, disegnati da Perrault nel 1600. Un caso a parte le Olivetti che pur giunte tardi sul mercato lo stavano velocemente conquistando. Le prime calcolatrici elettroniche avevano costi ed ingombri eccessivi e non vi fu concorrenza fino al 1970, quando la diffusione del transistor e dei LED permise la realizzazione di apparecchi piccoli ed economici.

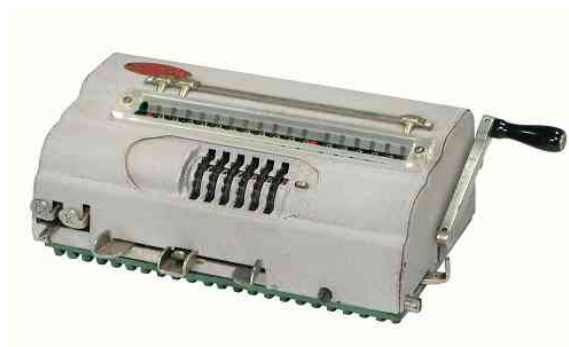


***Olivetti Logos, un record di permanenza negli uffici postali (© John Wolff)***

La transizione fu tuttavia lenta: ingegneri e scienziati sostituirono immediatamente i loro regoli, ma negli uffici queste macchine venivano cambiate solo quando si rompevano. C'era infatti una generazione di operatori esperti ed allenati ad utilizzarle e per questo motivo ancora oggi scriviamo con la stessa tastiera inventata nel 1878. Usandone una più moderna non saremmo più veloci ma solo disorientati: vorreste cambiare la vecchia con la nuova?



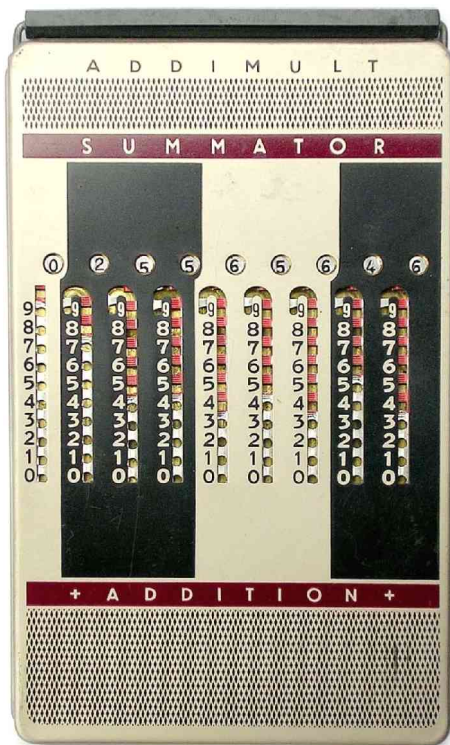
***Tastiera "qwerty" nata nel 1878 e modello ergonomico "NEO" del 2004***



***Contemporanee: mini calcolatrici meccaniche e Sharp elettronica***



Alla fine degli anni '80 le calcolatrici meccaniche si potevano ancora vedere negli uffici postali, poi sono definitivamente scomparse. Ci hanno accompagnato per secoli ma nessuno si ricorda più della loro esistenza.



*Nel 1973 si poteva scegliere fra questi due modelli ...*



*... e la nuova Divisumma elettronica: l'era del calcolo meccanico stava tramontando*



## Il più antico calcolatore della storia

*Last but not least*, nella sezione dedicata al calcolo meccanico, questo eccezionale reperto ritrovato nel relitto di una nave naufragata attorno all'80 a.C. sulle coste dell'isola greca di Antikythera. Nonostante sia stato scoperto agli inizi del '900 il suo funzionamento non è ancora stato del tutto chiarito, ma è certamente il primo tentativo di ottenere un risultato matematico utilizzando una macchina.



***I resti del “Calcolatore di Antikythera” al museo archeologico di Atene***

Si tratta di un planetario la cui provenienza è attribuibile alla scuola di Rodi dove, tra il secondo e il primo secolo a.C., operarono gli astronomi Gemino e Posidonio. Si hanno infatti notizie della costruzione di un planetario ad opera di Posidonio e anche Cicerone scrive di un planetario attribuito ad Archimede ma, prima di questo ritrovamento, era ritenuto improbabile che all'epoca si potessero realizzare strumenti così raffinati. Rispettandone l'architettura la Hublot ha presentato nel 2011 un prezioso orologio-cosmografo: è la prima volta che un mastro orologiaio si ispira a un movimento così antico.



***Il reperto: nella sua immagine radiografica si intravedono i vari rotismi***

Il meccanismo, composto da 32 ruote dentate, era azionato da una manovella e gli ingranaggi facevano ruotare delle lancette su 3 quadranti (i primi conosciuti). Il tutto aveva le dimensioni di una scatola di scarpe e la tecnica costruttiva presenta delle sorprese: il “cuore” del calcolatore è un ingranaggio epicicloidale, sistema composto da una o più ruote con asse fisso e da una con asse mobile, scoperto in Europa solo nel 1841. Questo principio, oggi utilizzato nei differenziali delle automobili col nome di “planetario”, nel calcolatore di Antikythera serviva per porre in relazione i moti di rotazione con i moti di rivoluzione astronomici.

Dalle porzioni rimaste si deduce che era in grado di determinare le posizioni di Sole e Luna rispetto alle costellazioni ed a prevedere le eclissi. Era concepito per il sistema eliocentrico: il rotismo principale ha infatti la funzione di riprodurre il rapporto 254/19 cioè le 254 rivoluzioni della Luna in 19 anni solari (Ciclo di Metone). Nelle poche iscrizioni leggibili compaiono precisi riferimenti a ulteriori cicli astronomici come il Ciclo di Callippo e il Ciclo di Saros, noto anche come ciclo delle eclissi.



*Ricostruzione del planetario eseguita da Tatjana J. van Vark*

**Da Olbia l'antico frammento**  
Ritrovato due anni fa, cambia la storia della tecnologia

*Giornale "Unione Sarda", 31 maggio 2008*



Nel 2006 ad Olbia, in Sardegna, è stata ritrovata una porzione di ruota dentata in bronzo risalente alla fine del terzo secolo a.C. e molto simile ai resti del calcolatore di Antikythera: si tratta del più antico ingranaggio della storia. La scoperta è fondamentale non solo per il periodo storico e per le piccole dimensioni (circa 4 cm di diametro) ma soprattutto per un aspetto sorprendente: i denti non sono triangolari, ma hanno una forma molto prossima all'evolvente di cerchio. Abbiamo visto quanta

difficoltà hanno avuto gli inventori per vincere l'attrito nei calcolatori meccanici, se avessero avuto a disposizione questa tecnologia, riscoperta solo alla fine dell'800, la storia sarebbe stata molto diversa.

### Credits

Le informazioni sul calcolatore di Antikythera provengono quasi testualmente da un articolo del Prof. Gian Nicola Cabizza, responsabile tecnico del planetario dell'Unione Sarda di Cagliari, pubblicato sulla rivista Mathesis Anno V - n. 11 - Dicembre 2008: [www.filosofiscienza.it/pdf/mathesis11.pdf](http://www.filosofiscienza.it/pdf/mathesis11.pdf).



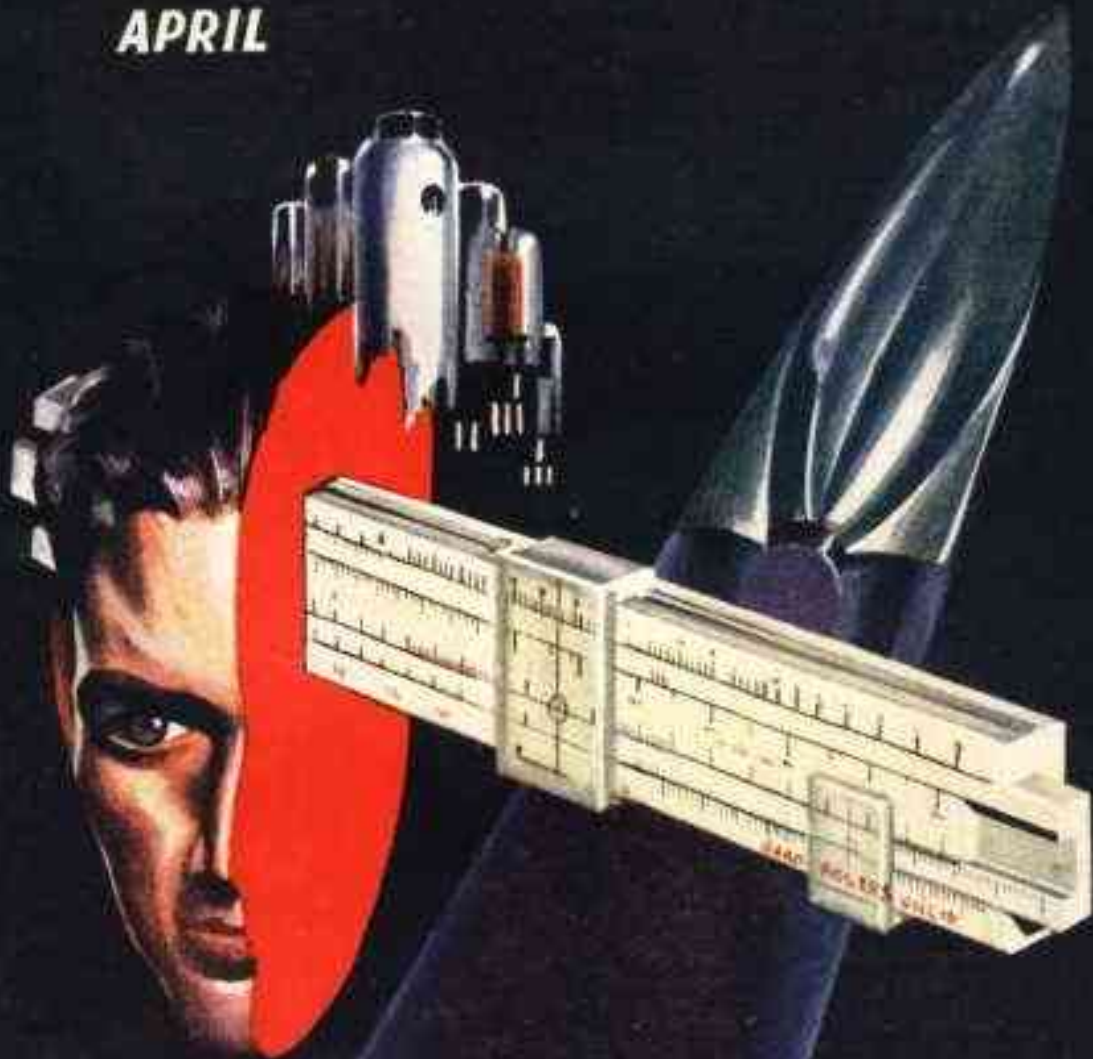
A STREET AND SMITH PUBLICATION



*Astounding*

# SCIENCE FICTION

APRIL



**GALACTIC  
GADGETEERS**  
by Harry Stine

I calcolatori analogici erano ritenuti insostituibili e se ne immaginava l'uso anche nel lontano futuro: cosa sarà domani dei nostri computer?