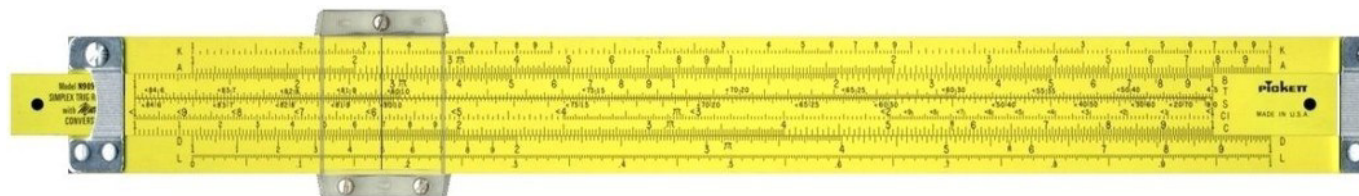


# CALCOLARE PRIMA DELLE CALCOLATRICI

4/11 maggio 2018 – Sale Esposizioni ACCIMO, Via G. Natta 2 – Cagliari-Elmas



I progetti della Endeavour di James Cook e del B52 furono calcolati con lo stesso strumento, che ha accompagnato gli ingegneri fino alle missioni lunari della NASA: ripercorriamone la storia in questa mostra interattiva.

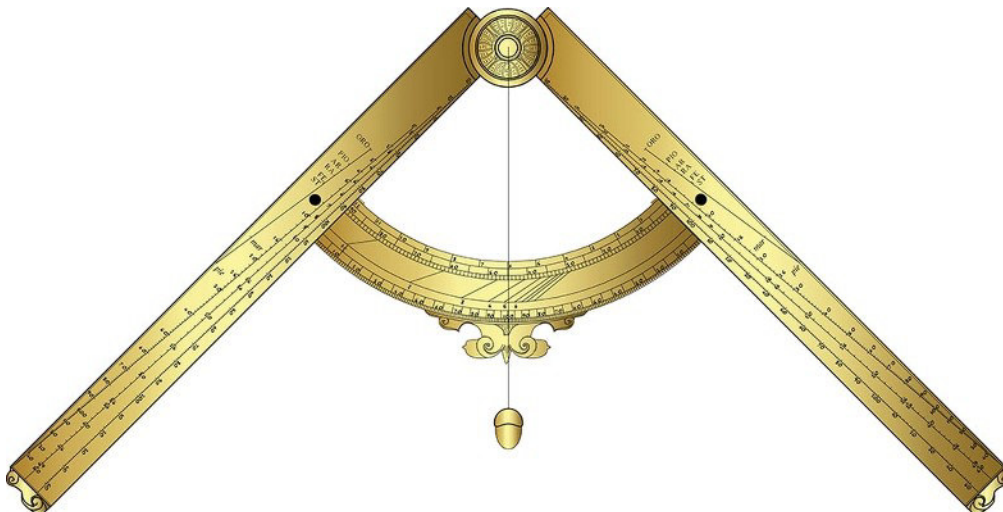


## Il compasso di Galileo

Nel XVI° secolo lo sviluppo delle scienze rese necessario il calcolo con grandi numeri e Galilei fu forse il primo a sviluppare uno strumento che aiutasse a risolvere le operazioni matematiche: moltiplicazione, divisione, radici, calcolo di aree e volumi, misura dei calibri, balistica, ecc.

Il suo *Compasso geometrico et militare*, basato sulla proporzionalità dei lati omologhi di due triangoli, era molto pratico per usi militari e Galileo lo pubblicizzò con metodi moderni, vendendolo in tutta Europa insieme al suo libretto di istruzioni intitolato *'Le operazioni del compasso'*.

Sul compasso sono riportate sette scale proporzionali (aritmetiche, geometriche, stereometriche, tetragoniche, poligrafiche, scala dei metalli e linee aggiunte), un arco di cerchio graduato munito di scala dei gradi, scala delle pendenze e quadrato delle ombre.



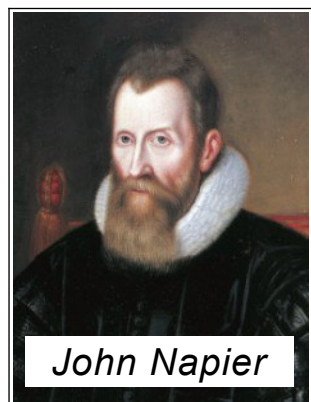
Il compasso di Galileo fu presto sostituito da altri strumenti di calcolo, ma sopravvisse a lungo in forme più semplici. Per eseguire con più precisione moltiplicazioni e divisioni Edmund Gunter vi aggiunse nel 1620 una scala logaritmica. Questo modello, chiamato *Sector*, si affiancò al compasso originale e rimase in dotazione alla Royal Navy fino al 1950 ca.



**Esposti:** riproduzione del compasso originale; versione francese denominata *'Pied de Roy'*, seconda metà del 1700; sector militare inglese, ca. 1940 - 50.

# I logaritmi

Nell'antichità si doveva calcolare a mano e il matematico inglese John Napier sosteneva: *'i calcoli sono un'operazione noiosa, questo è causa della disaffezione che si prova nei confronti della matematica'*.



Trovò la soluzione nel 1614 inventando i logaritmi, subito pubblicati in forma di tabelle col titolo: *'Mirifici Logarithmorum Canonis Descriptio'*. La storia del calcolo scientifico moderno inizia con un testo latino.

Il logaritmo, o *log*, (dal greco *logos* e *arithmos*, cioè ragionamento coi numeri) di un numero è l'esponente al quale elevare la base per ottenere il numero stesso. Il *log* di 100 in base 10 è 2: ( $10^2 = 100$ ).

Il prodotto di due potenze con uguale base è una potenza con la stessa base ed esponente dato dalla somma degli esponenti: moltiplicare è facile: basta cercare i *log* dei numeri nelle tavole e sommarli: troviamo il *log* del risultato che, riconsultando le tavole, convertiremo nel risultato vero. Coi logaritmi si può dividere, elevare a potenza ed estrarre radici.

$100 \times 1.000$  si esegue come:  $10^2 + 10^3 = 10^5 = 100.000$ . Naturalmente l'operazione è così semplice solo con 10, 100, 1000, ecc. Per tutti gli altri numeri il logaritmo va cercato fra le centinaia di pagine delle tabelle.

Logarithm table											Mean Difference								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.0	0	0.0043	0.0086	0.0128	0.017	0.0212	0.0253	0.0294	0.0334	0.0374	4	8	12	17	21	25	29	33	37
1.1	0.0414	0.0453	0.0492	0.0531	0.0569	0.0607	0.0645	0.0682	0.0719	0.0755	4	8	11	15	19	23	26	30	34
1.2	0.0792	0.0828	0.0864	0.0899	0.0934	0.0969	0.1004	0.1038	0.1072	0.1106	3	7	10	14	17	21	24	28	31
1.3	0.1139	0.1173	0.1206	0.1239	0.1271	0.1303	0.1335	0.1367	0.1399	0.143	3	6	10	13	16	19	23	26	29
1.4	0.1461	0.1492	0.1523	0.1553	0.1584	0.1614	0.1644	0.1673	0.1703	0.1732	3	6	9	12	15	18	21	24	27
1.5	0.1761	0.179	0.1818	0.1847	0.1875	0.1903	0.1931	0.1959	0.1987	0.2014	3	6	8	11	14	17	20	22	25

*I logaritmi da 1.0 a 1.5: la precisione dei risultati arriva a 8 cifre decimali.*

Il calcolo scientifico nasce non a caso in Inghilterra: la sua economia era legata alla navigazione e bisognava trovare strumenti per calcolare il punto nave, lo stesso impulso che le spedizioni spaziali diedero ai calcolatori elettronici. In Spagna il problema era meno sentito in quanto le rotte per il Centro America si svolgono per latitudine, necessitando di pochi calcoli.

**Esposte:** tavole, edizione del 1795, appartenute al Conte Brochard de la Rochebrochard e utilizzate per calcoli balistici nella *Bataille des Aubiers*, 1799.



## I bastoncini di Nepero

Napier inventò inoltre i '*bastoncini*', in inglese *Napier's bones*, presentati nel suo libro *Rabdologiæ* (dal greco *rabdos* e *logos*: calcolo coi bastoni) del 1617. ispirò all'uso medioevale di moltiplicare riempiendo delle caselle, moltiplichiamo, come esempio,  $235 \times 3$ :

- scriviamo esternamente ai riquadri le cifre dei due fattori e in ogni casella, separando le decine dalle unità, scriveremo il prodotto dei numeri corrispondenti alla riga e alla colonna (9 nella casella 3 ( $3 \times 3$ ), 15 nella casella 5 ( $3 \times 5$ ).
- sommiamo le cifre che si trovano sulla stessa diagonale a partire dall'angolo in basso a destra, riportando le decine alla diagonale successiva, ed avremo il risultato: 705.

2	3	5	
	0	1	3
		9	5
		0	0
		0	0

2	3	5	
0	0	1	3
6	9	5	
0	0	0	0
0	0	0	0
0	5	0	

I bastoncini di Nepero facilitano il lavoro fornendo caselle precompilate e dobbiamo solo sommare. Furono utilizzati fino alla metà del novecento, specialmente dagli agrimensori. Adesso rieseguiamo  $235 \times 3$  accostando i bastoncini intestati 2, 3 e 5:

x 3	2	3	5
	4	6	1
	6	9	5
	7	0	5

sommiamo in diagonale le cifre della terza riga (che corrisponde al secondo fattore **3**) da destra a sinistra tenendo conto di eventuali riporti e troviamo **5**, poi **0** ( $9 + 1$ ), poi **7** ( $6 + 1$  di riporto), ed avremo il risultato: 705.

Si può anche dividere e la versione completa include un bastoncino per estrarre radici e calcolare potenze.

**Esposta:** riproduzione dei *bastoncini* usati dagli agrimensori nel XIX secolo.

## Il regolo calcolatore

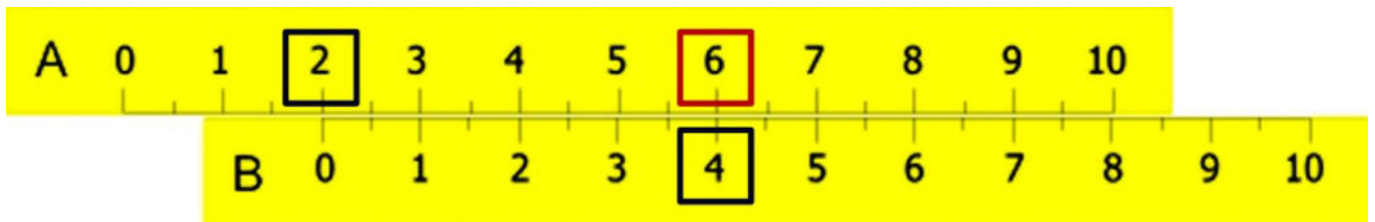
Coi logaritmi si ha una precisione di 8 cifre decimali: Keplero li utilizzò per calcolare le orbite dei pianeti, ma le tavole sono difficili da utilizzare negli impieghi giornalieri. Vennero comunque ristampate fino al 1980 circa.

Nel 1620 Edmund Gunter disegnò la scala logaritmica, marcando i numeri su di un righello ad una distanza dall'origine proporzionale al valore del loro logaritmo, questo un esempio semplificato:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0,301	0,477	0,602	0,699	0,778	0,845	0,903	0,954	1

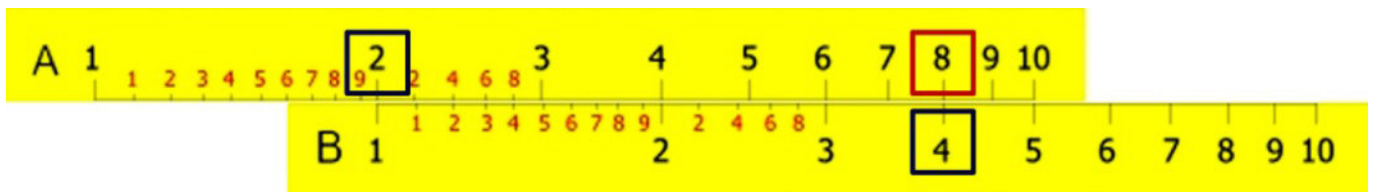


Sovrapponendo due scale metriche possiamo effettuare misurazioni lineari continue, calcolando in modo *analogo* all'operazione matematica. L'addizione analogica è però di scarsa utilità.



Con le scale metriche possiamo addizionare o sottrarre:  $2 + 4 = 6$  //  $6 - 2 = 4$ .

Utilizzando scale logaritmiche sfruttiamo le loro proprietà e senza cercare i log nelle tabelle basta addizionarli per eseguire moltiplicazioni e divisioni.



Con le scale logaritmiche invece moltiplichiamo e dividiamo:  $2 \times 4 = 8$  //  $8 - 2 = 4$ .

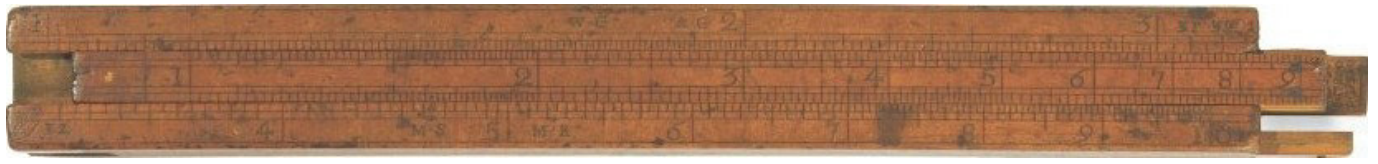
Il numero di decimali e la posizione della virgola vanno calcolati a mente. Per esempio, volendo eseguire  $1,237 \times 23$  bisogna ridurre gli operandi a numeri compresi fra 1 e 10, quindi  $1,237 \times 2,3$ .

Sui regoli le scale sono indicate da lettere: due le basiche, una sullo scorrevole e una sul corpo. Le altre servono per semplificare i calcoli di quadrati e radici, cubi e radici cubiche, elevazione a potenza, seni e tangenti, ecc. fino ad un massimo di 30. Per facilitare le letture viene montato sul corpo un cursore trasparente con una linea verticale.

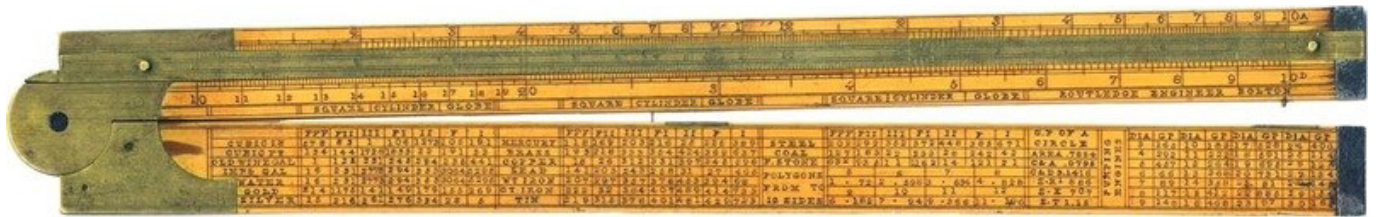


## Storia del regolo

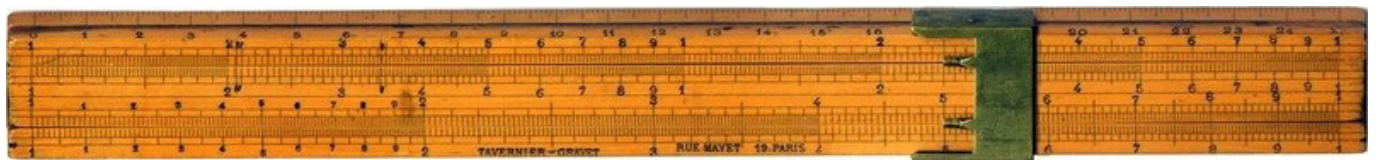
I regoli sono cambiati poco nei secoli, questi i modelli più significativi. Innovazioni principali: il cursore e l'evoluzione delle scale.



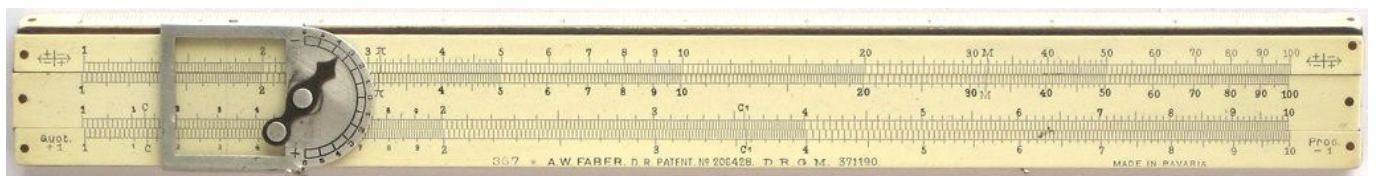
*Regolo per usi fiscali, inizi XVIII secolo.*



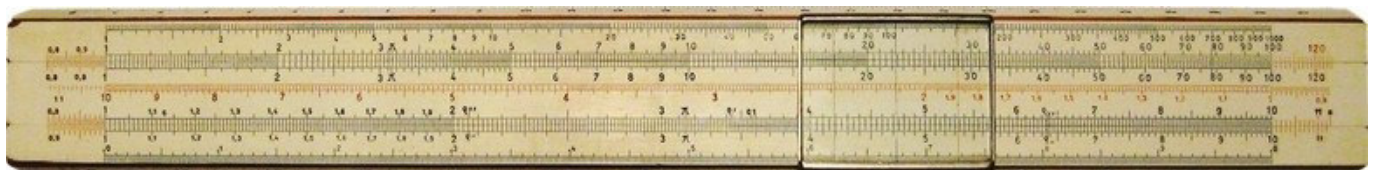
*Carpenter's Rule, XVIII secolo: lo scorrevole è in bronzo.*



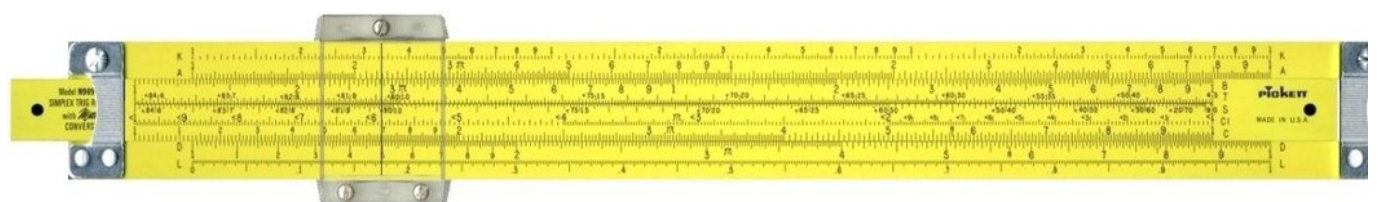
*Regolo Mannheim, ca. 1880: arriva il primo cursore.*



*Faber Castell, 1920: i cursori furono talvolta anche molto originali*



*Nestler 23, il preferito di Einstein e von Braun, ca. 1930.*



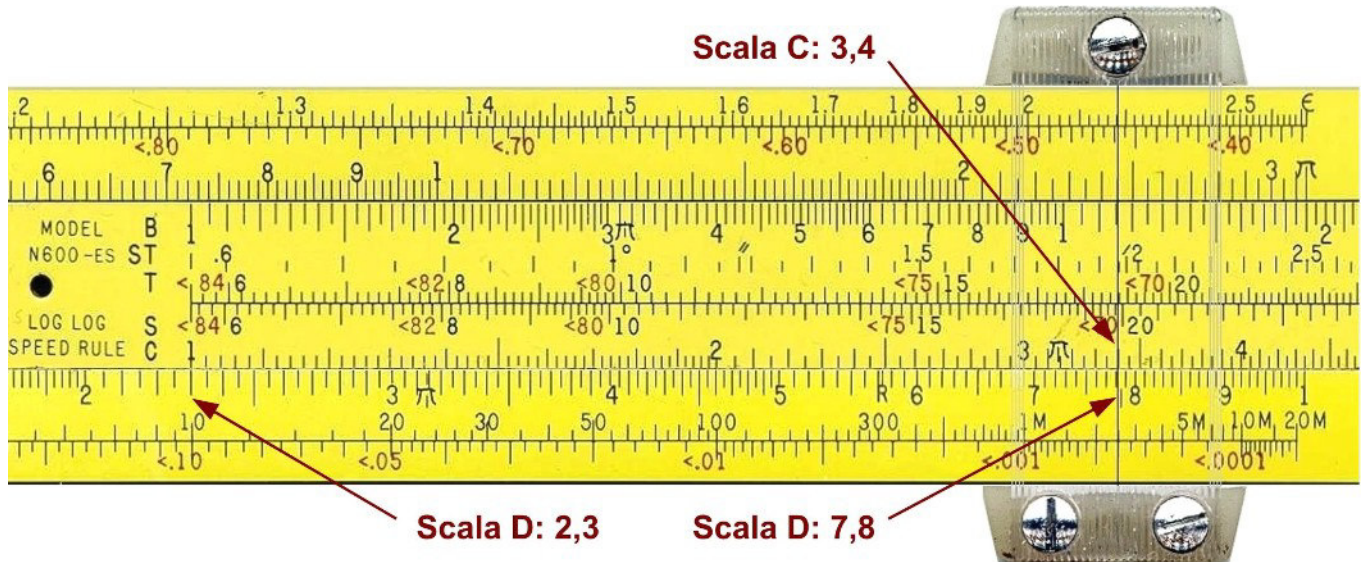
*Pickett N-909 in alluminio, ca. 1970.*



## Moltiplicazione (scale C e D)

Esempio:  $2,3 \times 3,4$

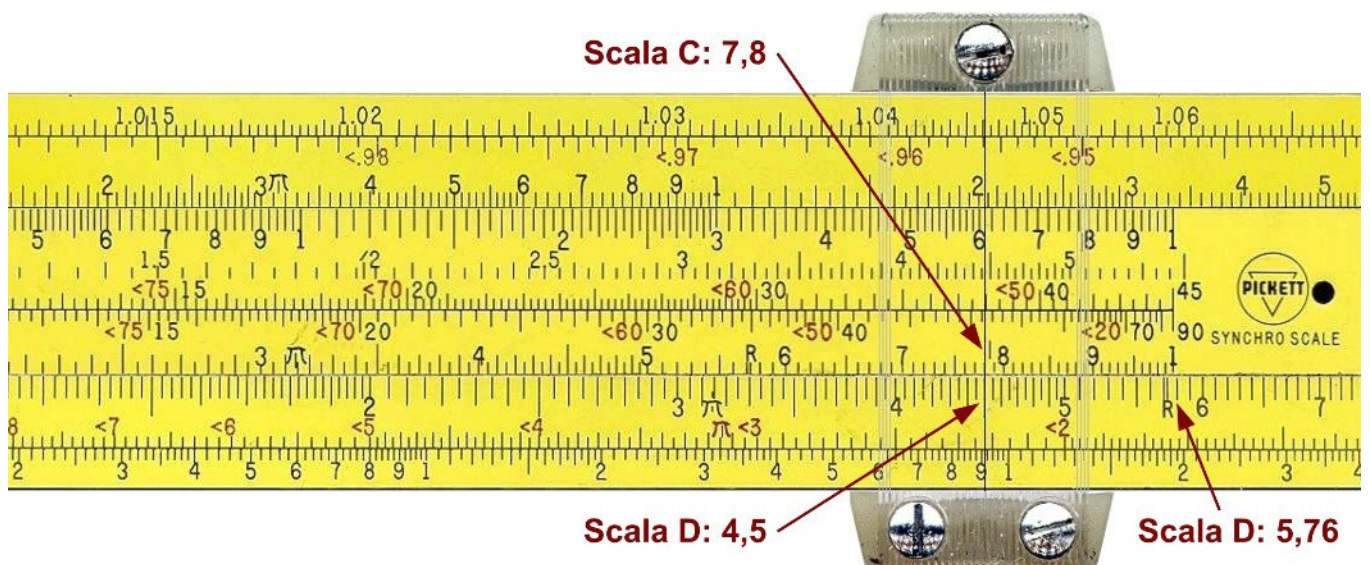
- posizionare l' 1 situato a sinistra scala C sopra il 2,3 della **scala D**;
- posizionare il cursore su 3,4 della **scala C**;
- sulla **scala D**, sotto il cursore, troviamo 7,8. Il risultato è ca 7,8.



## Divisione (scale C e D)

Esempio:  $4,5 / 7,8$

- posizionare il cursore su 4,5 della **scala D**;
- posizionare il 7,8 della **scala C** sotto al cursore
- l' 1 situato a destra sulla **scala C** è adesso su 5,76 della **scala D**; posizioniamo a mente i decimali (sappiamo infatti che  $4/8 = 0,5$ ) ed otteniamo il risultato: 0,576.

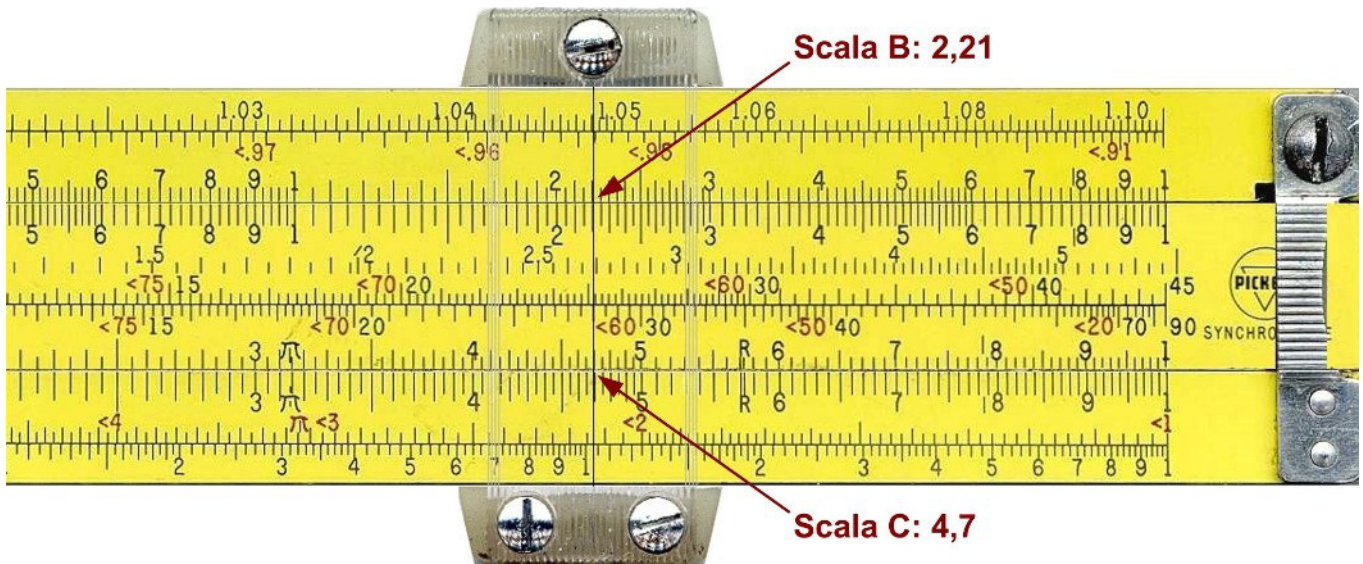




## Quadrati e radici (scale A, B e C)

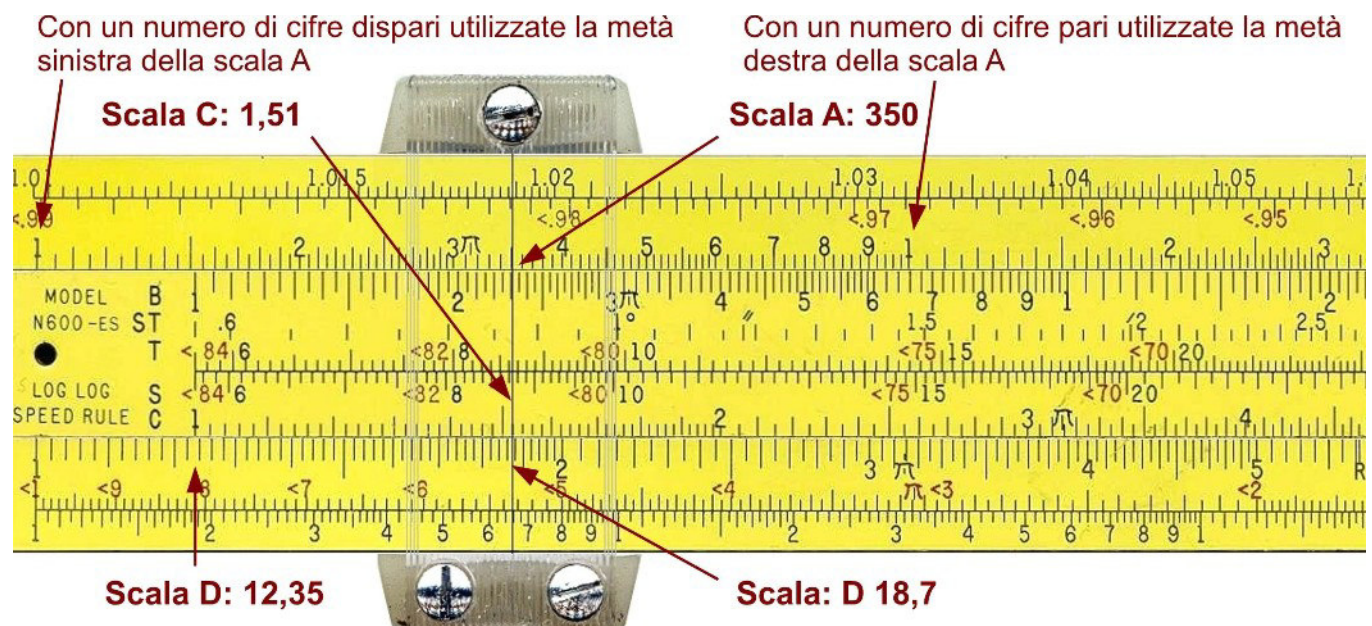
Esempio:  $4,7^2$

- posizionare il cursore su 4,7 della **scala C**;
- il cursore è su 2,2 della **scala B**; posizioniamo a mente i decimali (sappiamo infatti che  $5^2 = 25$ ) ed otteniamo il risultato: 22.



Divisione numeratore è una radice quadrata:  $\frac{\sqrt{350}}{1,51}$

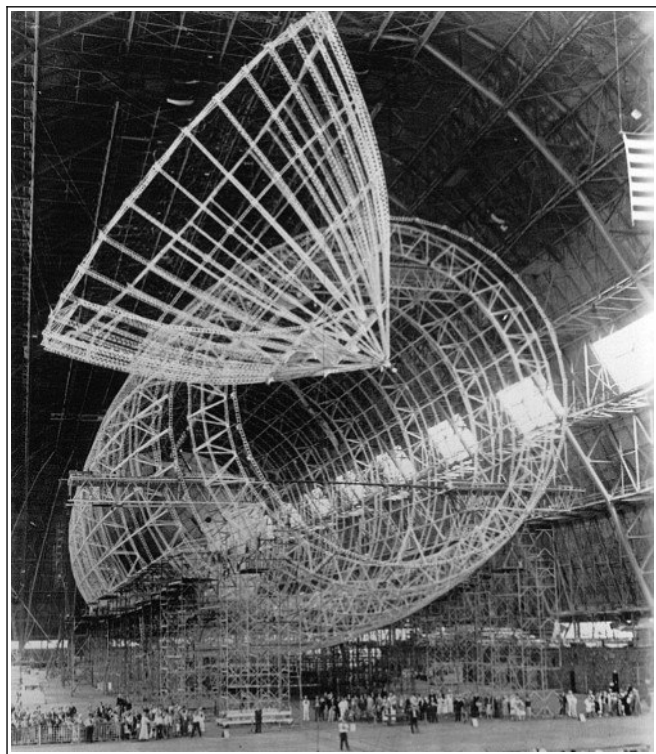
- spostando il cursore su 350 della **scala A** (numero dispari di cifre: lato sinistro) troviamo sulla **scala D** la sua radice quadrata: 18,7;
- facciamo coincidere 1,51 della **scala C** sulla linea del cursore: sulla **scala D**, sotto l'1 sinistro dello scorrevole, leggiamo il risultato: 12,35.





## I regoli a scala lunga

Con i regoli i calcoli sono approssimati e gli ingegneri arrotondavano al valore superiore. Per questo gli oggetti di un tempo sono belli robusti, ma per le opere più complesse è necessaria avere almeno 5 decimali e si utilizzavano regoli con scale circolari o a spirale: la precisione è infatti proporzionale alla loro lunghezza.



*Portaerei USA Akron (1929), scafo in alluminio di 240 metri per 100 tons. e 4500 HP. Un progetto sofisticato, si possono vedere due caccia pronti ad atterrare nel suo ponte interno.*



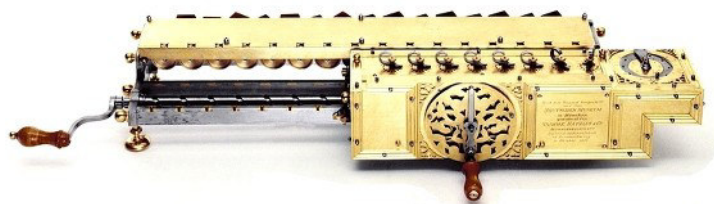
**Esposti:** Fuller, ca. 1938; Otis King, ca. 1945; Fowlers Circular, ca. 1930.

## Le calcolatrici meccaniche

Con bastoncini di Nepero, logaritmi, regoli analogici, nomogrammi, ecc. si possono solo eseguire moltiplicazioni, divisioni, elevazioni a potenza ed estrarre radici. Per le addizioni e sottrazioni occorrono le calcolatrici meccaniche digitali che, al contrario, non eseguono funzioni scientifiche.

Questi strumenti hanno avuto una storia diversa dai calcolatori analogici e per raccontarne l'evoluzione occorre una trattazione separata, qui ne accenniamo solo le origini.

I modelli sono molteplici ma discendono tutti dalle invenzioni di Pascal, 1642, Perrault, 1666, Leibniz, 1672. Sono rimasti in uso fino al 1975 ca.



*La 'Pascalina', 1642, e il 'drum calculator' di Leibniz, 1672.*

Le calcolatrici meccaniche hanno difficoltà con moltiplicazioni, divisioni o radici e rimasero confinate ai soli usi contabili. Furono il motore della globalizzazione finanziaria, ma fino alla seconda metà del '900 scienza e tecnologia si sono potute avvalere solo dei calcolatori logaritmici.

10 <sup>1</sup>	Tabulag	ita stabil
1	1	2 <sup>0</sup>
2	2	2 <sup>1</sup>
4	4	2 <sup>2</sup>
8	8	2 <sup>3</sup>
16	16	2 <sup>4</sup>
32	32	2 <sup>5</sup>
64	64	2 <sup>6</sup>
128	128	2 <sup>7</sup>
256	256	2 <sup>8</sup>
512	512	2 <sup>9</sup>
1024	1024	2 <sup>10</sup>

*Il sistema binario in una lettera di Leibniz, 1697. Si definisce il concetto di computer digitale.*

Per ovviare ai vari difetti delle calcolatrici meccaniche Leibniz progettò nel 1679 un calcolatore binario. Troppo avanzato per l'epoca venne costruito in Germania da Konrad Zuse solo nel 1938: è il padre dei moderni computer elettronici.

Le calcolatrici meccaniche sono in genere molto ingombranti ma alcune stanno comodamente in tasca. Qui mostriamo i modelli preferiti dagli ingegneri per le somme e sottrazioni. Talvolta erano direttamente montate sul retro dei regoli.

**Esposti:** CURTA Calculator Mod. I, 1956; Addometer, 1960; Faber Castell 67/22, 1973; Kingston Addiator, 1980; Didactic Addiator; Casio Hybrid, 1985.

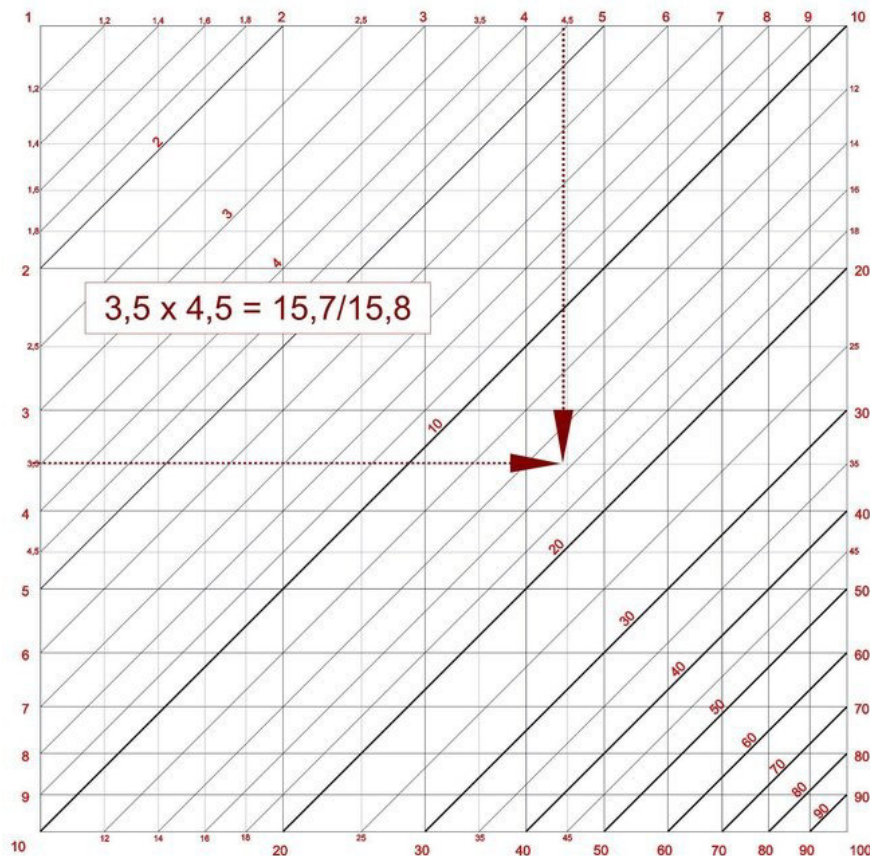


## L'Abaque Compteur Universelle, 1844

Nel 1844 Léon Lalanne creò l'*Abaque Compteur Universelle*, prima tavola grafica logaritmica, pensata come sostituto economico dei regoli.

Questo sistema di calcolo, prefigurato da Pouchet alla fine del '700, fu in seguito sviluppato da d'Ocagne che gli diede il nome di nomografia: è in sintesi la rappresentazione cartesiana dei rapporti matematici.

Con l'*Abaque* è possibile creare un'equazione a tre variabili, in termini attuali un programma di calcolo e si possono così realizzare grafici per la risoluzione di problemi specifici. Fu essenziale nella costruzione dei ponti ferroviari francesi, che oggi nessuno progetterebbe senza disporre di 8 decimali, ma fu presto surclassato dalla nomografia, molto più intuitiva.

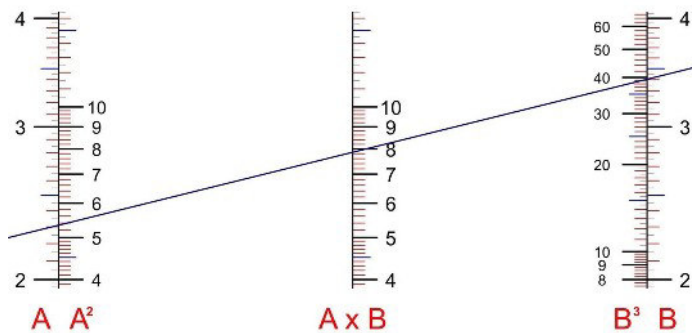


Eseguiamo  $3,5 \times 4,5$ : basta cercare l'intersezione dei due valori sulla diagonale e leggere il risultato. L'intersezione è vicino a 16 e possiamo valutare a occhio il risultato in ca. 15,7-8. In realtà  $3,5 \times 4,5 = 15,75$ , un errore inferiore al 2% che non inficia i calcoli di ingegneria.

L'*Abaque* originale consente di elevare a potenza, dividere, estrarre radici ecc. Come nei regoli le virgole e i decimali si calcolano a mente.

Esposto: *Abaco di Lalanne, 1844*. Uno dei 12 esemplari rimasti conosciuti.

## La nomografia



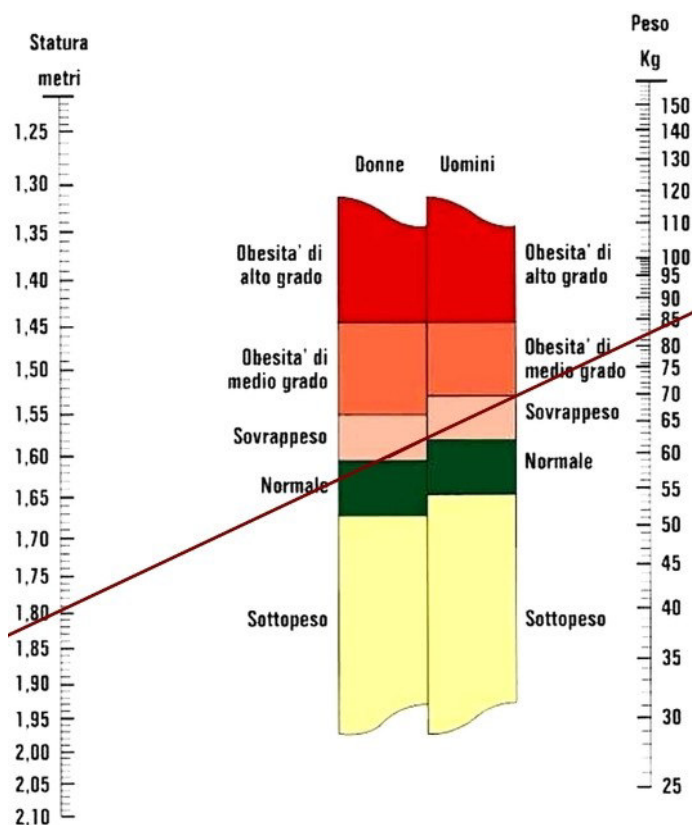
2,3 (scala **A**) x 3,4 (scala **B**) = 7,8 sulla scala **A x B**. Risultato corretto: 7,82.

Nel 1884 Maurice d'Ocagne riprese il lavoro di Lalanne sostituendo le scomode coordinate cartesiane con scale parallele. Il nomogramma è costituito da tre scale graduate: si identificano i valori del problema su due di esse e, congiungendole con un righello, leggiamo il risultato all'incrocio con la terza.

Le scale possono essere metriche o logaritmiche e nel secondo caso, sommando logaritmi, si può operare come con le calcolatrici scientifiche.

La nomografia ha permesso a tutti di effettuare calcoli con facilità, basta infatti tracciare una linea senza dover conoscere l'equazione da risolvere.

I nomogrammi sono strumenti analogici la cui precisione è limitata dalla risoluzione in cui si riescono a stampare, e quindi a leggere, le scale. Possono essere programmati per eseguire varie operazioni e spesso vengono inseriti in tabelle scorrevoli, chiamate Volvelle o Slide Chart.



Dalla fine dell'800 le Slide Charts sono diffusissime e trovano rapida soluzione ad una innumerevole quantità di problemi.

Anche i nomogrammi vengono sempre utilizzati per usi militari, in medicina ed in aeronautica; rapidi da consultare forniscono risultati sufficientemente precisi e per risolvere problemi specifici non hanno confronti.

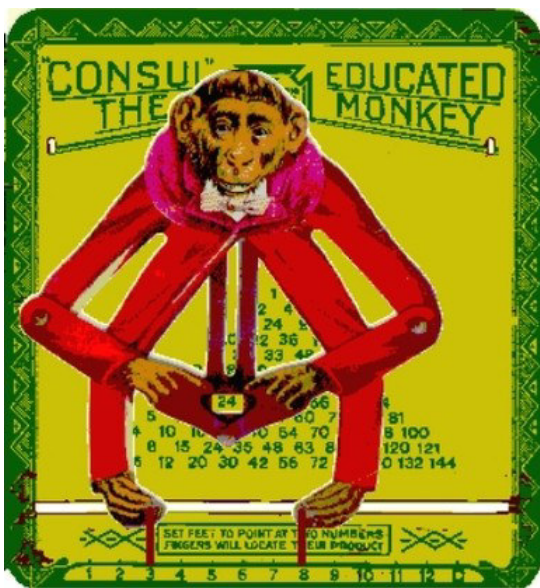
Questo a fianco è intuitivo: basta unire con un righello i valori del nostro peso e della nostra altezza per sapere se dobbiamo metterci a dieta.

**Esposti:** *Nomogramma; Slide Chart Reactance; Volvelle Gastronomica.*

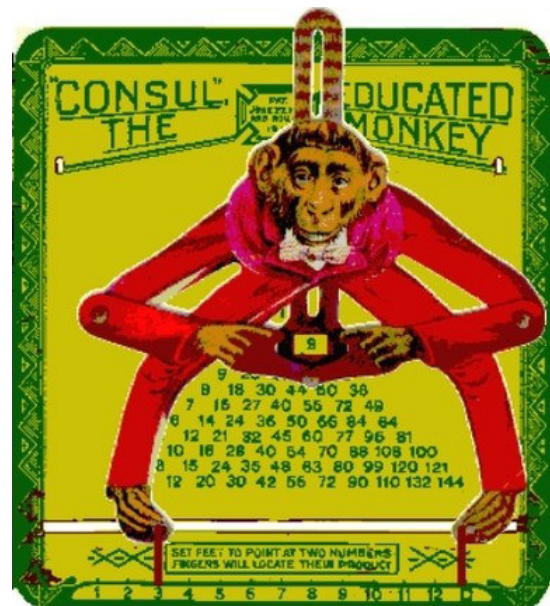


## La scimmietta educativa

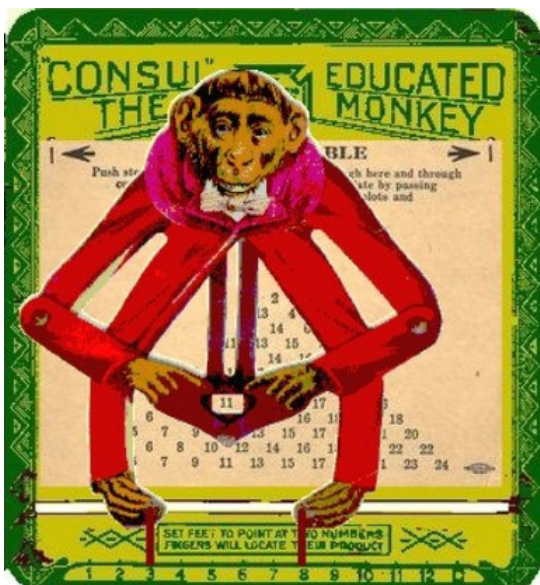
Primo esempio di giocattolo matematico consente ai bambini di apprendere le tabelline senza sforzo, come promesso dalla pubblicità: *non importa che gli scolari siano svogliati, la scimmietta non perde mai la pazienza*. Posizionando le zampette sui numeri da moltiplicare il risultato appare magicamente fra le 'manine'. Naturalmente esegue anche le divisioni: il dividendo si inserisce fra le 'manine', il divisore sotto la zampetta destra o sinistra e il risultato si legge sotto l'altra zampetta. Utilizzando il quadrato a destra si moltiplica al quadrato o si estraggono le radici.



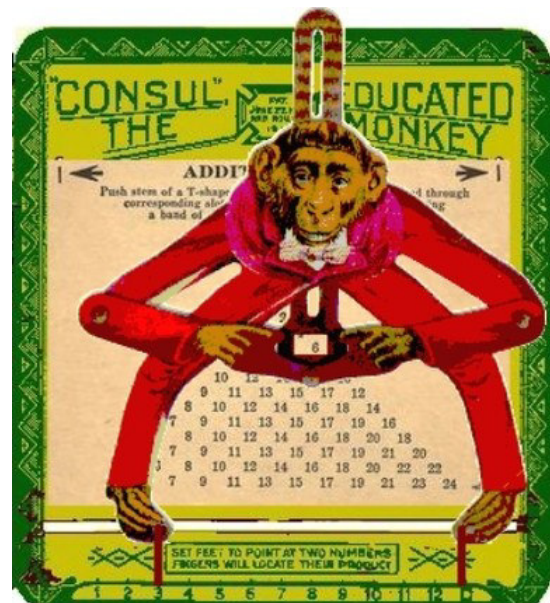
$$3 \times 8 = 24; 8 \times 3 = 24; 24 \div 8 = 3; 24 \div 3 = 8$$



$$3^2 = 9; \sqrt{9} = 3$$



$$3 + 8 = 11; 8 + 3 = 11; 11 - 8 = 3; 11 - 3 = 8$$



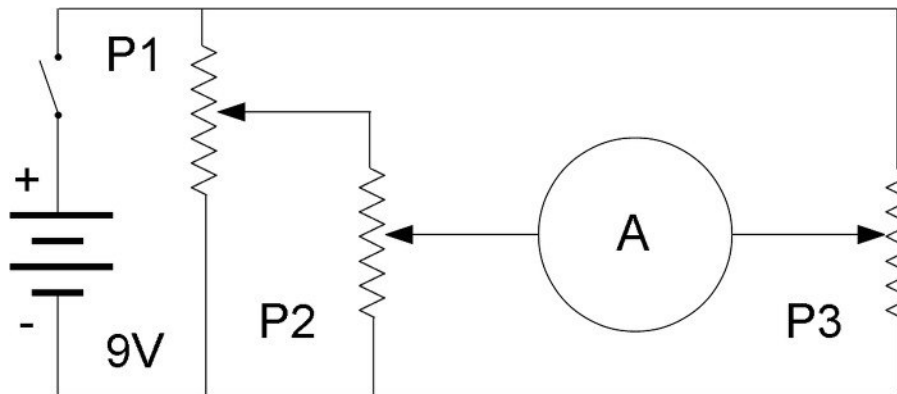
$$3 + 3 = 6; 6 - 3 = 3$$

**Esposta:** Consul: The Educated Monkey, ca. 1915.

## Calcolatrice analogica elettrica

Questi apparecchi, di costruzione semplicissima, erano commercializzati all'inizio degli anni '60 ma la scarsa precisione dei componenti disponibili all'epoca ne limitò la diffusione. Svolgono tutte le funzioni di un regolo.

Esaminiamo lo schema: alla batteria e allo strumento sono collegati da un lato i potenziometri P1 e P2, dall'altro il P3, tutti con le scale graduate da 1 a 10. Quando  $P1+P2$  e P3 hanno lo stesso valore di resistenza la lancetta dello strumento rimarrà sullo zero centrale.



Per eseguire  $8 \times 5$  impostiamo P1 su 8 (20% della resistenza): all'uscita avremo l'80% della corrente in entrata che andrà ad alimentare P2, posizionato su 5 (50% della resistenza). Alla sua uscita avremo quindi il 50% dell'80% (cioè il 40%): mancando l'equilibrio la lancetta non sarà più a zero.

Ruotiamo ora P3 fino a quando lo strumento indichi zero: questo avverrà quando il potenziometro sarà al 40% della sua corsa, cioè su 4, e la sua corrente equilibra perfettamente il 40% in uscita da P1 e P2. 40 è proprio il risultato di  $5 \times 8$ , i decimali si calcolano a mente come sui regoli.

Proviamolo, per azzerare: centrare la lancetta e premere il tasto rosso.

### *Moltiplicazione:*

- impostare sulle manopole di P1 e P2 i valori della moltiplicazione;
- ruotare P3 fino a quando l'amperometro segni zero, quindi leggere il risultato sulla scala.

### *Divisione:*

- impostare sulle manopole di P1 e P2 i valori della divisione;
- ruotare P1 fino a quando l'amperometro segni zero, quindi leggere il risultato sulla scala.

**Esposto:** *Science Fair Electronic Computer*, 1965, venduto in kit da costruire.



## I regoli a proiezione

Attorno al 1950 in Italia, durante la ricostruzione, si sentiva il bisogno di calcolatori precisi ed economici. I computer erano decisamente fuori dalla portata delle imprese nazionali e la Filotecnica Salmoiraghi progettò un calcolatore che proietta sul suo schermo una scala logaritmica virtuale lunga 2, 5 metri, che lo rende molto più intuitivo da utilizzare dei normali regoli calcolatori.

Fu messo in vendita ancora allo stadio di prototipo per tastare il mercato, ma il prezzo di 90.000 lire (equivalenti a 1.800 euro odierni) era troppo alto ed il progetto fu subito accantonato. Questo esposto è il terzo dei 5 costruiti, se ne conoscono altri due sopravvissuti.

**CALCOLATORE LOGARITMICO MOD. 201**



**Caratteristiche**

Apparecchio a scale graduate circolari, di minimo ingombro, che consente di ottenere una precisione pari a quella di un normale regolo lineare lungo m 2,50

Basato su principi di funzionamento identici a quelli dei normali regoli calcolatori, può essere facilmente usato da chi conosca tali principi

Manopole di comando azionabili con la mano sinistra, per consentire all'operatore di scrivere con la destra

L'immagine della scala si proietta, fortemente ingrandita, sul vetro smerigliato anteriore

**Ingombro e peso** 12 X 24 X 20 cm - 4,0 kg

**Prezzo dello strumento**

Per contanti	L. 90.000
A rate: 6 rate da	L. 13.020
oppure { 12 rate da	L. 6.690
18 rate da	L. 4.580
previo acconto di	L. 18.000

### *Regolo Filotecnica Salmoiraghi, ca.1951*

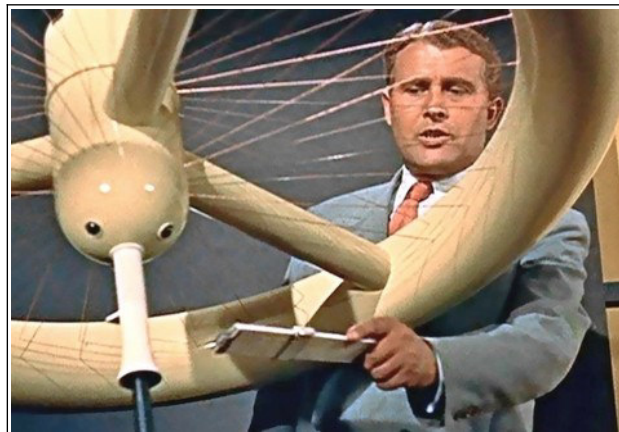


Lo strumento mantiene le promesse del dépliant, consentendo calcoli con un errore medio di circa 0,03%. Concettualmente ottimo venne realizzato con una superba qualità costruttiva, che ne impedì la vendita ad un prezzo accessibile. Probabilmente è il migliore calcolatore logaritmico mai progettato.

Altre ditte provarono a costruire calcolatori basati sul principio della proiezione, nessuno preciso e pratico come il Salmoiraghi, che avrebbe meritato miglior fortuna. Resta un ricordo dell'ingegno profuso nello sviluppo del regolo prima dell'era elettronica.

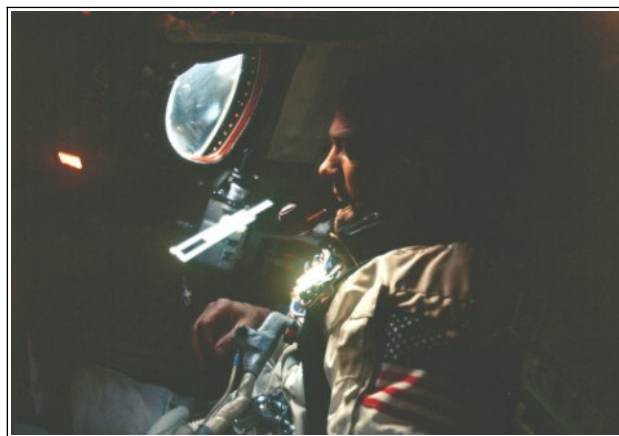
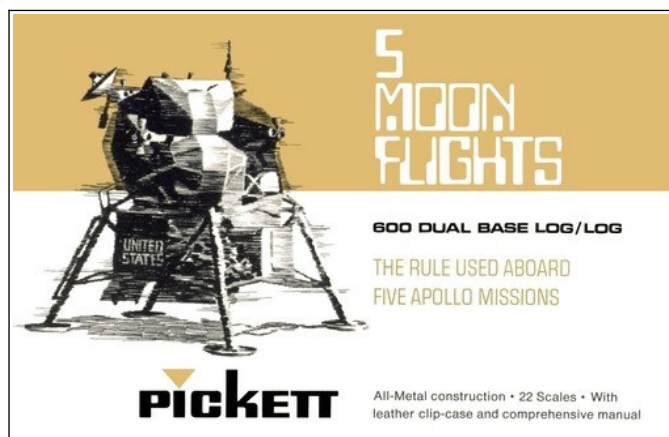
## I regoli calcolatori nello spazio

Il vettore Saturn V delle missioni Apollo fu la macchina più potente mai costruita: all'accensione erogava circa 60 gigawatts, mentre tutta l'Italia oggi produce solo ca. 40 GW di potenza elettrica lorda istantanea.



*Lancio del vettore Saturn V; von Braun con il suo regolo.*

I 400.000 ingegneri del progetto Apollo non avevano calcolatrici scientifiche da tavolo, ma solo 27 computer, utilizzabili tramite operatore e prenotazione. Tutti i calcoli correnti erano eseguiti con strumenti tradizionali: von Braun aveva lo stesso calcolatore usato da Isaac Newton 300 anni prima.



*Scatola del Pickett ES-600 in dotazione alla NASA; il regolo con Buzz Aldrin.*

'Huston, Tranquility Base here. The Eagle has landed'. Così Neil Armstrong annunciò il 20 luglio 1969 l'arrivo sulla Luna: un regolo era fra le dotazioni di bordo. Il computer del LEM aveva infatti una CPU da 0.05MHz e 36kb di RAM, meno di un tostapane oggi, e 50 anni fa il regolo era considerato all'avanguardia. La pubblicità vantava *'utilizzato in 5 missioni lunari!'*

**Esposti:** *Pickett ES-600 NASA; penna Fisher AG7: scrive in assenza di gravità.*



## I regoli aeronautici

Il regolo fu l'unico computer di bordo disponibile fino a metà degli anni '70 e rimane sempre obbligatorio come calcolatore di backup.

I problemi della navigazione sono sempre gli stessi ed il moderno regolo aeronautico, chiamato '*E6B Flight Computer*', non è tanto diverso dai grafici utilizzati nel medioevo per determinare il punto nave. Trova l'angolo di deriva causato dal vento, risolve tutti i calcoli di bordo, e converte la giungla di unità di misure in cui i piloti si devono districare.

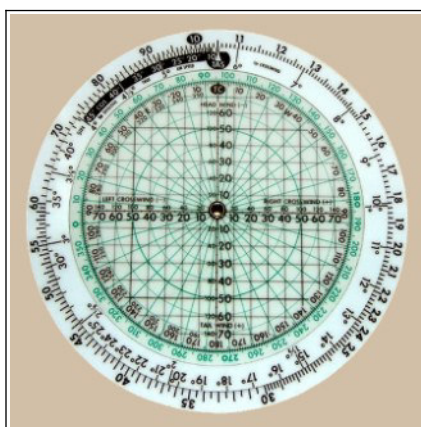
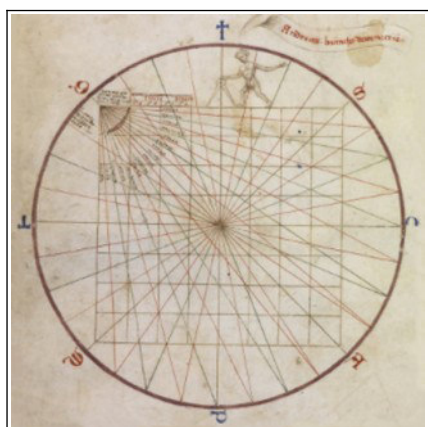


Grafico per la navigazione, 1430; regolo aeronautico attuale; modello autocostruito.

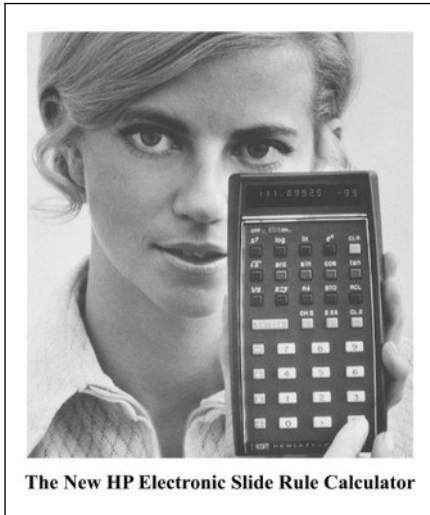
Era considerato uno strumento perfetto, insostituibile anche in un futuro altamente tecnologico: lo utilizzava Spock, sulla Enterprise della serie Star Trek! La sua istintiva interfaccia viene ripresa da molti software di bordo ed è inserito, semplificato, negli affascinanti cronografi da pilota.



*Il Flight Computer a bordo di un B707; Spock con la sua E6B; orologio da pilota.*

**Esposti:** *E6B*, 1942; *CR3*, 1970; *TAG-Heuer Pilot*, 1993; *Navimat 502*, 2018.

## La calcolatrice HP 35



The New HP Electronic Slide Rule Calculator

*le prime calcolatrici erano chiamate 'regoli elettronici'*

Nel 1972 la Hewlett Packard mise in vendita la prima calcolatrice scientifica, reclamizzandola come *'innovativo regolo elettronico'*.

La HP 35, il nome deriva dal numero dei tasti, esegue all'istante le funzioni trigonometriche e logaritmiche, mentre il display a LED consente calcoli con 10 decimali: era finito il tempo di trovare i risultati interpretando scale analogiche. La HP 35 è citata fra le 20 invenzioni che hanno cambiato il mondo: prima i costosi e giganteschi calcolatori elettronici si trovavano solo presso le grandi società, adesso entravano in tasca.

Utilizza il principio logico della notazione polacca inversa (RPN), ideato negli anni '20 da Jan Łukasiewicz, che descrive qualsiasi formula senza utilizzare parentesi. Prima si inseriscono gli operandi e dopo gli operatori:  $(4 + 5) \times 6$  si digita come 4 ENTER 5 + 6 x e quindi manca il tasto =.

Troviamo l'ipotenusa di un triangolo rettangolo, coi lati di 3.4 e 4.3 cm:



Col regolo è ben altro lavoro, non a caso la pubblicità prometteva: *The only limits of the HP-35 are the limits of your own mind.*



*luna, 1972: i regoli non viaggiano più nello spazio*

La HP 35 è sempre in listino, l'unica calcolatrice che funzioni con la notazione polacca inversa. Oggi però il display è a cristalli liquidi e le batterie non durano solo 90 minuti.

Il regolo, affidabilissimo, è sempre utilizzato per usi speciali e la sua storia forse non è finita. Il romanzo *The Feeling Of Power* (1958) di Isaac Asimov, che ipotizza un ritorno ai tradizionali sistemi di calcolo, conclude con queste parole:

*'nove volte sette fa sessantatré e non mi serve una calcolatrice, so farlo da solo e questo mi infonde un grande senso di sicurezza e superiorità'.*

Ritourneremo a poter calcolare senza ausili elettronici?

**Esposta:** *Hewlett Packard HP-35*, febbraio / marzo 1972.



## La nascita del moderno PC

Le missioni Apollo, cominciate con il regolo, cambiarono il mondo dell'elettronica, non per niente il motto della NASA era *'ex luna, scientia'* e apparvero apparecchi semplici, che potevano essere utilizzati da tutti.

Dopo la HP 35 gli ingegneri avevano bisogno di computer programmabili dal costo e dimensioni ragionevoli. Lo Sharp PC-1500, uscito nel 1981, fu una pietra miliare nella storia del PC.

Oggi le sue specifiche non sembrano gran cosa: CPU 8 bit a 1.3 Mhz, RAM 3,5 kB, ROM, 16kB display 7x156, generatore di toni e altoparlante integrato. Poteva essere programmato in BASIC, al tempo conosciuto da tutti gli utilizzatori: l'interfaccia *user friendly* ancora non esisteva.

Il suo punto forte era l'espandibilità: si poteva collegare una stampante portatile a colori, una docking station compresa di espansione memoria (ben 19 kB), un lettore nastri per salvare dati e programmi ed anche un televisore per ampliare lo schermo. Sul mercato niente poteva competere con le sue prestazioni e rimase in vendita fino al 1985. Dopo di lui avrà gradualmente inizio l'epoca del moderno Personal Computer.

ANOTHER TECHNOLOGICAL BREAKTHROUGH FROM SHARP.

### THE HAND-HELD COMPUTER WITH POWERFUL CONNECTIONS.

Now you can take 24K with you wherever you go—thanks to the new Sharp PC-1500A. It's the 8K hand-held computer that expands to a powerful portable 24K computer system when the optional 16K memory module is added. And because it's programmable in Basic, the most popular computer language, it gives you the power and capabilities to handle most scientific, engineering and management uses.

The PC-1500A also has a complete library of plug-in software programs including: SharpCalc (Spreadsheet), Finance, Math, Electrical Engineering, Circuit Analysis, Business Graphics, General Statistics, Statistical Distribution and Graphics Development.

24K (8K + 16K)

SHARP PC-1500A POCKET COMPUTER

Model: PC-1500A (with 16K module)

The optional CE-150 Color Graphic Printer/Cassette Interface not only gives the system portable printing but also 4-color graphic capabilities. And as a cassette interface, it can be connected with up to two cassette tape recorders—one for storage and one for recall. The CE-158's RS-232C Interface allows communication links to a wide variety of peripherals such as modems, bar-code readers, data bases, as well as other micro, mini or mainframe computers.

Perhaps the only feature of our portable computer system that won't overpower you is its price. It's not only less than you'd expect, it's probably hundreds of dollars less. So before you spend a lot of money and get a lot less computer, call toll-free for more information, dial (800)-447-4700.

Watch for our TV commercial to learn more about the latest advance in computer technology from Sharp. Call (800)-447-4700 for more information.

SHARP  
FROM SHARP MINDS  
COME SHARP PRODUCTS

Sharp Electronics Corp., 35 Sharp Plaza, Paramus, NY 10765. Call for information on custom applications (212) 261-5600, ext. 4142.

CIRCLE NO. 41 ON INQUIRY CARD



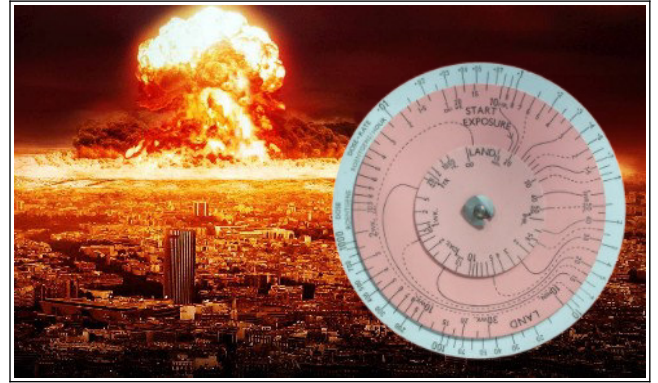
Lo Sharp con i suoi accessori: la stampante tascabile sarebbe utile ancora oggi.

**Esposto: Sharp PC-1500 Pocket Computer, 1982.**

## Gli ultimi regoli calcolatori

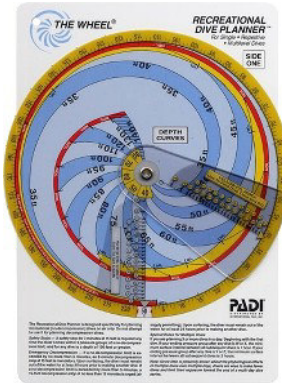
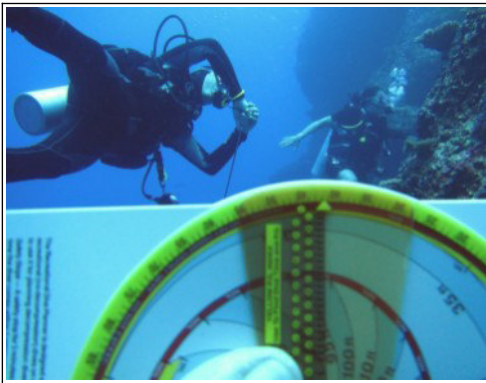
I regoli calcolatori sono ancora indispensabili in situazioni estreme, dove possono sfruttare il loro punti di forza: robustezza e mancanza di pile.

Trovano impiego negli incendi di carburante, per calcolare le quantità di schiuma e acqua da miscelare con precisione in condizioni difficili.



Spegnimento di un incendio di combustibile; regolo NATO per controllo radiazioni.

In caso di disastro nucleare i regoli possono stimare facilmente le radiazioni assorbite dal personale, determinando il tempo di permanenza sicura in aree contaminate, mentre un computer dovrebbe essere schermato.



*Regolo subacqueo PADI; il calcolatore di tiro utilizzato dal campione Tod Hodnett.*

I regoli sono indispensabili come strumento di emergenza per calcolare i piani di decompressione durante le immersioni subacquee. Un' avaria al computer di immersione avrebbe infatti conseguenze gravissime.

I regoli vengono inoltre impiegati per i calcoli necessari ai tiri di precisione con fucili o cannoni. E' infatti l'unico calcolatore che non si romperà mai sul campo: la semplicità paga, anche in questa epoca tecnologica.

**Esposti:** *regoli NATO per controllo radiazioni; calcolatore PADI subacqueo.*