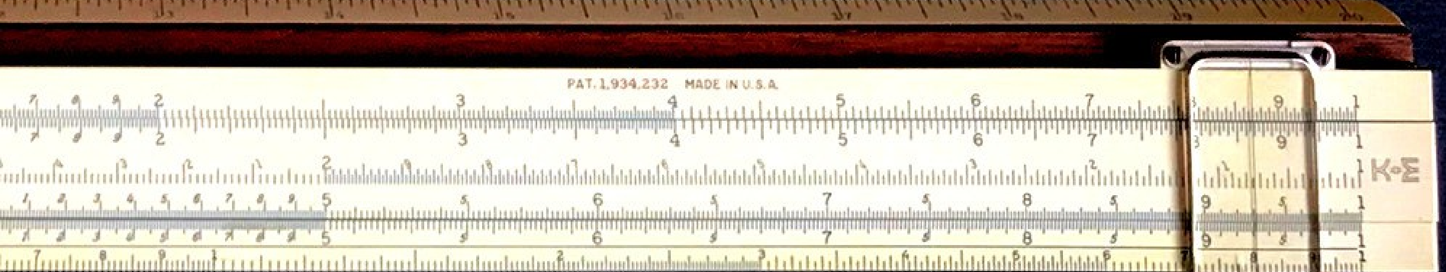
Il Regolo Calcolatore



Sandro Girolamo Tropiano

Grazie

a mia sorella Elvira

e ai miei figli Chiara e Giorgio per i preziosi consigli,

a Marinella Daidone per la sua attenta revisione del testo.

Indice

La seconda navigazione

Platone, Fedone, 99, 102

Socrate.
. . . ebbene, vuoi che ti esponga, Cebete,
la seconda navigazione che intrapresi per
andare alla ricerca di questa causa?

Cebete.
Altro che, se voglio!

La metafora utilizzata da Platone nel Fedone si riferisce ad una terminologia usata nell'antico linguaggio marinaresco. Veniva chiamata "prima navigazione" quella che avveniva a vele spiegate sfruttando l'energia del vento. Quando il vento calava o veniva a mancare, occorreva porre mano ai remi e muovere la nave a forza di braccia. Questa, che impegnava tutte le proprie forze e con gran fatica, veniva chiamata "seconda navigazione".

La prima navigazione di Platone era quella compiuta sulla scia dei filosofi naturalisti che lo hanno preceduto, ma questa gli consentiva una conoscenza limitata alla cose sensibili. La seconda navigazione, quella ottenuta a fatica, gli ha spalancato nuovi orizzonti, consentendogli di andare oltre e scoprire la vera causa delle cose.

Giovanni Reale, *Valori dimenticati dell'Occidente*, Bompiani 2004

Somme e prodotti con i regoli

Se capita di dover fare un calcolo, anche un semplice prodotto o una somma, non esitiamo ad usare la calcolatrice elettronica che abbiamo a disposizione sullo smartphone. La sua semplicità di uso, economicità e diffusione, non ci lascia dubbi.

Non era così fino ai primi anni Settanta del Novecento, non c'erano smartphone né c'era ancora la microelettronica, quindi neanche le calcolatrici tascabili. Esistevano però strumenti analogici meccanici, in grado di semplificare i calcoli.

Quello di maggior successo e diffusione nei due secoli precedenti è stato il regolo calcolatore il cui funzionamento si può riassumere in tre passi:

- Conversione dei numeri in lunghezze.
- Somma delle lunghezze in modo meccanico.
- Riconversione delle lunghezze ottenute, in numeri.

Questi tre passi consentono di sommare i numeri in modo meccanico senza fare calcoli.

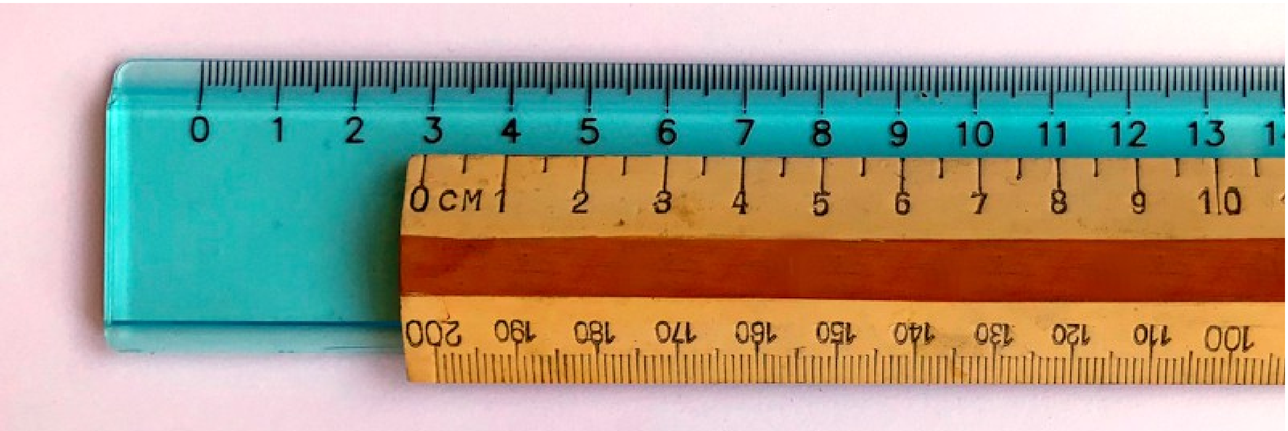


Figura 1. Il regolo in legno ha lo zero in corrrispondenza del numero tre sul regolo azzurro, così possiamo sommare 3 a uno qualsiasi dei numeri sul regolo in legno leggendo il risultato corrispondente sul regolo azzurro.

Così si ottengono le somme fra numeri. Se vogliamo ottenere anche i prodotti, che sarebbe più utile perché richiedono più tempo per essere svolti a mano, si può fare, ma dobbiamo utilizzare delle scale *speciali*. Bisognerà anche, nel caso del prodotto, utilizzare come indice di posizionamento di partenza non lo zero come per la somma ma il numero 1: infatti qualsiasi numero sommato a zero dà come somma il numero stesso, mentre qualsiasi numero moltiplicato 1 dà come risultato il numero stesso. Un matematico direbbe che l'elemento neutro della somma è lo zero, l'elemento neutro del prodotto è il numero uno.

In figura 2 abbiamo infatti un regolo che utilizza queste scale *speciali*.

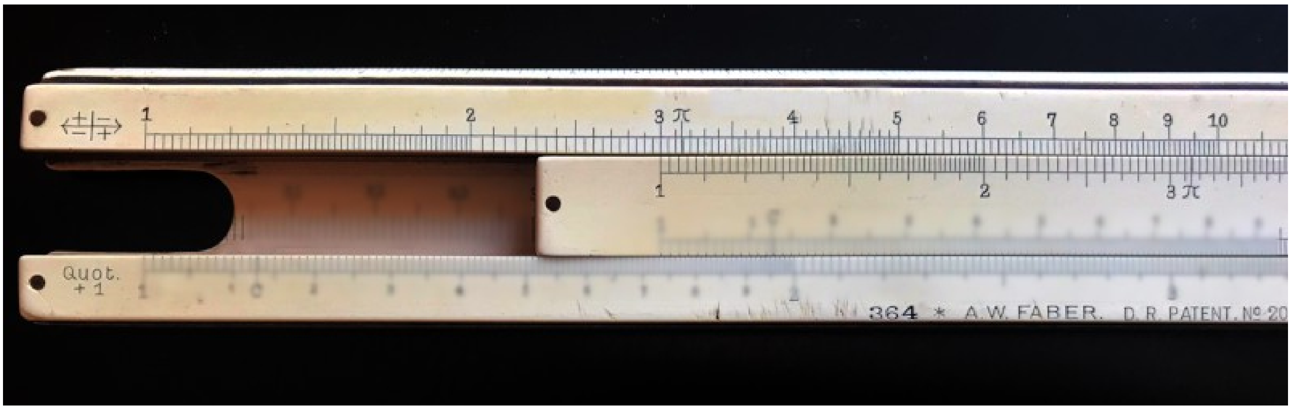


Figura 2. Regolo con scale logaritmiche.

Posto il numero 1 del regolo inferiore sotto il numero 3 di quello superiore, scorrendo la scala del regolo inferiore, in corrspondenza del 2 vediamo il 6 (2x3=6), sopra il 3 abbiamo il 9 (3x3=9). Se contiamo 5 tacche dopo il 2 del regolo inferiore, cioè in corrispondenza di 2,5 troviamo 7,5 (2,5x3=7,5). Ugualmente con tutti gli altri valori della scala inferiore abbiamo sulla scala superiore il loro prodotto con 3.

Per ottenere la divisione basta fare il percorso inverso.

A differenza delle scale di figura 1, si può notare nelle scale di figura 2 che la distanza fra 1 e 2 è maggiore della distanza fra 2 e 3, così come fra tutte le coppie di numeri contigui procedendo da sinistra a destra. Esse sono costruite utilizzando i *logaritmi* che godono della proprietà che consente di trasformare i prodotti in somme.

Un regolo così costruito si chiama *regolo calcolatore* e consente di ottenere i prodotti fra numeri senza effettuare calcoli. Nelle prossime pagine cercherò di esporre il percorso che condusse alla realizzazione del regolo calcolatore.

Strumenti matematici meccanici

Con strumenti matematici intendo quei dispositivi costruiti per alleviare la fatica, semplificare e ridurre i tempi di calcolo matematico.
Alcuni di questi oggetti provengono da tempi remoti:

L'osso di Ishango che risale a circa 20.000 anni fa, quando sulle rive del lago Edoardo, una delle sorgenti del Nilo, una piccola comunità viveva di pesca e di agricoltura. Questo oggetto fu trovato da un esploratore belga nel 1950 e si trova ora all'Istituto Reale belga di Scienze Naturali. Sulla superfice dell'osso sono incise delle tacche raggruppate in un modo che sembra utile ad effettuare dei calcoli.

Figura 3. L'osso di Ishango fotografato da due lati.
Institut Royale des Sciences Naturelles de Belgique.

Una tavoletta di argilla di 13x9 cm, rinvenuta in un sito nel sud dell'Iraq corrispondente alla città babilonese di Larsa, circa 1800 a.C., contiene alcune tabelline numeriche, vi sono elencate alcune terne pitagoriche e delle tavole trigonometriche.

Figura 4. Plimpton 322. Plimpton Collection, Columbia University.

Abachi di vario tipo e varie epoche, cinesi, romani, etruschi, o anche semplici sassolini, sono strumenti che possono aiutare a fare calcoli, infatti la stessa parola *calcolo* viene dal latino *calcŭlus* cioè sassolino.

Le testimonianze scritte che riferiscono di abachi romani sono varie, ma soltanto tre di essi sono stati ritrovati, si tratta di abachi portatili. Uno si trova a Parigi nella Biblioteque Nationale de France, un altro al museo Archeologico di Aosta, il terzo al Museo Nazionale Romano a Roma.

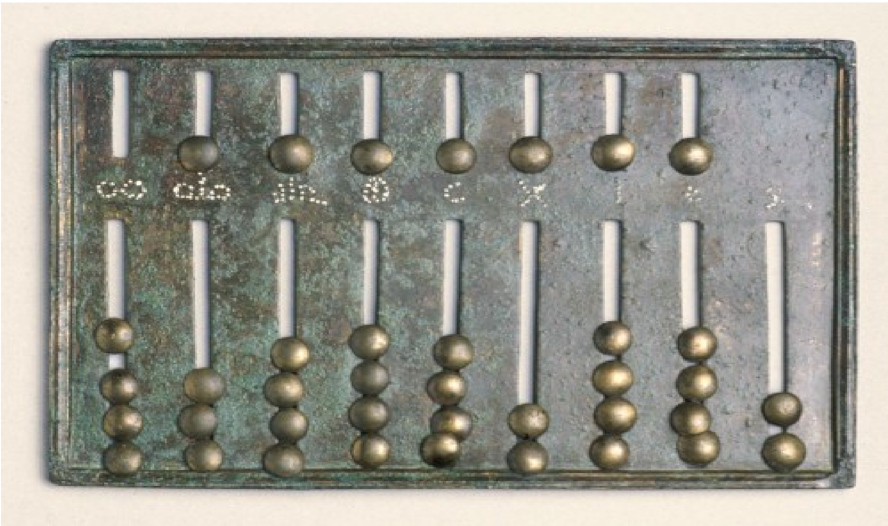


Figura 5. Abaco portatile del I secolo d.C. - Museo Nazionale Romano.

Un altro importante strumento conosciuto fin dall'antichità è il compasso di proporzione a quattro punte. Poiché da questo discendono importanti derivati e miglioramenti, se ne parlerà più avanti nel capitolo ad esso dedicato.

Figura 6. Compasso di proporzione ritrovato a Pompei - Napoli. Museo Archeologico Nazionale.

Ma lo strumento che ha permesso di compiere un notevole balzo in avanti per la semplificazione dei calcoli, non è un oggetto maccanico, bensì uno strumento teorico.

Si tratta dell'insieme di tre importanti innovazioni: la notazione simbolica delle cifre, la rappresentazione numerica posizionale e l'uso dello zero come numero.

Queste tre idee furono introdotte in India a partire dal VII secolo d.C.

Lo sviluppo e la diffusione di questi fondamentali concetti avvenne grazie a Brahmagupta, un matematico indiano che all'età di trent'anni, nel 628, compose un imponente trattatto, *Brahmasphuta Siddhanta,* cioè *l'inizio dell'universo,* in cui descrisse il sistema posizionale e introdusse lo zero come numero, definendolo come quel numero che si ottiene dalla differenza di due numeri uguali.

Il sistema posizionale è quello che ci permette di eseguire addizioni, sottrazioni, moltiplicazioni e divisioni utilizzando l'incolonnamento delle cifre in base al valore assegnato alla posizione occupata dalle cifre stesse.

Questo sistema si diffuse dall'India verso i centri culturali della Persia come quello di Gundishapur, centro culturale dell'impero sasanide (224-651 d.C.) e sede ancora oggi di una università.

In seguito alla conquista araba, i traduttori e gli studiosi confluirono nei centri culturali di Baghdad e Damasco. La Casa della Saggezza di Baghdad, una *università* di scienziati e traduttori, motore del rinascimento arabo [Al-Khalili], fu realizzata sul modello dell'Accademia di Gundishapur: vi operavano studiosi, testi e traduttori provenienti dai paesi confinanti come la Cina, l'India e il mondo greco ellenistico.

Figura 7. Baghdad e Gundishapur su una mappa recente.

Il sistema di rappresentazione posizionale dei numeri, insieme ai simboli numerici indiani ed allo zero, noto come sistema indo-arabico, fu conosciuto in Europa e nel mondo occidentale grazie a Leonardo Pisano che lo descrisse nel suo monumentale testo, il *Liber Abaci*.

È importante sottolineare che questo titolo non sta a significare, come potrebbe sembrare, il libro dell'abaco, ma il libro del calcolo. Infatti nel medioevo le scuole di abaco erano quelle che insegnavano le tecniche di calcolo usate nella mercatura.

Inoltre non era propriamente questo il titolo poiché al tempo, non si usava ancora dare un titolo ai libri. Il contenuto si deduce dalla frase con cui si apre il volume: (*Incipit liber Abaci compositus a Lionardo filio Bonaccii Pisano in anno Mccii*) *Qui comincia il libro del calcolo scritto da Leonardo Pisano, figlio di Bonacci, nell'anno 1202*. In un testo successivo, *De practica geometriae,* scritto fra le due edizioni (1202 e 1228) del *Liber Abaci*, Leonardo si riferisce ad esso chiamandolo appunto brevemente, con questo titolo.

Le tecniche di calcolo manuale e gli abachi erano più che sufficienti per il fabbisogno di mercanti, contabili e amministratori fino al XVI secolo. Ma quando la rivoluzione scientifica e la crescita delle burocrazie governative richiesero calcoli più complessi e una maggior precisione, alcuni scienziati e artigiani si dedicarono all'invenzione e alla costruzione di macchine o dispositivi teorici, allo scopo di rendere più agevole e veloce il calcolo aritmetico.

Iohn Robertson, A Treatise of Mathematical Instruments, 1725, Reprint David Manthey, Flower-de-Luce Books, 2002.

George Joseph Gheverghese, *C'era una volta un numero*, Il Saggiatore 2000.

Jim Al-Khalili, *La casa della saggezza*, Bollati Boringhieri, 2013.

Paul Keyser, *The Origin of the Latin Numerals 1 to 1000*, American Journal of Archaeology, Vol. 92, No. 4 (Oct., 1988), pp. 529-546.

Raffaella Franci, *Il Liber Abaci di Leonardo Fibonacci 1202-1002*. Bollettino U.M.I. Serie VIII, Vol. V-A, Agosto 2002 p. 293-328.

Giuseppe Germano, *New Editorial Perspectives on Fibonacci's Liber Abaci*, Reti Medievali Rivista, 14, 2, 2013.

Keith Devlin, *I numeri magici di Fibonacci*, Rizzoli, 2012.

La nuova scienza e il compasso

Come avviene anche oggi, un forte incentivo alle tecniche di calcolo è dato dalle armi da guerra.

Nel XV secolo le armi da fuoco subiscono notevoli perfezionamenti, sono rese più affidabili nell'uso, più potenti, vengono dotate di proiettili metallici e di dimensioni tali da rendere vulnerabili le fortificazioni medievali.

L'artiglieria francese di Carlo VIII fa una grande impressione agli eserciti della penisola italiana, sia per l'efficacia dei colpi e sia per la portabilità delle armi sui campi di battaglia che avviene su carri con due ruote trainati da cavalli. Le armi da fuoco pesanti usate in Italia, a causa del loro peso e della loro difficoltà di trasporto, avevano invece bisogno di carri trainati da buoi ed erano quindi poco usate negli spostamenti.

La presa di Costantinopoli da parte di Mehmet II nel 1453 è un caso emblematico. In quella occasione viene usato un cannone di enormi dimensioni costruito da un ingegnere ungherese di nome Urban. Con esso vengono aperti i varchi attraverso le mura millenarie di Costantinopoli, fino a quel momento ancora inviolate. Non a caso dopo la conquista, il palazzo del sultano verrà chiamato Topkapi Sarayi: *Porta del cannone del serraglio*.

Questo sviluppo provoca come conseguenza una serie di innovazioni, fra cui la sostituzione delle mura medievali con un tipo di fortificazione detto *alla moderna,* che contempla mura molto più spesse con piante perimetrali e inclinazione tali da risultare meno vulnerabili all'impatto dei colpi dell'artiglieria pesante, l'allargamento dei fossati nonché l'abbandono delle armature metalliche dei soldati, diventate ormai inutili perché vulnerabili ai proiettili. Le compagnie di ventura e gli stati della penisola si dotano a loro volta delle nuove armi. Diventa necessario calcolare gittata, elevazione, traiettoria dei proiettili e altezze delle mura nemiche, in altre parole diventano necessarie tecniche di calcolo rapide da usare sul campo di battaglia.

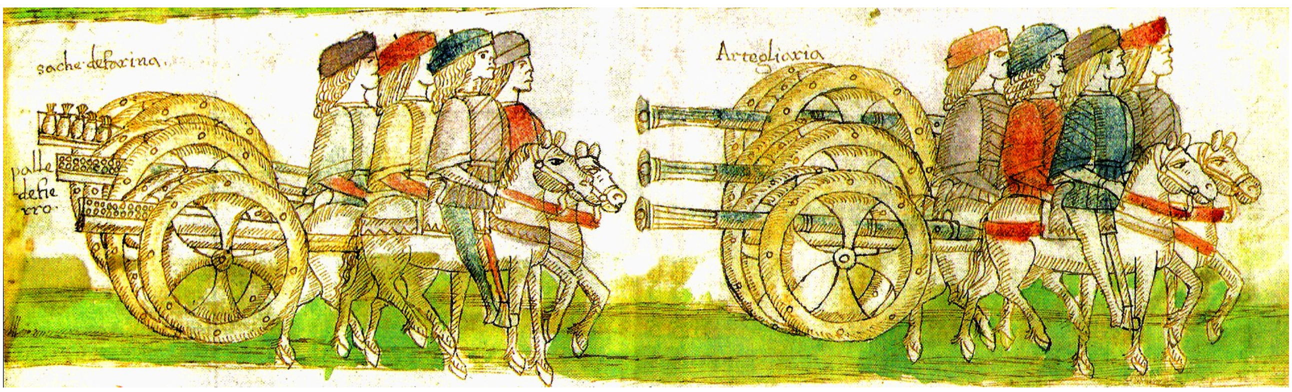


Figura 8. Le truppe francesi e l'artiglieria di Carlo VIII fanno il loro ingresso a Napoli il 22 febbraio 1495. Sono presenti 3 iscrizioni: sache de farina (sacchi di farina), Artegliaria (artiglieria), palle de fierro. Dal manoscritto MS 801 della Pierpont Morgan Library Collection.

L'uso della geometria per il calcolo ha una storia millenaria. Nella Grecia ellenistica il calcolo era fondato sulla geometria, come testimonia il testo fondamentale della matematica, gli Elementi di Euclide. Per quanto riguarda le applicazioni basterebbe ricordare due soli grandi autori: Eratostene e Archimede.

A Eratostene dobbiamo la misura del raggio della terra basata sulla similitudine fra segmenti di cerchio che hanno lo stesso angolo al centro. È sua anche la soluzione geometrica della duplicazione del cubo tramite il mesolabio, uno strumento simile al pantografo. Ma la sua soluzione non era conforme alla condizione di essere ottenuta con il solo uso della *riga e del compasso*, cioè sostanzialmente con il solo uso di una corda.

Da Archimede abbiamo molti esempi, dal calcolo di π al calcolo del volume della sfera o dell'area del segmento di parabola.

Il compasso, come già accennato, è uno strumento conosciuto e usato fin dall'antichità, basato sulla similitudine fra triangoli e in particolare, sulla proposizione n. 2 del libro VI degli Elementi di Euclide. A causa della sua semplicità e portabilità, si presta per essere utilizzato nella semplificazione dei calcoli necessari all'arte militare.

Si tratta del compasso detto a quattro punte o compasso di riduzione, o anche compasso di proporzione.

Nel video che si apre con il codice qui a fianco si trova una breve esposizione dell'uso del compasso di proporzione.

Se le gambe del compasso sono incernierate in un punto fisso, il rapporto fra le aperture delle punte è fisso; quelli ritrovati a Pompei hanno rapporto 1:2 quindi servivano per riprodurre figure o disegni raddoppiandone o dimezzandone le dimensioni.

Leonardo nel Codice Atlantico lo chiama *sesto di proporzionalità*. Ne disegna due tipi, uno con perno fisso e con punte intercambiabili di diversa lunghezza, l'altro con perno variabile. In ambedue i casi il rapporto fra le aperture si può cambiare.

Niccolò Tartaglia pubblica nel 1537 un trattato sull'artiglieria che intitola *La Nova Scientia*, in cinque libri, di cui tre dati alle stampe. Nel trattato sono illustrate le traiettorie dei proiettili e uno strumento di sua invenzione, una squadra con due gambe e con un quadrante graduato con divisioni in 12 parti (figura 9).Con tale strumento è possibile misurare l'altezza delle fortificazioni e l'inclinazione delle nuove armi da fuoco, le bombarde, in modo da poter aggiustare il tiro per colpire le fortezze nel punto voluto.

La professione militare si è trasformata da arte cavalleresca in una *nuova scienza*.

Figura 9. Illustrazioni da La Nova Scientia di Niccolò Tartaglia

Una schiera di studiosi apporta miglioramenti al compasso per adattarlo all'uso militare e delle fortificazioni, quindi anche delle costruzioni: Antonio da Sangallo, Piero della Francesca, Albrecht Dürer, Pietro Apiano e altri ancora. Commandino ne costruisce uno con perno mobile e vite micrometrica per la regolazione fine dell'apertura. Uno di questi compassi, messo a punto da Guidobaldo del Monte, presenta linee graduate tracciate dal centro della snodatura fino alle punte. Fabrizio Mordente ne costruisce più di uno, il primo, nel 1567, con un rapporto di proporzione di 60:1 in modo da suddividere le frazioni di grado su un arco di circonferenza. Tale suddivisione serve a ottenere quadranti capaci di misure accurate degli angoli, per trovare le posizioni degli astri con grande precisione.

Il terzo compasso di Mordente (1585) ha otto punte, serve a svolgere le funzioni del compasso di proporzione, a misurare le frazioni di grado, a calcolare le radici, duplicare il cubo, quadrare il cerchio ed effettuare rilevamenti topografici.

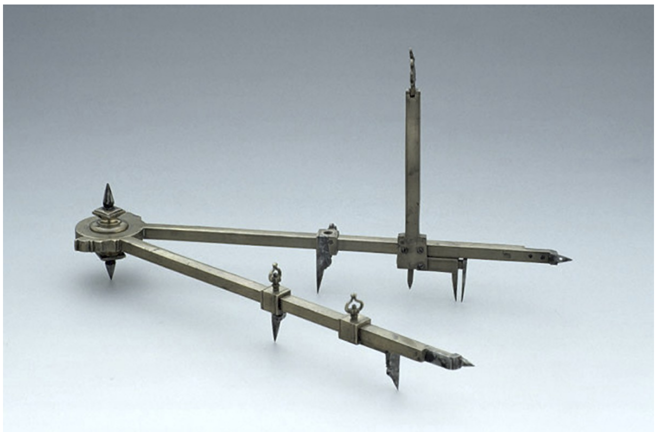


Figura 10. Il terzo compasso di Mordente a otto punte.
© Museum of the History of Science, Oxford.

Su quest'ultimo compasso, Mordente ha un'aspra controversia con Giordano Bruno con cui si frequenta a Parigi. Bruno concepisce l'infinitamente grande nel senso cosmologico, ma rifiuta l'idea dell'infinitamente piccolo postulando l'esistenza di un limite minimo nella divisibilità. A proposito dell'invenzione di Mordente, Bruno scrive un libretto, *Dialogi duo de Fabricii Mordentis Salernitani prope divina adinventione ad perfectam cosmimetriae praxim,* seguito dall'appendice *Insomnium*, in cui elogia Mordente come una persona brillante e scopritore del minimo misurabile; in questa invenzione, Bruno vede un supporto scientifico alla sua filosofia atomista. Mordente però rifiuta decisamente l'interpretazione metafisica del proprio strumento. Bruno allora risponde all'opposizione di Mordente con due ulteriori lavori: *Idiota triumphans* e *De somnii interpretatione*, in cui lo accusa di non aver compreso a fondo la portata della sua invenzione a causa delle lacune nelle sue conoscenze matematiche e filosofiche.

Si racconta che Mordente abbia fatto il giro di tutte le librerie di Parigi per comprare le copie di questi due ultimi pamphlet per poi bruciarle.

Molti dei compassi prodotti in questo periodo hanno delle scale segnate sugli strumenti che consentono di svolgere diverse operazioni: convertire unità di misura, ottenere i quadrati, suddividere in parti uguali angoli, segmenti e circonferenze. Nel 1571 il matematico Jacques Besson pubblica un libretto di istruzioni dal titolo *Description et usage du compas euclidien*, per l'uso del suo compasso a gambe piatte per applicazioni geometriche, cartografiche e astronomiche. Nel 1578 costruisce due nuovi compassi, uno a gambe piatte graduate con bussola sullo snodo, per operazioni topografiche, e l'altro di proporzione a centro variabile, per il rilevamento delle misure degli edifici.

Valentina Zaffino, *Giordano Bruno and the Proportional Eight Spike Compass in Physics, Astronomy and Engineering*. Critical Problems in the History of Science. Proceedings of the 32th International Congress of the Italian Society of Historians of Physics and Astronomy.

Pisano, Capecchi, Lukešová (eds), 2013. The Scientia Socialis Press, Šiauliai. ISBN:978-609-95513-0-2
Andrea Bernardoni, *La fusione delle artiglierie tra Medioevo e Rinascimento*.
Cromohs (Cyber Review of Modern Historiography), ISSN 1123-7023, 19/2014 © Firenze University Press.

Roger Crowley, *The Guns of Constantinople*. HistoryNet disponibile su
https://www.historynet.com/the-guns-of-constantinople/

The Kochi Arts and Science Space (KASS), https://kartsci.org/about/

Il compasso di Galileo

Nel 1597, quando Galileo comincia a occuparsi del compasso, è al corrente delle invenzioni di Tartaglia, di Commandino e probabilmemente anche di quella di Mordente. Inoltre frequenta Guidobaldo del Monte che lo aveva sostenuto per ottenere l'incarico per l'insegnamento di matematica all'università di Padova, matematica che è fortemente orientata verso le applicazioni pratiche e segnatamente, quelle militari.

L'uso del compasso semplifica molte, se non tutte le necessità di soluzione dei problemi di calcolo legati all'arte militare. Galileo costruisce la sua versione del compasso che mantiene tutte le funzioni del compasso di Guidobaldo. Nel 1599 Galileo ne realizza una seconda versione eliminando alcune scale (divisione di linee e circonferenze in parti uguali, costruzione di alcuni poligoni regolari) e aggiungendo le scale destinate alla risoluzione di problemi aritmetici.

Con il suo compasso a gambe piatte è possibile risolvere tutti i problemi geometrici legati alle discipline dell'arte militare: la regola del tre (cioè calcolo delle proporzioni), il cambio di monete, i calcoli di interesse, le radici quadrate e cubiche, la divisione proporzionale delle linee, la costruzione dei poligoni, la quadratura del cerchio, le medie proporzionali, la duplicazione di aree e volumi, i rapporti di peso e volumi fra varie sostanze (oro, piombo, argento, stagno, rame, marmo e pietra), la misura dei calibri, l'assetto dei cannoni, la misura delle pendenze, delle altezze e delle profondità di edifici o fortificazioni. Nel 1606 pubblica la versione definitiva di un libretto di istruzioni che vende insieme al compasso come guida all'uso dello strumento. Nel libretto vengono descritte 32 operazioni che possono essere eseguite con l'ultima versione del suo compasso. Non vi è invece la descrizione dettagliata del compasso poiché vuole che sia venduto esclusivamente insieme allo strumento. Il compasso viene costruito in un centinaio di esemplari nella bottega di Galileo a Padova da Marcantonio Mazzoleni, suo meccanico di fiducia che assume nel 1599, insieme alla moglie che gli fa da governante.

Il compasso di Galileo presenta alcuni accorgimenti che consentono una semplificazione nei calcoli data dalla suddivisione delle scale più conveniente rispetto ai precedenti modelli. Inoltre ha un accessorio mobile su una delle gambe dello strumento, che chiama *zanca*, che permette la misura dell'alzo del cannone con grande precisione. L'operazione può avvenire appoggiando il compasso sul dorso del cannone, quindi dal retro, senza esporsi al tiro nemico. Questa operazione veniva effettuata in precedenza con la *squadra dei bombardieri* di Niccolò Tartaglia, che doveva invece essere infilata nella bocca del cannone (figura 9).

Il compasso di Galileo viene venduto a vari nobili e sovrani europei, una copia del libro con due compassi in argento viene donata a Cosimo de' Medici che Galileo istruisce personalmente nell'estate del 1606. Il compasso di Galileo conosce un notevole successo ed ha diverse varianti realizzate da molti autori.

Figura 11. Il compasso geometrico e militare di Galileo. Museo Galileo, Firenze.

Roberto Vergara Caffarelli, *Il compasso geometrico e militare di Galileo Galilei*, ETS – Pisa, 1992.

Filippo Camerota, *Il compasso geometrico e militare di Galileo Galilei*, Istituto e Museo di Storia della Scienza Firenze, 2004.

https://catalogo.museogalileo.it/oggetto/CompassoProporzione_n06.html

John Napier

Facciamo ora un salto a Edinbourgh, dove regna James VI (1566-1625) di Scozia. Unico figlio di Mary Stuart, diventerà nel 1603 James I d'Inghilterra unificando per la prima volta le corone d'Inghilterra, Scozia e Irlanda. Nel marzo 1590, con un seguito di dignitari di corte, affronta un viaggio in nave per andare a incontrare la giovane Anna di Danimarca sposata per procura nell'agosto dell'anno precedente. John Craig, medico e matematico, amico di famiglia di Napier, fa parte del seguito del Re.

Durante il viaggio di ritorno la nave incorre in una tempesta che costringe la delegazione a trovare rifugio su un'isola situata fra la costa danese e quella svedese, l'isola di Hven [Boyer]. Questa piccola isola, che oggi è territorio svedese, era stata donata da Federico II di Danimarca all'astronomo Tycho Brahe per costruire un osservatorio astronomico.

L'osservatorio era dotato di quadranti murali, fra i più grandi mai costruiti, per mezzo dei quali è possibile determinare la posizione degli astri con una precisione di un minuto di arco (un sessantesimo di grado).

Figura 12. L'isola di Hven oggi.

L'equipaggio di James VI sbarca quindi sulla costa dell'isola, a poca distanza dall'osservatorio di Tycho Brahe e, nell'attesa di poter riprendere la navigazione, viene intrattenuto dall'astronomo.

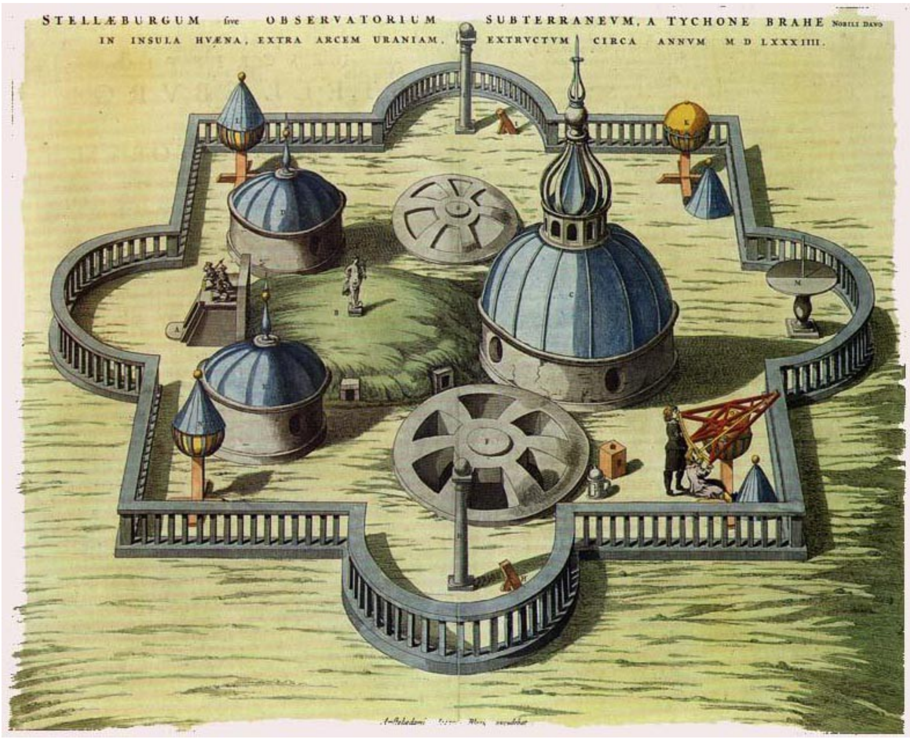


Figura 13. Uraniborg, l'osservatorio di Tycho Brahe.

Secondo un'altra fonte [B. Rice et Al.], è la promessa sposa Anna a doversi fermare sulla costa della Norvegia durante il viaggio, a causa delle tempesta. Giacomo VI si imbarca con la sua delegazione per riportarla in Scozia. Durante il viaggio si fermano sull'isola di Hven su consiglio di John Craig che aveva già un rapporto epistolare e di stima reciproca con Tycho Brahe.

In ogni caso la delegazione è ospitata dall'astronomo nel suo osservatorio di Uraniborg. Per determinare la posizione dei pianeti, gli astronomi collaboratori di Brahe hanno la necessità di affrontare con carta e penna calcoli molto complessi. Allo scopo di semplificare almeno una parte dei calcoli, utilizzano un metodo detto di *prostaferesi*. Questo metodo consiste nel trasformare i prodotti in somme con l'uso della trigonometria. Ma comunque il processo di calcolo per la determinazione delle posizioni celesti risulta molto complicato. Craig viene così messo al corrente del lungo e laborioso lavoro necessario per la ricerca astronomica e dei tentativi di semplificare le moltiplicazioni.

I Napier sono ricchi proprietari terrieri e fanno parte dell'aristocrazia di Edinburgo. I rapporti di John Craig con la famiglia Napier sono molteplici, il fratello maggiore di Craig, Thomas, lavora nell'ufficio di giustizia di Edinburgo a fianco di Archibald Napier, padre di John.

John Napier si diletta di matematica e una ventina di anni addietro aveva provato a semplificare le moltiplicazioni utilizzando le proprietà degli esponenti.

Alla base del metodo da lui tentato c'è la considerazione che, se associamo ad ogni numero (colonna di sinistra in figura 14) una potenza (colonna di destra), al prodotto di due qualsiasi numeri della prima colonna, corrisponde la somma dei rispettivi esponenti della seconda colonna. In questo esempio (Figura 14) consideriamo le potenze di 2.

1	2^0
2	2^1
4	2^2
8	2^3
16	2^4
32	2^5
64	2^6
128	2^7

Figura 14.

Al prodotto dei numeri della colonna di sinistra, per esempio 2 x 4, corrisponde la somma degli esponenti dei corrispondenti numeri nella colonna di destra, $2^{(1+2)}$. In corrispondenza di 2^3 troviamo il risultato accanto, nella colonna di sinistra, cioè 8.

In un primo tempo Napier aveva chiamato questi numeri *numeri artificiali*. In seguito scelse *logaritmi,* dal greco *rapporto* (logon) e *numero* (arithmos), λόγον ἀριθμός .

Quando John Craig ritorna del suo viaggio e incontra Napier, gli riferisce della difficoltà di lavorare con i prodotti e dei metodi adoperati nell'osservatorio di Uraniborg. Napier, che da vari anni aveva ormai abbandonato questa idea di utilizzare gli esponenti delle potenze, si convince della necessità di riprendere la sua idea e completare le sue riflessioni.

Nel 1614 infatti, pubblica le conclusioni dei suoi studi nel volume *Mirifici logarithmorum canonis descriptio* (descrizione del canone dei meravigliosi logaritmi).

Figura 15. John Napier.

Nel video accessibile con il codice qui a fianco viene raccontata brevemente questa storia.

Carl B. Boyer *Storia della matematica*, Mondadori, 1980 (John Wiley & Sons Inc. 1968)

Brian Rice, Enrique Gonzalez-Velasco, Alexander Corrigan, *The life and works of John Napier*, Springer-Verlag, 2017.

Eli Maor, *e:The Story of a number*, Princeton University Press, New Jersey, 1994

Biographies University of St Andrews Scotland: https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/

Il Gresham College

Il Gresham College è stato istituito nel 1594 nella residenza privata di Thomas Gresham nel quartiere londinese di Bishopsgate. Sul sito si trova ora uno dei grattacieli più alti di Londra, Tower 42. Il college è finanziato con le rendite

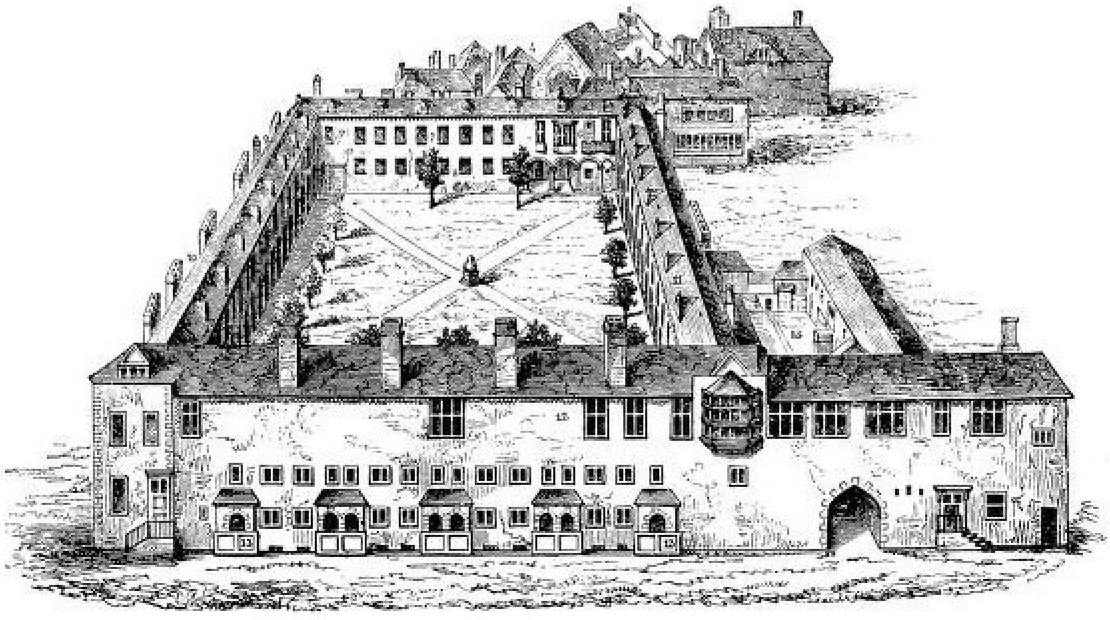


Figura 16. L'antico edificio del Gresham College

provenienti dalle proprietà di Gresham che si trovano intorno alla Borsa di Londra, fondata dallo stesso Gresham. Come stabilito nel suo testamento, i professori appartenenti al collegio sono stipendiati dalla fondazione e alloggiano nel Collegio o in abitazioni nelle sue vicinanze. Le discipline insegnate corrispondono pressappoco alle sette arti liberali: Retorica, Legge, Fisica, Teologia, Geometria, Astronomia e Musica. I docenti hanno il dovere di tenere delle lezioni pubbliche, in latino al mattino e in volgare durante la giornata e sono tenuti a non sposarsi. Il collegio assume un così grande prestigio che dal 1663 fino al 1710 è sede delle prime riunioni della Royal Society.

Di recente sono state aggiunte alcune discipline di insegnamento: Commercio nel 1985, Ambiente nel 2014 e Informatica nel 2015.

Attualmente il College fornisce oltre 140 lezioni pubbliche all'anno e dal 2001 sono disponiobili anche in rete sul link: https://www.gresham.ac.uk/watch/

Nel 1596 **Henry Briggs** viene scelto come primo docente di Geometria. Nella sua attività presso il Gresham College si occupa di problemi di navigazione. Fra le altre cose, utilizza la declinazione magnetica per determinare la direzione del Polo Nord, pubblica una nuova edizione degli Elementi di Euclide.

Non appena Briggs legge il *Mirifici logarithmorum canonis descriptio*, ne rimane talmente entusiasta che si propone di andarlo a trovare Napier. Per raggiungere Edinburgo da Londra occorre affrontare un viaggio a cavallo o in carrozza di 4-5 giorni.

Nell'estate dell'anno successivo, 1615, mantiene il suo proposito e va a trovare Napier col quale si intrattiene a lungo. Nell'estate 1616 lo va a trovare una seconda volta.

Figura 17. Henry Briggs.

In seguito ai colloqui con Napier, nel 1617 pubblica i *Logarithmorum chilias prima*. Una tavola con il calcolo dei primi mille logaritmi, con quattordici cifre decimali, destinata agli uditori delle sue lezioni al Gresham College.

Ma il frutto principale delle conversazioni con Napier sono due modifiche che Briggs suggerisce. Per capire le ragioni di questi suggerimenti, partiamo dalla tabella di figura 14.

Con l'uso dei numeri rossi, cioè sommandone gli esponenti, abbiamo ottenuto il prodotto dei numeri neri, ma con questo tipo di tabella non riusciamo a moltiplicare due numeri vicini fra loro, infatti le potenze di 2 crescono rapidamente. Per risolvere questo problema Napier usa una base molto vicina a 1 cioè 0.9999999 ($= 1 - 10^{-7}$) e per non avere valori troppo piccoli, moltiplica il valore per 10^7. Nella notazione usata oggi, che è quella introdotta da Leonhard Euler nel 1728, si avrebbe:
$N = 10^7(1 - 10^{-7})^L$.

Briggs propone due modifiche ai logaritmi di Napier: Che a $L = 0$ corrisponda
$N =1$ e che il logaritmo di 10 sia una potenza di 10. Dopo aver provato con vari valori, convengono che la potenza di 10^0 sia $10^0 = 1$. In tal modo ottengono l'equivalente, in notazione odierna, di $N = 10^L$.

Dopo la seconda visita di Briggs, nell'intento di semplificare ancora il calcolo dei prodotti, Napier studia un sistema attraverso l'uso di bastoncini (Napier's Bones) che permettono di eseguire prodotti in modo rapido e scrive il trattato che ne descrive l'uso: *Rabdologiae*. In questo stesso trattato ripropone l'uso del punto per indicare i numeri decimali che era stato introdotto dall'astronomo Giovanni Bianchini nel 1440 [Glenn van Brummelen]. I numeri decimali venivano usualmente scritti come rapporti di numeri interi. In effetti il titolo completo del trattato è *Rabdologiae seu numerationis per virgulas libri duo: Cum appendice de expeditissimo multiplicationis promptuario. Quibus accessit & arithmeticae localis liber unus* (Calcolo con bastoncini e la numerazione tramite virgola in due libri, con in appendice un metodo velocissimo per le moltiplicazioni e un libro di aritmetica delle posizioni).

L'intenzione di Briggs era di tornare anche l'estate successiva in Scozia per continuare il lavoro, purtroppo John Napier muore nella primavera di quell'anno, il 3 aprile 1617, all'età di 67 anni.

Non riesce quindi a terminare il nuovo libro in cui avrebbe inserito le modifiche apportate insieme a Briggs, ma il figlio di John, Robert ne cura l'edizione e spedisce una copia a Briggs per completare il lavoro. Briggs opera alcune aggiunte che compaiono nel testo esplicitamente attribuite all'autore. Robert Napier pubblica il *Mirifici logarithmorum canonis constructio* a Edimbrgo nel 1619.

Keplero è un entusiasta sostenitore dell'utilità dei logaritmi che definisce *una felice calamità*. Subito dopo averne avuto notizia, nel 1617, li usa per il calcolo delle orbite dei pianeti, e per sottolinearne l'importanza, inserisce alcune pagine con le tavole logaritmiche nelle *Tabulae Rudolphinae* dedicate all'imperatore Rodolfo II, che permettevano di predire la posizione dei pianeti secondo il nuovo modello eliocentrico. Nel frontespizio delle stesse tavole, fra le muse ispiratrici dell'astronomia, compare *Logarithmica*, che sostiene il valore di *ln(1/2)* sull'aureola e due bastoncini nelle mani il cui rapporto di lunghezze è 1/2. Keplero inoltre sviluppa un metodo geometrico per il calcolo dei logaritmi che pubblica nel 1624, *Chilias Logarithmorum*.

Fig.18 Frontespizio Tabulae

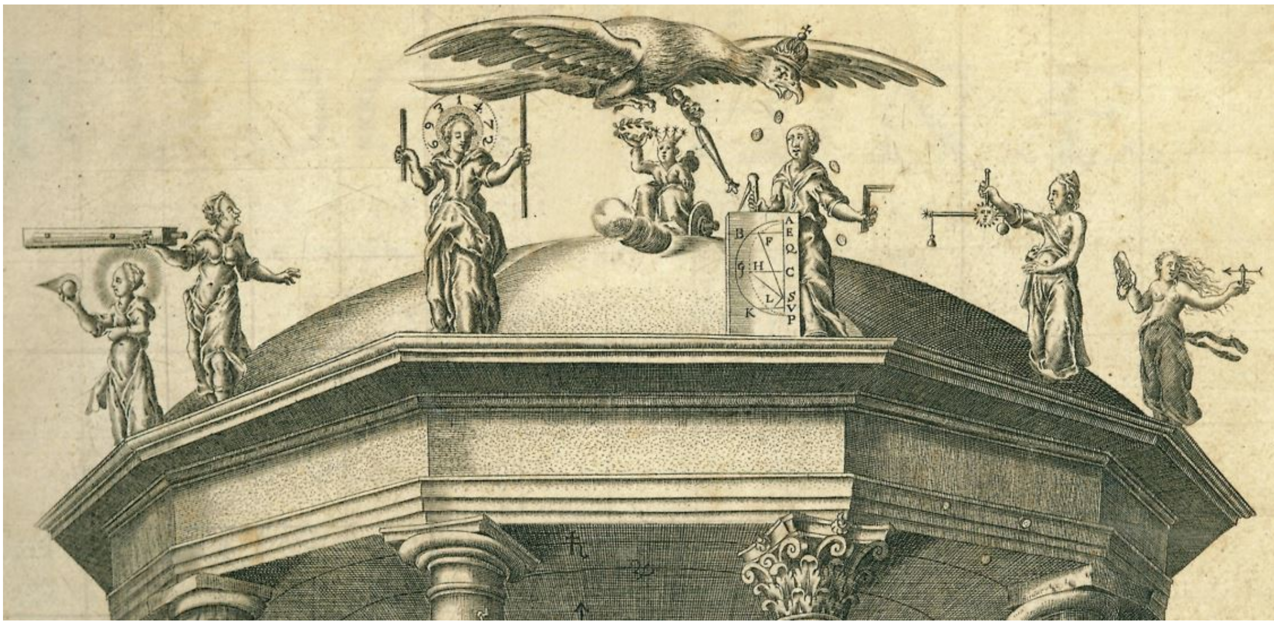


Figura 19. Particolare del frontespizio delle Tabulae Rudolphinae. Le muse sono da sinistra a destra: Physica lucis, Optica, Logarithmica, Doctrina triangulorum, Stathmica, e Magnetica.

Il lavoro di Napier e Briggs ha un rapido successo, Edward Wright, matematico e cartografo, scrive immediatamente una traduzione in inglese della *Logarithmorum descriptio* e ne spedisce una copia per revisione a Napier che la approva pienamente. La traduzione viene pubblicata nel 1616.

Bonaventura Cavalieri appena ottenuta la cattedra a Bologna nel 1629, quindi appena avuta la possibilità di pubblicare, come era d'uso, compila una serie di tavole logaritmiche e trigonometriche (*Directorium generale Uranometricum*), contribuendo a diffondere questo importante strumento di calcolo in Italia.

Ma torniamo a Londra al Gresham College per incontrare un altro personaggio che gravita intorno al College: **Edmund Gunter**.

Ancora prima del diploma il giovane Gunter si fa conoscere per un suo manoscritto sulle proiezioni sferiche che circola fra i matematici. Per questo motivo Briggs lo propone per la cattedra di Astronomia allo stesso College fin dal 1613. La sua presenza al Gresham è così assidua che un altro matematico che incontreremo fra poco, William Oughtred, è convinto che faccia parte del College. Ma soltanto quando Thomas Williams, professore di Astronomia, rassegna le sue dimissioni, probabilmente per sposarsi, Gunter riesce ad ottenere quel posto.

Nella sua attività Gunter compila tavole di logaritmi e di funzioni goniometriche. Suoi sono i termini *coseno* e *cotangente*. Scopre la variazione col tempo della declinazione magnetica, inventa una catena che rende agevoli le misure di aree, e vari strumenti astronomici descritti nel suo: *The description and use of sector, the cross-staffe, and other instruments for such as are studious of mathematical practise*.

Una copia della seconda edizione pubblicata nel 1636 viene acquistata da Isaac Newton nel 1637.

Uno di questi strumenti ci interessa qui: la *Gunter scale* o *Gunter rule*, si tratta di una doppia scala incisa su un regolo di legno lungo due piedi. Vediamo come funziona.

Nella prima scala in figura 20 ci sono, in basso, i numeri da moltiplicare e i loro corrispondenti valori che si ottengono con le potenze di dieci, in alto. Analogamente a come rappresentato in figura 14 con le potenze di 2, ma ora che abbiamo saputo dei logaritmi da Napier, possiamo utilizzarli per il ragionamento. In questo modo abbiamo la corrispondenza data dalla tabella di figura 20.

Glenn van Brummelen, *Decimal fractional numeration and the decimal point in 15th-century Italy*, Historia Mathematica 66, 1-13, 2024.

Mikael Ragstedt, *About the cover: Kepler and the Rudolphine tables.* Bulletin of the American Mathematical Society Volume 50, Number 4, October 2013, Pag. 629–639 10-6-2013.

$10^{0} = 1$	$10^{0.30} = 2$	$10^{0.48} = 3$	$10^{0.60} = 4$	$10^{0.70} = 5$	$10^{0.78} = 6$	$10^{0.85} = 7$	$10^{0.90} = 8$
↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕
log(1)=0	log(2)=0.30	log(3)=0.48	log(4)=0.60	log(5)=0.70	log(6)=0.78	log(7)=0.85	log(8)=0.90

Figura 20. In basso i logaritmi dei numeri naturali, nella riga in alto le potenze di 10 (i valori sono approssimati alla seconda cifra decimale per motivi di spazio).

Ora, supponiamo di voler eseguire la moltiplicazione 2 x 3. In figura 21 sono rappresentate soltanto le lunghezze che corrispondono ai logaritmi di 2 (linea in rosso) e di 3 (in blu). Sommando queste lunghezze, otteniamo una lunghezza (0.78) che è il logaritmo di 6. In questo modo abbiamo ottenuto il prodotto di due numeri sommando due lunghezze.

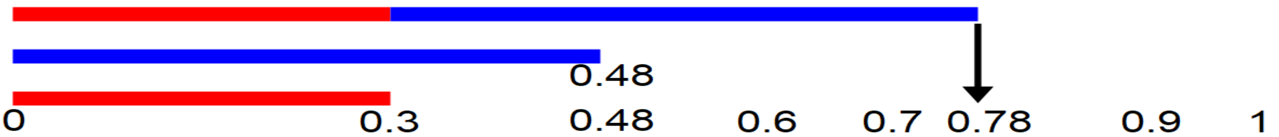


Figura 21. Le somme delle lunghezze corrispondenti agli esponenti delle potenze di 10

Il terzo personaggio che frequenta Briggs e Gunter al Gresham College, anche se non ne fa parte, è un pastore anglicano che, come Napier, si diletta di Matematica: **William Oughtred**.

Oughtred si laurea al King's College di Cambridge dove si studia principalmente teologia, ma i suoi interessi sono rivolti verso la matematica a cui dedica la maggior parte del suo tempo. Oughtred scrive principalmente per i suoi allievi e in latino, come era d'uso all'epoca, inoltre è restio ad occuparsi della stampa dei suoi lavori; infatti i suoi trattati sono curati per la stampa e spesso tradotti in inglese dai suoi allievi. Uno dei suoi testi più diffusi è il *Clavis Matematicae*, di cui escono quattro edizioni in latino a partire dal 1631, e una prima edizione in inglese nel 1647.

Fig. 22. William Oughtred.

Secondo i biografi di Newton, questo è uno dei cinque libri che più hanno influenzato la formazione del grande scienziato.

Nel *Clavis* viene introdotto fra gli altri, il simbolo x per la moltiplicazione e le abbreviazioni *sin* e *cos* per le rispettive funzioni goniometriche.

Nel 1632 un allievo di Oughtred, William Foster traduce in inglese ed edita *The*

Circles of Proportion and the Horizontal Instrument in cui è incluso *Use of two Rulers for calculation*.

Nel testo vengono illustrati i due strumenti di calcolo che Oughtred aveva costruito intorno al 1620. Con essi vengono sfruttate le proprietà dei logaritmi per ottenere rapidamente prodotti e quozienti. Gli strumenti utilizzano due scale logaritmiche incise su due parti di un regolo che possono scorrere fra loro. Si tratta del prototipo del regolo calcolatore.

Confrontiamo ora Gunter con Oughtred. Il metodo di Gunter consiste nell'usare il compasso per prendere la lunghezza in modo da poterla traslare, e sommare all'altra lunghezza. Le lunghezze così sommate forniscono il valore cercato (prodotto) grazie alle proprietà dei logaritmi. Nell'esempio di figura 23 si vuole moltiplicare 1.5x4, il compasso è aperto (a sinistra) di 1.5, spostandolo nella posizione a destra, ovvero a partire da 4 e mantenendo la sua apertura, si legge il risultato, cioè 6.

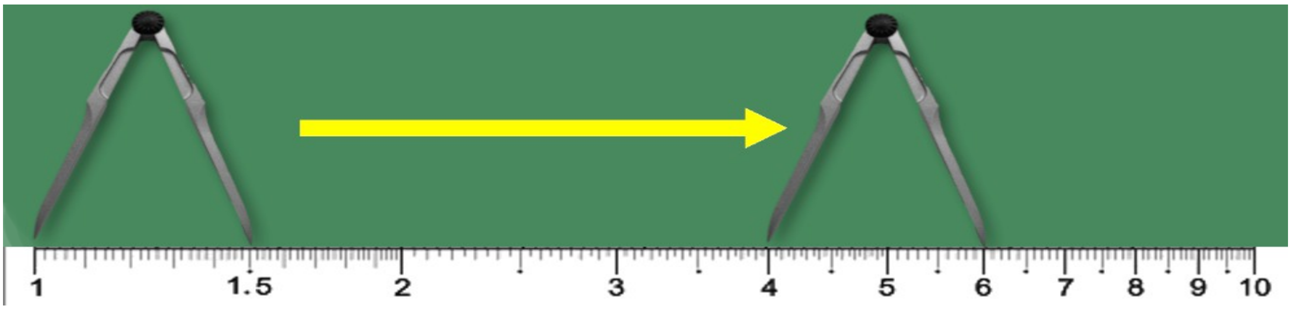


Figura 23. Modo d'uso del regolo di Gunter (Gunter line).

Oughtred si spinge un po' oltre, affianca due scale logaritmiche che possano scorrere l'una rispetto all'altra, così da eliminare l'uso del compasso. In figura 24 è visualizzato il prodotto con le due scale scorrevoli. Con il processo inverso si ottengono i quozienti. Si parte dalla scala inferiore per fare, ad esempio 8:2, e si legge il risultato sotto il numero 1 della scala superiore.

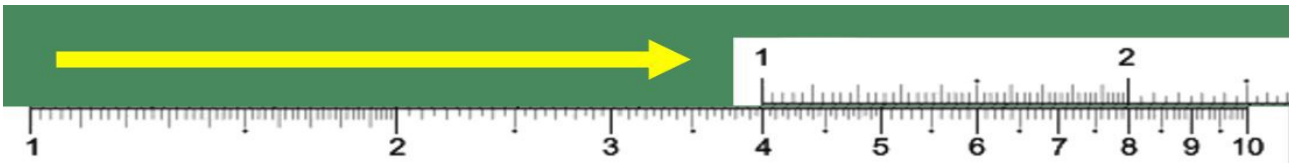


Figura 24. Soluzione di Oughtred per ottenere i prodotti.

Oughtred fa costruire i suoi strumenti nell'officina di un abile artigiano, Elias Allen. Alcuni esempi delle sue manifatture sono tutt'ora custoditi nel Whipple Museum di Cambridge e nel Museum of History of Science di Oxford.

Un altro prolifico ed eclettico membro del Gresham College, **Robert Hooke**, noto soprattutto per la legge sull'elasticità, intorno al 1665 inventa un metodo per costruire ingranaggi che potrebbe essere utilizzato per disegnare scale più accurate.

Ma bisogna aspettare ancora un altro secolo, finché Jesse Ramsden intorno al 1790 utilizza il suo divisore per la costruzione di strumenti matematici ed astronomici, consentendo un sensibile incremento della precisione degli stessi.

Una delle maggiori innovazioni del regolo all'inizio del 19° secolo la introduce Peter Mark Roget, un medico londinese. Con una comunicazione alla Royal Society del 1814, descrive l'inserimento di una scala che risolve a^b per valori interi e per valori frazionari. Tale scala, che lui chiama *logometrica*, quando nascerà la necessità di usarla per calcoli termodinamici ed elettrici verrà rivalutata.
A causa del fatto che $\log(a^b) = b \log(a)$ e quindi $\log(\log(a^b)) = \log(b) + \log(\log(a))$, la scala sarà conosciuta come *scala log-log*.

Soltanto a partire dalla seconda metà del 1800 inizia una diffusione più estesa di questo strumento grazie soprattutto alle innovazioni introdotte da un giovane ufficiale di artiglieria francese.

Victor Amédée Mannheim. Nel 1848, all'età di soli 17 anni entra all'École Polytechnique di Parigi (è lo studente più giovane della scuola). Nello stesso anno appaiono due suoi lavori sui *Nouvelles annales de mathématiques*.
Due anni dopo, nel 1850, Mannheim si trasferisce a Metz, all'École d'Application dove diventa ufficiale di artiglieria. Nel frattempo continua a lavorare sulla geometria pubblicando *Théorie des polaires réciproques* nel 1851 e *Transformation de propriétés métriques des figures à l'aide de la théorie des polaires réciproques* nel 1857.
Nel 1859 entra all'École Polytechnique come ripetitore e poi come professore di Geometria Descrittiva.

Nel 1873 è presidente della Société Mathématique de France. Continua comunque a insegnare all' École Polytechnique fino all'età di 70 anni. Nella sua carriera pubblica oltre 240 lavori.
L'*Académie des Sciences* gli conferisce il premio Poncelet nel 1872. Dal 1878 è membro onorario della *London Mathematical Society*. Muore a Parigi nel 1906.

Figura 25. Victor Mannheim

Amédée realizza il suo regolo all'età di 19 anni, in esso introduce un cursore che permette di fare calcoli in serie senza la necessità di trovare i risultati intermedi. L'anno successivo pubblica le istruzioni di funzionamento nel libretto: *Règle à calcul modifiée. Instruction* (Metz, Imp. et lith. Nouvian, 1851).

L'artiglieria militare francese adotta il regolo da calcolo *di Mannheim*, con quattro semplici scale, realizzate dalla ditta Gravet-Lenoir, contribuendo decisamente alla sua diffusione. Le scale C e D, identiche fra loro, sono le scale logaritmiche usuali, mentre le scale A e B sono i quadrati di C e D. Utilizzando le A e B esattamente come C e D si possono fare i prodotti.

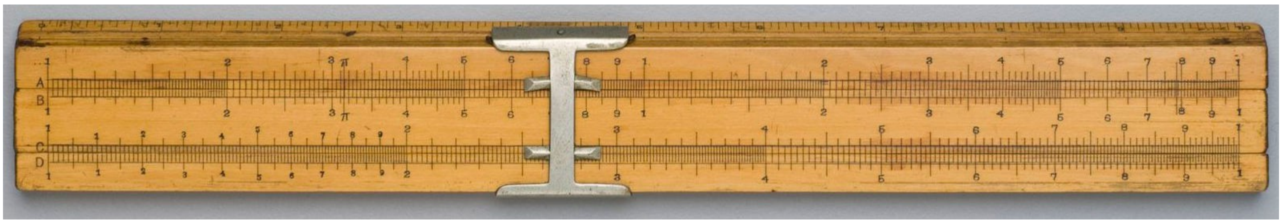


Figura 26. Regolo Mannheim fornito di cursore e con le scale C e D che vanno da 1 a 10 e le scale A e B con i quadrati delle precedenti e quindi con doppia scala. (Foto MAAS Museum Of Applied Arts & Sciences, Sidney).

Queste consentono di aumentare la precisione e inoltre di poter trovare immediatamente quadrati e radici quadrate.

Dopo la Francia, anche la Germania (Faber, Nestler e Dennert & Pape), produce i regoli **Mannheim** a partire dal 1870 .

Nel 1880 Tavernier-Gravet, lo esporta in Gran Bretagna e nel 1890 negli Stati Uniti. Forse il primo ad apprezzarlo fuori dalla Francia è Quintino Sella in Italia, che pubblica un primo lavoro sul regolo calcolatore (*Teoria e pratica del regolo calcolatore, Torino*, 1856) poi aggiornato nel 1886. Ma il suo uso in Italia è ancora poco diffuso, benché un saggio di Antonio Favaro del 1879 sull'argomento sia considerato il più completo sulla storia del regolo e viene citato in più occasioni dallo storico della matematica Florian Cajori in *History of the logarithmic slide rule*, 1909.

Nel 1886 la ditta Dennert & Pape (Hannover) introduce le scale in celluloide laminate su legno. Queste consentono una buona riproducibilità, quindi qualità costante nella produzione e inoltre consentono una buona leggibilità, aumentandone la precisione.

Qualche anno dopo (1890) William Cox, consulente della ditta Keuffel & Esser che inizialmente importa negli Stati Uniti i regoli Dennert & Pape, disegna le scale anche sulla faccia posteriore del corpo, correlate con quella anteriore tramite un doppio cursore in vetro. Questi regoli vengono chiamati Duplex.

In Russia, Cherapashinskii importa i regoli Mannheim fabbricati da Tavernier-Gravet, apportandovi qualche modifica.

In Giappone la produzione di regoli viene avviata in seguito alla visita ufficiale in Europa di una delegazione governativa nel 1894. Viene utilizzato come modello il regolo Mannheim, adattandolo ai materiali e alle tecniche costruttive giapponesi. L'azienda giapponese che produce i primi modelli è la Hemmi keisanjaku (Sun) nel 1895. Fra i primi brevetti della Sun vi è il regolo Mannheim in bambù.

Nel 1902, l'ingegnere tedesco Max **Rietz** risistema le scale sul regolo e il suo modello viene prodotto per la prima volta dalla Dennert & Pape. Molte altre case costruttrici seguiranno il suo schema.

Nel 1934 la stessa D&P adotta il sistema studiato da Walther Allen dell'Institute for Applied Mathematics di Darmstadt in cui introduce le scale log-log. Dandogli il nome appunto, di **Darmstadt**.

Da allora fino alla metà degli anni Settanta del 1900 il regolo calcolatore è uno strumento di calcolo di uso universale. Tutte le piccole e grandi opere di ingegneria, la ricerca scientifica, fanno uso del regolo calcolatore.

In funzione delle innovazioni apportate nel corso degli anni, i regoli calcolatori vengono classificati principalmente in base a tre tipi fondamentali che compaiono in successione, ciascuno con qualche aggiunta rispetto al precedente, essi vengono chiamati **Mannheim**, **Rietz**, **Darmstadt**. Dalle caratteristiche costruttive vengono poi i termini **Duplex**, **Open Frame** e **Closed Frame**. Li vediamo in dettaglio nel prossimo capitolo.

I codici qui in basso aprono i corrispondenti video

Gresham college **Briggs e Gunter** **Oughtred** **Mannheim**

Florian Cajori, *A History of the Logarithmic Slide Rule and Allied Instruments*, NY 1909.

Florian Cajori, *William Oughtred* , The Open Court Publishing Co., Chicago, 1916.

Favaro A., *Sulla Elica Calcolatoria di Fuller con Cenni Storici Sopra gli Strumenti a Divisione Logaritmica* (http://www.sliderule.it/Images/Rules/favaro_9.pdf) - 1879 s

Peter M. Hopp, *Slide Rules, Their History, Models, an Makers*, Astragal Press 1999 Mendham, New Jersey.

Eli Maor: ***e**, The Story of a number*, Princeton University Press, New Jersey 1994.

L.M.Kells, W.F.Kern, J.R.Bland, *Log Log Duplex Decitrig Slide Rule N4081 Manual*, Keuffel & Esser, New York 1947.

John Napier *Rabdologiae*, Edinbourgh, 1617.

https://catalogo.museogalileo.it/approfondimento/CompassoGalileo.html#200902

Tipi di regoli

Regolo **Mannheim (1850)**. Victor Amédée Mannheim all'età di 19 anni, introduce il cursore che permette di fare calcoli in serie senza la necessità di trovare i risultati intermedi e aggiunge anche le scale dei quadrati che consentono di trovare immediatamente quadrati e radici quadrate.

A: scala dei quadrati delle scale C e D

B: scala dei quadrati delle scale C e D (identica alla scala A)
C: scala logaritmica (identica alla scala D)

D: scala logaritmica

Figura 27. Schema Mannheim.

Nel 1890 William Cox, consulente della ditta Keuffel & Esser importatore negli Stati Uniti dei regoli Dennert & Pape, introduce altre scale anche sulla faccia posteriore del corpo che sono correlate con quelle anteriori tramite il doppio cursore, cioè un cursore con i riferimenti anche sull'altra faccia, corrispondenti con la prima, da qui il termine di regolo **Duplex**.

Rietz. Nel 1902, l'ingegnere tedesco Max Rietz risistema le scale sul regolo e il suo modello viene adottato dalla Dennert & Pape (in seguito rinominata Aristo).

K: scala dei cubi delle scale C e D
L: scala (lineare) della parte decimale dei logaritmi (mantissa) della scala C
A: scala dei quadrati delle scale C e D

B: scala dei quadrati delle scale C e D (identica alla scala A)
CI: scala dei reciproci delle scale C e D
C: scala logaritmica (identica alla scala D)

D: scala logaritmica
S: scala dei seni, spesso insieme a coseni (indicati in rosso)
T: scala delle tangenti da 6° a 45°
ST: scala di seni e tangenti per piccoli angoli ($0.6 < \theta < 6°$)

Figura 28. Schema Rietz.

Darmstadt. Nel 1934 la stessa D&P adotta anche il sistema di Walther Allen dell'Institute for Applied Mathematics di Darmstadt con le scale log-log.

T: scala delle tangenti da 6° a 45°
S: scala dei seni, spesso insieme ai coseni (indicati in rosso)
K: scala dei cubi delle scale C e D
A: scala dei quadrati delle scale C e D

B: scala dei quadrati delle scale C e D (identica alla scala A)
CI: scala dei reciproci delle scale C e D
C: scala logaritmica (identica alla scala D)

D: scala logaritmica
L: scala (lineare) della parte decimale dei logaritmi (mantissa) della scala C
P: scala per $\sqrt{1 - x^2}$ (Pitagorica)

Figura 29. Schema Darmstadt.

sul retro dell'asta scorrevole (slide), le scale log-log segnate con sigla LL.

LL3: $e^{0.01x}$
LL2: $e^{0.1x}$
LL1: e^{x}

Figura 30. Retro dell'asta scorrevole nello schema Darmstadt.

Perché la scala ST. Per gli angoli < 6° i seni e le tangenti coincidono fino alla terza cifra significativa con gli angoli espressi in radianti. Quindi per calcolare per esempio sen(6°) basta convertire 6° in radianti. Infatti, verifichiamo per un angolo di 6°: 6xπ/180≈0.105; sin(6°)≈105; tan(6°)≈0.105, ovvero coincidono fino alla terza cifra decimale. A maggior ragione per angoli < 6°.

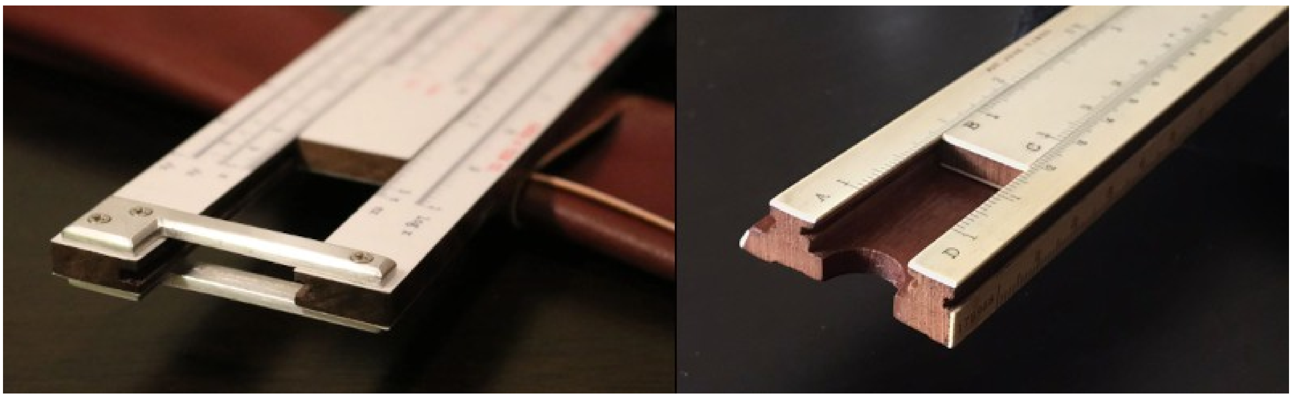


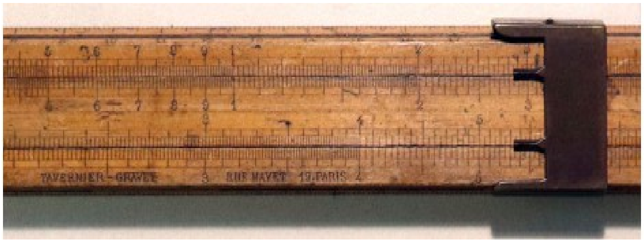
Figura 31. I tipi open-frame (a sinistra) e closed-frame (a destra).

Queste le scale standard che, a seconda dei modelli e delle marche, possono cambiare leggermente nella disposizione e nel numero delle scale stesse.

Le scale regressive (cioè decrescenti da sinistra a destra) vengono generalmente indicate in rosso, come per esempio le scale dei reciproci (CI, CIF, BI) o quelle dei coseni e delle cotangenti, le scale pitagoriche (P) e le scale delle potenze negative di *e* (LL_{01}, LL_{02}, LL_{03}, rispettivamente: $e^{-0.01x}$, $e^{-0.1x}$, e^{-x}).
Negli ultimi modelli costruiti, si trovano fino a 32 scale (Faber-Castell 2/83 N).

I materiali utilizzati sono ovviamente adatti all'uso dello strumento e scelti in base alla disponibilità all'epoca della loro costruzione. Il materiale principalmente utilizzato è il legno per il corpo e l'asta scorrevole e inizialmente, il metallo per il cursore.

Nelle foto di figura 32 e 33, a sinistra un cursore in ottone di un regolo Tavernier & Gravet circa 1890, a destra stessa ditta ma dei primi anni 1900, il cursore anche stavolta è in ottone ma con finestrella in vetro.



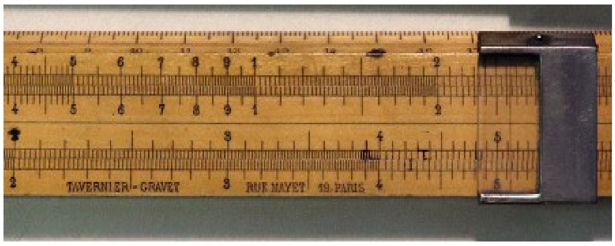


Fig. 32 e 33. Immagini di regoli Tavernier & Gravet di tipo Mannheim costruiti a fine 1800 (a sinistra) e inizio 1900 (a destra). Dal sito https://www.nzeldes.com/HOC/TavernierGravet.htm

Generalmente usato è il legno di bosso, mentre per i prodotti di alta gamma il mogano o altro legno duro.

La celluloide, ottenuta dalla cellulosa delle piante e trattata con acido nitrico e canfora, viene prodotta dalla fine del 1869 in poi. Dennert & Pape utilizzano per primi celluloide bianca per laminare il legno rendendo le scale molto più leggibili di quelle su legno.

La Hemmi produce regoli in bambù, un materiale che è parte di una millenaria tradizione giapponese.

Fig 34. K&E in legno laminato in celluloide, Inizio 1900.

Fig.35. Hemmi tascabile in bambù, anni '60.

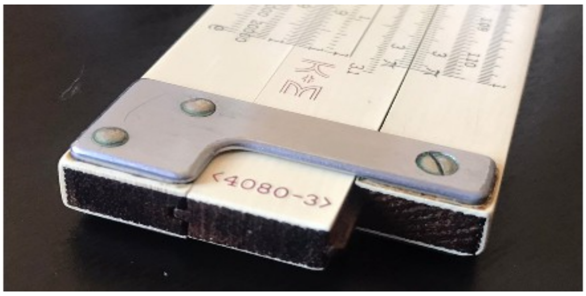


Figure 36 e 37. K&E, corpo e slide in mogano laminato celluloide, cursore in vetro e metallo, 1936.

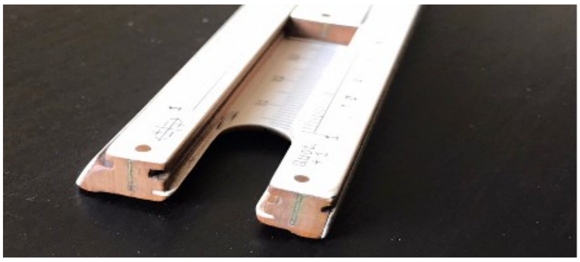



Figure 38 e 39. Regolo A.W. Faber 364. Closed frame, corpo e slide in legno. Finestrella posteriore aperta con indice sui bordi per le scale S, T e L. ~1913.

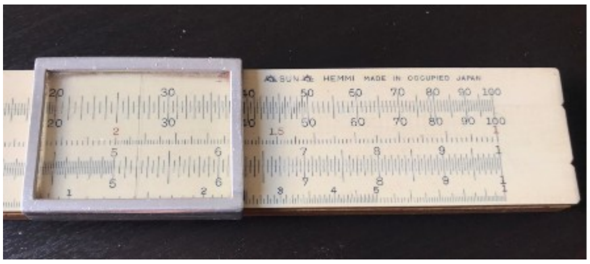


Figure 40 e 41. Regolo Sun Hemmi 130 Darmstadt. Cursore in alluminio e vetro, corpo e slide in bambù laminato in celluloide. Finestrella posteriore in celluloide con indice per le scale S, L e T. 1949.

Figure 42 e 43. Regolo K&E 4053-3. Cursore in plastica e vetro con cornice metallica, closed frame, corpo e slide in legno. Finestrella posteriore in celluloide con indice per le scale S, L e T. ~1940.

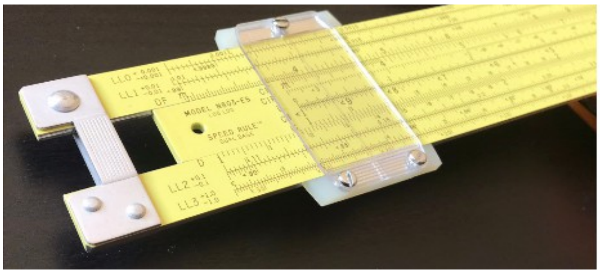
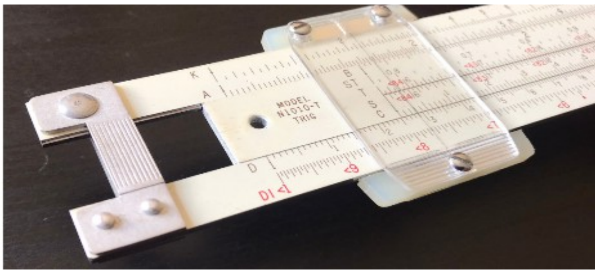



Figure 44 e 45. Pickett N803-ES, 1962 (a sinistra) e N1010-T, 1960 (a destra). Corpo e slide in alluminio, open frame. Cursori in plastica e nylon.

Figura 46. K&E N4053-3, cursore in plastica (danneggiata) e ottone con lente in vetro, 1936.

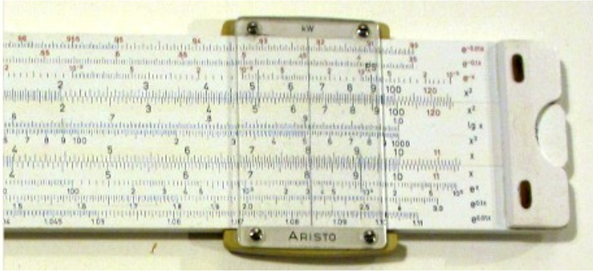


Figura 47. Aristo 0968. corpo, slide e cursore in plastica. 1965.

I cursori sono inizialmente in ottone, poi in vetro incorniciati in ottone, quindi in alluminio o ferro, qualche esempio anche in celluloide trasparente e infine in plastica. Nylon e plastica sono i materiali usati nei cursori della Pickett.

Il corpo dei regoli Pickett è prima in magnesio, ma risulta difficile da lavorare, poi in alluminio, e infine in plastica negli ultimi modelli. Per qualche tempo la Lawrence (USA) e la B.R.L. (GB) fanno il corpo e l'asta scorrevole in bachelite laminata con celluloide, ma il materiale si rivela troppo fragile e viene rapidamente messo da parte.

A partire dal 1936 la Dennert & Pape utilizza utilizza per il corpo e lo slide un polimero PVC (Astralon) con elevata solidità ed elasticità che possiede anche ottima stabilità chimica e resistenza agli acidi. Gli ultimi regoli prodotti sono quasi tutti in materiale plastico.

Nel video che si apre con il codice qui a fianco, si trova una breve descrizione dei tre principali tipi di regolo calcolatore

Peter M. Hopp, *Slide Rules, Their History, Models, an Makers*, Astragal Press Mendham, New Jersey, 1999.

International Slide Rule Museum, https://www.sliderulemuseum.com/index.shtml

The Oughtred Society, https://www.oughtred.org/index.shtml

Vantaggi del regolo calcolatore

Vediamo alcuni vantaggi che si hanno dall'uso del regolo calcolatore, seppure con una maggior fatica mentale. La nostra seconda navigazione (vedi pag. 1).

Le cifre significative

Sono quelle cifre che hanno significato rispetto ad un valore specificato o misurato. Si tratta in generale delle cifre certe e della prima cifra incerta.
Attribuire in modo corretto le cifre significative è importante nelle operazioni aritmetiche affinché il risultato rappresenti un numero che abbia significato.
Per esempio se scrivo 1.28 oppure 0.0128 ho un valore con tre cifre significative (gli zeri a sinistra non contano), cioè ho due cifre certe (1 e 2) e una cifra incerta (8). La cifra incerta fornisce l'incertezza sulla misura o sul calcolo.

Se con questi valori voglio fare una operazione aritmetica, supponiamo 1.28/2.54 (per esempio per convertire centimetri in pollici), sul display elettronico leggo: 0.503937007874
Quante sono ora le cifre significative?

La potenza di calcolo della mia piccola calcolatrice digitale mi potrebbe spingere a usare tutte le cifre che mi fornisce, in realtà le cifre significative sono sempre tre, quindi dovrei approssimare la terza cifra nel risultato diversa dallo zero (il 3), per eccesso (poiché la successiva è un 9, quindi ≥5) ottenendo il valore corretto 0.504.
Con un regolo da 30 cm avrei direttamente: 1.28/2.54 = 0.505, l'ultima cifra è quella incerta. Un utente esperto si accorge che l'indice (della scala C) finisce a sinistra della tacca che corrisponde a 0.505, può quindi stimare un valore leggermente inferiore (fig. 48).

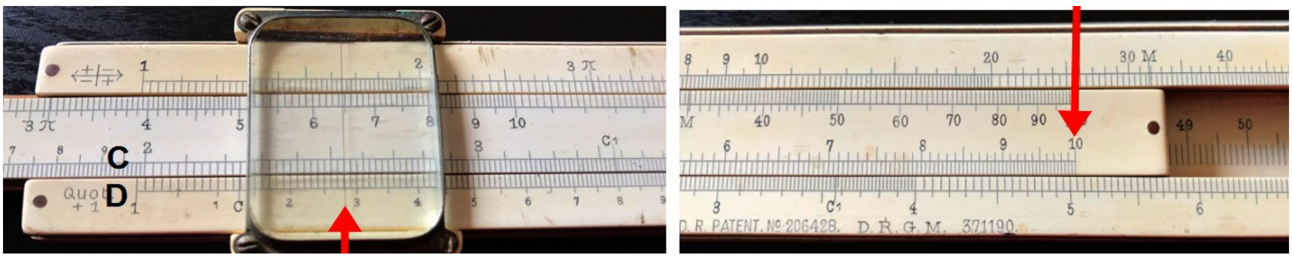


Figura 48. Divisione: si individua 1.28 nella scala D in basso, si fa coincidere con 2.54 della scala contigua C, si legge il risultato sotto l'indice 10 della scala C, sulla scala di partenza D.

Un altro esempio: 3.92/2.54 sulla calcolatrice = 1.5433070866. Sul regolo leggo 1.54 (notare che l'indice è leggermente a destra della tacca corrispondente). Ottengo ancora 3 cifre significtive (fig. 49).

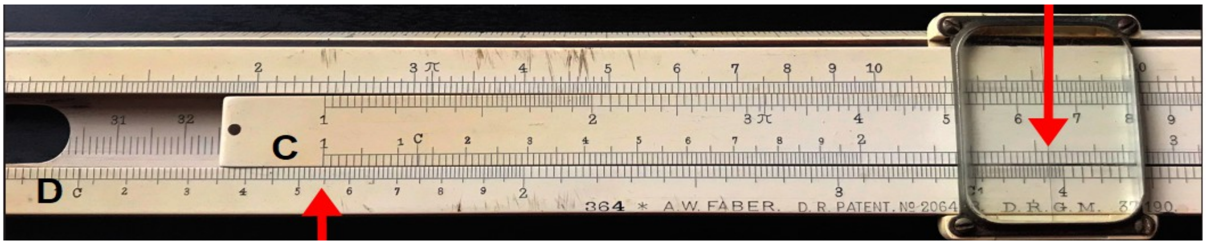


Figura 49. Individuato 3.92 nella scala D in basso, si fa coincidere con 2.54 della scala contigua C, si legge il risultato sotto l'indice 1 della scala C, sulla scala di partenza D.

Ora un prodotto. 0.735x16.6, sulla calcolatrice ottengo = 12.201, cioè sarei portato a considerare ben 5 cifre significative, sul regolo leggo 12.2 correttamente (fig. 50).

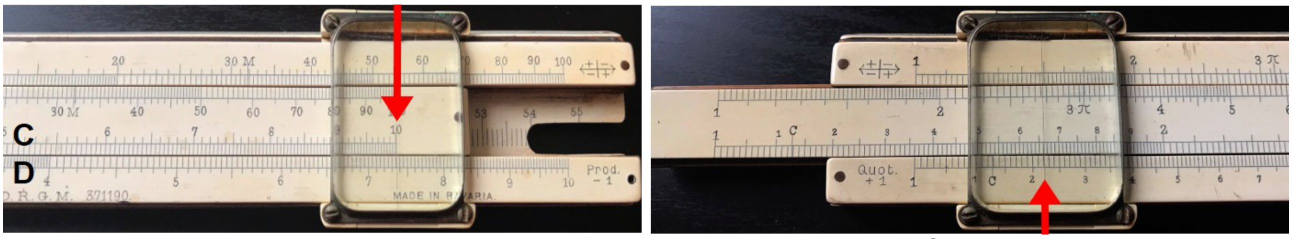


Figura 50. Questa volta un prodotto. Punto l'indice 10 (C) su 7.35 (D) (perché il numero 1 mi porta lo slide con l'altro numero del prodotto fuori dal regolo), poi cerco 1.66 (C) e leggo 12.2 (D).

Il posizionamento del punto decimale

Nell'esempio di figura 48 ho usato il valore 1.28 come dividendo, se avessi usato 0.0128 oppure anche 12800, le posizioni sul regolo sarebbero state le stesse. La calcolatrice elettronica mi fornisce il risultato posizionandomi correttamente (a meno di errori di digitazione) il punto decimale. Sul regolo, al contrario, è l'operatore che deve posizionare il punto. Questo costringe a seguire il calcolo e pensare che se divido 12800 per un numero compreso fra 2 e 3, otterrò meno della metà del dividendo, nel caso di 2.5 ottengo 5120. Viceversa se il dividendo è 0.0128, il risultato sarà 0.00512.

Analogamente devo procedere nel caso di figura 50 per ottenere il risutato corretto di 12.2 .

Le radici quadrate e cubiche

Anche nelle operazioni di estrazione di radici quadrate occorre seguire consapevolmente il calcolo. Sulla scala A (e B) del regolo ci sono i quadrati delle scale C e D, sulla scala K i cubi delle scale C e D. Se voglio ottenere la radice quadrata di 5, basta posizionare il cursore sul 5 della scala A, e guardare la corrispondenza sulla scala D, dove troverò 2.24. Se voglio la radice di 50, devo guardare nella seconda decade della scala A, troverò 7.05 sulla scala D. Per la radice di 500 otterrò 22.4 cioè dovrò guardare sulla prima decade come ho fatto per il 5. In altre parole, per ottenere la radice quadrata di un numero n moltiplicato per una potenza di 10 pari, guardo sulla prima decade, se la potenza di 10 è dispari, guardo sulla seconda decade.

Analogamente nel caso delle radici cubiche sulla scala K dove si trovano tre decadi, dovrò guardare la decade corretta per ottenere correttamente il risultato (ogni volta che moltiplico il mio numero per 10^{3m}, moltiplicherò il risultato per 10^{m}).
Esempio: $\sqrt[3]{5630}$. Poiché $5630=5.63x10^3$, cerco nella prima decade della scala K 5.63, trovo in corrispondenza 1.78 sulla scala D. Il risultato è 1.78x10=17.8.

Il logaritmo di un numero

Alcuni regoli hanno la scala L che riporta il logaritmo dei valori delle scale C e D, ma poiché le scale C e D vanno da 1 a 10, sulla scala L troverò un valore compreso fra 0 e 1, in altre parole la mantissa, cioè la parte decimale. Per ottenere il logaritmo di un valore maggiore di 10 dovrò ricordarmi che log(nx) = log(n) + log(x). Come esempio proviamo a fare log(15): la scala D non arriva a 15, quindi dovrò posizionarmi su 1.5 su D e leggerò sulla scala L: 0.176. Poiché log(15) = log(10) + log(1.5), a 0.176 dovrò aggiungere il log(10), cioè 1. Totale: 1.176.

Seno e tangente di piccoli angoli.

Molti regoli hanno una scala chiamata ST che consente di calcolare il seno e la tangente di piccoli angoli, generalmente compresi fra 0.55° e 5°, il risultato si legge sulla scala C oppure D. Il fatto che il seno e la tangente di piccoli angoli diano lo stesso risultato dipende dalla definizione di tangente: $\tan\theta=\mathrm{sen}\theta/\cos\theta$. Se θ è piccolo, allora $\cos\theta\approx1$. Per esempio con $\theta=5$ abbiamo cos(5) = 0.9962. Di conseguenza sin(5)=0.0872 e tan(5)=0.0875 cioè i due valori sono uguali fino alla terza cifra dopo la virgola, che è una precisione sufficiente per la maggior parte delle applicazioni. Per valori minori dell'angolo, i due valori di seno e tangente si avvicinano ancora di più al valore dell'angolo. (vedi anche pag. 27)

In sintesi, il regolo calcolatore rende l'utente completamente consapevole del calcolo che sta facendo e soprattutto lo rende consapevole e partecipe del risultato ottenuto. Viceversa la calcolatrice elettronica è sì, molto semplice da adoperare ma per contro è anche completamente autonoma, tranne l'inserimento dei dati, quindi fornisce il suo risultato che potrebbe essere viziato da errori di digitazione o di interpretazione se non sottoposti a verifica da parte dell'operatore.

Nel video a cui si accede con il codice qui a fianco, si trova una breve esposizione dei vantaggi nell'uso del regolo calcolatore.

Macchine calcolatrici ad ingranaggi

Poiché questo opuscolo non riguarda direttamente queste pur affascinanti macchine, farò solo un breve cenno a pochi esempi.

Wilhelm Schickard (1592-1635) nel 1623 disegna, e in parte costruisce, una macchina calcolatrice meccanica in grado di eseguire moltiplicazioni (figura 51), basata sui *bastoncini di Nepero*. Shickard propone la sua macchina a Keplero,

Figura 51. Macchina di Schickard

come si evince da un carteggio pubblicato postumo nel 1718. Non vi è evidenza che Keplero vi abbia riconosciuto qualche potenzialità, mentre è noto che abbia apprezzato l'uso dei logaritmi, come abbiamo già visto. Un modello di questa macchina è stato ricostruito nel 1960 da Bruno von Freytag-Löringhoff, sulla base anche dei disegni trovati in questa corrispondenza.

Blaise Pascal (1623-1662) all'età di 19 anni aiutava spesso nei conti suo padre Etienne, che era intendente di finanza a Rouen. Per facilitarne il lavoro, nel 1642 costruì il prototipo della sua calcolatrice, la *Pascaline* (figura 52). Questa macchina è in grado di sommare e sottrarre numeri fino a 12 cifre. Ne furono costruite circa 50 di cui oggi ne rimangono 8. È interessante notare che Pascal ha dovuto far fronte alle critiche di chi lo accusava di aver costruito un cervello meccanico, replicando che la macchina *fa soltanto ciò che le si chiede di fare e non ha niente che possa far dire che abbia una volontà come gli animali*.

Figura 52. La Pascaline, macchina calcolatrice di Blaise Pascal.

Fu a partire dalla Pascaline che Gottfried Leibniz (1646-1716) costruì nel 1672 una macchina in grado di fare moltiplicazioni e divisioni. L'esemplare originale si trova nella Gottfred Wilhelm Leibniz Bibliothek ad Hannover, mentre non è certo che ne abbia costruito un secondo esemplare.

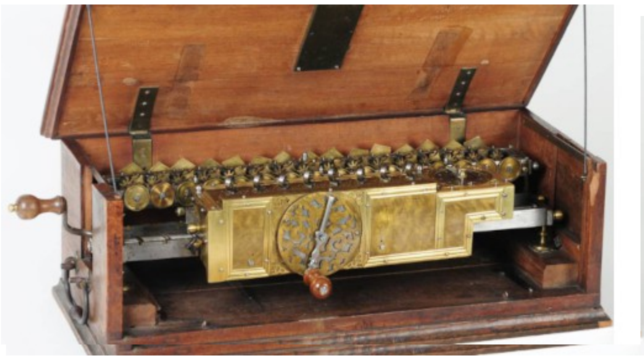


Figura 53. Macchina di Leibniz, Leibniz Bibliothek, Hannover.

Il meccanismo che Leibniz ideò per ottenere i prodotti, il cilindro traspositore (stepped cylinder), venne usato in tutte le successive macchine calcolatrici a ingranaggi, come per esempio l'Arithmomètre (figura 54) realizzato nel 1820 da Charles Xavier Thomas de Colmar e come la Curta dell'austriaco Curt Herzstark (figura 55).

Fra il 1850 e 1915 furono realizzati circa 5.000 esemplari dell'Arithmomètre; fu la prima macchina calcolatrice ad essere prodotta industrialmente.

Figura 54. Arithmomètre.

La Curta, calcolatrice di dimensioni ridotte, commercializzata nel 1948 fu prodotta in 140.000 esemplari e rimase in produzione fino al 1970.

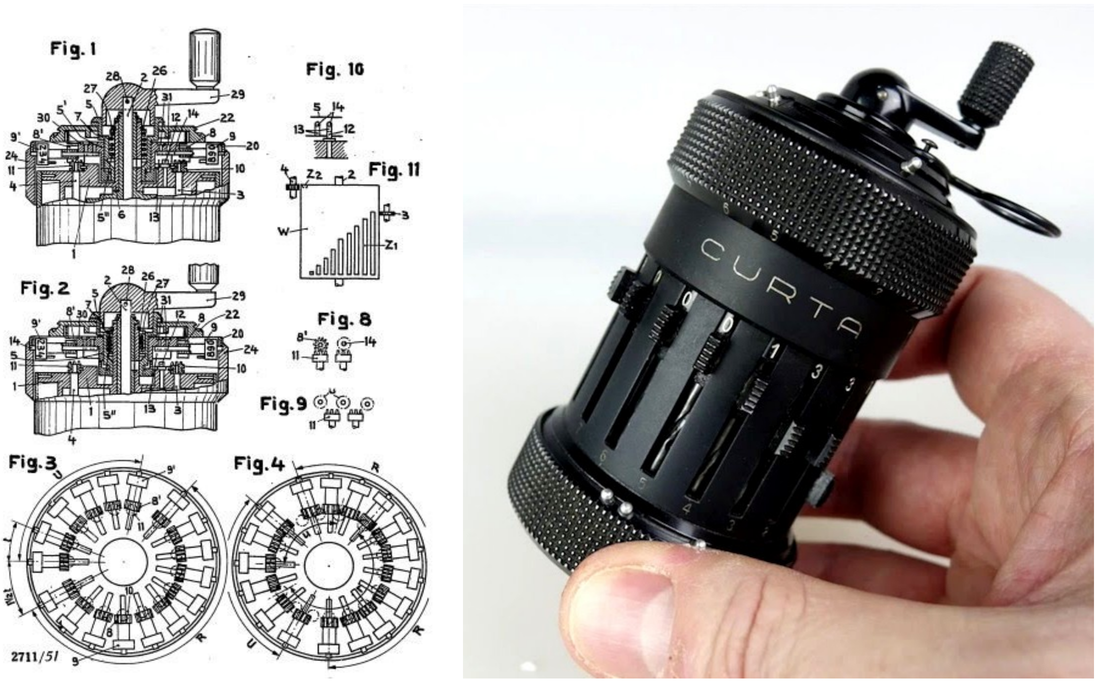


Figura 55. Curta, disegni del brevetto e macchina calcolatrice tascabile, 1948.

Nei due secoli che vanno dal 1650 al 1850, numerosi artigiani e scienziati costruirono macchine ad ingranaggi per il calcolo aritmetico, molte di esse producibili

in massa, a partire dall'Arithmometre di Thomas de Colmar. Ma fu negli Stati Uniti che l'industria delle calcolatrici fiorì in pochi decenni, diventando un business di successo. Nel citato articolo articolo di Chase sono menzionate decine di queste macchine prodotte principalmente in Francia, Germania e Stati Uniti.
Per avere notizie di quelle prodotte in Italia si veda il lavoro di Hénin.

Silvio Hénin, *Early Italian Computing Machines and Their Inventors*, A.Tatnall Ed., Reflections on the History of Computing IFIP AICT 387, pp 204-230, 2012.

George C. Chase, *History of Mechanical Computing Machinery*, Annals of the History of Computing Vol.2, n. 3, July 1980.

Brazier MAB. *From Calculating machines to computers and their adoption by the medical sciences. Medical History.* 1973;17(3):235 243. doi:10.1017/S002572730001872X.

Curta calculator pages: https://www.vcalc.net/cu.htm

Fino ai primi anni del liceo, per tracciare le linee, usavo un piccolo righello bianco piuttosto malridotto. A quel righello, che poi non ho più visto, non avevo mai dato molta attenzione.

Ho capito di che tipo di oggetto si trattava soltanto quando mi è capitato di leggere un articolo di Cliff Stoll su *Le Scienze* del luglio 2006 dal titolo: *Quando il regolo dettava le regole*. Il mio "righello" non aveva né slide, né cursore, si trattava di un regolo calcolatore tascabile da 10 cm.

È così che ho comprato il mio primo regolo sulle aste online. In capo ad una decina di anni avevo accumulato un centinaio di regoli, la maggior parte di essi in cattive condizioni.

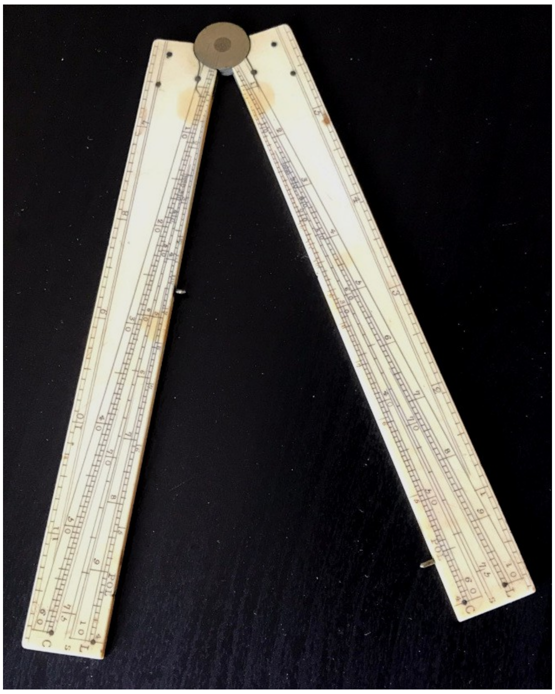
Poi ho iniziato a identificarli, a catalogarli e a mirare la ricerca cercando i pezzi che ritenevo più rappresentativi di un certo tipo o di una certa casa produttrice.

La piccola collezione che ne è sortita è descritta nelle pagine che seguono.

Compasso in avorio

Manufatto di tipologia inglese di circa metà 1800, con scale in pollici, suddivisione decimale, linee dei seni: S, tangenti: T, corde: C, e numeri: N (scale logaritmiche per i prodotti), poligoni: Pol, secanti: S.

Identico a quelli siglati *W&S Jones, 135 Holburn, London*, ma senza firma e con un simbolo a tre stelline, evidenziato in figura 59. La lunghezza è di 6 pollici che raddoppiano se aperto.



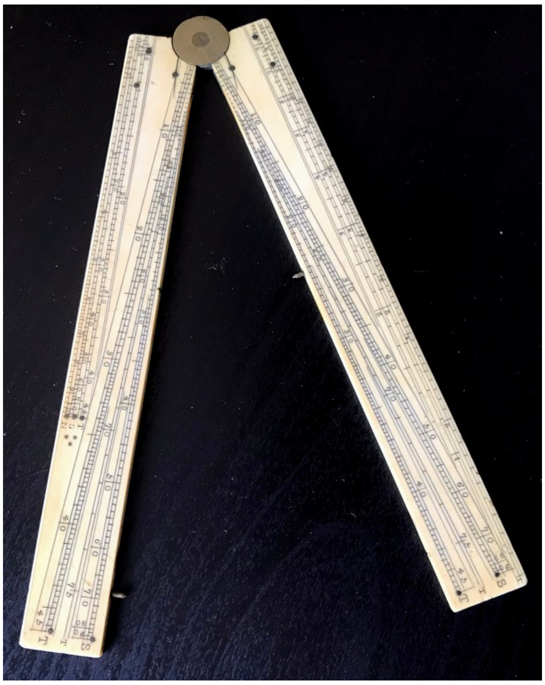


Figure 55 e 57. compasso in avorio di produzione inglese, fine XIX secolo.

Figura 58. scala delle lunghezze sul bordo.

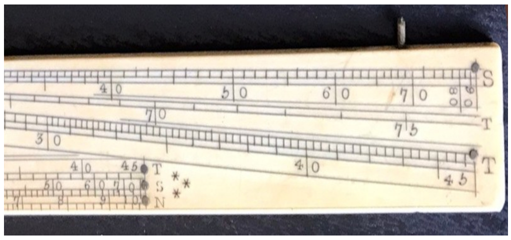


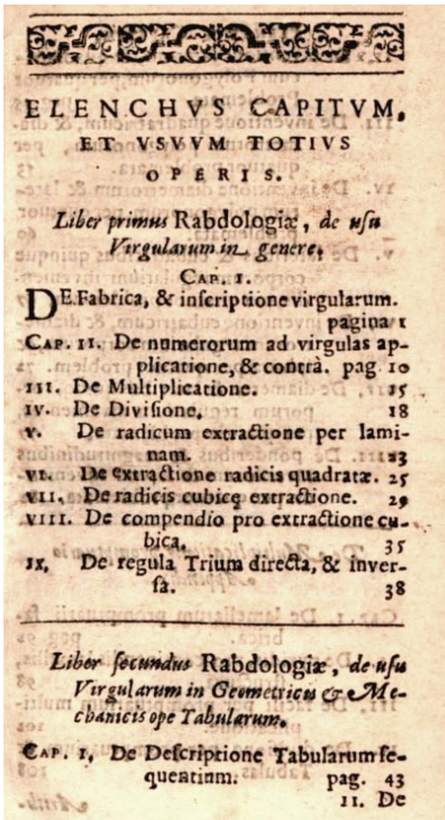
Figura 59. Marchio delle tre stelline.

C.J. Sangwin, *Edmund Gunter and the sector*:
https://www.sliderulemuseum.com/Papers/EdmundGunterAndTheSector_ByCJSangwin.pdf

https://www.sliderulemuseum.com/Rarities.shtml

Bastoncini di Nepero

Come già accennato a pagina 18, Napier pubblica nel 1617 il testo *Rabdologiae*, in cui spiega dettagliatamente come costruire ed utilizzare i suoi bastoncini per eseguire velocemente moltiplicazioni, divisioni ed estrazioni di radici quadrate e cubiche. Sulla base di questo volumetto sono stati costruiti i bastoncini di cui abbiamo nelle foto due esempi.
In figura 60 l'indice del volume stampato nel 1617.



ELENCHVS CAPITVM, ET VSVVM TOTIVS OPERIS.

Liber primus Rabdologiæ, *de usu Virgularum in genere.*

Liber secundus Rabdologiæ, *de usu Virgularum in Geometricis & Mechanicis ope Tabularum.*

II. De

Fig. 60. Indice del volume Rabdologiae

Per una dimostrazione su come eseguire le moltiplicazioni si può aprire il link nel QR code qui a fianco.

Figure 61 e 62. Due esempi dei bastoncini di Nepero (noti anche come Napier's bones) realizzati sulla base delle indicazioni contenute in *Rabdologiae seu numerationis per virgulas libri duo: Cum appendice de expeditissimo multiplicationis promptuario. Quibus accessit & arithmeticae localis liber unus*.

John Napier *Rabdologiae*, Edinbourgh, 1617.

Addiator

Nato nel 1850, Louis Troncet, era un insegnante francese di Buzançais, Indre. Ottiene quattro brevetti sulle calcolatrici tascabili, di cui l'ultimo riguarda la calcolatrice per fare addizioni e sottrazioni, brevettata nel 1889 (figura 63), che lui chiama Arithmographe, ma che è meglio conosciuta col nome di *machine à crosse* (a bastoni) a causa della forma delle guide.

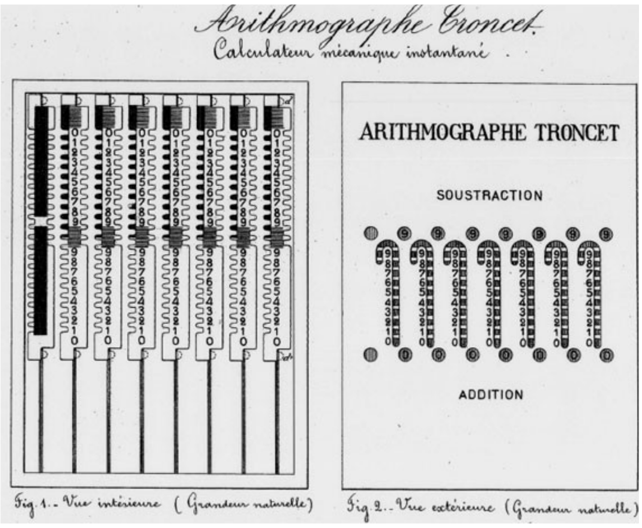


Figura 63. Disegno del brevetto di Troncet del 1889.
Immagini dal sito: https://history-computer.com/troncet/

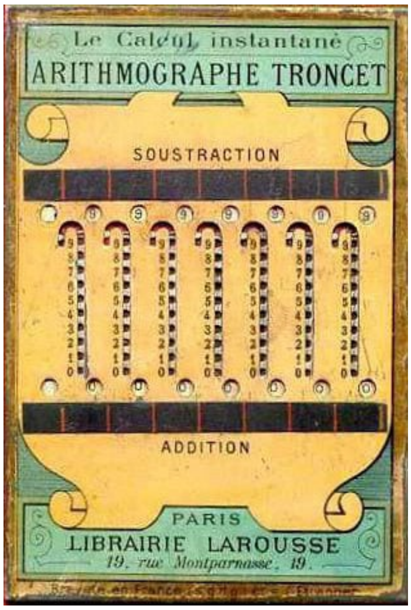


Figura 64. Arithmographe Larousse

Il primo modello viene commercializzato dalla libreria Larousse a Parigi (figura 64). Le operazioni vengono effettuate con l'aiuto di uno stilo. La macchinetta consente di fare addizioni e sottrazioni con riporto.

Addiator è il nome commerciale della *Addiator Gesellschaft* di Berlino che ha messo in vendita il suo modello dell'aritmografo di Tronchet nel 1920 ed è stata venduto in migliaia di esemplari fino al 1970.

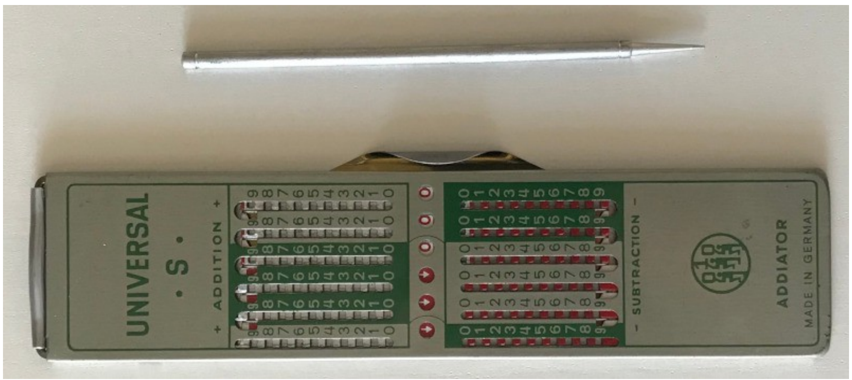


Figura 65. Un Addiator con il suo stilo.

Il codice conduce ad un filmato con esempi di funzionamento dell'Addiator.

Aristo (Dennert & Pape)

Dalla metà del 1600 al 1864, la città di Altona è uno dei principali porti danesi, si trova sulle rive dell'Elba non lontano dalla foce del fiume. Viene poi ceduta all'Austria e dopo tre anni diventa prussiana. Nel 1937 viene annessa alla città di Amburgo. È in questo vivace centro di commercio che nel 1862 Johann Christian Dennert fonda la sua ditta di strumenti di rilevamento cartografico. Nel 1863, quando Martin Pape diventa socio, il nome della ditta viene cambiato in *Dennert & Pape*.

Figura 67. Planimetro D&P anni 1920.

Figura 66. Pubblicità di strumentazione e regolo D&P anni 20.

Inizialmente la ditta produce teodoliti, planimetri e strumenti da disegno. Il primo regolo calcolatore viene prodotto nel 1872. Nel 1886 la Dennert & Pape registra un brevetto col nome di *Regolo permanente*, si tratta di un processo che consente di laminare la celluloide su legno. Questo determina un nuovo standard nel design dei regoli calcolatori.

Dal 1888 viene usato mogano come base per la costruzione. Nel 1902 inizia la produzione basata sul sistema Rietz. Nel 1924 D&P introduce il sistema Darmstadt ideato dal Prof. Alwin Walther che aggiunge al sistema Rietz le scale log-log.

A partire dal 1936 viene usato per la costruzione degli strumenti un nuovo materiale detto ASTRALON, un polimero PVC. Gli strumenti costruiti con questo materiale portano la dicitura ARISTO, mentre il resto della produzione continua ad essere marcata Dennert & Pape.

Durante la seconda guerra mondiale gli strumenti prodotti per l'aviazione vengono siglati con le lettere *gwr* (probabilmente acronimo di *German Wehrmacht Rechenschieber*). Dal 1945 al 1948 la produzione è minima a causa delle restrizioni dovute alla guerra.

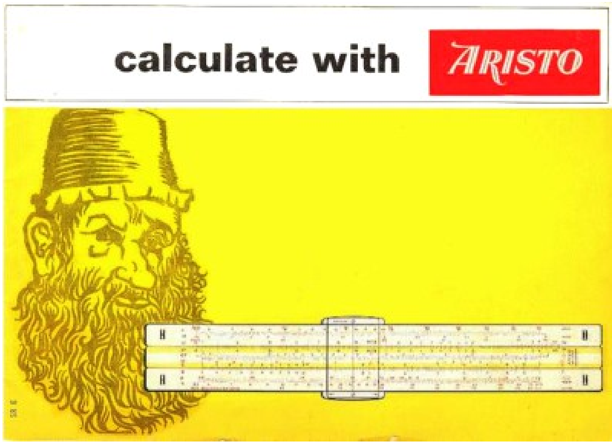
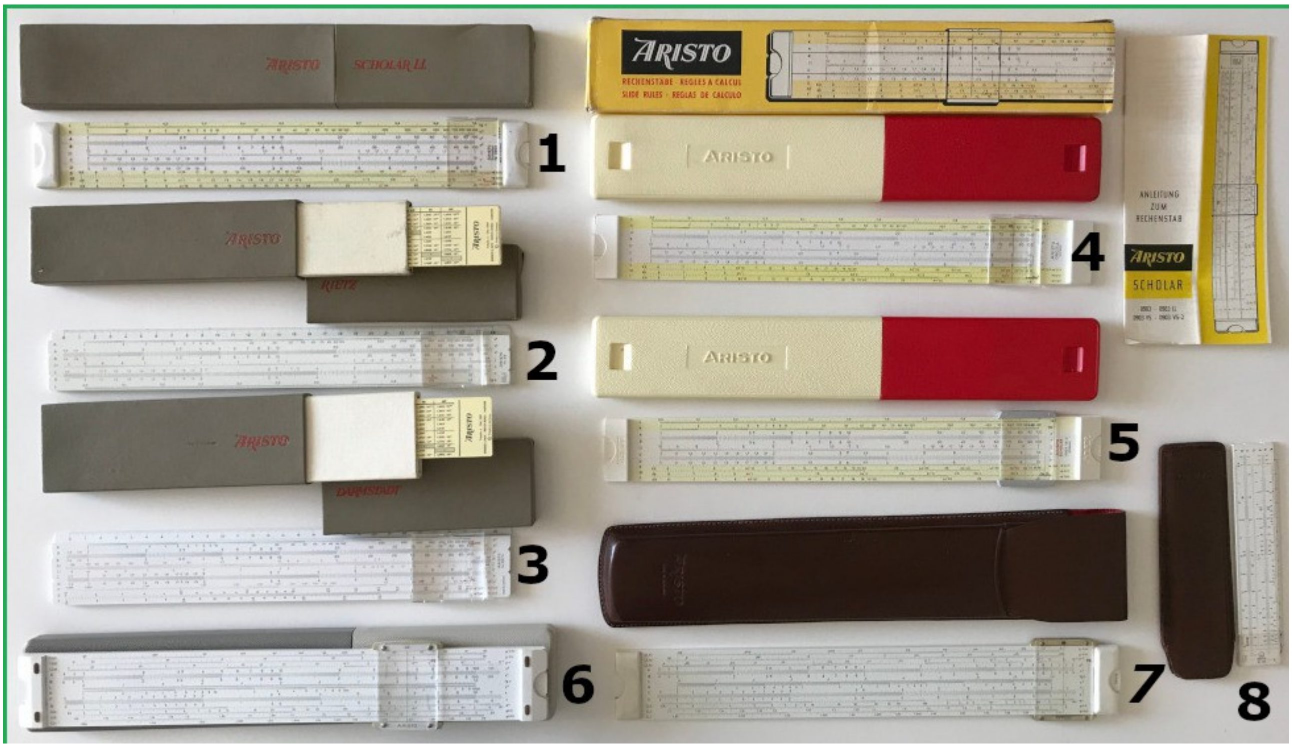


Figura 68. Dal catalogo Aristo 1969.

Nel dopoguerra la casa si riorganizza cambiando il suo nome in Aristo e vengono definite due linee di produzione, i modelli *Scholar* per studenti e *Studio* per professionisti e ricercatori.

I regoli Aristo vengono prodotti fino al 1978, una produzione durata 106 anni. Alcuni esempi si trovano nella pagina seguente.

Il codice fa accedere ad un filmato con una breve esposizione sui regoli Aristo



1. Aristo Scholar LL. Corpo open frame. Scale: L, K, A, B, CI, C, D, S, ST, T. Sul retro: S, LL2, LL3, 25 cm, 10 pollici. Corpo, slide e cursore in plastica. 1958.

2. Aristo Rietz N° 99. Corpo closed frame. Scale: K, A, B, CI, C, D, L. Sul retro: S, ST, T. Sul bordo superiore: 28 cm. Corpo, slide e cursore in plastica. Accessorio: scale di conversione in plastica. 1961.

3. Aristo Darmstadt N° 967U. Corpo closed frame. Scale: K, A, B, BI, CI, C, D, P, S, T. Sul retro: L, LL1, LL2, LL3. Sul bordo superiore: 28 cm. Corpo, slide e cursore in plastica. Accessorio: scale di conversione in plastica. 1962.

4. Aristo Scholar 0903LL. Corpo open frame. Scale: L, K, A, B, CI, C, D, S, ST, T. Sul retro: S, LL2, LL3, 25 cm, 10 pollici. Corpo, slide e cursore in plastica. 1969.

5. Aristo Scholar 0903 VS-2. Corpo open frame. Scale: L, K, A, B, CI, C, D, S, ST, T. Sul retro: DF, CF, C, D. Corpo, slide e cursore in plastica. 1974.

6. Aristo Studio 0968. Corpo open frame. Scale: LL01, LL02, LL03, A, B, L, K, C, D, LL3, LL2, LL1. Sul retro: T, ST, DF, CF, CIF, CI, C, D, P, S. Corpo, slide e cursore in plastica. 1965.

7. Aristo Studio 968. Corpo open frame. Scale: LL01, LL02, LL03, A, B, L, K, C, D, LL3, LL2, LL1. Sul retro: T, ST, DF, CF, CIF, CI, C, D, P, S. Corpo, slide e cursore in plastica. Accessori: righello 25cm / 10 pollici in plastica; custodia in similpelle 1955.

8. Aristo n° 89. Corpo closed frame. Scale: K, A, B, CI, C, D, L. Sul retro: S, ST, T, 5 pollici. Bordo superiore: 13 cm. Corpo, slide e cursore in plastica. Custodia in similpelle. 1954.

https://www.sliderulemuseum.com/Aristo.shtml

Faber–Castell

Kaspar Faber (1730-1784) è uno dei tanti ebanisti che dalla metà del 1600 lavora su commissione nei villaggi intorno a Norimberga.

Kaspar produce per i commercianti locali ma nel tempo libero fabbrica matite per proprio conto. Si specializza in questa produzione a tal punto che nel 1761 si mette in proprio e con la moglie Maria e il figlio Anton Wilhelm inizia a produrre lapis a Stein, vicino Norimberga.

Figura 69. Stein (Norimberga), dal sito: https://www.graf-von-faber-castell.co.id/Company/familiy

Anton Wilhelm Faber continua a espandere la produzione a Stein, lì acquista un lotto di terreno, dove tutt'ora c'è la sede della società.

Georg Lehoned, figlio di A.W. Faber ha 3 figli e 2 figlie. Il controllo della società passa al maggiore, Lothar (1817-1896) che persegue fortemente l'ambizione di realizzare la miglior produzione nel mondo.

A questo scopo modernizza gli impianti di produzione, si assicura il miglior materiale importandolo da una miniera di grafite in Siberia. Inoltre stabilisce gli standard per lunghezza, spessore, durezza e anche per la forma esagonale della sezione delle matite che usiamo oggi abitualmente. Per primo stampa il suo marchio sui lapis, ma è anche uno fra i primi articoli marcati nel mondo e il più longevo degli Stati Uniti. Il nome della socità è *A.W. Faber*, il nome del nonno.

Figura 70. Lothar von Faber.

Nel 1849 apre una filiale a New York e in seguito anche a Londra, Parigi, Vienna, San Pietroburgo.

Figura 71. Ottile Faber.

Nel 1898 l'erede di Lothar von Faber, la Baronessa Ottilie (1877-1944), sposa il Conte Alexander di Castell-Rüdenhausen, il rampollo di una delle famiglie aristocratiche tedesche più antiche.

Il padre Lothar, allo scopo di mantenere l'identità familiare dell'azienda, aveva disposto nel suo testamento che in caso di matrimonio avrebbe mantenuto il cognome di famiglia paterno, cosa inusuale all'epoca. In tal modo il cognome dei coniugi diventa Faber-Castell.

La ditta fiorisce ancora di più sotto la direzione, dal 1903, del Conte Alexander che conferisce un'immagine moderna e inconfondibile ai suoi lapis Castell 9000 con il logo del cavaliere combattente.

La produzione di regoli calcolatori inizia nel 1892, il materiale usato è il legno. Nel 1897 le scale vengono stampate su celluloide che permette una maggiore accuratezza e una più facile lettura.

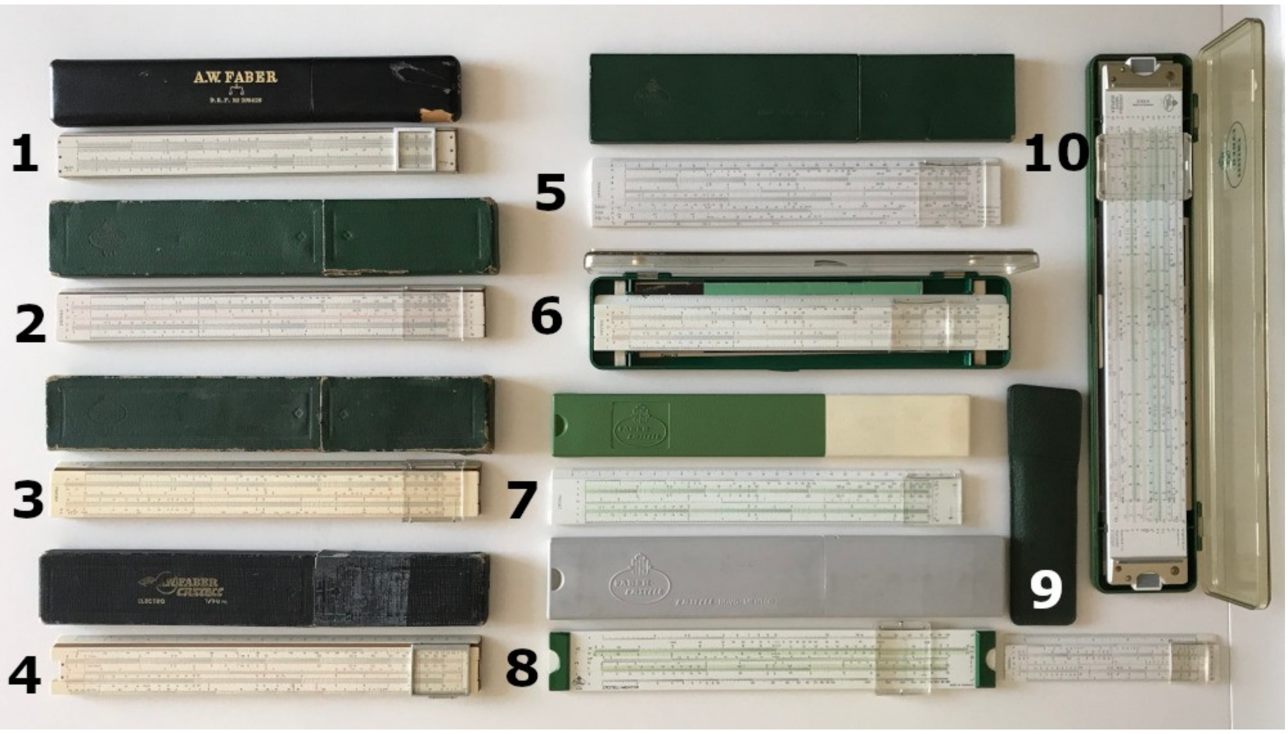
Nel 1952 viene utilizzata la plastica e nel 1961 il primo modello duplex.

Figura 72. Ottile e Alexander Faber-Castell.

La produzione è accurata a tal punto che il modello 2/83N del 1962 è considerato uno dei più raffinati e completi regoli mai prodotti.

Dal codice qui a fianco si accede ad un breve filmato sui regoli Faber

Figura 73. Cavaliere combattente con il lapis Castell 9000.



1. AW.Faber 360. Corpo closed frame. Scale: A, B, C, D, (senza lettere). Sul retro: S, L, T. Sul bordo superiore: 10 pollici, bordo inferiore: 28 cm. Corpo e slide in legno e cellulosa, cursore in alluminio e vetro. Ottobre 1907.

2. A.W.Faber-Castell 1/87 Rietz. Corpo closed frame. Scale: K, A, B, CI, C, D, L. Sul retro: S, ST, T. Sul bordo superiore: 10 pollici, bordo inferiore: 30 cm. Corpo e slide in legno e cellulosa, cursore in plastica. Luglio 1959.

3. A.W.Faber-Castell 1/54 Darmstadt. Corpo closed frame. Scale: K, A, B, CI, C, D, P. Sul retro: $e^{0.01x}$, $e^{0.1x}$, e^{x}. Sul bordo superiore: L, 27 cm, bordo inferiore: S, T, fondo: seguito cm fino a 56. Corpo e slide in legno e cellulosa, cursore in cellulosa. Febbraio 1942 (1952).

4. A.W.Faber-Castell 1/98 Elektro. Corpo closed frame. Scale: $e^{0.1x}$, A, B, CI, C, D, e^{x}, Sul retro: S, L, T. $e^{0.01x}$, $e^{0.1x}$, e^{x}. Sul bordo superiore: 27 cm, bordo inferiore: e^{x}. fondo: efficienza dinamo, Volt. Corpo e slide in legno e cellulosa, cursore in alluminio e vetro. Giugno 1950.

5. A.W.Faber-Castell 57/89 Schul-Rechenstab Log Log. Corpo closed frame. Scale: K, A, B, CI, C, D, S, ST, T1,T2, Sul retro: LL2, L, LL3. Sul bordo superiore: 27 cm. Corpo, slide e cursore in plastica. 1959.

6. A.W.Faber-Castell 111/87 Rietz. Corpo closed frame. Scale: K, A, B, CI, C, D, L, Sul retro: S, ST, T. Sul bordo superiore: 10 pollici. Corpo, slide e cursore in plastica. Ottobre 1967.

7. A.W.Faber-Castell 57/87 Rietz. Corpo closed frame. Scale: K, A, B, CI, C, D, L, Sul retro: S, ST, T. Sul bordo superiore: 27 cm. Corpo, slide e cursore in plastica. Aprile 1973.

8. Castell Novo Mentor 52/80 . Corpo open frame. Scale: A, DF, CF, CIF, CI, C, D, K, Sul retro: 25 cm, 10 pollici, istruzioni. Corpo, slide e cursore in plastica. Fabbricati dal 1960 in poi.

9. A.W. Faber-Castell 67/87 Rietz. Corpo open frame. Scale: K, A, B, CI, C, D, L, Sul retro: S, ST, T. Retro: S, ST, T. Bordo superiore: 5 pollici. Corpo, slide e cursore in plastica. Marzo 1969. Custodia in similpelle verde.

10. Castell Novo Duplex 2/83 N. Corpo open frame. Scale: T1, T2, K, A, DF, CF, B, CIF, CI, C, D, CI, S, ST, P. Sul retro: LL03, LL02, LL01, LL00, W2, W2', CI, L, C, W1', W1, D, LL0, LL1, LL2, LL3. Lunghezza scale: 11 pollici. Corpo, slide e cursore in plastica. 1962.

Nestler

La società fondata nel 1878 da Albert Nestler e Teophil Beck, nella città di Lahr (Baden-Württemberg), viene chiamata inizialmente *Beck & Nestler.* Nei primi anni utilizza il materiale di base della Dennert & Pape, incidendo su di esso le scale con il proprio macchinario divisore.

Figura 74. Logo Nestler.

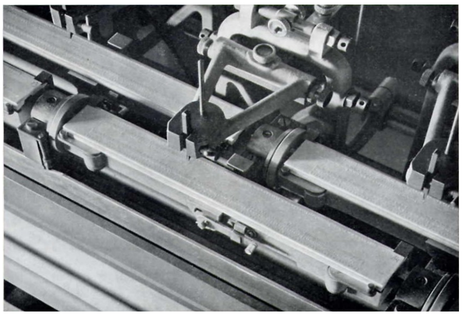


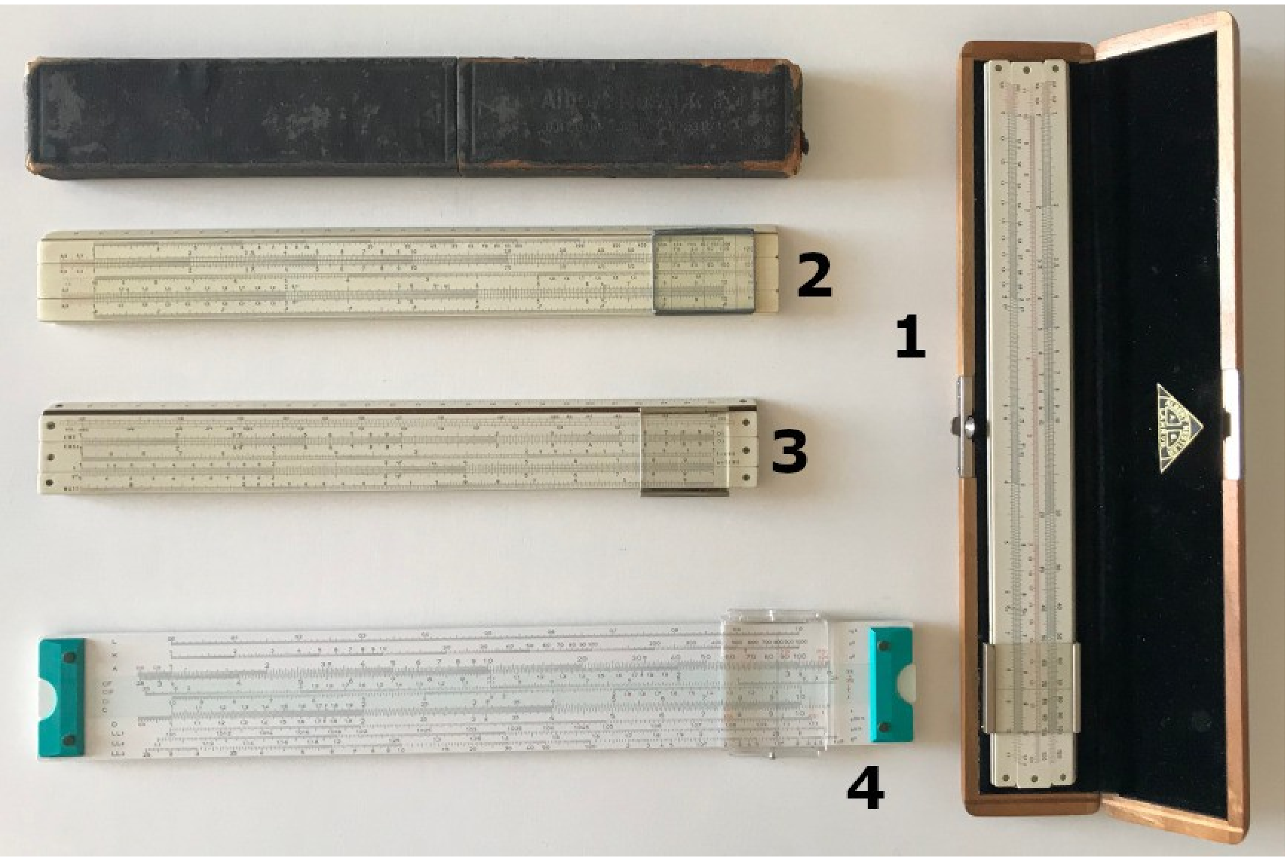
Figura 75. Divisore Nestler.

Dal 1905 produce regoli in proprio e dal 1890 esporta negli Stati Uniti per K&E e Dietzgen.

Dal 1908 i regoli prodotti portano la dicitura: *Albert Nestler Lahr i/B.* (i/B sta per: in Baden). Dal 1955 compare soltanto *Nestler*.

Nel 1962 compaiono i regoli Duplex in plastica. La produzione di regoli cessa nel 1978, a 100 anni dalla fondazione della ditta e si concentra su materiale da disegno per il CAD.

La ditta chiude definitivamente nel 1992.



1. Cofanetto in legno con Albert Nestler N° 14. Scale: A, B, CI, C, D. Sul retro: S, L, T. Bordo superiore: pollici. Bordo inferiore: cm. Sul fondo del corpo seguono i cm (nessuna scala è indicata con lettere). Corpo e slide in legno con celluloide laminata e fissata con viti. Cursore in metallo e vetro. 1905.

2. Albert Nestler N° 23R. Scale: K, A, B, CI, C, D, L Sul retro: S, ST, T. Bordo superiore: 27 cm. Bordo inferiore: 1:25 (su una carta con scala 1:25000 i numeri indicano i km). Corpo e slide in legno con celluloide laminata. Cursore in metallo e vetro. > 1940. Si tratta dello stesso modello usato da Einstein e da Von Braun senza però le viti di fissaggio che sono state abolite a partire dal 1940.

3. Modello costruito per la System Landis & Gyr (in seguito Siemens). Scale: ST, S, A, B, CI, C, D, Watt. Sul retro: CX^{2+}, CX^{2-}, L, T. Bordo superiore: 25 cm. Bordo inferiore: 1:25. Sul fondo del corpo seguono i cm. Corpo e slide in legno con celluloide laminata e fissata con viti. Cursore in metallo e vetro. Fabbricati fino al 1940.

4. Nestler Elemath Log Log. Scale: L, K, A, B, BI, CI, C, D, LL1, LL2, LL3. Sul retro: T1, T2, DF, CF, CIF, CI, C, D, P, S, ST. Bordo superiore: pollici. Bordo inferiore: cm. Sul fondo del corpo seguono i cm. Corpo, slide e cursore in plastica. 1975.

https://www.sliderulemuseum.com/Nestler.shtml

Alcuni regoli prodotti in Gran Bretagna

La **Thornton**, fondata nel 1880 a Manchester da Alexander George Thornton, è cresciuta fino a diventare la maggiore azienda di strumenti da disegno e di calcolo in Gran Bretagna.

La **P.I.C.** (Precision Instrument Company) è stata rilevata nel 1901 dalla Thornton ed il marchio è rimasto fino al 1970. La ditta diventa British Thornton nel 1967 e attualmente produce forniture scolastiche.

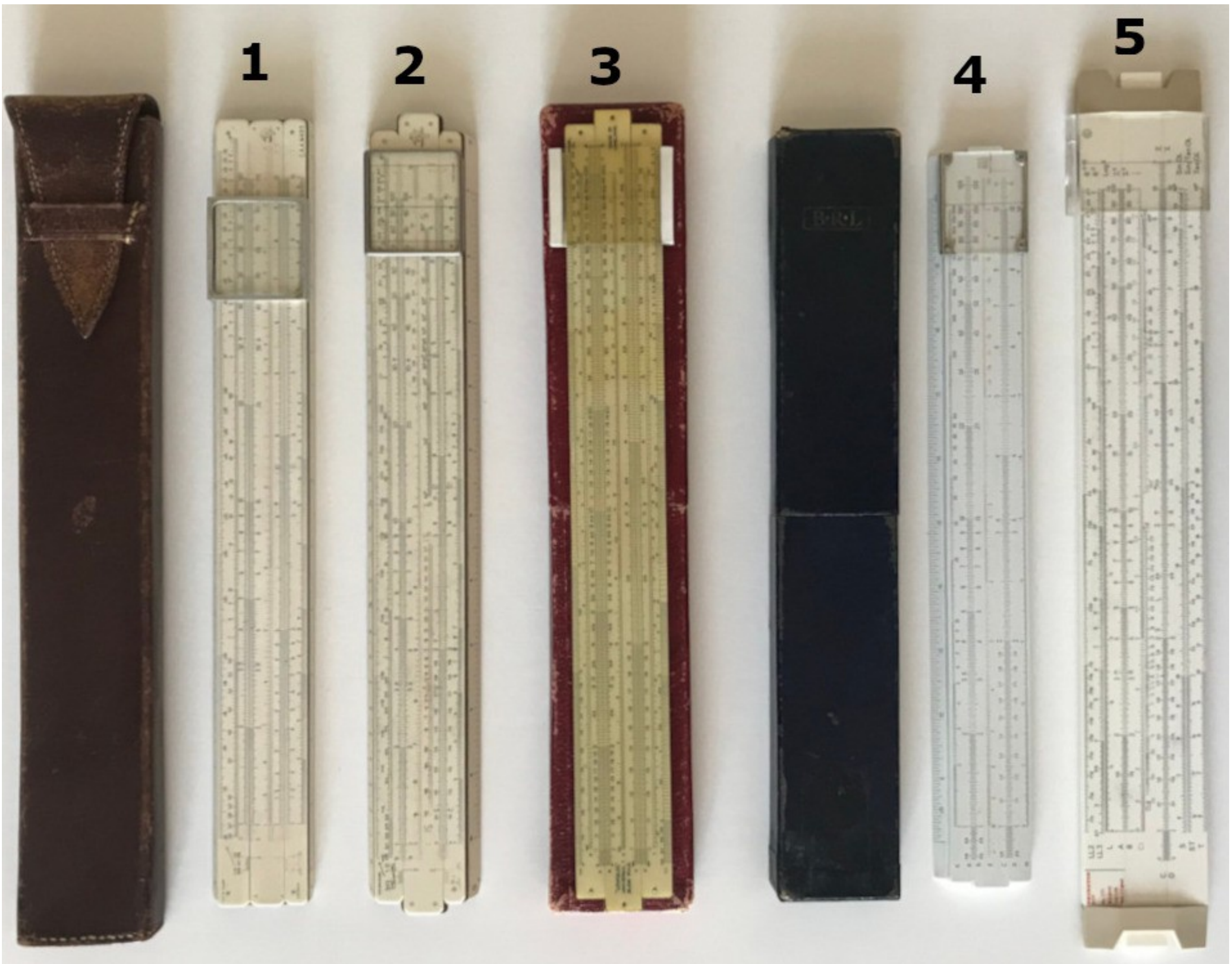
Blundell Rules Limited (**B.R.L.**) era una manifattura di regoli calcolatori a Luton. Il primo regolo prodotto, il G1 (1947–1949), era in bakelite nera laminata in celluloide. Questo materiale fragilissimo aveva un tasso di scarto del 40% ed è stato sostituito con Astralon (PVC). La Blundell-Haring produce attualmente strumenti per disegno tecnico e navigazione.

Unique. Casa fondata nel 1920 da Burns Snodgrass, un ingegnere meccanico. Ha prodotto regoli in legno con scale in carta rivestita con celluloide, molto popolari nel Regno Unito e nelle colonie. La fabbrica utilizzava esclusivamente strumenti per la lavorazione del legno e macchine per stampa, a differenza dei concorrenti di fascia alta che usavano divisori meccanici per realizzare le scale. Questo ha consentito loro di mantenere prezzi relativamente bassi. Burns ha prodotto da solo i regoli fino al 1935, quando è stato affiancato da suo figlio e da due dipendenti. Nel 1945 ha venduto 100.000 regoli. Ha scritto un libro di istruzioni: *Teach Yourself the Slide Rule*, pubblicato l'anno dopo la sua morte nel 1955. Il libro ha avuto una larga diffusione ed è stato adottato in molte scuole.

L'azienda ha sempre avuto una conduzione familiare. Nel 1975 ha dismesso la produzione di regoli continuando a produrre altri strumenti fino alla morte del figlio di Burns, Donald Snodgrass, nel 1993. Si stima che la Unique abbia venduto più di 2.5 milioni di regoli, più di ogni altro produttore del Regno Unito.

Il testo di *Teach Yourself the Slide Rule* è disponibile in PDF sul sito dell'International Slide Rule Museum, ISRM, sul link:

https://www.sliderulemuseum.com/Manuals/M68_TeachYourselfTheSlideRule_Snodgrass_1955-58.pdf



1. **P.I.C.** Corpo e slide in legno e celluloide, cursore in alluminio e vetro. closed frame. Scale: LL2, LL3, A, B, CI, C, D, K. Sul retro: S, L, T. Bordo superiore: 28 cm. Bordo inferiore: 11 pollici. Fabbricati dal 1940.

2. **P.I.C.** N°121 A.G. Thornton. Corpo e slide in legno e celluloide, cursore in metallo e vetro. closed frame. Scale: LL2, LL3, A, B, CI, C, D, K. Bordo superiore: 27 cm. Bordo inferiore: 10 pollici. Sul retro del corpo fattori di conversione. Fabbricati dal 1940.

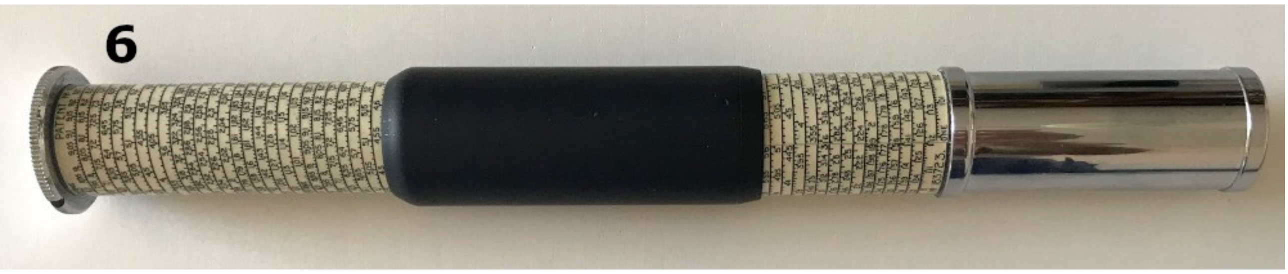
3. Unique Universal I model U1. **Unique** (1920-1975), più di 2.5 milioni di regoli venduti nel Regno Unito. Corpo e slide in legno e celluloide, cursore in plastica e celluloide. closed frame. Scale: LL2, S, A, B, CI, C, D, T, LL3. Scale stampate su carta ricoperte di celluloide. Sul retro del corpo fattori di conversione.

4. **B.R.L.** Blundell Rules Limited AG2. Corpo e slide in Astragal, cursore in plastica e metallo. closed frame. Scale: K, A, B, CI, C, D, L. Sul bordo superiore 10 pollici. Sul retro 25 cm. Fabbricati dal 1952.

Thornton PIC N° 271 Student Log Log. Corpo e slide in Astragal, cursore in plastica. Open frame. Scale: LL2, LL3, L, A, B, CI, Sd, Td, S, ST, T. (Sd=θ/sinθ; Td= θ/tanθ) Niente sul retro. Prodotto dal 1964.

https://www.sliderulemuseum.com/Unique.shtml

https://www.sliderulemuseum.com/Thornton.shtml



6. **Otis King** Model K. Ideato da Otis Carter Formby King e registrato con un brevetto del 1921. Un regolo con due scale elicoidali avvolte su un cilindro di 6 pollici di lunghezza, che diventano poco più di 10 quando viene esteso. La lunghezza delle scale è di 66 pollici che permettono di avere 4 cifre significative nel calcolo. Le scale, corrispondenti alle scale C e D dei regoli lineari, sono denominate 414 e 423. Il cursore è il cilindro centrale in nero che ha due contrassegni, uno per ogni scala, per effettuare i calcoli. Commercializzato dalla Carbic Ltd. London, dal 1922 al 1972.

https://www.sliderulemuseum.com/British.shtml#OtisKing

Keuffel & Esser

Figura 76. Manifesto Keuffel & Esser.

Fondata nel luglio 1867 da due immigranti tedeschi: **Wilhelm Johann Diedrich Keuffel** (1838-1908) e da **Herman Esser** (1845-1908), in un primo tempo importatori di materiale da disegno, strumenti matematici e di rilevamento. Inizialmente la sede si trova al n. 79 di Nassau Street a Manhattan e dal 1875 al 1967 in Grand Street a Hoboken, New Jersey.

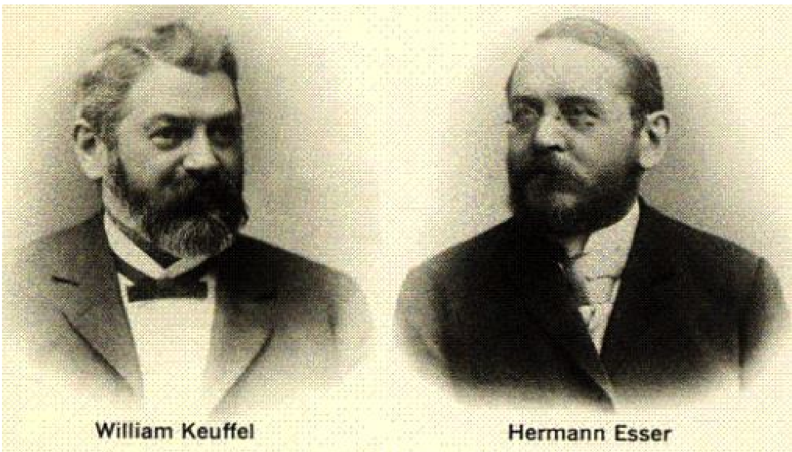


Figura 77. W. Keuffel e H. Esser.

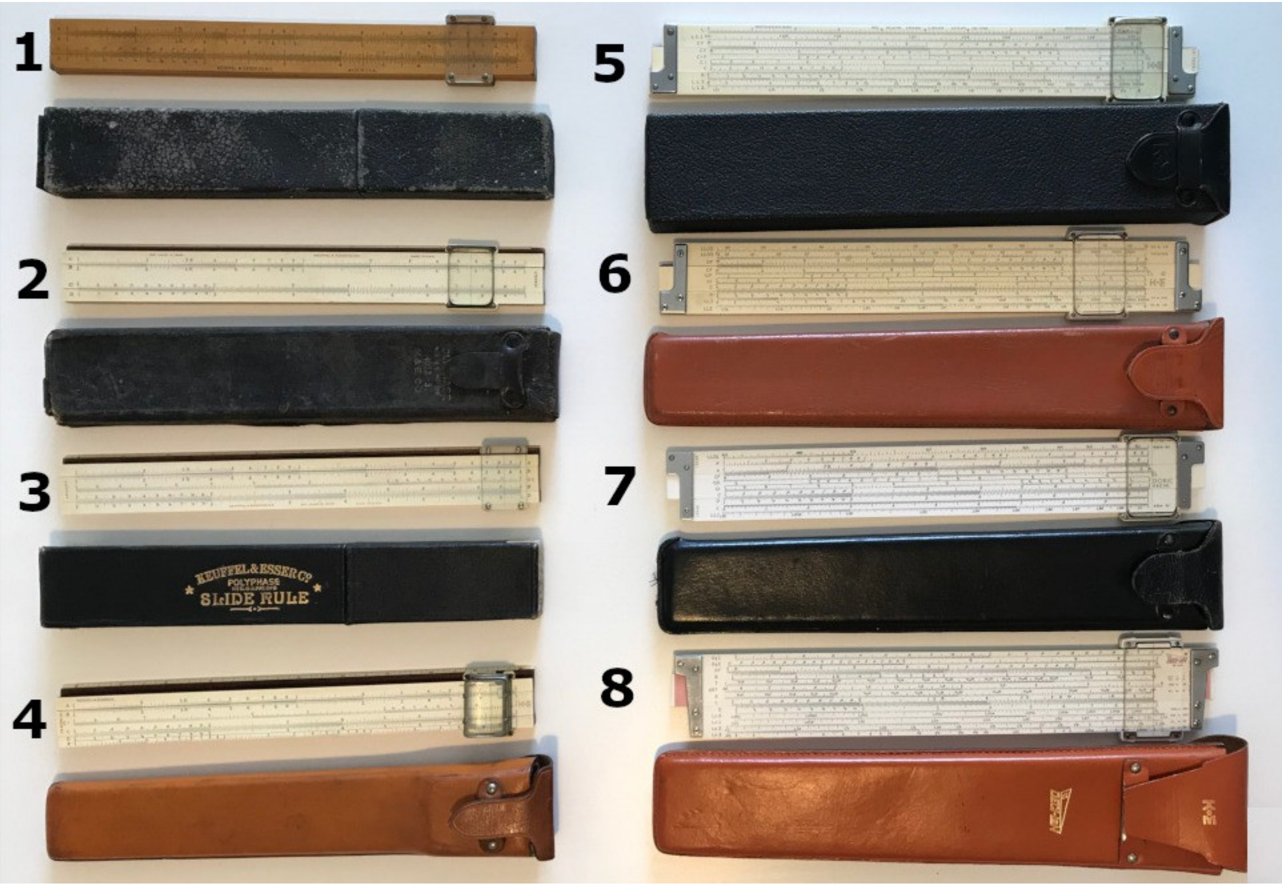
Herman Esser si ritira dalla K&E nel 1902 per tornare a Bad Godesberg in Germania.

Nel 1909 la ditta ha circa 900 dipendenti. K&E pubblica una sua rivista *The Compass*.

Grazie alla reputazione di affidabilità e di alta qualità dei suoi prodotti, la K&E annovera fra i suoi clienti stimati architetti, ingegneri e inventori. Fra questi anche Nicola Tesla, contro cui la ditta nel 1908 ha ottenuto una sentenza della Corte Municipale di New York per il mancato pagamento di una fattura (dal New York Times, 18 maggio 1910).

La K&E continua comunque ad espandersi aprendo filiali, uffici e fabbriche in tutto il paese e anche all'estero, oltre a New York, New Jersey, Chicago, St. Louis, San Francisco, Detroit e Montreal. Il successo è tale che nel 1965 viene quotata nell'indice NASDAQ.

Tuttavia, come nel caso degli altri produttori di regoli calcolatori, anche la K&E subisce un drastico collasso delle vendite nel 1972.
Nel 1976 i macchinari per la manifattura dei regoli vengono imballati e spediti allo Smithsonian Museum.



1. K&E Beginners 4058-C. Corpo closed frame. Scale: A, B, C, D. Sul retro dello slide: S, L, T. Corpo e slide in legno, cursore in legno e vetro. Sul retro del corpo: fattori di conversione. 1925-1962.

2. K&E N4041 (S.N. 178968). Corpo closed frame. Scale: A, B, C, D. Sul retro dello slide: S, L, T. Bordo inferiore: 25 cm. Bordo superiore: 10 pollici. Corpo e slide in legno e celluloide, cursore in plastica e vetro. Sul retro del corpo: fattori di conversione. 1926.

3. K&E 4053-3 Polyphase. Corpo closed frame. Scale: A, B, CI, C, D. Sul retro dello slide: S, L, T. Bordo inferiore: K. Bordo superiore: 10 pollici. Corpo e slide in legno e celluloide, cursore in ceramica ottone e vetro. Sul retro del corpo: fattori di conversione. 1915-1921.

4. K&E N4053-3 (S.N. 347553). Corpo closed frame. Scale: A, B, CI, C, D, K. Sul retro dello slide: S, L, T. Bordo inferiore: 25 cm, superiore: 10 pollici. Corpo e slide in legno e celluloide, cursore in ceramica e ottone con lente in vetro. Sul retro del corpo: fattori di conversione. 1937-1942.

5. K&E N4081-3 (S.N. 367314). Corpo open frame Duplex. Scale: LL0, LL00, A, B, T, S, D, DI, K. Sul retro: L, LL1, DF, CF, CIF, CI, C, D, LL3, LL2. Corpo e slide in legno e celluloide, cursore in plastica e vetro. 1931.

6. K&E N4081-3 Log Log Duplex Decitrig (S.N. 290395). Corpo open frame Duplex. Scale: LL01, L, A, B, T, ST, S, D, DI, LL1. Sul retro: LL02, LL03, DF, CF, CIF, CI, C, D, LL3, LL2. Corpo e slide in legno e celluloide, cursore in plastica e vetro. 1947.

7. K&E N9081-3 Doric (S.N.15448). Corpo open frame Duplex. Scale: LL01, K, A, B, T, ST, S, D, L, LL1. Sul retro: LL02, LL03, DF, CF, CIF, CI, C, D, LL3, LL2. Corpo e slide in plastica, cursore in plastica e vetro. 1968.

8. K&E 68-1100 Deci-Lon 10. Corpo open frame Duplex. Scale: LL03, LL02, LL01, LL0, A, B, T, ST, S, C, D, DI, K. Sul retro: Sq1, Sq2, DF, CF, CIF, L, CI, C, D, LL0, LL1, LL2, LL3. Corpo e slide in plastica, cursore in plastica e vetro. 1962-1970.

9. K&E 4053-5. (S.N. 480064). Corpo closed frame. Scale: A, B, CI, C, D, K. Sul retro dello slide: S, L, T. Bordo superiore: 20 pollici, bordo inferiore: 50 cm. Sul retro: fattori di conversione e opponents. Corpo e slide in legno e celluloide, cursore in plastica e vetro. 1950.

https://www.sliderulemuseum.com/KE_Standard.shtml

Pickett & Eckel

Figura 78. Istruzioni del Pickett 400.

I titolari della società, Roswell Colvert Pickett (1892–1969) e Arthur Frederick Eckel (1894–1960), fondano la società a Chicago nel 1943. Nel 1947 caratterizzano la produzione con regoli costruiti in metallo, inizialmente in magnesio, in seguito viene usato alluminio a causa della maggiore facilità di lavorazione. Nello stesso anno Pickett crea una filiale ad Alahambra (California). Intorno al 1948-49 Eckel lascia la società e dal 1950 non compare più il suo nome sui regoli. I cursori, inizialmente in vetro, dal 1958 sono in nylon, per le scale viene usata la tecnica della stampa fotografica in luogo del divisore meccanico come si usa di solito sui supporti metallici. Nel 1964 la ditta si trasferisce a Santa Barbara (California) e cambia il nome in Pickett Industries. Nelle ultime produzioni vengono realizzati regoli in materiale plastico. A metà del 1970 cessa la produzione di regoli per spostarsi sulle forniture per uffici e si trasferisce a Nogales in Messico.

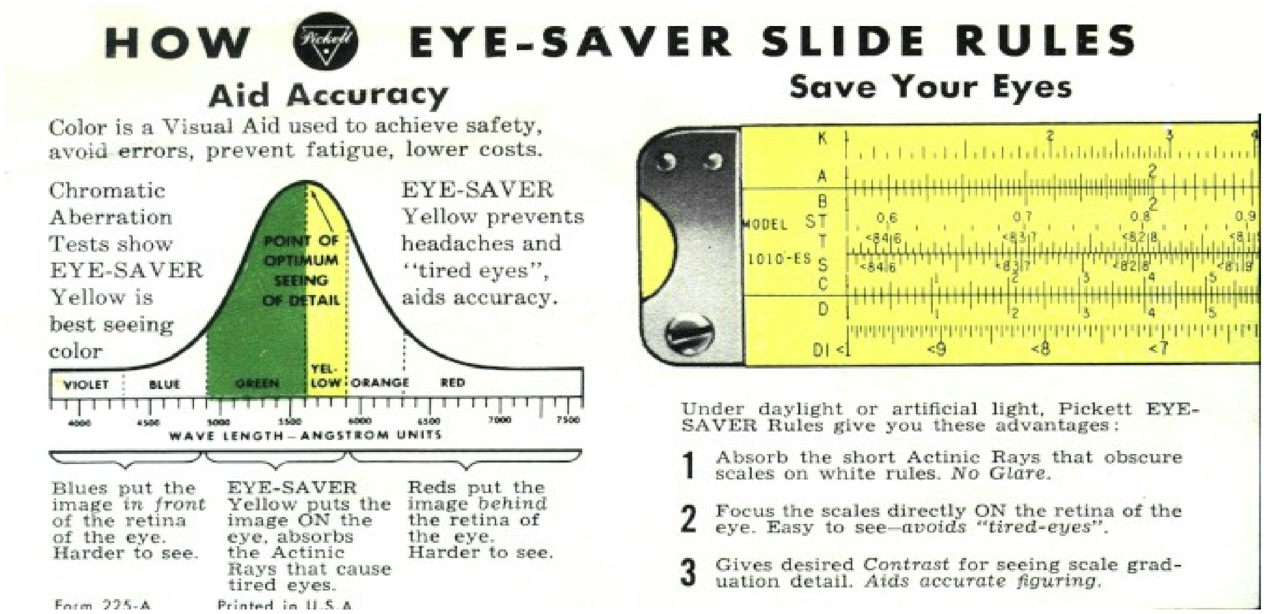


Figura 79. Messaggio sull'utilità del colore giallo Pickett.

Caratteristico della produzione Pickett, oltre all'uso dell'alluminio è il colore giallo (*eye-saver*) che, si basa sull'andamento della sensibilità dell'occhio umano ai vari colori, come si può legge nel messaggio pubblicitario.

Notissimo è il modello portato sulla Luna (Pickett 600-ES) durante le missioni Apollo.

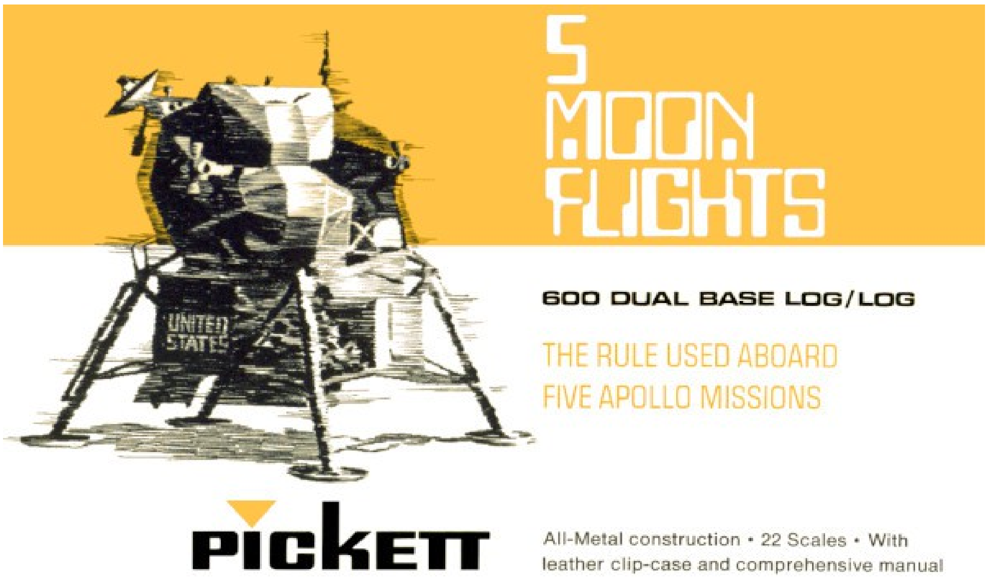


Figura 80. Messaggio pubblicitario Pickett con il modulo lunare.

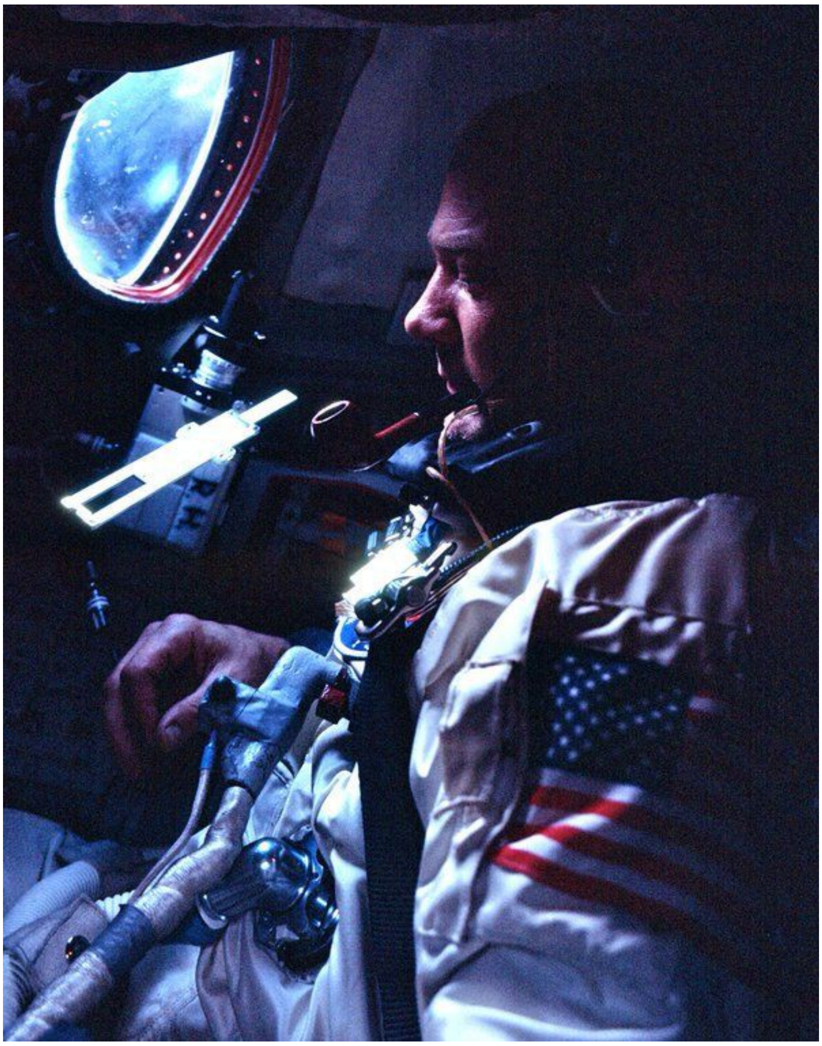


Figura 81. Edwin Aldrin in in una capsula Gemini in orbita intorno alla Terra con un regolo Pickett.

Il codice apre un video con una breve descrizione dei regoli Pickett

1. Pickett N-500-ES HI log log (N sta per cursore in Nylon). Corpo open frame Duplex. Scale: LL1, LL01, A, B, T, ST, S, C, D, DI, K. Sul retro: LL2, LL02, DF, CF, CIF, L, CI, D, LL3, LL03. Corpo e slide in alluminio, cursore in nylon. 1962.

2. Pickett N-1010-T Trig (T sta per Traditional white). Corpo open frame Duplex. Scale: K, A, B, ST, T, S, C, D, DI. Sul retro: DF, CF, CIF, CI, C, D, DI, L. Corpo e slide in alluminio, cursore in nylon. 1960.

3. Pickett N-803-ES log log Speed Rule. Corpo open frame Duplex. Scale: √ (scala speciale su doppia lunghezza, radice quadrata di D e di A) K, A, B, S, ST, T, CI, C, D, DI, DF. Sul retro: LL00, LL0, DF, CF, CIF, L, CI, C, D, LL2, LL02, LL3, LL03. Corpo e slide in alluminio, cursore in nylon. 1962.

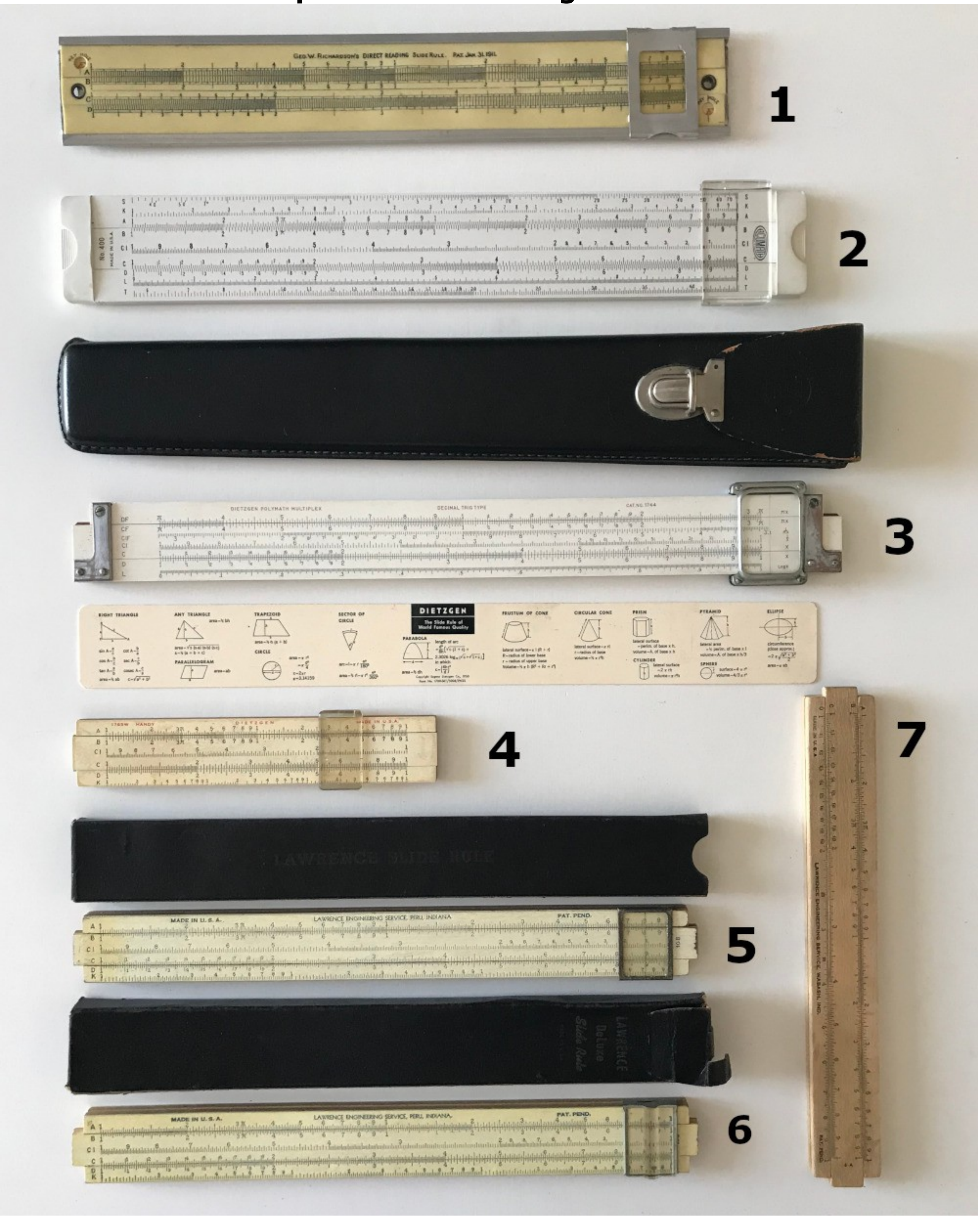
4. Pickett Electronic N-515-T. Corpo open frame Duplex. Scale: H (scala speciale $(2\pi x)^{-2}$ rispetto alla scala D per il calcolo delle induttanze), fx (scala $1/2\pi$ rispeddo a D), A, B, S, T, CI, C, D, L, Ln. Sul retro: Scale per reattanza, risonanza e formulari per circuiti AC e DC. Corpo e slide in alluminio, cursore in nylon. 1969.

5. Pickett Microline 140-ES version 2. Corpo open frame Duplex. Scale: LL01, K, A, B, S, ST, T, C, D, LL1. Sul retro: LL02, LL03, DF, CF, CIF, L, CI, C, D, LL2, LL3. Corpo, cursore e slide in plastica. Circa 1970.

6. Pickett Microline 140 version 3. Corpo open frame Duplex. Scale: LL01, K, A, B, S, ST, T, C, D, LL1. Sul retro: LL02, LL03, DF, CF, CIF, L, CI, C, D, LL2, LL3. Corpo, cursore e slide in plastica. Circa 1970.

https://www.sliderulemuseum.com/Pickett.shtml

Altri esemplari fabbricati negli Stati Uniti.



https://www.sliderulemuseum.com/Richardson.shtml

https://www.sliderulemuseum.com/Acumath.shtml

https://www.sliderulemuseum.com/Dietzgen.shtml

https://www.sliderulemuseum.com/Lawrence.shtml#Lawrence

Geo. W. Richardson

Figura 82. Manifesto Richardson.

1. Richardson Direct Reading. Corpo, slide e cursore in alluminio. Scale in celluloide rinforzata. Scale: A, B, C, D (Mannheim). Fori di lettura semplificata con corrispondenze e istruzioni sul retro. 1911-1912.

Acumath. Nel 1938, durante la depressione degli anni 1938-1940, Paul Jones fonda la Festus Manifacturing Company in una piccola cittadina del Missouri (all'epoca 4400 abitanti). Produce regoli di precisione prima con il marchio Acu-Rule, poi con Acu-Math. Nel 1946 viene adoperato come materiale per la struttura il magnesio, nel 1948 il vinile. In seguito produce regoli di 20 e di 30 pollici di lunghezza con un materiale costituito da vinile e da uno strato sottile di bachelite.

Figura 83. Logo Acumath.

2. Acumath N° 400 Simple Trig. Corpo open frame, solo frontale. Scale: S, K, A, B, CI, C, D, L, T. Corpo, slide e cursore in plastica. 1968.

Eugene Dietzgen crea la ditta nel 1885 a Chicago. Inizialmente produce strumenti da disegno e da rilevamento topografico. Importa materiale dalla Germania (Faber) e dal Giappone (Ricoh). Nel 1908 introduce sui suoi prodotti un servizio di assistenza a vita. In seguito si espande con filiali anche a New York, San Francisco, New Orleans e Los Angeles.

Figura 84 Logo Dietzgen.

3. Dietzgen Polymath Multiplex Decimal Trig Type N° 1744. Corpo Open Frame Duplex. Scale: K, A, B, T, ST, S, D, DI. Sul retro: DF, CF, CIF, CI, C, D, L. Corpo e slide in legno e celluloide, cursore in vetro e metallo. Custodia in similpelle. 1941-1955.

4. Dietzgen N° 1765W Handy. Corpo Open Frame Duplex. Scale: A, B,CI, C, D, K. Sul retro: S, L, T. Sul retro e sul fondo scale di conversione. Corpo e slide in legno e celluloide, cursore in celluloide. 1928-1941.

Lawrence Engineering Services. George Lee Lawrence impianta la sua *Lawrence Slide Rule Company* a Chicago nel 1930. Il padre, George Senior, è un rinomato fotografo e dal 1913 al 1919 costruisce biplani; sua è la celebre foto di San Francisco ripresa dall'alto, in rovina dopo il terremoto del maggio 1906.

Figura 85. George Lee Lawrence, foto aerea di San Francisco dopo il terremoto del maggio 1906.

Tornando al figlio Lee, come seconda attività mette in piedi la *Lawrence Airplane Models,* che costruisce e vende scatole di montaggio con modelli di aeroplani in balsa con un'apertura alare di 61 cm.

Cinque anni dopo l'inizio di questa attività, si trasferisce a Wabash (Indiana), 260 km più a sud di Chicago dove fonda la Lawrence Engineering Services.

Sui regoli modello delux, monta delle piccole lenti in vetro e, qualche anno dopo, sostituisce il vetro con materiale plastico. Si appassiona a questo tipo di materiale e, in seguito anche ad un divorzio, affida la sua società alla moglie, e si trasferisce nella cittadina di Peru, 20 km a ovest di Wabash. Lì si risposa e fonda la AGP Corporation per la costruzione di materiale plastico per vari usi. Muore il 21 marzo 1976 in un incidente durante una vacanza con la sua terza moglie Nellie.

I regoli Lawrence sono considerati di bassa qualità ma hanno consentito ad una schiera di ingegneri di impararne l'uso ad un prezzo accessibile a tutti: nel 1956 i prezzi erano compresi fra i 35 centesimi e 1.25$ mentre i Pickett avevano prezzi da 4.35$ a 10.40$.

5. Lawrence 10-B, Peru, Indiana. Scale: A, B, CI, C, D, K. Corpo e slide in legno verniciato e stampato. Cursore in metallo e celluloide. Sul retro: istruzioni. Regolo Mannheim con scale CI e K. 1942.

6. Lawrence 10-B DeLuxe, Peru, Indiana. Scale: A, B, CI, C, D, K. Corpo e slide in legno verniciato e stampato. Cursore in metallo con lente in plastica. Sul retro: istruzioni. Regolo Mannheim con scale CI e K. 1940.

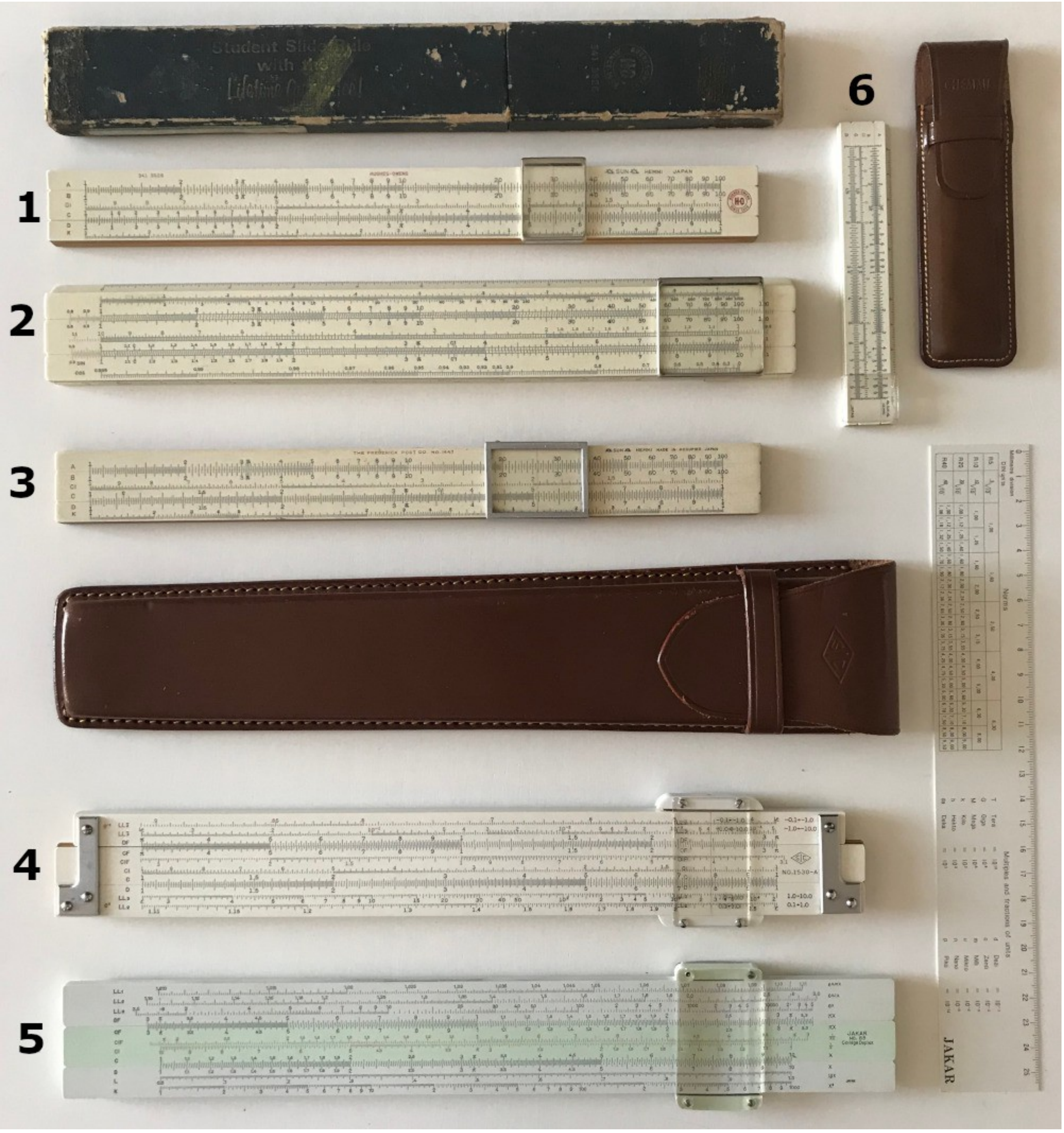
7. Lawrence 8-A, Wabash, Indiana. Scale: A, B (regolo Mannheim). Corpo e slide in legno stampato (manca il cursore su questo esemplare). Sul retro: istruzioni. 1935-38.

Alcuni esempi di fabbricazione giapponese

Hemmi bambù è la più antica e forse la più conosciuta marca di regoli giapponese.

La Jirou Hemmi and Company viene fondata nel 1895 e nel 1912, ottiene il brevetto per il metodo di costruzione in bambù di regoli laminati.

La canadese Hughes-Owen Company inizia a vendere i regoli Hemmi nel 1914 e la Fredrick Post Company di Chicago, nel 1931. Si stima che Hemmi abbia prodotto circa 15 milioni di regoli.



1. Hughes-Owens 341-3526. Sun Hemmi. Corpo e slide in bambù closed frame. Cursore in metallo e vetro. Scale: A, B, CI, C, D, K. Sul retro dello slide: S, L, T. 1971. Lunghezza 10 pollici.

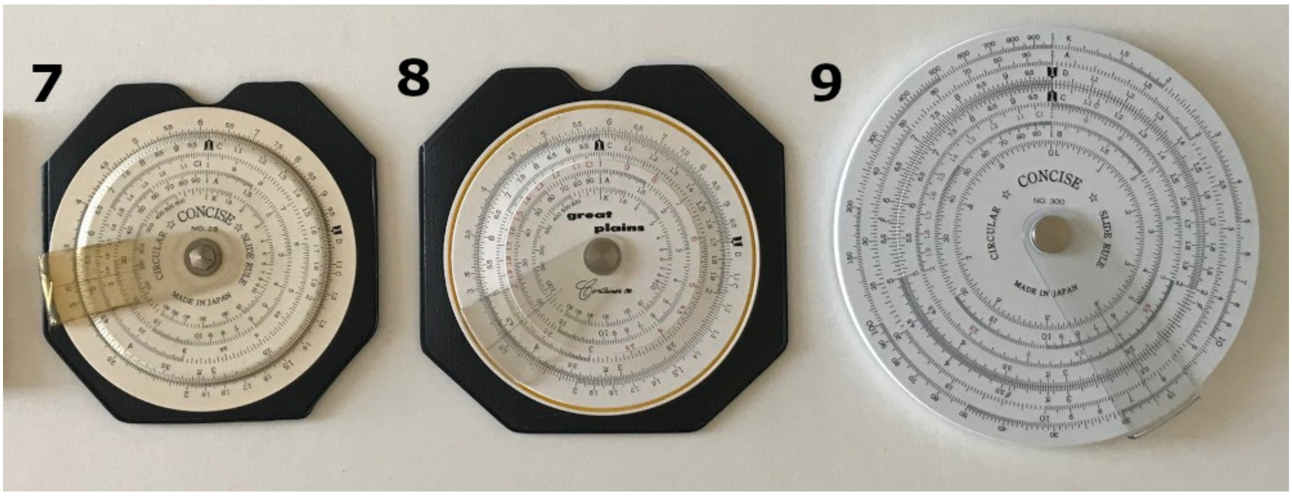
2. Sun Hemmi N°130 Darmstadt. Corpo e slide in bambù, closed frame. Cursore in metallo e vetro. Scale: L, K, A, B, CI, C, D, Cos. Sul retro dello slide: LL1, LL2, LL3. Bordo inferiore: S, T. Bordo superiore: 10 pollici. Ottobre 1955.

3. Frederick Post 1447. Sun Hemmi (made in occupied Japan). Corpo e slide in bambù closed frame. Cursore in metallo e vetro. Scale: A, B, CI, C, D, K. Sul retro dello slide: S, L, T. 1949. Lunghezza 10 pollici.

4. SIC Scientific Instrument Company N. 1530-A. La SIC, Berkeley Ca. importa regoli dal Giappone (Concise e Ricoh, come in questo caso). Corpo e slide in bambù, open frame Duplex. Cursore in plastica con indicazione delle scale. Scale: LL01, K, A, B, T, ST, S, C, D, DI, LL1, L. Sul retro: LL02, LL03, DF, CF.CI, C, LL3, LL2. Bordo inferiore: S, T. Bordo superiore: 10 pollici. Ottobre 1955.

5. Jakar N. 88 College Duplex. Corpo e slide in bambù, rivestito in plastica open frame Duplex. Cursore in plastica. Scale: LL1, LL2, LL3, DF, CF, CIF, CI, C, D, L, K. Sul retro: T1, T2, A, B, BI, CI, C, D, P, S, ST. > 1970.

La **Concise,** fondata nel marzo 1949 a Tokyo, si è specializzata nella costruzione di regoli circolari che, a parità di precisione, hanno il vantaggio di avere le scale che occupano uno spazio ridotto rispetto alle dimensioni dei regoli lineari. Attualmente è l'unica ditta che produce e vende regoli. Concise si è specializzata nella produzione di prodotti promozionali, cioè venduti con il marchio di ditte che intendono utilizzarli come oggetti publicitari. Sul sito della Concise Co. LTD si trovano regoli per il calcolo del tempo, per il peso dei metalli e per il rilevamento topografico, oltre che un modello classico per calcoli matematici.



7. Concise N° 28. Corpo: circolare con due dischi in plastica, diametro: 8 cm. Cursore in plastica. Sul retro del cursore: simbolo della Takeda Farmaceutici. Scale: D, C, CI, A, K. Sul retro: fattori di conversione con esempi per valori interi (Es.: 1 Yard = 0.9144 metri → 35 opp. 32 (35 yard opposit 32 m). >1962.

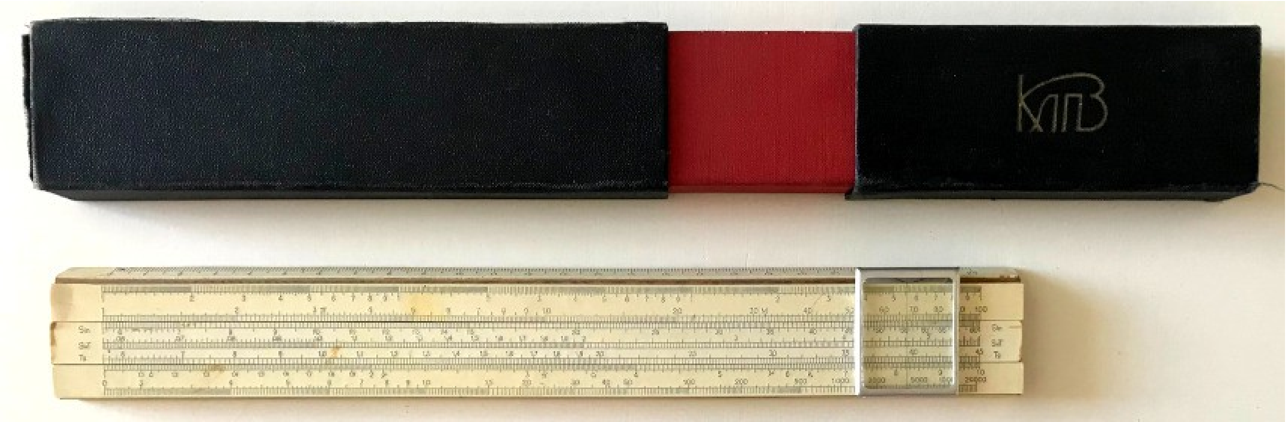
8. Concise N° 28 Great Plains Container. Corpo: circolare con due dischi in plastica, diametro: 8 cm. Cursore in plastica su un solo lato. Scale: D, C, CI, A, K. Sul retro: fattori di conversione. >1962.

9. Concise N° 300, diametro: 8 cm. Corpo: circolare con tre dischi in plastica, gli slide, cioè i dischi interni ruotano indipendentemente sulle due faccie. Cursore in plastica. Diametro: 11 cm (sulle scale esterne corrisponde ad un regolo lineare di 35 cm.) Scale: K, A, D, C, CI, B, L. Sul retro: LL3, LL2, D, C, S, T1, T2, ST. 2006.

Due regoli dell'ex Unione Sovietica.

KLPZ Schetnii Instrumenti, Kiev, Ucraina

Figura 86. Logo KLPZ.



Regolo da 10 pollici in legno e celluloide con cursore in alluminio e vetro. 1968
Scale anteriori: K, A, B, CI, C, D, LL3. Bordo inferiore: LL2, Bordo superiore: cm (le scale anteriori sono senza nome). Retro: S, ST, T, fattori di conversione in cirillico.

Leningrad

Figura 87. Logo Leningrad.

Regolo da 10 pollici in legno e celluloide con cursore in plastica. 1974
Scale anteriori: K, A, B, S, ST, T, C, D, DI. Retro: L, LL1, DF, CF, CIF, CI, C, D, LL3, LL2.

Su ambedue appare la scritta in cirillico ГОСТ (Gost) (iniziale di governo in Russo) seguita da un numero che rappresenta l'identificativo dello standard, corrispondente per esempio ad ANSI, ЛСЛД .

https://www.sliderulemuseum.com/Soviet.shtml

La metamorfosi: le calcolatrici elettroniche

Agli inizi degli anni 70 del 1900 si assiste ad un vorticoso sviluppo della microelettronica. Il regolo calcolatore che è servito a supportare questo sviluppo, viene rapidamente sostituito dai suoi prodotti.

Figura 88. Pubblicità Hewlett-Packard del 1972.

Hewlett-Packard HP 21

Il garage in cui Bill Hewlett e David Packard, due ingegneri laureati alla Stanford University, hanno cominciato a lavorare nel 1938 è diventato un sito storico ufficiale della California, sulla targa commemorativa si legge: *Luogo di nascita della Silicon Valley*. La calcolatrice Hewlett-Packard HP 21 è stata prodotta dal 1975 al 1978.

Figura 89. Calcolatrice HP 21 con manuale in italiano.

Come altre HP, usa la *notazione polacca inversa.* Un esempio per spiegarne il funzionamento. Per moltiplicare fra loro due numeri si inserisce: [primo numero], [Enter], [secondo numero], [x], a questo punto compare il risultato dell'operazione.
Fra le prime ad avere la possibilità di operare in radianti e in gradi, per cambiare unità di misura ha uno switch a slitta che le consente di passare da una unità all'altra.
Ha un display a 12 cifre a LED rossi. Un tasto shift le consente l'accesso a funzioni stampate sul fronte dei tasti trapezoidali. Una memoria ROM di 10 kbit.
La potenza assorbita per il suo funzionamento è di 350 mW. Due pile ricaricabili al Ni-Cd le consentono un'autonomia di 3-5 ore.
Il prezzo nel 1975 era di 125$ corrispondenti a circa 730$ nel 2024.
La confezione includeva, oltre alla calcolatrice, le batterie ricaricabili, il caricabatterie e un manuale di istruzioni.

Texas Instruments TI-1250

La Texas Instruments nasce da una ditta fondata nel 1930, la Geophysical Service Inc. che produceva strumentazione sismica e sottomarina. Nel 1951 è stata rinominata Texas Instruments. La TI ha prodotto il primo transistor commerciale nel 1954, e nello stesso anno la prima radio a transistor.
Nei laboratori di ricerca della Texas, Jack Kilby nel 1958 produce il primo circuito integrato. Negli stessi laboratori nasce la prima calcolatrice tascabile (1967) e il primo microcontroller su un singolo integrato (1970).

La calcolatrice TI 1250 è stata prodotta dal 1975 al 1977.

Si tratta di una calcolatrice che esegue operazioni aritmetiche elementari, somme, prodotti, percentuali, ha un display a 10 cifre a LED rossi, la potenza assorbita per il suo funzionamento è di 140 mW.

Una pila da 9V (se ha una capacità di 2800 mWh) le consente un'autonomia di circa 20 ore. Il prezzo nel 1975 era di 25$ corrispondenti a circa 145$ nel 2024.

Figura 90. Texas Instruments 1250.

La potenza assorbita dei circuiti integrati delle calcolatrici anni 2000 è di centinaia di volte inferiorie a quella dei circuiti degli anni 70 del 1900, si riduce quindi a qualche mW. Insieme alle ridotte dimensioni degli stessi, è possibile costruire calcolatrici delle dimensioni di una bustina di Minerva, come quella in figura 91, che veniva data in omaggio ai clienti di un albergo.

Il codice consente l'accesso ad un filmato che mostra le due calcolatrici:
HP21 e TI1250

Figura 91. Gadget pubblicitario anni 2000.

Datamath Calculator Museum, http://datamath.org/Related/Sharp/EL-8024.htm

Siti web

I link qui indicati sono richissimi di materiale fotografico, documentazione, sistemi di datazione, link ad altri siti analoghi, istruzioni per l'uso, regoli in vendita, ecc.

THE OUGHTRED SOCIETY
DEDICATED TO THE PRESERVATION AND HISTORY OF SLIDE RULES AND OTHER CALCULATING INSTRUMENTS https://www.oughtred.org/index.shtml

International Slide Rule Museum (ISRM) https://www.sliderulemuseum.com/index.shtml

s. g. tropiano 2024