

# Le prime macchine da calcolo italiane e i loro inventori<sup>1</sup>

Silvio Hénin

## Introduzione

Se si tien conto di tutti i tipi di strumenti matematici inventati, fin dalle tavole aritmetiche sumere (ca. 2500 a.C.) e dagli abachi cinesi e greci (V – IV secolo a.C.) si può dedurre che dispositivi per alleviare la noiosa fatica del calcolo numerico apparvero molto presto nella storia delle civiltà [Campbell-Kelly 2003, Needham 1959, Schärli 2001]. Le tavole delle moltiplicazioni e gli abachi erano più che sufficienti per il limitato fabbisogno di calcolo di mercanti, contabili e amministratori, almeno fino al XVII secolo, quando la rivoluzione scientifica e la crescita delle burocrazie governative richiesero calcoli più complessi e una maggior precisione, tanto da indurre il filosofo e matematico Gottfried Leibniz a esclamare “è indegno che uomini eccellenti debbano sprecare il loro tempo nel calcolo, quando un qualunque contadino potrebbe farlo altrettanto bene con l’aiuto di una macchina” e a inventare un calcolatore meccanico nel 1672, il terzo della storia dopo quelli di Schickard (1623) e di Pascal (1645).

Nei successivi due secoli, numerosi scienziati e semplici artigiani si dedicarono all’invenzione e alla costruzione di macchine per il calcolo aritmetico, trasformando lentamente questi congegni da ‘inutili giocattoli [...] destinati al fallimento’ [Williams 1990] – seppure ingegnosi ed esteticamente attraenti – in oggetti utili, producibili in massa e venduti in gran numero. Fu l’avvento del capitalismo industriale alla fine del XIX secolo, che causò una ‘crisi del controllo’ [Beninger 1986] che a sua volta generò un mercato ricettivo per macchine calcolatrici veloci e precise, necessarie alla elaborazione di dati numerici e statistici. Infatti, nonostante la priorità del francese Thomas de Colmar che fu il primo a produrre industrialmente il suo *Aritmometro*, fu negli Stati Uniti che l’industria delle calcolatrici fiorì in pochi decenni, diventando un business lucroso e di successo [Williams 1997].

Nei due secoli (1650-1850) di ‘incubazione’ furono più di un centinaio i prototipi di calcolatrici meccaniche che furono proposti da un ugual numero di inventori in tutte le nazioni europee. Particolarmente prolifica furono la Francia e la Germania, seguite a distanza dall’Inghilterra [Campbell-Kelly 1989]. In questo panorama solo una manciata di inventori italiani è ricordata dalla storiografia, prevalentemente anglosassone, sembra quindi opportuno ravvivare il loro ricordo.

## L’abaco romano ‘tascabile’

L’abaco è il più antico e il più duraturo strumento per il calcolo, forse anticipò perfino i metodi di scrittura dei numeri e la loro denominazione [Menninger 1992]. L’invenzione di vari tipi di abachi avvenne indipendentemente in diverse culture antiche ed è prova di una generale ingegnosità e di un fabbisogno

---

<sup>1</sup> Tratto da: S. Hénin, “Early Italian Computing Machines and Their Inventors”, in: A. Tatnall (ed.), *Reflections on the History of Computing*, Springer, 2012

condiviso. Nelle culture etrusca e romana le 'tavole da abaco' – derivate forse dalla greca Tavola di Salamina – erano largamente diffuse, per via della difficoltà ad eseguire operazioni con la notazione numerica romana. Molti autori latini, come Cicerone, Marziale, Giovenale e Plinio, menzionano l'uso di *calculi* (sassolini) disposti sopra una tavola di legno per eseguire operazioni aritmetiche [Schärlig 2006]. Rappresentazioni di abachi si trovano su un cameo etrusco, sulla pietra di un molo romano a Treviri e su un bassorilievo nei Musei Capitolini a Roma [Schärlig 2006]. Sfortunatamente, non ci resta alcun reperto di tavole da abaco romane in pietra o in marmo.

Ciò che è stato recuperato dagli archeologi è un altro tipo di abaco, detto 'portatile' o 'tascabile', ritrovato negli scavi a partire dal Rinascimento. Due di questi abachi furono descritti già nei secoli XVI e XVII [Welser 1594, Pignoria 1613] e un terzo, appartenuto a un certo Ursinus,<sup>2</sup> è semplicemente citato nella letteratura [Smith 1925]. Solo due esemplari sono pervenuti fino a noi, uno si trova al Museo nazionale romano e il secondo alla Biblioteca nazionale di Parigi, ma se si confrontano le descrizioni di Pignoria e di Welser con i reperti di Roma e Parigi, si notano diversità che impediscono di affermare con certezza se si tratta degli stessi oggetti. Un terzo esemplare è stato ritrovato recentemente in una sepoltura presso Aosta e si trova ora al Museo archeologico regionale di quella città [Fellman 1983, Martin 1989].<sup>3</sup>

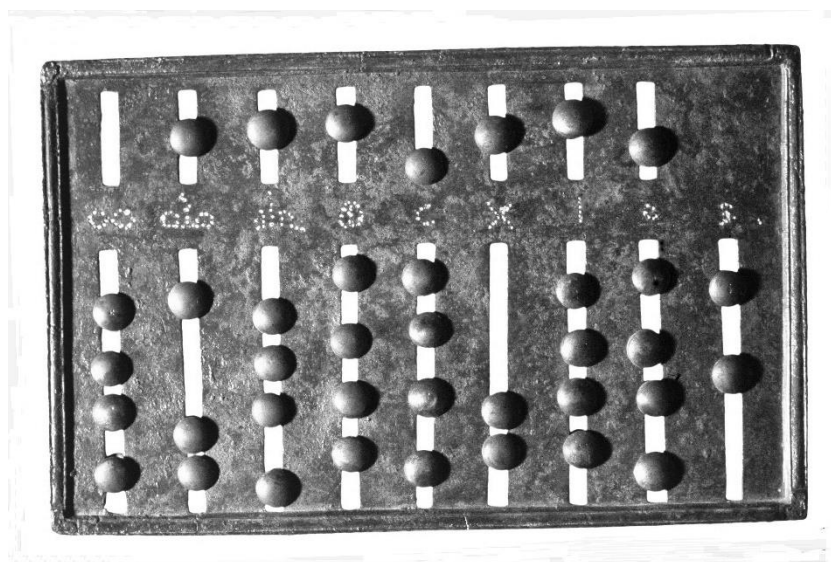


Fig. 1 – Abaco romano portatile, I sec. d.C.

(Museo Nazionale Romano, Ministero per i Beni Culturali, Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma).

Gli abachi portatili romani sono stati datati attorno al I – II secolo d. C. Erano usati probabilmente per i conteggi monetari basati sull'asse e le sue frazioni: *uncia* (1/12 di asse), *semuncia* (1/24), *sicilico* (1/48) e *duella* (1/72); i loro proprietari erano certamente amministratori locali o ispettori itineranti. Gli abachi sono piastrine di bronzo (ca. 10 x 7 cm) dotate di un certo numero di fessure allungate, sistemate a coppie, in cui sono imprigionati bottoni scorrevoli, detti 'contatori'. Questa soluzione impedisce che i contatori siano persi durante il trasporto. Ogni coppia di fessure rappresenta un ordine di grandezza (1, 10, 100, 1000 ...), la parte inferiore contiene 4 contatori ognuno dei quali rappresenta un'unità, la parte superiore ne ha uno solo che rappresenta cinque unità; quindi per rappresentare il numero 8 si deve spostare il contatore superiore (5) e

<sup>2</sup> Forse Fulvius Ursinus (1529-1600), antiquario e bibliotecario del Cardinale Farnese a Roma.

<sup>3</sup> Un altro presunto abaco romano in avorio (datato V – II secolo a.C.) è catalogato nella Collezione IBM di Parigi (<http://www-sop.inria.fr/amisa/piece2Eng.html>), ma tutti i tentativi di chi scrive di avere maggiori informazioni in merito sono stati vani. Potrebbe essere una replica moderna.

tre inferiori (3). Sul lato destro vi sono le fessure per le frazioni di asse, con uno o due contatori. La grande somiglianza tra gli abachi romani portatili, i *soroban* giapponesi e i *suàn-pán* cinesi ha fatto pensare a una reciproca influenza, diretta o indiretta, ma questa non può essere storicamente provata: anche se ai tempi dell'Impero romano il commercio della seta avveniva regolarmente e forse vi è stato qualche incontro sporadico tra rappresentanti dei due popoli, mancano purtroppo testimonianze scritte.

Poco o nulla si sa dell'uso dell'abaco nell'alto Medioevo, la più vecchia menzione risale al "*Dialogus de Scaccari*" del 1180, scritto da un tal Riccardo, figlio del vescovo di Ely, in cui si descrive l'uso di una tavola con gettoni per la contabilità delle imposte nel regno d'Inghilterra.<sup>4</sup> Nei secoli seguenti le tavole da conto divennero di uso comune nel Nord Europa, ma così non fu per l'Italia, dove la precoce adozione della numerazione indo-arabica ad opera di Leonardo Pisano, detto Fibonacci, permise di disporre di veloci procedure di calcolo con carta e penna. Nelle 'scuole d'abaco' e nei 'libri d'abaco' italiani dell'epoca dei Comuni, si insegnavano quelle e non l'uso dell'abaco propriamente detto.

## Il Rinascimento: dispositivi analogici

A partire dal XIII – XIV secolo, in Italia iniziò a rifiorire lo studio della matematica, in particolare quello dell'algebra, grazie alla riscoperta e alla traduzione in latino dei trattati greci, ellenistici e arabi. Matematici come Leonardo Pisano (detto Fibonacci), Luca Pacioli, Niccolò Tartaglia, Gerolamo Cardano e Raffaele Bombelli contribuirono a tale rinascita e a mantenere la superiorità sugli altri paesi europei per i successivi due secoli. Anche nel campo della matematica applicata, le scuole italiane eccellevano, come ci ricorda un fatto raccontato da George Ifrah: "Un ricco mercante tedesco che voleva dotare il figlio di una buona competenza commerciale, chiese a un sapiente quale istituto europeo offriva la migliore preparazione matematica. L'esperto rispose 'Se vuoi solo che impari l'addizione e la sottrazione, qualunque scuola tedesca o francese è sufficiente. Ma se vuoi che impari anche la moltiplicazione e la divisione, dovrai mandarlo in Italia'" [Ifrah, 2000].

Il recupero dei testi antichi (ad es. Erone di Alessandria) permise anche di studiare l'antica tecnologia e la costruzione di strumenti astronomici. I meccanismi di precisione divennero molto apprezzati e richiesti nelle corti europee. Si inventarono numerosi dispositivi per aiutare marinai, artiglieri, architetti e pittori [Williams 1997, Favaro 1907]. Uno di questi strumenti era particolarmente apprezzato per la sua facilità d'uso e per le molte applicazioni pratiche: il 'compasso di proporzione', un dispositivo analogico costituito da due bracci impernati a un'estremità. Lo si usava assieme ad un righello su cui erano incise varie scale numeriche, oppure le scale erano incise direttamente sui bracci. Il compasso serviva per risolvere problemi geometrici, aritmetici e trigonometrici, sfruttando la proporzionalità che esiste tra i lati omologhi dei triangoli simili.

I compassi erano usati in astronomia, navigazione e geodesia, nel puntamento dei cannoni, nel calcolo di volumi e aree, e rimasero strumenti indispensabili fino a quando il regolo calcolatore non li rimpiazzò [Williams 1997]. La loro origine può essere fatta risalire a Leonardo da Vinci (1452-1519) [Camerota 2000]. Nel secolo successivo comparvero diverse versioni di compassi destinate a diverse applicazioni, proposte da molti inventori in ogni parte d'Europa. Il matematico Niccolò Tartaglia (1499-1557) inventò un compasso per artiglieri nel 1560, da usare per il puntamento della bocca da fuoco e la misura della distanza dell'obiettivo. Un altro disegno migliorato è attribuibile a Federico Commandino (1509-1575), un matematico noto per la

---

<sup>4</sup> Dalla parola *scaccario* (scacchiera) deriva l'appellativo del ministro inglese delle finanze: Cancelliere dello scacchiere.

traduzione dei trattati di Archimede, Aristarco di Samo, Euclide, Tolomeo ed Erone. Commandino progettò un 'compasso polimetrico' (1568) [Bianca 1982] e uno dei suoi amici, l'anatomista Bartolomeo Eustachi, gli chiese di costruirne uno per la 'cartografia' del corpo umano [Andretta 2009]. Un allievo di Commandino fu il marchese Guidobaldo Del Monte (1545-1607) che studiava all'Università di Padova, divenne supervisore delle munizioni del Granduca di Toscana e pubblicò diversi libri di matematica, astronomia e meccanica; amico di Galileo, lo aiutò a ottenere la cattedra di matematica all'Università di Pisa. Del Monte costruì un compasso [Drake 1988] e un calcolatore meccanico che, con un treno di ingranaggi, convertiva le frazioni dei gradi in minuti e secondi. [Gamba 1988, Camerota 2000]. Un inventore precedente fu Fabrizio Mordente (1532 – 1608) che all'età di vent'anni lasciò l'Italia e viaggiò per dieci anni in Nord Africa, Medio Oriente e India, oltre che in Europa dove incontrò molti fabbricanti di strumenti. Alla fine lavorò al servizio dell'imperatore Massimiliano II a Vienna, poi a quello di Rodolfo II a Praga, infine a Parma per Alessandro Farnese. Nel 1567 Mordente cominciò a progettare un compasso di riduzione per dividere rette e archi, forse influenzando Del Monte e Commandino. Lo strumento fu migliorato negli anni seguenti fino al 1591 col 'compasso a otto punti' [Boffito 1931, Camerota 2000, Camerota 2003] che aveva quattro punte scorrevoli, quattro fisse e un regolo separato con scale proporzionali. Il filosofo italiano Giordano Bruno lodò il compasso di Mordente e pubblicò il *De Mordentii circino* (Parigi, 1586) dove postulò che l'approccio di Mordente poteva aiutare a confutare l'ipotesi aristotelica dell'incommensurabilità delle quantità infinitesime [Aquilecchia 1957, Camerota 2000].

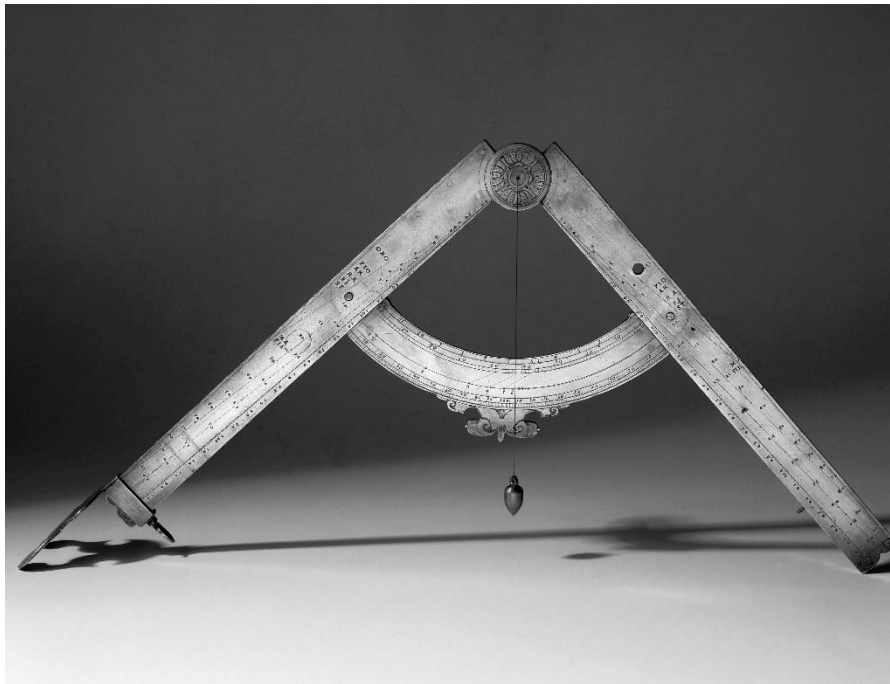


Fig. 2 – Compasso geometrico militare di Galileo, 1597  
(Museo Galileo, Firenze, Fotografia di Franca Principe)

Il più famoso compasso di proporzione fu certamente quello inventato da Galileo Galilei (1564-1642) [Favaro 1907, Geymonat 1970, Vergara-Caffarelli 1992] e denominato dal suo autore 'compasso geometrico militare'. Galileo lo progettò nel 1597, quando era professore di matematica all'università di Padova, e iniziò a costruirne alcuni esemplari con l'aiuto dell'abile meccanico Marcantonio Mazzoleni, destinati ai suoi studenti per apprendere le applicazioni pratiche della geometria. Negli anni successivi lo strumento fu più volte

modificato così da trasformarlo da ‘coltellino svizzero’ per uso pratico in un calcolatore analogico per quantità astratte. Nel decennio successivo più di cento esemplari furono prodotti dal Mazzoleni, trenta dei quali furono donati a sovrani europei [Vergara-Caffarelli 2006], altri venduti agli studenti. Nel 1606 Galileo pubblicò un vero e proprio ‘manuale d’uso’ [Galilei 1606] impresso in sessanta copie – la sua prima opera a stampa. Il successo fu eccezionale: presto il numero di manuali e di compassi divenne insufficiente a soddisfare le richieste, nonostante molti costruttori avessero iniziato a produrne copie, spesso grezze e inutilizzabili [Vergara-Caffarelli 2006]. Già dal 1607 Baldassarre Capra (ca. 1580-1626) tentò di accreditarsi come inventore dello strumento nel suo *Usus et fabrica circini cuiusdam proportionis*, ma Galileo reagì prontamente al plagio e Capra fu censurato dall’università di Padova. Il compasso geometrico militare assicurò al suo inventore il ritorno all’università di Pisa nel 1610 e la protezione del Granduca Cosimo II de Medici.

La priorità di Galileo è discussa ancora oggi, come avviene per il suo cannocchiale [Favaro 1883, Drake 1999, Vergara-Caffarelli 1992]. Come si è visto, le storie della matematica e della tecnologia citano diversi inventori del compasso tra il XVI e il XVII secolo, in Italia<sup>5</sup> come in Europa,<sup>6</sup> ma le invenzioni multiple e indipendenti di uno stesso concetto sono quasi la norma nella storia della tecnologia [Merton 1973]. In effetti, spesso le idee innovative sono ‘nell’aria’ in certi periodi storici e molti sono coloro che si cimentano con esse. È anche difficile distinguere tra miglioramenti marginali e vere innovazioni e provare eventuali plagi è ancora più arduo, salvo il caso dell’ingenuo tentativo di Capra. Il compasso di Thomas Hood (1598) è forse l’oggetto più paragonabile a quello di Galileo, ma qualunque possibile influenza può essere scartata [Drake 1999]. Certamente, il compasso geometrico militare fu il primo strumento analogico di calcolo utilizzabile per una grande varietà di problemi matematici; esso mostra molti miglioramenti rispetto ai modelli precedenti e contemporanei: un maggior numero di scale, una maggiore precisione e una grande semplicità d’uso. Nondimeno, la precisione restava scarsa per via delle ridotte dimensioni – garantendo al massimo due cifre significative – più adatta all’insegnamento che all’uso pratico, come lo stesso Galileo dichiarò nei suoi scritti [Vergara-Caffarelli 1992].

## I secoli XVII – XVIII: i primi calcolatori meccanici

### Il misterioso n. 3179

I primi calcolatori meccanici digitali per le quattro operazioni aritmetiche apparvero in Europa nella prima metà del Seicento, grazie alla ormai matura tecnologia degli orologi.<sup>7</sup> Tutte le storie delle macchine per il calcolo citano le invenzioni di Blaise Pascal e di Wilhelm Gottfried Leibniz, rispettivamente la *pascalina* (1645, solo addizioni e sottrazioni) e lo *stepped reckoner* (1673, anche moltiplicazioni e divisioni). Non tutte citano invece un precursore, il *rechenuhr* (orologio calcolatore) del tedesco Wilhelm Schickard (1623) che fu perduto durante la Guerra dei trent’anni e i cui disegni furono riscoperti solo nel 1935 [Williams 1997]. Nei due secoli successivi più di un centinaio di altre macchine calcolatrici furono inventate da meccanici, scienziati,

---

<sup>5</sup> Oltre ai nomi già citati vi sono: Baldassarre Lanci (1557), Antonio Bianchini (1564), Carlo Teti (1575), Antonio Lupicini (1582), Latino Orsini (1583), Ostilio Ricci (1590), Ottavio Fabri (1598). [Camerota, 2000].

<sup>6</sup> Christopher Schissler (1566,1580), Jost Bürgi (1588), Thomas Hood (1598), Christopher Scheiner (1603), Michel Coignet (1610) [Drake 1999, Camerota, 2000].

<sup>7</sup> I primi orologi meccanici apparvero in Italia nel XIV secolo, a Milano (1335) e a Padova (1364).

matematici e nobiluomini; molte di esse rimasero allo stadio di prototipi inaffidabili, fragili e costosi, che non potevano competere, per velocità ed economia, con il calcolo manuale con carta e penna.

Al Museo Galileo di Firenze i visitatori possono ammirare un curioso oggetto di ottone dorato con la forma di un fregio barocco – uno di quelli che, sul portale di una chiesa, riportano il nome del santo a cui è dedicata. L’etichetta dice “N. 3179. Macchina calcolatrice, ideatore sconosciuto, costruttore sconosciuto [...]”. Si tratta di una correzione recente, fino a pochi anni fa il manufatto era attribuito a Tito Livio Burattini e la descrizione termina ancora oggi con “Fu donata da Tito Livio Burattini a Ferdinando II de’ Medici”. Quasi tutta la letteratura pubblicata sull’argomento ripete questa informazione.

La macchina ha nove quadranti (ruote) principali, i sei superiori sono numerati da 0 a 9, i tre inferiori da 0 a 6 (sinistra), da 0 a 19 (centro) e da 0 a 11 (destra). Sopra ad ognuno di essi vi è un piccolo quadrante secondario suddiviso nello stesso numero di parti del rispettivo quadrante principale. Lo strumento è un addizionatore monetario (*money adder*) del tipo costruito a Londra da Samuel Morland (1625-1695) nel 1673 e da lui descritto in un libriccino [Morland 1673, Williams 1997]. Diversamente dalla *pascalina*, le macchine di Morland e la n. 3179 di Firenze, non hanno un meccanismo per trasmettere il riporto da un ordine decimale a quello superiore, ma lo trasferiscono solo alla piccola ruota secondaria, permettendo di addizionare fino a due cifre. Le ruote inferiori con dodici e venti divisioni servono per i *denari* e i *soldi* (12 denari = 1 soldo, 20 soldi = 1 lira). La strana ruota di sinistra, con 7 divisioni potrebbe servire per i calcoli con i ducati (7 lire fiorentine = 1 ducato) [Cipolla 1987] o con i *gulden* di oltralpe (7 scellini = 1 *gulden*) [Schäriling 2003].

Tito Livio Burattini (1617-1681) fu un eclettico personaggio, egittologo, inventore, architetto e ingegnere. Nato ad Agordo (BL), partì in giovane età per l’Egitto, visitò poi la Germania e si stabilì definitivamente in Polonia, alla corte di re Vladislao IV, da cui fu nominato direttore della zecca polacca [Tancon 2005]. Nel 1675 Burattini suggerì l’adozione di una misura universale di lunghezza, che chiamò ‘metro cattolico’,<sup>8</sup> molto prima della rivoluzione metrica francese del 1793. Progettò anche una macchina per il volo, il ‘dragone volante’, a tutti gli effetti un aliante, e costruì lenti per telescopi e microscopi che inviò in omaggio al cardinale Leopoldo de’ Medici. Burattini era in rapporti epistolari con molti studiosi e filosofi europei della sua epoca e si teneva aggiornato su ogni nuova scoperta e invenzione.

Nel 1674, mentre si trovava a Cracovia, Burattini ebbe l’opportunità di esaminare la *pascalina* acquistata dalla regina Maria Luisa Gonzaga, sposa di re Ladislao. Decise allora di provare a idearne una più piccola (tascabile) e, nel 1658, terminò un prototipo con otto ruote ‘come il congegno di Pascal’ [Targosz 1992] che inviò in omaggio al granduca Fernando II de’ Medici. Due lettere mandate da Alfonso Borelli<sup>9</sup> alla fine del 1658 al cardinale Leopoldo de’ Medici (fratello di Ferdinando) sembrano confermare il fatto; in una di esse si menziona infatti un “strumento o cassetina numeraria” inviata da Burattini al cardinale. Il dono di Burattini fu registrato nell’inventario della collezione medicea del 1660 “N. 585, in data 1659 uno strumento di ottone per fare abaco<sup>10</sup> che ha 8 ruote, lungo  $\frac{3}{4}$  largo  $\frac{1}{5}$ <sup>11</sup> a S.A. donato da Tito Livio Burattini il 22 giugno”. La stessa descrizione è ripetuta in inventari posteriori del 1704 e del 1738, anche se l’oggetto cambia numero di catalogo.

---

<sup>8</sup> Pari alla lunghezza di un pendolo che batte il secondo.

<sup>9</sup> Giovanni Alfonso Borelli (1608-1679) matematico e filosofo a Roma.

<sup>10</sup> Nel Rinascimento italiano ‘fare abaco’ significava ‘calcolare’, quindi era sinonimo di aritmetica, anche quando non si faceva uso dell’abaco, ma si ricorreva a carta e penna.

<sup>11</sup> L’unità di misura è probabilmente il braccio da panno fiorentino (58,3 cm), per cui le dimensioni sarebbero 43,8 x 11,7 cm. Anche cambiando unità, il rapporto fra le dimensioni dei lati (3,7) non è quello del N. 3179 (2,1).



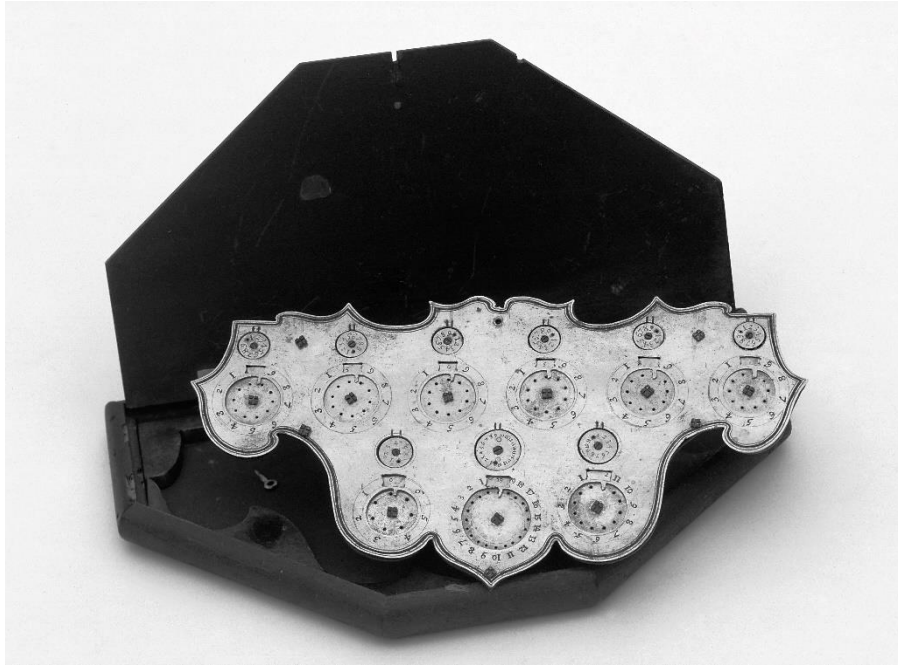


Fig. 3 –Addizionatore attribuito a Tito Livio Burattini  
(Museo Galileo, Firenze, fotografia di Franca Principe)

Nel 2007 la storica Vanessa Ratcliff [Ratcliff 2007] notò che l'oggetto registrato nel 1660 non corrisponde all'attuale N. 3179: il numero di ruote (otto invece di diciotto) non è lo stesso e neppure le dimensioni (44 x 12 cm invece di 20 x 10 cm).<sup>12</sup> In un successivo catalogo [Real Gabinetto 1776-1779] la descrizione è diversa: "Una macchinetta forse aritmetica di due lastre di ottone centinate che racchiudono 18 cerchi tra grandi e piccoli, numerati, imperniati, e da muoversi a mena dito. La macchinetta ha la faccia dorata ed è lunga nel più pollici 7.3", circa 21 cm, in tutto e per tutto uguale al reperto N. 3179. Non si tratta quindi dello stesso oggetto. Occorre ricordare che nel 1737 morì Gian Gastone de' Medici, l'ultimo membro della casata e il Granducato di Toscana fu affidato alla casa degli Asburgo-Lorena; nove anni dopo gran parte delle collezioni medicee fu trasferita al Museo di Fisica di Vienna, per volere del granduca Francesco I Stefano, per mai più ritornare, salvo pochi pezzi [Bedini 1995]. Con l'arrivo dei Lorena, però la collezione fiorentina era stata arricchita di centinaia di pezzi provenienti da Luneville,<sup>13</sup> sotto la supervisione del meccanico di corte Philippe Vayringe che aveva diretto la Camera di fisica di Luneville e che aveva seguito la corte lorenese a Firenze. Si può quindi concludere che Burattini costruì una calcolatrice del tipo *pascalina* e la inviò a Firenze, ma questa scomparve – forse portata a Vienna – mentre comparve l'attuale N. 3179, in un qualche momento tra il 1660 e il 1776. Per quanto riguarda il reperto esistente, si possono fare tre ipotesi: 1) è opera dell'inglese Morland, 2) è stato fatto da un artigiano toscano su copia delle macchine di Morland, 3) è arrivato da Luneville, opera forse dello stesso Vayringe o di un altro meccanico lorenese.<sup>14</sup>

<sup>12</sup> È interessante notare che una *pascalina* con otto ruote ha circa le stesse dimensioni dell'oggetto N. 585 registrato nel 1660 [Marguin 1994], a conferma del fatto che Burattini si ispirò alla macchina di Pascal.

<sup>13</sup> All'epoca Luneville era capitale della Lorena e sede della corte degli Asburgo-Lorena.

<sup>14</sup> Le prime due ipotesi sono proposte anche da Ratcliff.

## Il calcolatore di Giovanni Poleni

Nel dicembre 1709 fu stampato a Venezia un piccolo libro in latino intitolato *Miscellanea* [Poleni 1709] a nome del marchese Giovanni Poleni di Venezia (1683-1761). Una delle tre parti che lo compongono descrive una macchina calcolatrice inventata dallo stesso autore. Poleni nacque nella Repubblica di Venezia, figlio di un benestante che era stato nominato marchese dall'imperatore Leopoldo I di Asburgo per i meriti acquisiti nella guerra contro i turchi. Non molto interessato alla carriera politica, verso cui il padre lo orientava, Poleni preferiva lo studio della fisica, dell'architettura e della matematica e, nel 1709, grazie forse al libro pubblicato, ottenne la cattedra di astronomia e meteorologia all'università di Padova. Nell'ateneo patavino Poleni lavorò fino alla sua morte occupando negli anni successivi le cattedre di fisica, matematica e ingegneria navale. A Padova fondò uno dei primi laboratori di fisica sperimentale dell'intera Europa, dotandolo di centinaia di raffinati strumenti di precisione, che acquistava o faceva costruire su suo progetto. Poleni era rinomato nell'ambiente scientifico europeo, era membro della *Royal Society* inglese, della *Académie des Sciences* di Parigi e della Accademia prussiana di scienze [Soppelsa 1963, Soppelsa 1983].

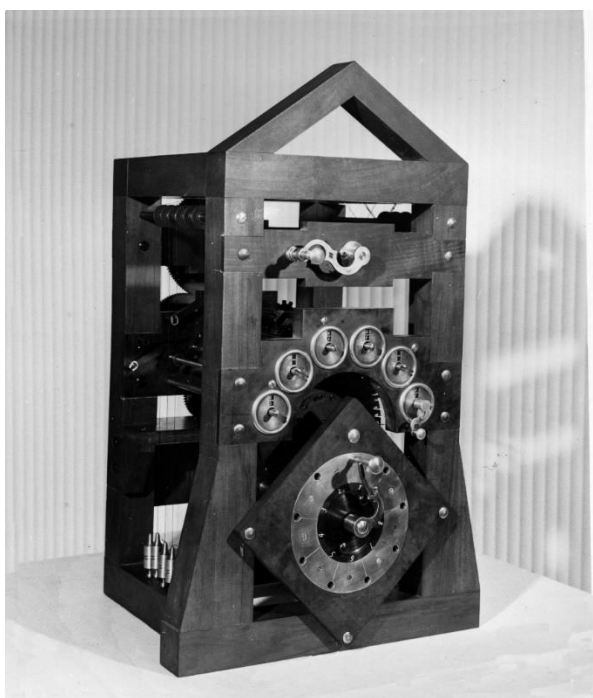


Fig. 4 – Macchina calcolatrice di Giovanni Poleni, 1709, ricostruzione moderna.  
(Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia “Leonardo da Vinci”, Milano)

All'età di ventiquattro anni, Poleni venne a conoscenza delle invenzioni di Pascal e di Leibniz e, senza averle mai viste e senza disporre di informazioni precise né di disegni, decise di progettare una macchina diversa che eseguisse automaticamente tutte le operazioni aritmetiche. Dopo qualche tentativo, la macchina fu terminata nel 1709, ma non sappiamo chi effettivamente la costruì. Dai disegni e dalla descrizione di *Miscellanea*, la calcolatrice di Poleni ha l'aspetto di un grande orologio, è fatta di ferro e di legno e sappiamo che eseguiva non solo addizioni e moltiplicazioni, ma anche sottrazioni e divisioni, grazie al metodo di 'addizione del complemento'<sup>15</sup> [Poleni 1709, Soresini 1971, Bonfanti 1988, Hénin 2009]. Per eseguire la

---

<sup>15</sup> Il metodo della 'somma del complemento' permette di trasformare una sottrazione in una somma e si applica anche alle divisioni eseguite come sottrazioni successive.



moltiplicazione, Poleni si ispirò forse allo *stepped drum* di Leibniz, ma lo realizzò in un modo molto diverso, usò infatti una ruota a denti rialzabili (*pin-wheel*) su cui ‘memorizzare’ il moltiplicando che veniva sommato a se stesso un numero di volte pari al moltiplicatore. La ruota aveva tre settori per le centinaia, le decine e le unità, permettendo di eseguire il prodotto di un numero di tre cifre per uno di tre (fino a  $999 \times 999 = 998.001$ ). La soluzione adottata da Poleni verrà ripresa più volte nella storia del calcolo meccanico, come nella popolare architettura di Baldwin-Odhner [Williams 1997, Hénin 2009] che restò in uso fino alla metà del Novecento. Un’altra particolarità della macchina aritmetica di Poleni era che tutto il meccanismo era mosso da un motore a peso regolato da uno scappamento, proprio come in un orologio. L’invenzione ebbe grande risonanza e compare nel primo trattato sulle macchine aritmetiche di Jacob Leupold [Leupold 1727], ma non era certo facile da usare – ad ogni calcolo si doveva ricaricare il peso e azzerare a mano tutti i contatori, un lavoro lento e faticoso – e non era in grado di competere con i calcoli con carta e penna.

Come racconta un suo biografo [De Fouchy 1763], dopo alcuni anni il fisico italiano fu informato di una macchina migliore, sempre basata sui denti rialzabili, costruita dall’austriaco Anton Braun [Nagler 1960] per l’imperatore Carlo V a Vienna. Saputolo, Poleni “distrusse la sua macchina e mai più la ricostruì”. Nel 1720 Braun aveva lavorato nel Granducato di Milano come agrimensore, sotto la direzione dell’ingegnere imperiale Johann Jacob Marinoni che era in corrispondenza con Poleni, ed ebbe forse modo di sapere qualcosa della macchina veneziana [Habacher 1960]. Comunque sia, il modello di Braun era di fattura più raffinata e molto più piccolo, anche se lo si doveva muovere con una manovella. Non si può però attribuire a Poleni una reazione dettata dall’invidia o dal sospetto di plagio: il marchese veneziano non era irascibile né vendicativo e il suo comportamento fu dettato solo dal riconoscimento della superiorità della macchina viennese. La perduta invenzione di Poleni fu ricostruita nel 1959 per iniziativa dell’ingegner Franco Soresini e del Museo della scienza e della tecnologia di Milano, grazie al contributo dei laboratori della IBM Italia [Soresini 1991]. Cinquant’anni dopo la replica fu restaurata e rimessa in funzione [Hénin 2009].

## Il regolo di Bernardo Facini

Bernardo Facini (1665-1714) fu un astronomo, un matematico e un abile progettista di strumenti che operava a Venezia. A lui sono attribuiti numerosi dispositivi per la navigazione, per la geodesia, per la misura del tempo, alcuni dei quali sono conservati nei musei europei e americani [Anastasio 1994]. Nel 1714 Facini ideò un regolo calcolatore circolare, che si trova ora allo Adler Planetarium di Chicago.

Dopo l’invenzione dei logaritmi da parte di John Napier nel 1614<sup>16</sup> e il loro perfezionamento da parte di Henry Briggs, molti ebbero l’idea di sfruttare il principio matematico per realizzare strumenti per il calcolo, quello per cui il prodotto di due numeri può essere calcolato con la somma dei loro logaritmi. Il primo fu forse Edmund Gunter (1620), seguito da Richard Delamain (1630) e William Oughtred (1632) che progettarono regoli circolari [Williams 1997]. Poi fu la volta di regoli con una scala a spirale che permetteva di aumentare la lunghezza della scala senza eccedere nelle dimensioni dello strumento, guadagnando in precisione. Il primo fu Milburne (1650) [Horsburgh 1914]. Il disegno di Facini è molto semplice: un disco di ottone di 22 cm di diametro porta una scala numerica (da 1 a 10) su un lato e una logaritmica (da 0 a 1) sull’altro. Due paia di divisori, uno per lato, sono impernati al centro del disco. Le divisioni delle due scale sono tali che si può

---

<sup>16</sup> Si dovrebbe ricordare anche il tentativo indipendente dello svizzero Jost Bürgi.

ottenere una precisione di tre-quattro cifre con l'aiuto di un verniero [Righini 1980]. Grazie alla scala spirale il regolo circolare di Facini corrisponde ad uno lineare lungo un metro.

## XIX secolo: calcolatori meccanici avanzati

Nel XVII secolo, la scienza e la tecnologia italiane subirono un rallentamento. Alcuni storici cercano di spiegare il fenomeno come effetto della condanna di Galileo per eresia, ma difficilmente questa è l'unica causa, certo non la più importante. Contribuirono forse di più le divisioni politiche tra gli staterelli in cui l'Italia era divisa e un clima di generale recessione economica. Gli scienziati, gli artisti e gli studiosi non potevano più contare sul mecenatismo delle corti italiane: i fasti del granducato toscano e della repubblica veneziana erano ormai ricordi del passato. All'inizio del XIX secolo vi fu però una certa rinascita, particolarmente per le scienze applicate e le tecnologie, grazie alla fondazione di nuove istituzioni dedicate all'insegnamento e alla promozione dello sviluppo tecnico e industriale. Quasi tutti questi istituti – fondati su modello del *Conservatoire des Arts et Métiers* – furono stabiliti o aiutati dal governo napoleonico, ma riuscirono poi a sopravvivere alla caduta dell'imperatore e alla susseguente restaurazione del Congresso di Vienna. Particolarmente attivi furono gli Istituti del regno Lombardo-veneto e del granducato di Toscana.

### Luigi Torchi e la sua calcolatrice a tastiera.

Tutto ciò che sappiamo di Luigi Torchi (n. 1812) è che era un semplice carpentiere di mulini con un'officina nei sobborghi meridionali di Milano, fuori dalle mura spagnole, nel comune dei Corpi Santi.<sup>17</sup> Nel 1834 Torchi fu premiato con una medaglia d'oro dello Imperial-regio istituto lombardo di scienze, lettere e arti per la sua invenzione di una macchina per calcolare [Hénin 2010a]. Negli anni successivi inventò altri due congegni. Il primo fu un carro senza cavalli per trainare i barconi sui navigli, invenzione che gli assicurò una medaglia d'argento dell'Istituto Lombardo nel 1837 e la notorietà anche in Francia. Il secondo fu una livella a pendolo del 1858.

Purtroppo, ci rimangono solo due fonti coeve sulla macchina calcolatrice: il rapporto manoscritto della giuria aggiudicatrice del premio<sup>18</sup> e un articolo anonimo pubblicato sulla rivista "la Fama" [La Fama 1840], in cui appare anche un'immagine approssimativa della macchina. Dai due documenti è possibile tentare una descrizione dei principi di funzionamento [Hénin 2010a]. La prima novità della macchina di Torchi è l'uso di una tastiera per l'introduzione degli operandi, diversamente da tutte le macchine precedenti che usavano dischi numerati (come Pascal) o ruote a denti variabili (come Leibniz e Poleni). In letteratura, le prime macchine a tastiera citate sono quelle del francese Jean-Baptiste Schwilgué (1844) [Roegel 2008], dell'americano Du Bois D. Parmelee (1850), dello svizzero Victor Schilt (1851) e dell'americano Thomas Hill (1857) [Turck 1972], tutte erano 'addizionatrici a colonna' che permettevano di sommare solo singole cifre.

---

<sup>17</sup> Oggi Corso San Gottardo.

<sup>18</sup> L'intero dossier è conservato presso gli archivi storici dell'Istituto lombardo, a Milano.

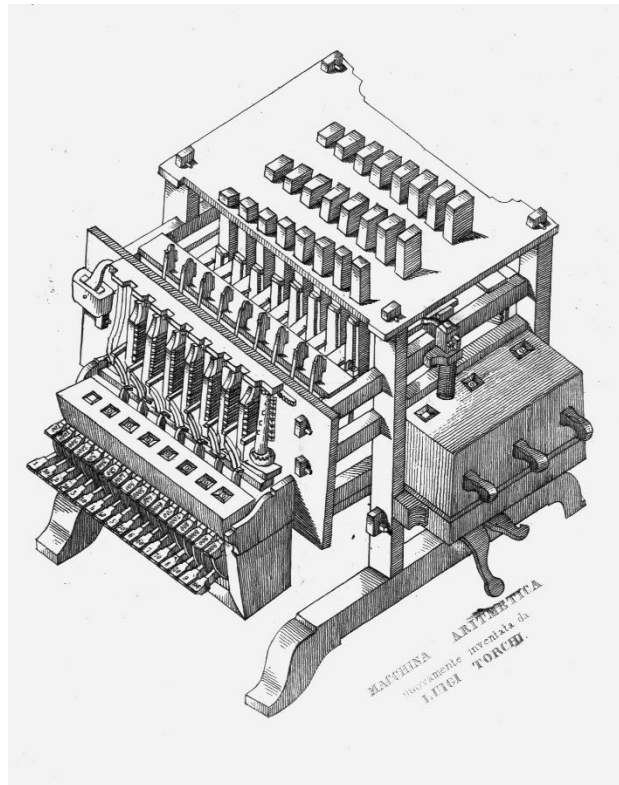


Fig. 5 - Macchina calcolatrice di Luigi Torchi, 1834  
(La Fama, 1840)

La macchina di Torchi permette invece di introdurre numeri fino a quattro cifre per ogni operando. La seconda novità, ancor più rilevante, è che la macchina può eseguire le moltiplicazioni senza ricorrere al metodo delle addizioni ripetute, usato da tutti i predecessori. L'invenzione di Torchi esegue infatti la c.d. 'moltiplicazione diretta'. Infatti, il rapporto della giuria afferma che "il dispositivo è concepito in modo tale che dà il prodotto di ogni cifra per ciascuna delle nove cifre semplici".<sup>19</sup> Le prime macchine a moltiplicazione diretta descritte in letteratura furono concepite quarant'anni dopo da Edmund Barbour nel 1872, seguito da Ramon Verea nel 1878, da Léon Bollée nel 1889 e da Otto Steiger nel 1892 [Turck 1972, Soresini 1971, Marguin 1994].

La calcolatrice di Torchi riscosse molto interesse, almeno localmente: la ragguardevole somma di 1000 lire fu stanziata dal governo per costruire una versione in metallo – l'originale era in legno – e l'Ufficio milanese del censimento ne richiese un'altra per il catasto, ma l'inventore non fu in grado di soddisfare le richieste, era solo un carpentiere in legno e difficilmente avrebbe lavorato i metalli. La macchina fu esposta pubblicamente nei decenni successivi nel palazzo di Brera, poi scomparve. L'astronomo Giovanni Schiaparelli la ritrovò nel 1872 "mancante di molte parti, quasi tutta la parte frontale che contiene il dispositivo per la preparazione e la lettura dei risultati è stata perduta" [Hénin 2010a]. Costruita con materiali deperibili e già danneggiata nel 1872, la calcolatrice fu probabilmente distrutta e non se ne trova più traccia.

---

<sup>19</sup> Vedi Appendice.

## Tito Gonnella, macchine analogiche e digitali

In un altro stato italiano, il Granducato di Toscana, si cercava di stimolare lo sviluppo scientifico e tecnologico tramite la fondazione di Istituti e scuole tecniche e Firenze ospitava anche numerosi inventori e fabbricanti di strumenti. Uno di questi era Tito Gonnella (1794-1867), professore di matematica e meccanica alla Accademia di belle arti [Borchi 1997] che perfezionò un telescopio newtoniano a riflessione. Nel 1825 Gonnella pubblicò un articolo [Gonnella 1825] che descrive uno dei primi planimetri. I planimetri divennero strumenti molto comuni nell'Ottocento e nel primo Novecento, permettevano di calcolare l'area di figure piane irregolari e furono usati da agrimensori e geometri. Da essi furono sviluppati gli integratori meccanici che permettevano di integrare equazioni differenziali per la fisica e l'ingegneria e che, nella prima metà del XX secolo, raggiunsero un elevato grado di precisione, oltre a complessità e dimensioni rilevanti.<sup>20</sup>

Un primo modello di planimetro era stato inventato da Johann Martin Hermann nel 1814, ma rimase quasi sconosciuto. Il progetto di Gonnella era basato sul meccanismo detto 'a disco e ruota', dopo un primo tentativo a 'disco e cono', scartato per la sua scarsa precisione. Gonnella espose la sua invenzione in varie occasioni, ad esempio nella *Great London Exhibition* del 1851, dove fu premiato con la medaglia del consiglio, e alla *Exposition Universelle* di Parigi nel 1855. L'inventore fiorentino fece costruire a Firenze un solo esemplare, ma si accorse che per ottenere la precisione desiderata doveva rivolgersi a meccanici stranieri e mandò i suoi disegni allo svizzero Johannes Oppikofer, che aveva progettato un altro planimetro nel 1827. Henrici [Henrici 1894] sospetta che la macchina di Oppikofer fosse 'fortemente influenzata' (sic) da quella di Gonnella. Quella dei planimetri e degli integratori è un ennesimo caso di invenzione multipla: alla esposizione di Londra ne furono presentati altri quattro di John Sang, Kaspar Wetli, Jean Antoine Laur e H. Ausfeld [Exhibition 1852].

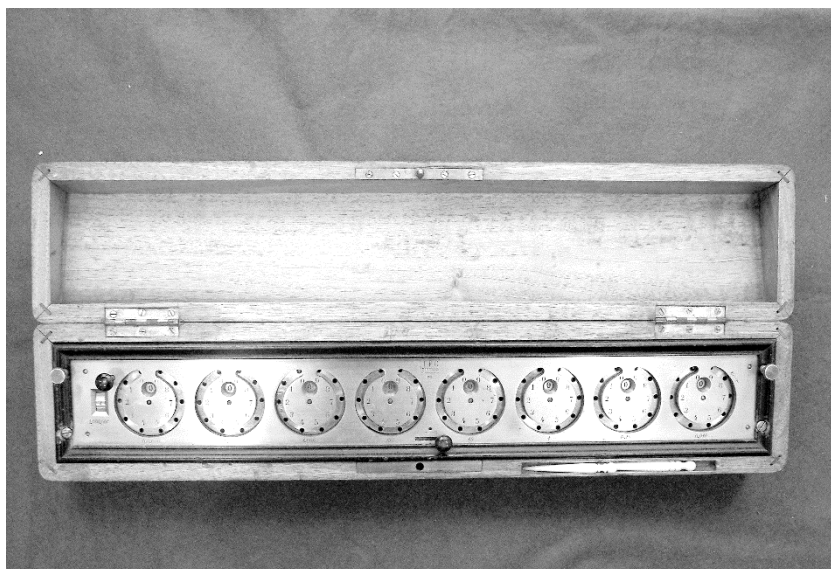


Fig. 6 – Addizionatrice a ruote di Tito Gonnella, 1859  
(Arithmeum, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn)

Gonnella contribuì anche con invenzioni nel settore delle calcolatrici digitali progettando due piccole macchine che descrisse in un'altra sua pubblicazione [Gonnella 1859]. La prima è una

---

<sup>20</sup> Famoso è l'analizzatore differenziale che Vannevar Bush costruì al Massachusetts Institute of Technology negli anni '30 del Novecento.

addizionatrice a ruote, simile per aspetto – ma non per meccanismo – alla *pascalina* e a molte altre dei secoli precedenti. Il sistema di trasferimento dei riporti era originale, ma non era molto affidabile nel caso di riporti multipli (come nella somma  $9999+1$ ) e tendeva a bloccarsi, costringendo l'inventore ad aggiungere un sistema di sbloccaggio.<sup>21</sup> Fino a poco tempo fa questa macchina sembrava perduta, fino a che nel 2010 chi scrive ne trovò un esemplare allo *Arithmeum* di Bonn, che era stata descritta da Hans-Joachim Vollrath [Vollrath 1997], ma non attribuito al Gonnella. L'attribuzione è ancora discutibile per via di alcuni particolari che differiscono dai disegni originali del 1859, ma il meccanismo di riporto è certamente basato su quello di Gonnella [Hénin 2012].

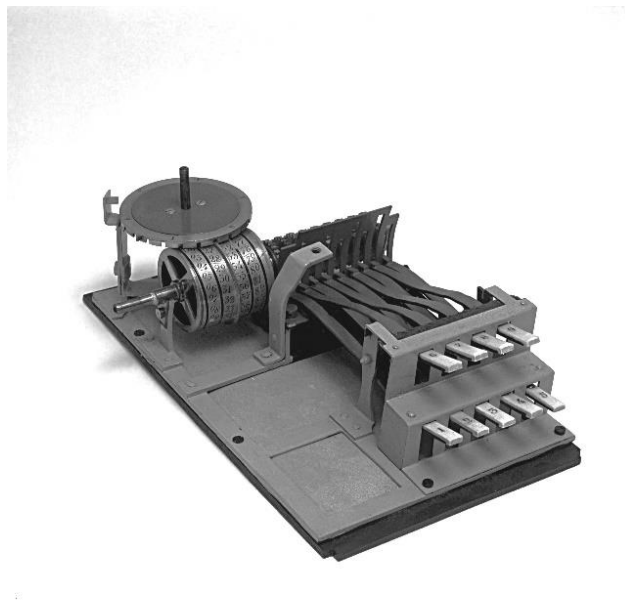


Fig. 7 – Addizionatrice a tastiera di Tito Gonnella (1859)  
(Museo Galileo, Firenze, fotografia di Franca Principe)

La seconda calcolatrice descritta nella pubblicazione del 1859 è una piccola addizionatrice a tastiera, del tipo 'a colonna', paragonabile all'invenzione di Parmelee [Turck 1972], ma con un meccanismo diverso: i nove tasti muovono, tramite settori dentati, un cilindro a elica che permette di aggiungere singole cifre fino a un totale di 599. Il piccolo reperto è conservato al Museo Galileo di Firenze, ancora in buone condizioni. Entrambe le calcolatrici di Gonnella furono mostrate a esposizioni italiane nei decenni successivi.

### Nicola Guinigi, una originale addizionatrice.

Il conte Nicola Guinigi (1818-1900) era discendente di una famiglia di mercanti di Lucca, ricca e potente, che aveva dominato la città fin dal XIV secolo.<sup>22</sup> Intorno alla sua vita si trovano solo poche e frammentarie

---

<sup>21</sup> Quello dei riporti multipli contemporanei era un problema che affliggeva quasi tutte le addizionatrici, fino a metà del XIX secolo.

<sup>22</sup> Il più noto antenato di Nicola fu Paolo Guinigi (1327-1432), marito di Ilaria del Carretto, il cui mirabile monumento funebre fu scolpito da Jacopo della Quercia.

informazioni, nessuna delle quali riguarda i suoi interessi nel mondo della scienza e della tecnologia.<sup>23</sup> Il 16 gennaio 1859, il conte Guinigi sottopose alla Accademia toscana di arti e manifatture di Firenze una macchina addizionale di sua invenzione; il congegno fu esaminato da due delegati dell'Accademia<sup>24</sup> che la lodarono per la sua semplicità e robustezza, ma suggerirono alcuni miglioramenti per superare piccoli difetti [Corridi 1859]. Dopo tale data, non è possibile trovare alcun altro riferimento all'invenzione, salvo una lettera di Tito Gonnella [Gonnella 1959] alla Accademia che reclama la sua priorità di una calcolatrice simile.<sup>25</sup> Nella primavera del 2010, chi scrive venne a conoscenza, per puro caso, dell'esistenza della macchina del Guinigi in un negozio di antiquariato milanese [Hénin 2012]; al reperto era allegata anche una descrizione autografa del conte Guinigi. L'antiquario, allora proprietario della macchina, non solo ne permise lo studio, ma richiese una consulenza che permettesse la conoscenza e la valutazione del reperto.



Fig. 8 – Addizionale di Niccola Guinigi, 1859  
(Arithmeum, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn)

La calcolatrice di Guinigi è un'addizionale a colonna, capace di sommare singole cifre, originale nella sua architettura. Permette infatti di selezionare l'ordine decimale delle cifre sommate, mediante la pressione di un tasto; in tal modo è possibile addizionare separatamente le cifre dei diversi ordini decimali di un elenco di numeri separatamente, ma di conservare le somme parziali e ottenere il totale di tutte le cifre. L'impostazione di ogni cifra avviene tramite la rotazione di una grande ruota su cui si opera come nei dischi combinatori dei vecchi telefoni. In letteratura non si trova alcun'altra macchina che abbia la stessa architettura. La fattura del meccanismo interno è quasi interamente in legno di bosso, salvo le molle, le viti e i dischi numerati, ciononostante lo stato di conservazione era ottimo e la macchina poté essere rimessa in funzione dopo 150 anni dalla sua costruzione. La calcolatrice è stata poi venduta allo *Arithmeum* di Bonn dove si trova in esposizione.

### Altri inventori italiani del XIX secolo

---

<sup>23</sup> Sembra non esista nessuna opera a stampa o manoscritta a suo nome, salvo la descrizione della macchina che qui si illustra.

<sup>24</sup> I matematici Giovanni Novi e Antonio Ferrucci.

<sup>25</sup> Come si è visto, la macchina del Gonnella era molto diversa.



Nella letteratura coeva vengono citati molti altri inventori: nel 1824 Benedetto Isidoro Brun sottopose all'Istituto lombardo di arti, scienze e lettere una calcolatrice di sua invenzione; otto anni dopo fu la volta di dell'abate G. P. Genevois e nel 1833 Carlo mezzanotte presentò una calcolatrice portatile di piccole dimensioni. Giuseppe Mozzoni fu un altro inventore lombardo che fu premiato con una medaglia nel 1847. Il torinese Luigi Palagi-Palmarini ottenne nel 1829 il privilegio (brevetto) dal governo del Regno di Sardegna per una sua macchina per fare conti. Un orologiaio di Mondovì, tale Opprandino Musina, espose una addizionatrice a ruote di sua invenzione – ancora una volta, qualcosa di simile alla *pascalina*– alla *Exposition Universelle* di Parigi nel 1867. Una breve descrizione delle macchine di Musina fu pubblicata a cura della commissione statunitense inviata ufficialmente a Parigi [Barnard 1869]. Purtroppo, per tutti i nomi citati le informazioni sono solo frammentarie, spesso superficiali e difficilmente affidabili: occorrerebbero lunghe ricerche in archivi e biblioteche sparse in città diverse.

Verso la fine dell'Ottocento apparve un altro tipo di macchina, questa volta non per il calcolo matematico, ma per l'elaborazione dei dati dei censimenti. Nel 1889, negli USA, Herman Hollerith inventò macchina che permettevano di fare analisi statistiche dei dati raccolti nei censimenti grazie alla loro registrazione sotto forma di perforazioni di piccole schede di cartoncino [Austrian 1982]. L'invenzione di Hollerith era ben nota in Italia per via della collaborazione e all'amicizia che legò l'inventore americano allo statistico Luigi Bodio. Questi propose di adottare il sistema di Hollerith per il censimento italiano del 1891, ma mancavano fondi e la rilevazione fu posticipata [Hénin 2010b]. Dieci anni prima, uno dei collaboratori di Bodio, Luigi Perozzo (1856-1916) aveva inventato un tabulatore meccanico per il censimento del 1881, ma non riuscì a terminarlo in tempo. Si trattava di un dispositivo grande come una scrivania, contenente 144 numeratori, ognuno identificato da una etichetta e destinato ad un dato da rilevare (età, sesso, stato civile ecc.). L'impiegato leggeva i dati raccolti e avanzava il numeratore relativo. Dopo un certo numero di schede si premeva un grande foglio di carta sul banco dei contatori, opportunamente inchiostrati, e così otteneva una stampa dei totali per ciascun dato. Il tabulatore di Perozzo non entrò mai in uso, ma la sua idea fu ripresa dal francese Lucien March pochi anni dopo (1899) e la sue macchine furono usate in Francia e in Italia. In una lettera del 1904 al Ministero francese del commercio e dell'industria, March riconobbe la priorità di Perozzo [Pietra 1934].

## XX secolo: le invenzioni industriali

Quasi tutti gli inventori fin qui esaminati, salvo Torchi e Galileo, erano studiosi o nobili che tentavano di costruire macchine per il calcolo più per soddisfare la propria curiosità e mettere alla prova la propria ingegnosità che per ricavarne un guadagno, almeno così sembrerebbe dal fatto che non si impegnarono mai a perfezionare le proprie invenzioni fino al punto di renderle affidabili ed economiche in modo da poterle vendere in quantità. Va detto, peraltro, che nel nostro Paese la rivoluzione industriale tardò assai e quindi il mercato potenziale delle macchine per ufficio – di cui le calcolatrici facevano parte –era ancora troppo piccolo per stimolare gli imprenditori e gli inventori a dedicarvi risorse e investimenti. Fu quindi solo all'inizio del nuovo secolo che il processo inventivo passò dal mondo degli entusiasti dilettanti e quello dei professionisti motivati a creare invenzioni commerciabili.

### L'addizionatrice di Fossa-Mancini e il calcolatore elettromeccanico di Taeggi-Piscicelli

Il conte Carlo Fossa-Mancini (1854-1931) era un ingegnere, un fisico e un politico che nel 1893 inventò un'addizionatrice a ruote innovativa [Soresini 1971, Jacob 1911, Martin 1925, Celli 2006], in cui le ruote erano

poste verticalmente su un solo asse orizzontale, invece che orizzontalmente su assi verticali, come nella *pascalina*. La disposizione era la stessa proposta da Frank Baldwin (nel 1875) e da Willgodt Odhner (nel 1878), ma qui finiva la somiglianza. Le cifre degli addendi erano impostate ruotando a mano le diverse ruote grazie a dentelli sulla loro periferia.

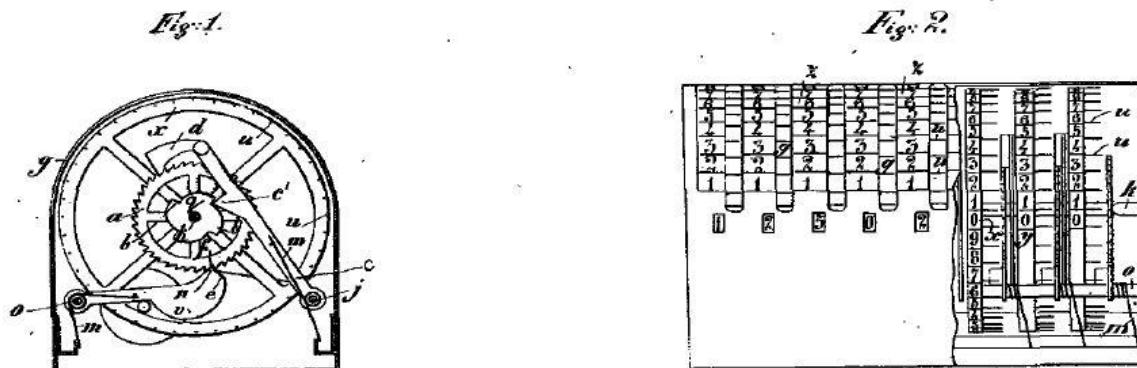


Fig. 9 – Addizionatrice di Fossa-Mancini, 1899  
(Brevetto inglese n. 4489, 1899)

Questa architettura permetteva una veloce impostazione degli operandi e una maggior compattezza della macchina; anche il meccanismo di riporto ne risultava semplificato. Nel 1899 Fossa-Mancini depositò una richiesta di brevetto in Inghilterra che fu accettata nello stesso anno (Brevetto N. 4489 del 1° luglio 1899). L'azienda francese Japy Frère & Cie. – produttrice di orologi, attrezzi agricoli e casalinghi – iniziò la produzione in piccola scala della macchinetta dal 1900. Non sembra che l'invenzione riscosse grande successo e la commercializzazione cessò presto, ma decenni dopo l'idea fu ripresa da produttori italiani (*Addipresto* della Brevetti Lanza), tedeschi (*Addi Comet*, *Argenta*), americani (*American Adder*, *Todd-Star*, *Little Geant*) e a Hong Kong (*Swift Handy*), fino a metà degli anni '60 [Celli 2006]. Tutti questi 'cloni' erano economici e facili da usare. Dell'originale modello della Japy rimangono solo pochi esemplari: uno è esposto al museo di Castellplanio, città natale di Fossa-Mancini, un altro è stato recentemente messo in vendita a un'asta online.

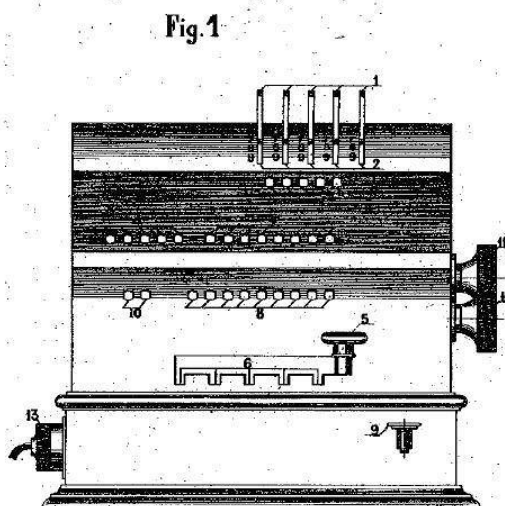


Fig. 10 – Calcolatrice di Taeggi-Piscicelli, 1911  
(Brevetto inglese n. 10148, 1912)

Un'altra invenzione dimenticata fu quella del napoletano conte Roberto Taeggi-Piscicelli [Martin 1925, Celli 2010], anch'egli ingegnere, economista e attivista politico. Nel 1903 Taeggi-Piscicelli inventò un registratore di cassa che fu brevettato negli USA (Brevetto Nr. 872845, 1907) e i cui diritti furono venduti alla National Cash Register Co. di Daytona (OH). Nel 1911 l'inventore sottopose un'altra richiesta di brevetto in Austria, Germania e Stati Uniti, questa volta per una delle prime calcolatrici elettromeccaniche, seconda solo alla *Autarith* del cecoslovacco Alexander Rechner. La macchina, che sostituiva la manovella delle altre calcolatrici con un motore elettrico, fu prodotta dalla francese *Société Industrielle des Téléphones*.

### La nascita dell'industria italiana delle calcolatrici

Nonostante l'inventiva degli italiani e la crescita di un potenziale mercato nazionale, nessuna industria del settore fu fondata prima del 1930. Fu solo con la politica autarchica del governo fascista – dovuta alla crisi economica del 1929 e all'embargo imposto dalla Lega delle Nazioni in conseguenza della guerra Italo-Abissina del 1935 – che si intraprese uno sforzo per creare un'industria nazionale e minimizzare così le importazioni da Francia, Germania e Stati Uniti. Gli anni '30 vedono quindi sorgere un gruppo di produttori<sup>26</sup> [Torchio 1999] che immisero sul mercato nazionale modelli diversi, con tastiere estese (come l'americano *Comptometer* di Felt), tastiere ridotte, provviste o sprovviste di stampante e anche macchine per le quattro operazioni sullo stile della tedesca Brunsviga. Con lo scoppio della Seconda guerra mondiale molte industrie dovettero convertire la loro produzione a quella della armi leggere, delle munizioni e ad altre tecnologie militari. Dopo il 1945 iniziò il periodo della ricostruzione e quello del boom economico, nuovi produttori e nuovi modelli entrarono nel mercato.<sup>27</sup> Nacque anche un'industria dei registratori di cassa: fin dal 1925 operava la SIR (Società Italiana Registratori) e dal 1936 la RIV (Società Anonima Officine di Villar Perosa) vendeva macchine progettate da Biagio Beria [Celli 2010].



Fig. 11 – Olivetti MC4 Summa, 1940  
(Hm Knowledge Base)

<sup>26</sup> Addicalco, Invicta, Italcacolo, Serio, Inzadi, Ducati, F.A.C.S.A., M.U.S.A., Pozzi, PSIC, SIMAS-Stiatti [Celli, 2006].

<sup>27</sup> Aldo Bona, ELMIS, ELMETECNIL, SAMAS, Steiner, Serio S.p.A., Luini, FACSA, I.M.C.A., Industria Calcolatrici Scritenti, Peghetti-Corsini [Celli, 2006].

La sola industria italiana che ottenne risultati interessanti sul mercato internazionale fu la Olivetti, fondata da Camillo Olivetti nel 1908 per produrre macchine da scrivere e che aveva la sua sede a Ivrea. La Olivetti fu una delle imprese italiane di maggior successo, rinomata non solo per la qualità dei suoi prodotti, ma anche, e soprattutto, per il suo progredito stile manageriale, per il suo pregevole design<sup>28</sup> e per la sensibilità sociale di Camillo e del figlio Adriano [Ochetto 2009, Semplici 2001]. Nel 1935 Adriano Olivetti capì che, sebbene il mercato delle macchine da scrivere fosse fiorente, la sua impresa stava perdendo le opportunità offerte dal settore da altre applicazioni da ufficio, tra cui proprio il ramo delle macchine da calcolo. La prima calcolatrice meccanica prodotta da Olivetti nel 1940 fu la *MC4 Summa*, progettata da Riccardo Levi con l'aiuto di un giovane meccanico, ingegnoso ma privo di titoli di studio: Natale Capellaro. Dopo la fine della guerra furono proposti nuovi modelli elettromeccanici (ad es. *Divisumma*, *Logos*, *Elettrosumma*) e anche macchine contabili (*Tetractys*), introducendo un nuovo modello quasi ogni due anni, fino al 1965, grazie all'abilità e all'ingegno di Capellaro. I contributi dell'umile lavoratore erano così apprezzati che gli fu aperta una carriera impensabile per un colletto blu che aveva solo la licenza elementare.

Capellaro, che era entrato in Olivetti nel 1916 come apprendista, nel 1943 fu nominato a capo dell'Ufficio progetti poi Direttore tecnico nel 1960 e gli fu attribuita una laurea *honoris causa* in ingegneria dall'Università di Bari nel 1962 [Salveti 2002, Silmo 2008]. Capellaro è titolare di più di trenta brevetti e, grazie a lui, le macchine Olivetti disposero di due grandi vantaggi sulla concorrenza: erano molto più affidabili e la loro produzione molto più economica, permettendo un prezzo di vendita minore, ma garantendo ugualmente un ottimo profitto. I costi di produzione della *Divisumma 24* erano un decimo del prezzo di vendita. Per questi vantaggi, nel 1956 la Olivetti esportava più del 30% della sua produzione e fatturava negli USA sei milioni di dollari [Cortada 1993]. Purtroppo, il mercato della calcolatrici elettromeccaniche era destinato all'estinzione dopo pochi anni; Olivetti imboccò la strada dell'elettronica, ma ormai il settore era già monopolizzato da altre nazioni.

## Altre invenzioni italiane del XX secolo

### La macchina logica di Annibale Pastore

Dopo la pubblicazione del famoso "Analisi matematica della logica" di George Boole nel 1847, la disciplina era uscita dal dominio della filosofia per approdare in quello della matematica. La nuova notazione simbolica della logica permetteva di risolvere sillogismi con procedure matematiche, con algoritmi che potevano, per principio, essere affidate a congegni meccanici. Fin dalla seconda metà del XIX secolo, l'economista britannico Stanley Jevons aveva costruito un 'piano logico' meccanico per risolvere semplici problemi, seguito dall'americano Allan Marquand che, nel 1885, progettò un'altra macchina del genere [Gardner 1958, Buck 1999, Maas 2005].<sup>1</sup> L'invenzione della macchina logica a relè attribuita a Marquand è però opera del suo maestro Charles Sanders Peirce ed è quasi certo che non fu mai costruita [Ketner 1984]. Il filosofo italiano Annibale Pastore (1868-1956), più tardi professore di filosofia teoretica all'Università di Torino, tentò una strada originale che descrisse in un libro pubblicato nel 1906 [Pastore 1906]. La macchina logica di Pastore era costruita con pulegge, ingranaggi differenziali e pendoli, arrangiati in tre gruppi, rispettivamente per soggetto, il predicato e il termine intermedio di un sillogismo, connessi da cinghie. Se il sillogismo era valido (vero) le pulegge potevano ruotare liberamente, se invalido (falso) le pulegge si bloccavano [Gardner 1958].

---

<sup>28</sup> Molti prodotti Olivetti sono esposti nei musei di design industriale di tutto il mondo.

Naturalmente, tutte queste macchine erano destinate solo alla didattica, erano troppo lente e potevano operare solo su un numero limitato di proposizioni, ma il loro valore educativo è ancora interessante.

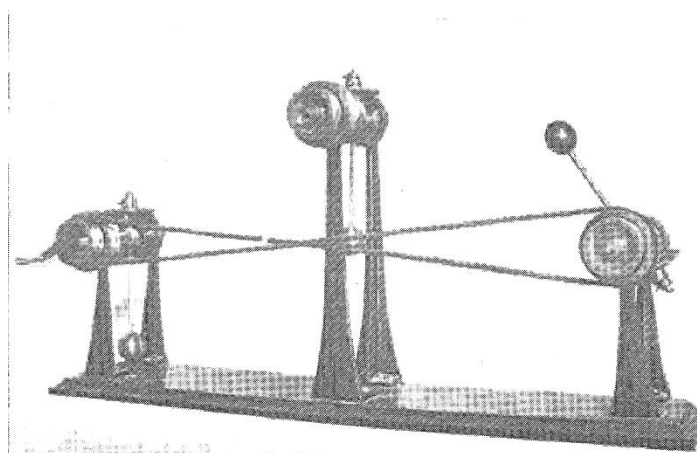


Fig. 12 – Macchina logica di Annibale Pastore, 1906  
(Pastore, 1906)

### Calcolatori analogici e digitali, i primi tentativi

Nella prima metà del XX secolo, il fabbisogno di calcolo scientifico aumentò improvvisamente per effetto di tante novità scientifiche e tecnologiche: lo sviluppo di reti elettriche nazionali, la progettazione di nuovi e più veloci aerei, l'elettronica, la chimica e la fisica nucleare. Non disponendo ancora di calcolatori elettronici programmabili (computer), i problemi matematici erano affrontati con strumenti analogici, come i regoli calcolatori e gli integratori. Il matematico Ernesto Pascal (1865-1940), professore di calcolo all'Università di Pavia fino al 1907, poi a quella di Napoli, si dedicò alla progettazione di apparecchi analogici chiamati *integraf*. Diversamente dagli integratori, gli integraf – inventati dal polacco Bruno Abakanowicz nel 1880 – non calcolano un integrale definito di una curva, ma disegnano la funzione integrale di una curva data e sono usati per la soluzione di particolari tipi di equazioni differenziali (ad esempio l'equazione di Riccati). Gli integraf di Pascal, costruiti da Roberto Marcolongo, erano molto apprezzati e furono riprodotti in molte università.

Fino alla fine della guerra solo un ristrettissimo numero di inventori italiani si era interessato di macchine automatiche per il calcolo, almeno se ci riferiamo a dispositivi più complessi delle semplici calcolatrici da tavolo. Tra i precursori si possono ricordare Ercole Bottani del Politecnico di Milano che propose una macchina elettrica analogica per la soluzione di sistemi di equazioni lineari, Lorenzo Poggi, dell'Università di Pisa, che brevettò una "macchinetta", anch'essa analogica, per i sistemi di equazioni e ne costruì un prototipo con stecche di arcolao. Lamberto Cesari, prima all'Inac poi all'Università di Pisa, dopo aver esaminato il progetto di Poggi su invito di Mauro Picone, direttore dell'Istituto nazionale per il calcolo applicato (Inac), ne disegnò un'altra di propria invenzione. Un altro collaboratore dell'Inac, Alessandro Boni, progettò una macchina automatica governata da un nastro perforato e dotata di una memoria magnetica [Boni 1952]. Di questa invenzione così dirà Nastasi anni dopo: "[...] la macchina, nel suo principio di comando automatico mediante segnali in codice di telescrivente perforati sopra un nastro di carta avvolto a spira chiusa, costituisce un'anticipazione dell'*Automatic Sequence Controlled Calculator* (ASCC) chiamato anche Harvard Mark I, costruito nel 1943 presso l'Università di Harvard, per lo stesso scopo delle traiettorie balistiche, per conto delle Armi Navali americane [...] Anche un altro principio del brevetto, il magazzino di numeri a registrazione

magnetica è stato ripreso per costituire la memoria di molte tra le recenti calcolatrici elettroniche, come la macchine Harvard Mark III” [Nastasi]. Boni interpellò la società Olivetti, la Meccanoelettrica di Roma e l’Istituto superiore armi e munizioni, ma l’armistizio del 1943 e il successivo stato di caos fermarono definitivamente lo sviluppo del progetto. Boni ottenne un brevetto italiano nel 1940 e uno americano nel 1958.<sup>29</sup>

## II FERMIAC

Tra l’inverno del 1946 e l’estate del 1947, l’unico calcolatore elettronico esistente al mondo (ENIAC) era stato smontato per essere trasferito dalla Moore School di Filadelfia al poligono sperimentale di Aberdeen [Burks 1981]. La macchina non era quindi disponibile proprio in un momento di grande bisogno, determinato dagli studi sulla bomba atomica. Lo studio richiedeva la modellazione delle collisioni tra neutroni e della successiva diffusione delle particelle ed era affrontato con un nuovo metodo statistico detto ‘metodo Monte Carlo’, inventato da John von Neumann e Stanislaw Ulam. Il metodo, a sua volta, richiedeva ripetuti campionamenti casuali e il calcolo delle traiettorie dei neutroni, un compito ripetitivo, faticoso e noioso che sarebbe stato svolto meglio da un computer che da un essere umano.

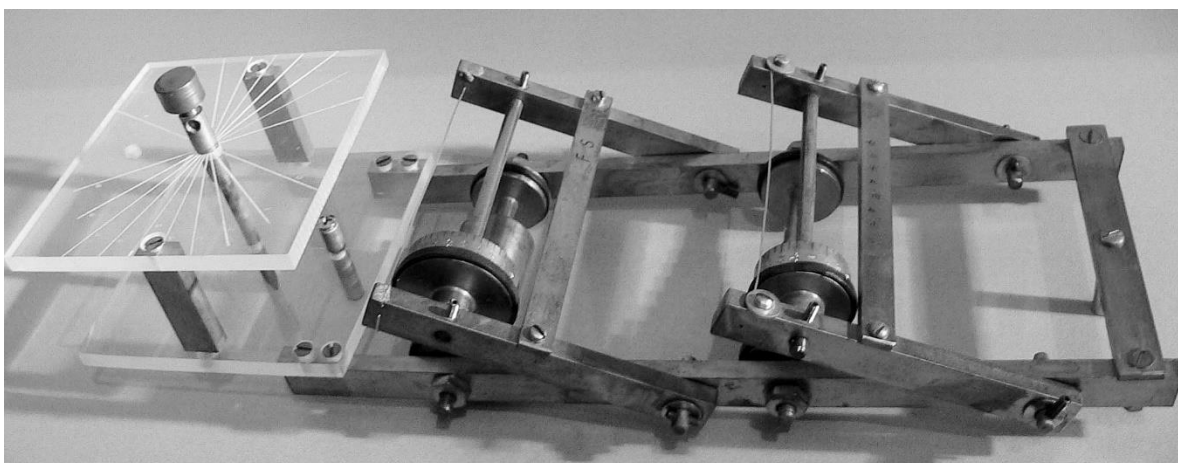


Fig. 13 – FERMIAC, 1947  
(Bradbury Museum, Los Alamos, NM)

In assenza dello ENIAC, il fisico italiano Enrico Fermi (1901-1954), uno dei leader del Progetto Manhattan, ricorse ad un semplice *gadget*, da lui costruito con l’aiuto del collega Percy King [Metropolis 1987], l’apparecchietto permetteva di tracciare le traiettorie casuali dei neutroni in un reticolo di atomi fissili. Fu battezzato a posteriori FERMIAC, un termine coniato in assonanza con gli acronimi dei primi calcolatori elettronici dell’epoca, come ENIAC, EDVAC, EDSAC ecc. Anche se non si tratta propriamente di una macchina per il calcolo, può essere visto come l’ultimo semplice strumento meccanico dell’era elettronica.

---

<sup>29</sup> Un secondo brevetto italiano seguì nel 1953. Nel 1953 Boni depositerà anche la richiesta di brevetto negli USA, che verrà approvata cinque anni dopo (US Patent, n. 2824694, 1958).



## Appendice - Descrizione della calcolatrice di Torchi

Estratto dal rapporto della giuria aggiudicatrice

*“Il meccanismo è lavorato di tal maniera che imita perfettamente il processo ordinario tenuto dall’aritmetica. Dei due numeri che s’hanno a moltiplicare uno ad arbitrio si mette a base dell’operazione, ed operando si percorrono le sue cifre per quelle dell’altro fattore aggiunte una per volta, Così il nostro artefice prepara il moltiplicando in caselle laterali e fa pervenire per di esso[e] l’effetto delle cifre del moltiplicatore, mediante la pressione di alcuni tasti. Una differenza essenziale dovea necessariamente incontrarsi. Nella moltiplica aritmetica si pronuncia ogni volta l’effetto della cifra moltiplicatrice sulle cifre del moltiplicando che sono come quella tutte determinate. In una macchina che aveva ad esser preparata per tutte le possibili moltipliche, dovevasi eseguire tutte le possibili combinazioni delle dieci cifre semplici per se stesse. A questo oggetto furono collocate a fianco di ciascuna casella del moltiplicando nove sedi che portano l’indice delle nove cifre significative. Ognuna di queste sedi ha una denominazione fissa, è per esempio la sede dei cinque o del nove, e vi è calcolata una disposizione per dare il prodotto di quel numero per ciascuna delle dieci cifre semplici. Tale combinazione di un elemento costante e di uno variabile entro certi limiti, si ottiene per mezzo di pignoni dentati; ed è mirabile il vedere in ognuno di essi una particolare e bizzarra configurazione di denti. Tutte queste configurazioni meriterebbero d’essere descritte in particolare e si vedrebbe allora con quanta acutezza è stato studiato il giuoco de’ loro denti per certe piccole leve. Fissate le cifre alle caselle del moltiplicando ciascun pignone prende la disposizione richiesta per dare il prodotto del suo numero costante colla cifra della casella corrispondente; ma il prodotto non si sviluppa se non mediante l’azione dei tasti, quando si pronunciano le cifre del moltiplicatore. Il risultato delle operazioni si presenta sul davanti in caselle orizzontali sovrapposte alla tastiera; e in ciò due cose trovammo degnissime di osservazione: 1° il trasporto di una posta da destra a sinistra che le cifre subiscono senza alterazione quando assumono un valore decuplo: 2° l’unirsi per via di somma che fa il risultato sopravveniente dopo l’ultimo colpo di tasto con quello che antecedentemente trovavasi scritto. La combinazione di questi due ultimi ingegni dà già fatta la somma colla quale nella moltiplica ordinaria si chiude l’operazione.”*

Firmato: Francesco Carlini, astronomo; Gabrio Piola e Paolo Brambilla, matematici.

## Bibliografia

- ANASTASIO (1994), Anastasio P., "Facini, Santo Bernardo", *Dizionario Biografico degli Italiani*, Vol. 44, Treccani, 1994.
- ANDRETTA (2009), Andretta E., "Bartolomeo Eustachi, il compasso e la cartografia del corpo umano", *Quaderni Storici*, vol 44, n. 1, 2009, p. 130.
- AQUILECCHIA (1957) Aquilecchia G (ed.), *G. BRUNO, due dialoghi sconosciuti e due dialoghi noti*, Edizioni di Storia e Letteratura, Rome 1957.
- AUSTRIAN (1982), Austrian G. D., *Herman Hollerith. Forgotten Giant of Information Processing*, Columbia University Press, New, York, 1982.
- BARNARD (1869), Barnard F.A.P., *Report on Machinery and Processes of the Industrial Arts and Apparatus of the Exact Sciences*, New York, D. van Nostrand, 1869, pp. 637-638.
- BEDINI (1995), Bedini S.A., "The fate of the Medici-Lorraine Scientific Instruments", *Journal of the History of Collections*, Vol. 7, n. 2, 1995, pp. 159-170.
- BENIGER J.R. (1986), Beniger J.R., *The Control Revolution*, Harvard University Press, 1986.
- BERZOLARI (1939), Berzolari L., *Necrologio di Ernesto Pascal*, Rend. Ist. Lombardo, vol. 3, n. 12, 1939-40, pp. 162-170.
- BIANCA (1982), Bianca C., "Federico Commandino", in *Dizionario Biografico degli Italiani*, Vol. 27, Ist. Dell'Enciclopedia Italiana, Roma, 1982.
- BOFFITO (1931), Boffito G., "Il primo compasso proporzionale costruito da Fabrizio Mordente e la *operatio cilindri* di Paolo dell'Abaco", *Il Facsimile*, n. 6, 1931.
- BONFANTI (1988), Bonfanti C., "Sulla macchina aritmetica di Poleni"; in: Soppelsa M.L. (Ed.), "*Giovanni Poleni idraulico, matematico, architetto, filologo (1683-1761)*", Padua, 1988, pp. 163-174.
- BONI (1952), Boni A., "Integrazione numerica di sistemi di equazioni lineari", *La Ricerca Scientifica*, anno 22, n. 3, 1952, p. 431.
- BORCHI (1997), Borchi E., Macii R., "Tito Gonnella, inventore nella Firenze dell'Ottocento", in: Borchi E., Macii R., Vetrano F., eds., *Strumenti di fisica e cultura scientifica nell'Ottocento in Italia*, Firenze, 1997, pp. 103-110.
- BROMLEY (1990), Bromley A.G., "Analog Computing Devices", in: Aspray W. (ed.), *Computing before Computers*, Iowa State University Press, 1990, pp. 159-199.
- BUCK (1999), Buck G.H., Hunka S.M., W. "Stanley Jevons, Allan Marquand and the Origins of Digital Computing", *IEEE Annals of the History of Computing*, Vol. 21, n. 4, pp. 21-27.
- BURKS (1981), Burks, A. W., Burks A.R., "The ENIAC: The First General-Purpose Electronic Computer", *Annals of the History of Computing*, Vol. 3, n. 4, 1981, pp. 310-389.
- CAMEROTA (2000), Camerota F., *Il compasso di Fabrizio Mordente: per la storia del compasso di proporzione*, L. S. Olschki, Firenze, 2000.
- CAMEROTA (2003), Camerota F., "Two new attributions: a refractive dial of Guidobaldo del Monte and the Roverino Compass of Fabrizio Mordente", *Nuncius*, XVIII, 1, 2003.
- CAMPBELL-KELLY (1989), Campbell-Kelly M., *ICL. A Business and Technical History*, Clarendon Press, 1989.
- CAMPBELL-KELLY (2003), Campbell-Kelly M., Croarken M., Flood R., Robson E, *The History of Mathematical Tables. From Sumer to Spreadsheets*, Oxford University Press, Oxford.
- CARE, Care C., Illustrating the History of the Planimeter, <http://empublic.dcs.warwick.ac.uk/projects/planimeterCare2004/Docs/report.pdf>. Visto, marzo 2012.
- CARSE (1982) Carse G.A., J. Urquhart J., "Planimeters", in: Horsburg E.M. (ed.) *Handbook of the Napier Tercentenary Celebrations, or Modern Instruments and Methods of Calculation*. Bell, Londra, 1914. Reprinted 1982, Charles Babbage Institute Reprint Series for the History of Computing, Tomash Publishers, Los Angeles, pp. 190-206.
- CELLI (2006), Celli A., "Convegno sulla sommatrice automatica", Castelplanio, August 22, 2006, <http://www.comune.castelplanio.an.it/Engine/RAServePG.aspx/P/2775160100/M/2500160101>, Visto febbraio 2012.

- CELLI (2010) Celli, A., "Appunti per una storia dei Registratori di Cassa italiani", *L'ufficio d'Epoca*, n. 48, 2010.
- CIPOLLA (1987), Cipolla, M., *La moneta a Firenze nel cinquecento*, Il Mulino, Bologna, 1987
- CORRIDI (1859), Corridi, F. "Adunanza ordinaria del dì 16 gennaio 1859", *Atti verbali della I. e R. Accademia Toscana d'Arti e Manifatture*, anno vii, n. 7, pp. 170-178.
- CORTADA (1993), Cortada J., *Before the Computer*, Princeton University Press, 1993.
- DE FOUCHY (1763), De Fouchy, J. P. G., "Eloge de Jean POLENI, Marquis du St. Empire, (né 1683 mort 1761)", *Histoire et Mémoires de l'Académie Royale des Sciences [part. Histoire]*, 1763, p. 151.
- DRAKE (1988), Drake S., *Galileo. Una biografia scientifica*, Il Mulino, Bologna, 1988.
- DRAKE (1999), Drake S., *Essays on Galileo and the History and Philosophy of Science, Vol. 3*, University of Toronto Press, Toronto, 1999.
- EXHIBITION (1852). *Exhibition of the Works of Industry of all Nations, 1851: reports by the juries on the subjects in the thirty classes into which the exhibition was divided*. Clowes, Londra, 1852.
- FAVARO (1883), Favaro A., *Galileo Galilei e lo Studio di Padova*, Le Monnier, Firenze, 1883, vol. I.
- FAVARO (1907) Favaro A., Per la storia dei compassi di proporzione, *Atti del reale Istituto Veneto di Scienze e Lettere*, 67, 1907-08, pp. 723-739.
- FELLMAN (1983), Fellmann R., "Römische Rechentafeln aus Bronze", *Antike Welt*, 14, 36-40.
- GALILEI (1606), Galilei G. *Le operazioni del compasso geometrico et militare*. Padova, 1606.  
<http://fermi.imss.fi.it/rd/bdv?bdviewer/bid=300783#>; visto gennaio 2012.
- GALILEI "Testi, annotazioni e disputa negli scritti di G. Galilei". M. Bernegger e B. Capra (ed)., *Documenti e contributi di storia della scienza*, ETS, Pisa, 1992
- GAMBA (1988), Gamba E., "Matematici urbinati del Cinque-Seicento", in: Gamba E, Montebelli V., *Le Scienze in Urbino nel tardo Rinascimento*, Quattroventi, Urbino, 1988.
- GARDNER (1958), Gardner M., *Logic Machines and Diagrams*, University of Chicago Press, 1958.
- GENNARI (1839), Gennari G., *Elogio del March. Gio. Poleni*, Padua, 1839
- GEYMONAT (1970), Geymonat L. "Galileo Galilei", in: Geymonat L. *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Vol. II, Garzanti, 1970.
- GONNELLA (1825), Gonnella T., "Teoria e descrizione d'una macchina colla quale si quadrano le superfici piane", *Antologia*, Firenze, 1825, n. 52, yr. V, vol. XVII.
- GONNELLA (1859), Gonnella T., *Descrizione di due macchine aritmetiche per l'addizione immaginate e costrutte da Tito Gonnella*, Firenze, Tip. Calasanziana, 1859.
- HÉNIN (2009), Hénin S. "Poleni", Museo della Scienza e della Tecnologia, Milano, [http://www.museo-scienza.org/approfondimenti/documenti/macchina\\_poleni/default.asp](http://www.museo-scienza.org/approfondimenti/documenti/macchina_poleni/default.asp); visto febbraio 2012.
- HÉNIN (2010a), Hénin S., "Two Early Italian Key-driven Calculators", *IEEE Annals of the History of Computing*, 2010, n. 1, pp. 34-43.
- HÉNIN (2010b), Hénin S., "Buon compleanno Mr. Hollerith", *Mondo Digitale*, n. 34, 2010, pp. 47-57.
- HÉNIN (2012), Hénin S., Temporelli M., "An Original Italian Dial Adder Rediscovered", *IEEE Annals of the History of Computing*, 2012, vol. 34, n. 2.
- HENRICI (1894), Henrici O., "Report on planimeters", in: *Report of the Sixty-fourth Meeting of the British Association for the Advancement of Science*, 1894, pp. 496-523.
- HORSBURG (1914), Horsburg E.M. (ed.), *Napier Tercentenary Celebration. Handbook of the Exhibition of Napier relics and of Books, Instruments, and Devices for Facilitating Calculation*, Royal Society of Edinburgh, 1914.
- IFRAH (2000), Ifrah G., *The Universal History of Numbers*, John Wiley & Sons, 2000.
- JACOB (1911), Jacob L., *Le Calcul Mécanique*, Paris, O. Doin et Fils, 1911.
- KETNER (1984), Ketner K. L., "The Early History of Computer Design", *Princeton University Library Chronicle*, 45(3), 1984, pp. 185-211.
- LA FAMA (1840), Anon., "Macchina aritmetica inventata ed eseguita da Luigi Torchi milanese": *La Fama: rassegna di scienze, lettere, arti, industria e teatri*, N. 10 Gabinetto di scienze, arti ed industria, Milano, 1836.
- LEUPOLD (1727), Leupold J. *Theatrum Arithmetico-Geometricum. Das ist Schauplatz der Rechen und Mess-Kunst*, Leipzig, 1727.

- MAAS (2005), Maas H., *William Stanley Jevons and the Making of Modern Economics*, Cambridge University Press, 2005.
- MARGUIN (1994), Marguin J. *Histoire des instruments et machines à calculer*, Hermann, Paris, 1994
- MARTIN (1989), Martin C. "Notes sur l'abacus d'Aoste", *Memorie dell'Accademia Italiana di Studi Filatelici e Numismatici*, Vol. IV, fasc. 1, 1989, pp. 59-62.
- MARTIN (1925), Martin E., *Die Rechenmaschinen und ihre Entwicklungsgeschichte*, J. Pappenheim, Berlin, 1925.
- MENNINGER (1992), Menninger K., *Number Words and Number Symbols. A Cultural History of Numbers*, Dover Publ., New York, 1992.
- MERTON (1973), Merton R.K. *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*, Chicago, University of Chicago Press, 1973.
- METROPOLIS (1987), Metropolis N., "The Beginning of the Monte Carlo Method", *Los Alamos Science*, Special Issue, 1987, pp. 125-130.
- MINIATI (2009), Miniati M. (ed.), *Firenze Scienza. Le collezioni, i luoghi, i personaggi dell'Ottocento*, Firenze, 2009.
- MORLAND (1673), Morland S. *The Description and Use of Two Arithmetick Instruments, Together with a Short Treatise, Explaining and Demonstrating the Ordinary Operations of Arithmetick*, Londra, 1673.
- NASTASI, Nastasi P., "Picone, il calcolo automatico e Finac", in A. Guerraggio, P. Nastasi (ed.), *50 anni di informatica in Italia*, PRISTEM Storia, Università Commerciale Luigi Bocconi-ELEUSI, n. 12-13, n.d., pp. 124-133.
- NAGLER (1960), Nagler J., 'Beschreibung der Rechenmaschine des Antonius Braun', in: *Blätter für Technikgeschichte*, Vienna, 1960, pp. 81-87.
- NEEDHAM (1959), Needham J., Wang L., *Science and Civilization in China : Mathematics and the Sciences of the Heavens and the Earth*, Cambridge University Press, Cambridge, 1959.
- OCHETTO (2009), Ochetto, V., *Adriano Olivetti*, Marsilio, 2009.
- PASCAL (1914), Pascal E., *I miei intergrafi per equazioni differenziali*, Libreria Scientifica e Industriale, Napoli, 1914.
- PASTORE (1906), Pastore A., *Logica formale dedotta dalla considerazione di modelli meccanici: con 17 figure ed 8 tavole fuori testo*, Torino, Fratelli Bocca, 1906.
- PIETRA (1934), Pietra G., "La prima classificatrice è stata ideata da un italiano", *Barometro economico italiano*, 1934, August 10, pp. 463-467.
- PIGNORIA (1613), Pignoria L., *De Servis*, Amsterdam, 1613.
- POLENI (1709), Poleni G., *Miscellanea. Hoc est 1. Dissertatio de barometris, & thermometris, 2. Machinae arithmeticae, ejusque usus descriptio, 3. De sectionibus conicis parallelorum in horologiis solaribus tractatus*, Venice, Aloysium Pavinum, 1709.
- PULLAN (1968), J. M. Pullan, *The History of the Abacus*, Hutchinson, 1968
- RATCLIFF (2007), Ratcliff J.R. "Samuel Morland and his calculating machines c.1666: the early career of a courtier-inventor in Restoration London", *Brit. J. Hist. Science*, Vol. 40, n. 2, 2007, pp. 159-179.
- RIGHINI (1980), Righini G., Righini M.L., "Nota su un calcolatore logaritmico di Bernardo Facini", *Annali dell'Istituto e Museo di storia della scienza di Firenze*, vol. 5, n. 1, 1980, pp. 61-74.
- ROEGEL (2008), Roegel D. "An Early (1844) Key-Driven Adding Machine", *IEEE Annals of the History of Computing*, Vol. 30, n. 1, 2008, pp. 59-65.
- SALVETTI (2002), Salvetti, A., Pacchioli, E. (ed.). *Le macchine sapienti di Natale Capellaro*. - Associazione Archivio Storico Olivetti, Ivrea, 2002.
- SCHÄRLIG (2001), Schärlig A., *Compter avec des cailloux*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 2001
- SCHÄRLIG (2003), Schärlig A., *Compter avec des jetons*, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, 2003.
- SCHÄRLIG (2006), Schärlig A., *Compter avec des doigts*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 2006.
- SEMPLICI (2001), Semplici S., *Un'azienda e un'utopia. Adriano Olivetti 1945-1960*, Il Mulino, 2001.

- SILMO (2008), Silmo G., M.D.C., *Macchine da calcolo meccaniche, Olivetti e non solo; Natale Capellaro - Il genio della meccanica, Ivrea, Tecnicamente Storie, 2008.*
- SMITH (1925), Smith D.E., *History of Mathematics. Vol. II, Special Topics on Elementary Mathematics*, Ginn and Company, 1925.
- SOPPELSA (1963), Soppelsa M.L. (ed.), "Giovanni Poleni (1683-1761), nel bicentenario della morte", *Atti e memorie dell'Accademia patavina di scienze lettere ed arti*, vol. 74, Suppl., 1963.
- SOPPELSA (1983), Soppelsa, M.L., *Giovanni Poleni idraulico, matematico, architetto, filologo, (1683-1761). Atti della Giornata di studi*, Padova, Erredici, 1988.
- SORESINI (1971) Soresini F., *La storia del calcolo automatico*, Roma, Confindustria, 1971, Vol. I.
- SORESINI (1991), Soresini F. "La macchina aritmetica di Giovanni Poleni e la sua ricostruzione", in: *Atti Pre-congressuali del Convegno Internazionale sulla storia e preistoria del calcolo automatico e dell'informatica*, Siena , 1991. Milano, AICA, 1991.
- TANCON (2005), Tancon J., *Lo scienziato Tito Livio Burattini al servizio del Re di Polonia*, Università di Trento, 2005.
- TARGOSZ (1982), Targosz, K., *La cour çavant de Marie Louise de Gonzague*, Krakow, 1982.
- TORCHIO (1999), Torchio C., *L'ufficio d'Epoca*, nn. 14, 17, 20, 1999.
- TURCK (1972), Turck, J.A.V., *Origin of Modern Calculating Machines*, New York, 1972.
- VERGARA-CAFFARELLI (1992), Vergara Caffarelli R. (ed.), *Il Compasso Geometrico e Militare di Galileo*, ETS, 1992.
- VERGARA-CAFFARELLI (2006), Vergara-Caffarelli R, *Il compasso geometrico militare. 2 – Studio del compasso galileiano di Pisa*, 2006, <http://www.illaboratoriodigalileogalilei.it/galileo/2006%20-%20Studio%20del%20compasso%20di%20Pisa.PDF>; Visto gennaio 2012.
- VOLLRATH (1997), Vollrath H.-J., "Eine alte italienische Addiermaschine im Holzkasten", *Historische Bürowelt*, 1997, Vol. 49, pp. 25-27.
- WELSER (1594), Welser M., *Antiqua quae Augustae Vindelicarum extant Monumenta*, Venice, 1594.
- VERCELLI (1939), Vercelli F., "Analizzatore meccanico delle curve oscillanti", *Pontificia Academia Scientiarum, Commentationes*, 1939, vol. 3. n. 19, pp. 659-692.
- WILLIAMS (1990), Williams M.R., "Early Calculation", in: Aspray W, et al., *Computing Before Computers*, Iowa State University Press, 1990.
- WILLIAMS (1997), Williams, M. R., *History of Computing Technology*. Los Alamitos, California: IEEE Computer Society, 1997.