

S U L L A

ELICA CALCOLATORIA DI FULLER

CON CENNI STORICI

SOPRA GLI STRUMENTI CALCOLATORI A DIVISIONE LOGARITMICA

DEL

s. c. A N T O N I O F A V A R O

La collezione di strumenti calcolatorii, posseduta dal gabinetto di Statica grafica della Scuola d'applicazione per gl'ingegneri annessa alla R. Università di Padova, si è testè, arricchita di un esemplare dello *Spiral slide rule* ideato e proposto dal prof. Giorgio Fuller di Belfast ⁽¹⁾. Essendo questo, per quanto è a nostra cognizione, il primo esemplare di tale strumento che sia venuto in Italia, che sia anzi uscito dall'Inghilterra, ed avendo noi potuto convincerci degli ottimi servigi che, specialmente in occasione di laboriosi calcoli numerici esso è chiamato a prestare, abbiamo creduto opportuno di stendere intorno ad esso una breve nota, allo scopo d'illustrarlo e di farlo conoscere anco presso di noi.

⁽¹⁾ *Spiral slide rule*. Equivalent to a straight slide rule 83 feet 4 inches long, or, a circular rule 13 feet 3 inches in diameter. GEORGE FULLER, M. Inst. C. E., professor of engineering in the Queen's University, Ireland. London, 1878.

L'elica calcolatoria, che così chiameremo in italiano il nuovo strumento del Fuller, si fonda sopra lo stesso principio dei notissimi regoli logaritmici, ma la forma dell'elica non essendo fra quelle che si danno ordinariamente alle scale logaritmiche costruite allo scopo di agevolare certe operazioni di calcolo, abbiamo stralciate da un lavoro storico-critico sopra le macchine calcolatorie e calcolatrici in generale, al quale stiamo appunto attendendo, alcune indagini storiche relative agli strumenti a divisione logaritmica, allo scopo di verificare se altre volte una tale forma fosse stata proposta ed attuata e con quale successo. Le notizie per tal modo raccolte intorno alle varie forme, che in diverse epoche vennero proposte per consimili strumenti, non sembrandoci affatto sprovviste d'interesse, speriamo non tornerà discaro di trovarle qui anzitutto brevemente riassunte col corredo delle indicazioni bibliografiche che a tale proposito ci fu dato di rinvenire.

I.

Pressochè generalmente si fa risalire la invenzione dei regoli calcolatori propriamente detti od in genere delle macchine calcolatrici ai così detti bastoncini di Napier (1550-1617), che questi descrisse con ogni particolare nella sua *Rabdologia* ⁽¹⁾ (ῥαβδοζ, asticella), e che sotto varii

⁽¹⁾ *Rabdologiae seu numerationis per virgulas libri duo, cum appendice de expeditissimo multiplicationis promptuario, quibus, accessit et arithmeticae localis liber unus.* Edimburgi, 1617. — Se ne ha una traduzione italiana con aggiunte sotto il titolo seguente: *Raddologia, ovvero arimmetica virgolare in due libri divisa: con appresso un espeditissimo prontuario della moltiplicazione et poi un libro di arimmetica locale: quella mirabilmente commoda, anzi utilissima a chi, che tratti numeri alti; questa curiosa, et dilettevole a chi, che sia d'illustre ingegno.* Autore et Inventore il Ba-

nomi (*Nepeirs Bones, Lamellae Neperiane, Bacilli Neperiani, Vergettes numératrices*) trovansi più o meno particolareggiamente descritti in un gran numero di trattati: a questo proposito è tuttavia da osservarsi che quel procedimento meccanico, nel quale tanto si compiacque l'illustre matematico, non costituisce in realtà se non una modificazione degli antichi metodi di moltiplicazione insegnati da Pietro Apiano ⁽¹⁾ (1495 - 1552) e da altri aritmetici del se-

rone GIOVANNI NEPERO. Traduttore dalla Latina nella Toscana il Cavalier MARCO LOCATELLO. Accresciute dal medesimo alcune considerazioni gioueuoli. In Verona, 1623. — Veggansi ancora le due seguenti pubblicazioni importantissime sotto il punto di vista storico: *Rabdologia: or the Art of numbering by rods, whereby the tedious operations of multiplication, and division, and of extraction of Roots, both square and cubick, are avoided, being for the most part performed by addition and subtraction: with many examples for the practise of the same: first invented by the lord NAPIER, Baron of Marchiston, and since explained, and made usefull for all sorts of men.* By SETH PARTRIDGE, surveyor and Practitioner in the Mathematicks. London, 1648. — *The Art of numbring by Speakingrods: vulgarly termed Nepeirs Bones. By which the most difficult parts of Arithmetick, as multiplication, division, and extracting of roots both square and cube, are performed with incredible celerity and exactness (without any charge to the memory) by addition and subtraction only.* Publislied by W. L. London, 1667. - Molto probabilmente queste iniziali denotano WILLIAM LEYBOURNE, del quale ci occuperemo più innanzi.

⁽¹⁾ Dell'opera di questo autore, il cui cognome fu veramente BENEWITZ, ecco il titolo della seconda edizione di Francoforte del 1537, pubblicata dieci anni dopo la prima, che noi conosciamo: *Ein neue und wolgegründte underweisung aller Kauffmanns Rechnung in dreien Büchern, mit schönen Regeln und fragstücken begriffen. Sunderlich was fortel unnd behendingkeit in der Welschen Practica unnd Tolleten gebraucht würt, desgleichen vormals weder in Teutscher noch in Welischer Sprach nie getruckt.* Durch PETRUM APIANUM von Leysnick der Astronomie zu Ingoldstatt Ordinarium.

colo decimosesto⁽¹⁾. Nei quali procedimenti meccanici procedendo a ritroso nell'ordine cronologico noi finiremmo per trovarci di fronte al *suànpan* dei Chinesi⁽²⁾ che rimonta ad epoca ignota, ma però antichissima.

Ben asserì il Santini, che «fino dall'epoca in cui il barone Nepero fece la meravigliosa scoperta dei logaritmi e mostrò l'uso loro per abbreviare i calcoli aritmetici, immaginò eziandio alcune scale logaritmiche divise, col mezzo delle quali si potevano con somma sollecitudine eseguire le moltipliche dei numeri, le divisioni, gl'innalzamenti a potenza e l'estrazione delle radici»⁽³⁾; ma ciò non è esatto e noi non ne trovammo conferma presso alcuno storico autorevole, mentre invece ad unanimità⁽⁴⁾ si afferma che tale me-

⁽¹⁾ Veggasi un raffronto assai interessante nella *Geschichte der Astronomie* von RUDOLF WOLF. München, 1877, pag. 353.

⁽²⁾ DUHALDE. *Ausführliche Beschreibungen des chinesischen Reiches und der grossen, Tartarei* übersetzt von MOSHEIN. Rostock, 1747. Vol. III, pag. 350.

⁽³⁾ *Atti dell'Imp. Reg. Istituto veneto di scienze, lettere ed arti* dal novembre 1856 all'ottobre 1857. Tomo secondo, serie terza, dispensa terza. Venezia, 1856-57, pag. 133. — Questo afferma il SANTINI, riferendo intorno ad alcuni opuscoli dell'ingegnere ERNESTO SEDLACZEK, intorno ai quali torneremo più innanzi, ma che però non contengono alcuna traccia della suaccennata asserzione. — Il PORRO (*La Tachéométrie ou l'art de lever les plans et de faire les nivellements*. Turin, 1850, pag. 69) scrive che la invenzione della scala logaritmica anzichè al GUNTER è da AMPÈRE attribuita ai tedeschi.

⁽⁴⁾ *Histoire des Mathematiques*. Nouvelle édition par J. F. MONTUCLA. Tome second. A Paris, an. VII, pag. 23. — *Mathematisches Wörterbuch*, von G. S. KLÜGEL. Erste Abtheilung. Die reine Mathematik. Dritter Theil. Leipzig, 1808, pag. 587. — *Ueber Visir — und Recheninstrumente*. Bearbeitet von ERNEST SEDLACZEK. Wien, 1856. pag. 2. — *Instruments et machines à calculer* par MICHEL ROUS. Paris, 1868, pag. 74. — *La règle à calcul expliquée* par M. P. N. BENOIT. Paris, 1853, pag. V-VI. — *A Treatise on mathematical In-*

rito deve riconoscersi al Gunter⁽¹⁾ (1581 - 1626): a quello stesso al quale andiamo debitori della invenzione della catena metrica⁽²⁾ e che si era appropriata la invenzione del compasso di Galileo da lui chiamato col nome di *sector*⁽³⁾. La rappresentazione grafica dei logaritmi, che tale era infatti la scala logaritmica, nota in Inghilterra sotto il nome di

struments by J. F. HEATHER. Ninth Edition. London, 1869, pag. 25. — *Geschichte der Astronomie*, von RUDOLF WOLF. München, 1877, pag. 354. — Ecc.

⁽¹⁾ *The works of EDMUND GUNTER, containing the description and use of the Sector, Cross-Staff, Quadrant, and other instruments, some questions in Navigation added by Mr. HENRY BOND, Teacher of Mathematicks in Ratcliff near London. To which is added the description, and use of another Sector and Quadrant, both of them invented by Mr. SAM. FOSTER Late Professor of Astronomy in Gresham College London, furnished with more Lines and differing from those of Mr. GUNTER, both in form and manner of working.* The fifth edition divers necessary things added by WILLIAM LEYBOURNE. London, 1673. — A proposito della felice idea del GUNTER di riportare sopra una retta a partire da uno dei suoi punti, in una scala qualunque, le lunghezze così dei numeri come delle linee trigonometriche, noteremo la recente pubblicazione del TICHY, nella quale si contiene effettivamente una rappresentazione grafica delle tavole dei logaritmi; essa è così intitolata: *Logarithmisch-trigonometrische Tafeln in graphischer Manier bearbeitet* von ANTON TICHY (Vierstellige Phototyp-Ausgabe). Wien, 1878.

⁽²⁾ *Geschichte der Astronomie* von R. WOLF. München, 1877, pag. 354. — *Geschichte der Physik* von J. C. POGGENDORFF. Leipzig, 1879, pag. 275.

⁽³⁾ *Il Regolo calcolatorio e l'Aritmetica logaritmica vicendevolmente illustrati e ridotti ad intelligenza ed uso comune* da BENEDETTO PLEBANI. Torino, 1868, pag. 18, 163. — Non pare nemmeno che spetti al GUNTER il merito d'aver applicato il compasso di GALILEI alla trigonometria, giacchè nell'opera *Fabrica. et uso del compasso polimetro*, Milano, M.DC.XXXIII, racconta MUZIO ODDI, che GUIDOBALDO DEL MONTE aveva già applicate sopra uno di tali compassi le linee dei seni.

Gunter's line, *Common Gunter*, od anche *navigation scale*, a motivo della sua rapida diffusione per i calcoli necessari alla marina, richiedeva pur sempre l'impiego del compasso, cioè da un lato poteva esser causa di errori e dall'altro esigeva un maggior tempo per le singole operazioni. Wingate (1593-1656), al quale toccò in sorte di rendere pubblico un trovato del Gunter ⁽¹⁾ e di far conoscere l'aritmetica logaritmica in Francia ⁽²⁾, espressamente per dispensarsi dall'uso del compasso, distribuì le divisioni logaritmiche sopra due regoli ch'egli faceva scorrere l'uno lungo l'altro, e sviluppò in appresso con ogni particolare questa sua proposta ⁽³⁾. Intorno alla stessa epoca l'Oughtred (1574-1660) ideava di tracciare quelle divisioni logaritmiche sopra due cerchi concentrici ⁽⁴⁾, accompagnati da due indici mobili intorno al centro comune, l'Henrion (?-1640) attendeva a maggiormente diffondere ⁽⁵⁾ l'uso delle scale del Gunter, e nel 1650 il Milburne, abbandonando la linea retta, che date certe proporzioni conduceva

⁽¹⁾ *Construction, description et usage de la règle de proportion. Paris 1624.* — A questo proposito scrive l'HEILBRONNER (*Historia matheseos universae, a mundo condito ad soeculum P. C. N. XVI, ecc.* Lipsiae, MDCCXLII, pag. 810): «Accidit ei EDMUNDI GUNTERI inventam proportionis regulam in lucem emittere, quae tamen adhuc manca est: Cum enim GUNTERUM interrogaret, ut ulteriorem explicationem suae regulae communicaret, respondit ei, diu esse expectandum, donec sua regula loquatur.»

⁽²⁾ *Arithmétique logarithmique.* Paris, 1626.

⁽³⁾ *Of natural and artificial arithmetic.* London, 1630.

⁽⁴⁾ *Circle of proportion and the horizontal instrument.* London, 1632; Oxford, 1660. - *Description and use of the double horizontal dial.* London, 1636; Oxford, 1652

⁽⁵⁾ *Mémoires mathématiques recueillies et dressés en faveur de la noblesse française.* Paris, 1612-1627. - Veggasi di queste il *Traité des logarithmes* nel T. II - *Logocanon ou Règle proportionnelle.* Paris, 1626.

ad uno strumento incomodo, non adottando la forma circolare poco adatta ad uno strumento portatile, scelse, come affermano parecchi autori ⁽¹⁾, la spirale, o, come noi crediamo sia più esatto, l'elica. Sembra tuttavia che tale proposta non abbia trovato troppo buona accoglienza, ed infatti di questa non si trova menzione negli scritti del Foster e del Leybourne ⁽²⁾, che si adoperarono a divulgare le nuove applicazioni dei logaritmi. Nè migliore accoglienza sembra abbia trovato la invenzione dell'Horner (prima metà del sec. XVII), secondo la quale al regolo rettilineo si sostituiva una combinazione di asticciuole snodate ⁽³⁾. Finalmente nel 1657 Seth Partridge ⁽⁴⁾ faceva costruire a Londra da Walter Haynes le scale logaritmiche nella forma di regolo scorrevole che esse hanno anche oggidì. Fu appunto intorno a quest'epoca che cominciò a diffondersi in Inghilterra l'uso del nuovo strumento: fabbricato dap-

⁽¹⁾ Veggasi *l'History of Logarithms* premessa alle HUTTON'S *Mathematical Tables.* Edizione del 1811, pag. 36. - Ed inoltre *Mathematisches Wörterbuch* von G. S. KLÜGÉL. Erste Abtheilung. *Die reine Mathematik.* Dritter Theil. Leipzig, 1808, pag. 587. - *La règle à calcul expliquée* par M. P. M. N. BENOUIT. Paris, 1853, p. VII. - *Ueber Visir- und Recheninstrumente bearbeitet* von ERNEST SED-LACZEK. Wien, 1856, pag. 3. - Non abbiamo tuttavia trovato alcun cenno di pubblicazione fatta a questo proposito dal MILBURNE.

⁽²⁾ *Posthuma FOSTERI containing the description of a ruler upon which are inscribed divers scales.* London, 1652. - *The circle of proportion and the horizontal instrument* by WILLIAM FOSTER. London, 1933. - *The sector altered and other scales invented by Mr. FOSTER and now published by W: LEYBOURNE.* London, 1650. - *Curus mathematicus and panarithmologia or Trader's sure Guide.* La settima edizione di quest'opera dei LEYBOURNE porta la data di Londra del 1741.

⁽³⁾ *Geschichte der Astronomie* von R. WOLF. München, 1877, pag. 354.

⁽⁴⁾ *The description and use of an instrument called the double scale of Proportion.* London, 1671.

prima da Boulton e Watt a Soho in vicinanza di Birmingham, ricevette il nome di *Soho-scale*, e di *Soho-rule*, e di là a poco quello di *Sliding-rule*, che tuttora conserva ⁽¹⁾.

Si opina da taluno ⁽²⁾, ma per verità con poco fondamento, che i primi tentativi allo scopo d'impiegare delle divisioni logaritmiche distribuite sopra dischi circolari sieno stati fatti in Germania, ove il Biler avrebbe nel 1696 costruito uno strumento semi-circolare fondato su tale principio ed al quale avrebbe imposto il nome di *instrumentum mathematicum universale*. Sta il fatto però che il Biler si limitò a sopprimere gl'indici dei quali si era servito Oughtred, rendendo il cerchio interno mobile intorno al centro dello strumento ⁽³⁾. Dopo il Biler si occupò di tali strumenti in Germania lo Scheffelt (1652 - 1720) che propose quel suo *Pes mechanicus* ⁽⁴⁾, il quale richiedeva tuttavia ancora l'uso del compasso: tale strumento fu descritto ed ampliato dal Leupold ⁽⁵⁾ (1674 - 1727).

In Francia, dove il germe di queste nuove invenzioni era stato importato direttamente dal Gunter, fra le mac-

⁽¹⁾ *Der, logarithmische Rechenschieber. Theorie und Gebrauch desselben* von KARL von OTT. Prag, 1874, pag. 1.

⁽²⁾ *Instruments et machines à calculer* par M. MICHEL ROUS. Paris, 1868, pag. 75.

⁽³⁾ LEUPOLD. *Schauplatz der Rechen- und Mess-Kunst, hoc est Theatrum Arithmetico-Geometricum*. Lipsiae, 1727, pag. 77.

⁽⁴⁾ *Pes mechanicus artificialis d i. neu erfundener Maassslab, mit welchem alle Proportionen der ganzen Mathematik ohne mühsames Rechen u. s. w. können gefunden werden*. Ulm, 1699. Lo stesso SCHEFFELT è pure autore di un libriccino relativo ai bastoncini di NAPIER, così intitolato : *Nepperianische Reehenstäblein*. Ulm, 1699.

⁽⁵⁾ Veggasi l' *Instrumentum quoddam ad operationes Arithmeticas facillime absolvendas serviens* nell'opera del LEUPOLD intitolata: *Schauplatz der Rechen- und Mess-Kunst, hoc est Theatrum Arithmetico-Geometricum*, Lipsiae, 1727.

chine e le invenzioni approvate dall'Accademia reale delle scienze di Parigi nel 1727 troviamo «un instrument de M.^f Clairaut (1713-1765) par le moyen duquel on peut prendre les angles, faire les calculs arithmétiques, tels que la multiplication, la division, l'extraction des racines, et résoudre les triangles rectangles. C'est un cercle de carton, gradué de 21 pouces de diamètre, dans lequel M.^f Clairaut a décrit un grand nombre de ces circonferences concentriques pour exprimer par les longueurs de ces circonferences les logarithmes des nombres et ceux des sinus» ⁽¹⁾.

Più tardi, cioè nel 1730, tornarono in campo i bastoncini neperiani con alcune modificazioni del Roussain. Questi infatti sottopose al giudizio dell'Accademia delle scienze di Parigi ⁽²⁾ un suo sistema, mercè il quale rendeva più comodo e più semplice il testè accennato procedimento col fissare i bastoncini in un telajo e col distinguere con varii colori certe striscie di cifre, togliendo così le cause di errore le quali potrebbero derivare dallo spostamento eventuale dei bastoncini medesimi. Ancora in Francia nel 1741 il regolo inglese fece una ricomparsa proposto con alcune modificazioni ⁽³⁾ dal Camus (1699-1768), ed anche negli ultimi tempi il Benoît volle ravvisare in tale strumento,

⁽¹⁾ *Histoire de l'Académie Royale des Sciences. A. MDCCXXVII*. Paris, MDCCXXIX, pag. 142. Questo apparecchio non è da confondersi coll'altro per la risoluzione meccanica delle equazioni descritto dal BORGNIS a pag. 226-229 del suo *Traité cuniplet de Mécanique appliquée aux arts, ecc.* Paris, 1820.

⁽²⁾ *Histoire de l'Académie R. des Sciences. A. M.DCCXXXVIII*. A Paris, MDCCXL, pag. 59.

⁽³⁾ *Sur un instrument propre à jauger les tonneaux et les autres vaisseaux qui servent à contenir des liqueurs* nei *Mémoires de l'Académie R des Sciences* pour MDCCXLI. A Paris, MDCCXLIV, pag. 385-402.

come fu descritto dal Camus, il tipo della forma finalmente adottata in Inghilterra per il regolo logaritmico ⁽¹⁾

La solita fonte non troppo sicura e che ad ogni modo non cita alcun documento in appoggio delle sue affermazioni, vorrebbe sostenere ⁽²⁾ che fino alla metà del secolo decimottavo il regolo scorrevole propriamente detto (*sliding-rule*) non si conosceva, e che questa invenzione, la quale a torto si attribuisce a Jones (1775-1852), deve invece farsi risalire a Leadbetter che la attivò nel 1750. D'altra parte il Benoît pure ravvisa nel *Royal gauger* di Leadbetter il tipo così dei diversi regoli logaritmici speciali, come della forma oggidì generalmente adottata ⁽³⁾, ma anche di fronte a tali asserzioni noi manteniamo quanto precedentemente abbiamo esposto intorno alle invenzioni di Wingate e di Seth Partridge.

In data dei 1761 troviamo in Germania una pubblicazione ⁽⁴⁾ del Lambert (1728 - 1777), il quale suggerisce egli pure l'impiego di due regoli scorrevoli l'uno sull'altro in modo da poter mettere l'uno di contro all'altro due tratti delle due scale, ed alcuni anni più tardi, di tali strumenti in genere, quantunque con non troppi particolari, si occupò ⁽⁵⁾ il Robertson (1712 - 1776) in Inghilterra, ed in Francia ne trattarono in modo più o meno completo Bou-

⁽¹⁾ *La règle à calcul expliquée*. Paris, 1853, pag. VII-VIII

⁽²⁾ *Instruments et machines à calculer* par M. MICHEL ROUS. Paris, 1868, pag. 75.

⁽³⁾ *La règle à calcul expliquée*. Paris, 1853, pag. VIII.

⁽⁴⁾ *Beschreibung und Gebrauch der logarithmischen Rechenstäbe*. Augsburg, 1761, 1772. - Veggasi intorno a questo opuscolo un interessante articolo di GIOVANNI BERNOULLI nella *Encyclopédie Méthodique*, ed un rapporto di FRANCOEUR nel *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, 20.^e année, pag. 77.

⁽⁵⁾ *Treatise on mathematical instruments* by JOHN ROBERTSON. London, 1775.

guer ⁽¹⁾, Saverien ⁽²⁾, Pezenas ⁽³⁾, Lemonnier ⁽⁴⁾, Fortin ⁽⁵⁾ e Lalande ⁽⁶⁾.

Sul finire dello scorso secolo allo studio dell'argomento ed alla diffusione degli strumenti in questione si attese con grande fervore in Francia. Non è forse fuori di luogo il pensare che a ciò abbia dato specialmente impulso quella disposizione contenuta nell'articolo 19 della legge del 18 germinale anno III della Repubblica Francese, la quale prescriveva la costruzione di scale metriche adatte a stabilire senza calcoli i rapporti fra gli antichi e nuovi pesi e misure e che, come altrove abbiamo avuto occasione di notare ⁽⁷⁾, porse occasione alla *Arithmétique linéaire* di Pouchet. Tale origine ebbe quindi assai probabilmente il *cadran logarithmique* ⁽⁸⁾ di quel Leblond (1760 - 1811) che impose il nome di *metro* alla nuova unità di misura. Lo strumento in questione fu in seguito riprodotto dal Gattey ⁽⁹⁾ (1756-1819) che più tardi gli cambiò nome, chia-

⁽¹⁾ *Traité complet de navigation*. Paris, 1698.

⁽²⁾ *Dictionnaire universel de mathématique et de physique par monsieur SAVERIEN*. Tome premier. A Paris, MDCCLIII, alla voce Échelle anglaise, a pag. 305.

⁽³⁾ *Nouveaux essais pour déterminer les longitudes en mer par les mouvements de la lune et par une seule observation*. Paris, 1768.

⁽⁴⁾ *Abrégé du pilotage*. Paris, 1766.

⁽⁵⁾ Vedi la tavola 30.^a dell'Atlas céleste de FLAMSTEED tradotto da FORTIN e pubblicato nel 1776.

⁽⁶⁾ Nella *Encyclopédie Méthodique* alla voce *Échelle anglaise* della sezione Marine.

⁽⁷⁾ *Leçons de Statique graphique* par ANTONIO FAVARO, traduites de l'italien par PAUL TERRIER. Première partie. *Géométrie de position*. Paris, 1879, pag. XVI.

⁽⁸⁾ *Cadrans logarithmiques adaptés aux poids et mesures*. Paris, 1799.

⁽⁹⁾ *Instructions sur l'usage des cadrans logarithmiques*. Paris,

mandolo *arithmographe* ⁽¹⁾. È da osservarsi a tale proposito che la disposizione adottata per i *cadrons logarithmiques* è identicamente la stessa che aveva proposto il Glover per la sua ruota aritmetica ⁽²⁾ ove se ne eccettui l'impiego delle scale logarithmiche.

Seguendo una idea analoga, ma di più facile applicazione a strumenti portatili che non sia quella dei dischi piani, Hoyau immaginò nel 1815 le sue *boites à calculer*. Hoyau portava le divisioni logarithmiche sopra una scatola cilindrica, il cui interno poteva servire nel tempo istesso a contenere oggetti usuali: si legge a questo proposito nel *Bulletin de la Société d'encouragement* ⁽³⁾: «Le diamètre des plus petites est de 8 centimètres: dans cette dimension M. Hoyau a pu diviser facilement la 1^{re} et la 2^{me} unités en 100 parties, les 3 suivantes en 50 et les dernières en 20.»

1799. - *Explication de la jauge logarithmique*. Paris, 1806. - Il *Nuovo dizionario universale tecnologico* di Venezia, tomo X, 1835, ed il *Dictionnaire technologique* di Bruxelles, tomo IX, 1839, attribuiscono la trasformazione del regolo in disco al GAUTHEY (Émiland Marie?), ma, astrazione fatta dalla inesattezza storica, si tratta qui con tutta probabilità di un errore di cognome, essendosi scritto GAUTHEY in luogo di GATTEY, molto più che nelle fonti citate si allude al nome di *aritmografo* dato effettivamente dal GATTEY allo strumento da lui riproposto.

⁽¹⁾ *Explication et usage de l'arithmographe*. Paris, 1810: riprodotto più tardi sotto il titolo: *Usage du calculateur, instrument portatif au moyen duquel on peut en un instant, et sans être obligé d'écrire aucune chiffre, se procurer les résultats de toutes sortes de calcul*. Paris, 1819. - Veggasi anche una descrizione di tale strumento a pag. 49 della Quinzième année del *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*.

⁽²⁾ *Instruments et machines à calculer*, par M. MICHEL ROUS. Paris, 1868, pag. 75.

⁽³⁾ *Année 1816*, pag. 150.

Della diffusione del regolo logarithmico in Francia sembra pertanto che il merito deva attribuirsi a Jomard (1777 - 1862), il quale, mediante l'appoggio della *Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, seppe indurre i due Lenoir padre (1744 - 1832) e figlio (1776 - 1827) a farsi fabbricatori di regoli scorrevoli, regoli che d'allora in poi cominciarono ad entrare effettivamente nel campo e nel dominio della pratica.

Posteriormente a quest'epoca si rende assai difficile il seguire le varie forme che si vennero adottando per consimili strumenti ausiliarii nelle operazioni di calcolo: molto più che ben presto si vennero costruendo e diffondendo assai nelle industrie dei regoli speciali destinati a calcoli particolari di uso frequentissimo nei singoli rami industriali.

Noteremo soltanto che gli strumenti a divisione logarithmica furono introdotti in Austria a cura del prof. Adamo Burg e dei prof. Schulz von Strassnicki intorno al 1840 ⁽¹⁾, ed alcuni anni più tardi in Italia a cura di Quintino Sella ⁽²⁾. Prima di quest'epoca presso di noi se si conoscevano i regoli calcolatori dagli scienziati, non erano però mai entrati nell'uso, ed anzi dobbiamo, dire essere questo un argomento, ai cui progressi, prima della metà dei presente secolo, il nostro paese non sembra avere in alcun modo contribuito. Per fermo noi crediamo intimamente col Bellavitis che «verrà un tempo in cui ogni bottegajo sarà provveduto di questo strumento, il quale, dispensandolo da ogni calcolo, lo assicurerà di non cadere mai in errore ⁽³⁾ », ma altrettanto fermamente crediamo che

⁽¹⁾ *Ueber Visir- und -Recheninstrumente* bearbeitet von ERNEST SEDLACZEK. Wien, 1856, pag. 4.

⁽²⁾ *Teoria e pratica del regolo calcolatore* per QUINTINO SELLA. Torino, 1859.

⁽³⁾ *Terza Rivista di alcuni articoli dei Comptes rendus dell'Ac-*

non si giungerà a tale risultato finchè il Governo non pensi a prescrivere l'insegnamento della teoria e dell' uso del regolo almeno negli istituti d'istruzione secondaria. Se in Francia il regolo logaritmico è oggidì tanto diffuso, lo si deve appunto all'essersene prescritta, la conoscenza ed il maneggio nei *Programmes d'admission aux écoles des services publiques* e nei *Programmes des connaissances exigées pour l'admission à l'École polytechnique et à l'École militaire de Saint-Cyr*, e l'Inghilterra, quel paese dove tutti sono così saggiamente economi del tempo, quantunque non abbia ancora adottato il sistema metrico decimale, è pur sempre la nazione presso la quale il regolo logaritmico è più ampiamente diffuso in tutte le classi sociali.

Volendo pur dire qualche cosa intorno alle varie forme che nel presente secolo si diedero agli strumenti a divisione logaritmica, noteremo, che nel 1856 scriveva il Sedlaczek conoscere egli oltre ai *regoli ordinarii* ed alla *Gunter's line*, sedici specie diverse di tali strumenti ⁽¹⁾ cioè:

1. *Sliding rule (règle à calcul)* impropriamente chiamato col nome di regolo calcolatore inglese.
2. Regolo calcolatorio di Oesterle.

cademia delle scienze di Francia, e di alcune questioni dei Nouvelles Annales de mathématiques. Negli Atti dell'Imp. Reg Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti dal novembre 1860 all'ottobre 1861. Tomo sesto, serie terza, dispensa quinta. Venezia, 1860 - 61, pag. 377.

⁽¹⁾*Ueber Visir- und Recheninstrumente bearbeitet von ERNEST SEDLACZEK. Wien, 1856, pag. 3 - 4. -- Abbiamo, creduto opportuno di mantenere i nomi in lingue straniere alla tedesca, coi quali sono registrati nello scritto citato i varii strumenti ai quali si va successivamente accennando. - Per notizie relative veggasi l'altro scritto del medesimo autore intitolato: *Anleitung zum Gebrauche einiger logarithmischer getheilte Rechenschieber*. Wien, 1851.*

3. *Règle à calcul di Lenoir.*
4. *Regolo calcolatorio di Schwind.*
5. *Engineers Sliding rule.*
6. *Regolo per iscopi costruttivi e geodetici del prof. L. C. Schulz von Strassnicki.*
7. *Inverted slide rule.*
8. *Regolo di Higgison.*
9. *Improved calculaling rule.*
10. *For Mill wrights.*
11. *For Marine Use.*
12. *For timber mensuring.*
13. *Dr. Roget sliding rule for Involution and Evolution.*
14. *Sliding rule per ragguagli di prezzi*
15. *Regolo calcolatorio chimico* ⁽¹⁾
16. *Regolo di Sedlaczek per i calcoli d'interpolazione.*

Questo elenco pertanto, se noi non c'inganniamo, si riferisce esclusivamente a regoli propriamente detti: nè in esso è tenuto conto alcuno di altre forme date a questi strumenti di calcolo. Questo elenco pertanto è suscettibile di alcune aggiunte, che qui, per amore di brevità, ci limiteremo a semplicemente accennare:

17. *Regolo di Hoare* ⁽²⁾
18. *Palmer's Computing Scale* ⁽³⁾

⁽¹⁾ Riteniamo che assai probabilmente il SEDLACZEK alluda qui allo strumento proposto dal WOLLASTON nello scritto: *A synoptic scale of chemical equivalents* inserito nei *Philosophical Transactions* della Società Reale di Londra per l'anno 1814 e tradotto in francese a pag. 101 dei XXXVII volume del *Journal des Mines*, 1815.

⁽²⁾ *The slide-rule and how to use it. Containing full, easy, and simple instructions to perform all business calculations with unexampled rapidity and accuracy* by CHARLES HOARE. London, 1875.

⁽³⁾ PALMER'S *Computing scale*. New York, 1843.

19. Fuller's *Computing telegraph* ⁽¹⁾
20. Disco logaritmico di Sonne ⁽²⁾
21. Aritmoplanimetro di Lalanne ⁽³⁾.
22. *Règle à calcul à enveloppe de verre* di Lalanne ⁽⁴⁾
23. Abbaco di Lalanne ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ *Telegraphic computer, a most wonderful and extraordinary instrument, by which business questions, of every possible variety, are instantly performed: a safe and speedy chek io avoid vexatious errors, affording at the same time a greater amount of practical business knowledge, than can be obtained for ten times the cost of this work. Sold only by subscription. JOHN FULLER. New York.*

⁽²⁾ *Annales du Génie civil. Cinquième année, 1866. – Instruments et machines à calculer. Paris, 1868, pag. 75.*

⁽³⁾ *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Sances du 27 avril et du 24 mai 1840. -- Veggasi anche la Memoria illustrativa del LALANNE: Mémoire sur l'Arithmoplanimètre, machine arithmétique ci géométrique donnant facilement les résultats des opérations les pus compliquées de calcul et de planimétrie negli Annales des Ponts et Chaussées. I.^{er} semestre 1840.*

⁽⁴⁾ *Instruction sur les règles à calcul et particulièrement sur la nouvelle règle à enveloppe de verre* par L. LALANNE. Paris, 1851, 1854, 1863. - Tradotta in inglese sotto il titolo: *A treatise on the slide rule with description of Lalanne's glass slide rule*. London, 1851; in tedesco: *Gebrauchs- Anweisung für Rechenstäbe*, ecc. Paris, 1852, ed in ispannuolo: *Instruccion sobre las reglas de calculo*, ecc. Paris, 1852. - Vedi intorno a questi regoli quanto ne scrive il SELLA a pag. 109-112 del più volte citato suo scritto.

⁽⁵⁾ Questa elegante ed importantissima tavola grafica ha dato luogo ad una notevole quantità di pubblicazioni ed anche di contraffazioni. Ci limitiamo a rimandare, a quanto ne scrive l'Autore stesso, nella *Notice sur les travaux et titres scientifiques* de M. LÉON LALANNE. Paris, 1876, pag. 32. - *Méthodes graphiques pour l'expression des lois empiriques ou mathématiques à trois variables, avec des applications à l'art de l'ingénieur et à la résolution des équations numériques d'un degré quelconque*, par M. LÉON LALANNE. Paris, M DCCC LXXVIII.

24. Regolo a scale ripiegate di Mannheim ⁽¹⁾
25. *Rechenknecht* di Herrmann ⁽²⁾.
26. Regolo Soldati per i calcoli di celerimensura ⁽³⁾
27. Aritmografo policromo di Dubois ⁽⁴⁾
28. Aritmografo circolare ⁽⁵⁾.
29. Aritmografo cilindrico ⁽⁶⁾
30. Stereometro di Puscariu ⁽⁷⁾
31. *Universal Proportion Table* di Everett ⁽⁸⁾.

⁽¹⁾ *Teoria e pratica del regolo calcolatore*, per QUINTINO SELLA. Torino, 1859, pag. 100 - 109.

⁽²⁾ HERMANN'S *Rechenknecht* von Wiesenthal et C.^{ie} in Aachen. Aachen, 1878.

⁽³⁾ *Regolo logaritmico per calcoli di celerimensura colle scale disposte in modo da permettere le riduzioni tanto delle distanze che delle altezze con una sola posizione dello scorrevole*. Cfr. *Cenni intorno ad un saggio di celerimensura applicata alla compilazione dei progetti ferroviarii, e descrizione di tavole grafiche e numeriche pel calcolo delle coordinate*, per l'ing. V. SOLDATI, negli *Atti della Società degli Ingegneri e degli Industriali di Torino*. Anno V, 1871. Torino, 1872, pag. 38.

⁽⁴⁾ *Comptes - rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*. Tome LI. Séance da lunedì 20 août 1860, pag. 293. – *Atti dell'Imp. Reg. Istituto veneto di scienze, lettere ed arti*, dal novembre 1860 all'ottobre 1861. Tomo sesto, serie terza. Venezia, 1860 - 61, pag. 376.

⁽⁵⁾ *Teoria e pratica dei regolo calcolatore*, per QUINTINO SELLA. Torino, 1859, pag. 112.

⁽⁶⁾ *La Tachéometrie, ou l'art de lever les plans et de faire les nivellements avec une économie considérable de temps*, par J. PORRO. Turin, 1850, pag. 74. - *Teoria e pratica del calcolatore*, per QUINTINO SELLA. Torino, 1859, pag. 114.

⁽⁷⁾ *Das Stereometer. Privilegirtes Körper- Messinsinstrument* von JOHANN Ritter von PUSCARIU. Budapest, 1877.

⁽⁸⁾ *Universal proportion Table*. London. Published by Longmans, Green and Dyer. - Intorno, a questa tavola ci siamo occupati con qualche particolare nelle nostre *Lezioni di Statica grafica*. Padova, 1877, pag. 322.

- 32. *Cercle à calcul* di Boucher ⁽¹⁾.
- 33. *Routledge's Slide rule*
- 34. *Hawthorn's Slide rule*
- 35. *Builder's Calculating Slide rule* } ⁽²⁾
- 36. *Règle à calcul* Tavernier Vinay ⁽³⁾
- 37. *Coggeshall's Sliding rule* ⁽⁴⁾.
- 38. *Bradford's Sliding rule* ⁽⁵⁾.
- 39. Scale logaritmiche centesimali di Porro ⁽⁶⁾
- 40. Regolo inglese a due linguette ⁽⁷⁾
- 41. *Règle à calcul à deux réglottes* di Peraux ⁽⁸⁾
- 42. *Rechenstab* di Dennert e Pape ⁽⁹⁾.
- 43. *Rechenstab* di Eschmann perfezionato da Wild ⁽¹⁰⁾.
- 44. *Règle logarithmique pour la tachéometrie* di Moïnot ⁽¹¹⁾.

⁽¹⁾ Veggasi intorno a questo strumento un articolo di J. BERTIL-LON nel giornale *La Nature*, 6.^e année, num. 262, .8 juin 1878, pag. 31 - 32. Del resto esso è ormai passato nel dominio della quarta pagina dei giornali sotto il titolo: *Il più bel regalo*, ecc.

⁽²⁾ *Catalogue of instruments manufactured* by W. F. STANLEY. Fourteenth edition. London, 1877, pag. 30.

⁽³⁾ *Die graphische Statik* von C. CULMANN. Zweite neu bearbeitete Auflage. Erster Band. Zürich, 1875, pag. 58.

⁽⁴⁾ *On COGGESHALL'S Sliding Rule*. London, 1844

⁽⁵⁾ *On BRADFORD'S Sliding Rule*. London, 1845.

⁽⁶⁾ *La Tachéométrie*, ecc., par J. PORRO. Turin, 1850, pag. 75.

⁽⁷⁾ *Die graphische Statik* von C. CULMANN. Zweite neu bearbeitete Auflage. Erster Band. Zürich, 1875, pag. 73.

⁽⁸⁾ *Instruction sur la règle à calcul à deux réglottes* par E. PERAUX (Extrait des *Annales du Génie civil*. Numéro de juin 1874.) Paris, 1874.

⁽⁹⁾ *Deutsche Bauzeitung*. Bd. 8, 1874, pag. 136.

⁽¹⁰⁾ *Der topographische Distanzmesser mit Rechenschieber* von J. STAMBACH. Aarau, 1872.

⁽¹¹⁾ *Leves de Plans à la Stadia. Notes pratiques pour études de tracés* par I. MOÏNOT. Troisième édition. Paris, 1877. L'autore annuncia che il regolo quivi descritto (pag. 41-67) ha subito molte

Questo elenco potrebbe essere ancora notevolmente aumentato, ove si volesse tener conto di altri regoli logaritmici destinati a scopi speciali ⁽¹⁾, e che chi è pratico di consimili strumenti troverà assai comodo di costruire anche con carta da disegno, per determinate operazioni, le quali debbano essere ripetute un considerevole numero di volte.

II

Se da un lato gli scritti intorno alla teoria ed all'uso degli strumenti a divisione logaritmica sono numerosissimi e potrebbero agevolmente citarsi a dozzine, pure in quelli che abbiamo avuto occasione di esaminare ci sembra che si sia in generale trascurato di approfondire delle ricerche comparative intorno ai varii gradi di esattezza che, mediante i varii tipi, possono raggiungersi. Questo argomento pertanto venne in via incidentale svolto dal Lambert nello scritto già citato e recentemente con particolari interessanti dal Vogler ⁽²⁾. Questo grado di esattezza dipende principalmente, ben lo si comprende, dallo spazio che le dimensioni dello strumento permettono di concedere alle divisioni. Noi sappiamo, per modo di esempio, che il Lambert costruì regoli di quattro piedi di lunghezza ed ottenne una approssimazione di 2/1000, ma nei regoli ordi-

modificazioni in confronto dell'altro proposto nelle edizioni precedenti della medesima opera.

⁽¹⁾ Veggasi il paragrafo «*Rechenschieber für specielle Zwecke*» nell'opera: *Die graphische Statik* von C. CULMANN. Zweite neu bearbeitete Auflage. Erster Band. Zürich, 1875, pag. 67-72.

⁽²⁾ *Anleitung zum Entwerfen graphischer Tafeln und zu deren Gebrauch beim Schnellrechnen sowie beim Schnellquotiren, mit Aneroid und Tachymeter für Ingenieure, Topographen, und Alpenfreunde* von doct. CH. AUGUST VOGLER. Berlin, 1877, pag. 71 - 74.

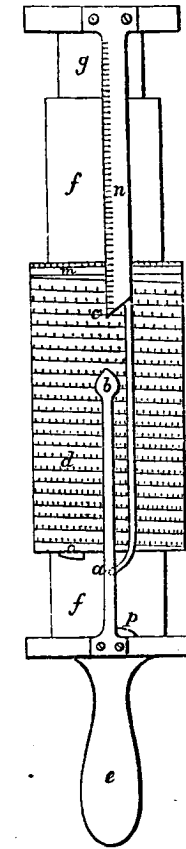
narii di 0^m,26 essa non oltrepassa i $\frac{2}{100}$ e si è soltanto con lunghissimo esercizio che potrà spingersi al $\frac{1}{200}$ del risultato; approssimazione, del resto, più che sufficiente in un gran numero di calcoli usuali. Nei regoli ordinarii usati in Inghilterra, le cui scale sono lunghe circa 0^m,14 (5 pollici e mezzo) lo spazio fra 99 e 100 è di circa 0^m,00063: se si tratti adunque di segnare un numero, come 996, questo spazio dovrà mentalmente dividersi in dieci parti uguali, ognuna delle quali sarà 0^m,000063, grandezza assolutamente inapprezzabile senza una lente d'ingrandimento. Questa difficoltà è notevolmente aumentata quando un punto della scala fra due divisioni deva collocarsi o leggersi di fronte ad un punto dell'altra scala che si trovi in identiche condizioni.

Il Fuller pertanto, preoccupatosi della questione, riconobbe che un buon strumento a divisione logaritmica dovrebbe offrire i tre seguenti requisiti, cioè: 1.° La lunghezza della scala logaritmica sia tale che lo spazio fra due numeri consecutivi qualunque sia abbastanza grande da essere agevolmente stimato ad occhio nudo; 2.° che la scala si legga mediante indici; 3.° che il numero delle divisioni sia così grande e queste siano segnate così distintamente, che il risultato possa essere facilmente letto e somministrati in pari tempo una approssimazione soddisfacente. A queste varie esigenze egli crede di aver soddisfatto dando allo strumento ⁽¹⁾ la disposizione seguente:

⁽¹⁾ Lo *Spiral Slile Rule* di FULLER è costruito dal meccanico STANLEY, Great Turnstile, Holborn, 4 and 5. London W. C.

Un cilindro *d* è dotato di movimento di traslazione e di rotazione attorno ad un asse *f* che termina in una impugnatura *e*. Sopra questo cilindro si avvolge ad elica una semplice scala logaritmica. Un indice *b* è fisso all'impugnatura: due altri indici *c* ed *a*, la cui distanza uguaglia la distanza lungo l'asse se fra l'origine e l'estremo dell'elica, sono fissati lungo una medesima asta al cilindro *g* che scorre a dolce sfregamento entro l'asse *f*, cosicchè i due indici *c* ed *a* possono essere collocati in qualsiasi posizione rispetto a *d*. Due arresti *o* e *p*, il primo dei quali sul cilindro *d*, l'altro sopra *f*, sono fissati in modo che quando essi sono portati uno contro l'altro, l'indice *b* segna il principio della scala logaritmica. Due altre scale *n* ed *m* sono segnate, la prima lungo l'asta che porta gl'indici mobili, l'altra sul cilindro *d*.

Con tale disposizione si comprende subito come la lunghezza della scala logaritmica possa essere relativamente assai grande, pur mantenendo le proporzioni dello strumento entro certi limiti. Richiedendosi una sola scala logaritmica, ogni unità di lunghezza della scala ad elica equivale a due dell'ordinaria scala rettilinea del regolo usuale. La lunghezza dell'elica è di 500 pollici pari a met. 12,70: equivale quindi ad un regolo lungo m.ⁱ 25,40 e ad un disco dei diametro di m.ⁱ 4,038; cosicchè può ottenersi il risultato che si cerca ad $\frac{1}{0000}$ dell'intero, non richiedendosi nel tempo istesso uno spazio minore di



Scala di $\frac{1}{4}$

m.ⁱ0,000552 fra due numeri consecutivi di quattro cifre. La lunghezza della scala nei regoli logaritmici ordinari non permette d'iscrivervi se non la prima cifra di un dato numero, nell'elica del Fuller invece lungo tutta la scala sono stampate le prime tre cifre, e perchè si commetta un errore di 1 parte su 200, deve esservi, sia nella lettura, sia nella segnatura, un errore di 0^m,028. Inoltre tanto la segnatura che la lettura, facendosi coll'ajuto d'indici applicati alla scala, le operazioni si eseguono affatto meccanicamente senza richiedere alcuno sforzo mentale.

Entrando ora in maggiori particolari sulla divisione della scala, osserveremo come fino al numero 650 ognuna delle divisioni principali è suddivisa in dieci parti e di qui fino a 1000 in cinque, per modo che tutti i numeri di quattro cifre o sono segnati direttamente sulla scala, oppure hanno l'ultima cifra alla metà fra due divisioni consecutive. Così, per modo di esempio, il numero 5285 ha una divisione ad esso corrispondente, ma l'8853 deve leggersi fra l'8852 e l'8854. Per una gran parte della scala poi lo spazio compreso fra queste divisioni secondarie è abbastanza grande da permettere agevolmente delle suddivisioni ad occhio, e quindi anche con tutta facilità la lettura di un numero di cinque cifre.

Naturalmente poi quivi, come in tutti gli strumenti analoghi a divisione logaritmica, i numeri segnati possono essere interi o decimali, non essendovi alcuna differenza fra un numero ed il suo prodotto od il suo quoziente per 10, per 100, ecc. Così, per modo di esempio, il num. 385460 rappresenta pure 38546; 3854,6; 385,46; 38,546; 3,8546; 0,38546; 0,038546 e così via.

Ora vediamo brevemente in qual modo deva procedersi per eseguire coll'elica calcolatoria le varie operazioni di calcolo alle quali essa si presta.

Per la moltiplica si porta l'indice fisso *b* a 100 e

quello mobile (*c* od *a*) a segnare il moltiplicando, indi si muove colla mano il cilindro *d* finchè il inoltiplicatore viene a trovarsi all'indice fisso: il prodotto si legge allora di contro ad uno degli indici mobili.

Per la divisione si colloca l'indice fisso contro il divisore, e quello mobile superiore od inferiore contro il dividendo, e ciò a seconda che la prima cifra del divisore è maggiore o minore della prima cifra dei dividendo. Muovendo allora il cilindro *d* finchè l'indice fisso riesca contro l'origine dell'elica, cioè a 100, si leggerà il quoziente di contro ad uno degl'indici mobili.

Per eseguire cumulativamente una moltiplica ed una divisione, vale a dire, per trovare, p. e., $x = \frac{m.n}{p}$, od

in altre parole, per ciò che si riferisce al calcolo delle proporzioni, si muove il cilindro *d* finchè il denominatore venga a trovarsi di fronte all'indice fisso, indi si colloca l'indice mobile contro uno dei fattori dei numeratore: si muove poi il cilindro finchè l'indice fisso venga a presentare l'altro fattore e si legge il risultato dell'operazione ad uno degl'indici mobili.

Ai riguardi poi del numero delle cifre, delle quali si dee realmente tener conto, fra le tavole stampate sull'asse *f* havvene una, la quale ricorda sotto forma schematica la regola a seguirsi, regola messa sotto forma assai comoda, particolarmente per il caso in cui deva operarsi sopra decimali.

Quando poi uno qualunque degl'indici mobili si trovi di contro ad un numero e quello fisso ad un altro, facendo muovere comunque il cilindro, di fronte ai due indici tenuti fissi *a* o *c* e *b* verranno sempre a trovarsi numeri i quali avranno fra loro un rapporto uguale a quello di quei due primi.

La elevazione a potenza e la estrazione di radice si

ottengono mediante l'elica calcolatoria nel modo più spiccio mercè la moltiplica diretta. Si colloca l'indice mobile superiore c di contro al numero dato e si leggono le scale n ed m . Queste insieme danno la mantissa del logaritmo del numero, mantissa alla quale dovrà aggiungersi la caratteristica: indi si moltiplica o si divide rispettivamente per l'indice della potenza o della radice. Si colloca poi il cilindro d in modo da leggere sulle scale m ed n la parte decimale del quoziente o del prodotto ottenuto. La potenza o la radice si leggono allora all'indice c .

Nel caso in cui queste ultime operazioni debbano eseguirsi sopra frazioni decimali, onde evitare l'uso di caratteristiche negative che potrebbe facilmente indurre in errori, si consiglia di operare prima una trasformazione della frazione decimale in ordinaria, ed indi eseguire il calcolo sopra la frazione così trasformata.

L'elica si presta poi a molte altre operazioni come gli strumenti congeneri, quali sairebbero, per esempio, calcoli d'interessi semplici e composti, determinazione di aree, ec.

Si è già accennato precedentemente ad una tavola, la quale trovasi stampata sull'asse f : oltre a questa ve n'ha una quantità di altre, e per molte altre ancora vi sarebbe posto sul cilindro g che ne è affatto privo nel nostro esemplare. In questo pertanto la maggior parte dei dati registrati riguarda il rapporto fra i pesi, misure e monete inglesi con quelli del sistema metrico decimale, mentre invece, laddove questo sistema è in pieno vigore, lo spazio potrebbe essere utilizzato per altri dati, per formule, per coefficienti, per costanti da scegliersi fra i più utili per quella determinata classe di studiosi o di uomini pratici, alla quale lo strumento è destinato.

Venendo poi a parlare della elica calcolatrice sotto il punto di vista della esecuzione materiale, aggiungeremo che questa lascia qualche cosa a desiderare nei suoi parti-

colari. così, per modo di esempio, l'elica essendo tracciata sopra un foglio di carta che è avvolto intorno al cilindro d , la congiunzione dei due orli non è perfetta, per cui la curva lungo questa linea presenta molte soluzioni di continuità. Negli esemplari di più recente costruzione si è mutata la forma degli indici c ed a , ma, a nostro parere, con qualche svantaggio: infatti nella nuova forma l'asta che porta la scala n poco prima di giungere all'indice c si restringe e poi si allarga con due appendici laterali, delle quali quella a sinistra costituisce l'indice vero, si restringe poscia di nuovo procedendo così fino all'estremità dove nuovamente è munita di due appendici laterali, delle quali la sinistra rappresenta ancora il secondo indice mobile. Queste appendici laterali, adattandosi per la forma circolare al cilindro d , potrebbero giudicarsi a prima giunta più opportune per la lettura, ma nella pratica questa opportunità non ci sembra confermata: il solo vantaggio che si ottiene è quello di avere l'indice più aderente al cilindro e di ottenere la lettura indicata mediante una retta anzichè mercè un punto, ma di fronte a ciò vi ha l'inconveniente che talvolta l'indice nasconde una o più cifre del numero, ed allora per la lettura è mestieri ricorrere al numero vicino; ed ancora per istimare la frazione di divisione è necessario di abituare l'occhio a paragonare la porzione che rimane scoperta con una intera precedente scoperta, anzichè con quello che ne rimane a compimento della divisione intera segnata come ordinariamente si usa.

Anche sotto il punto di vista della comodità d'uso ci sembra che lo strumento sia suscettibile di utili modificazioni: nelle sue attuali condizioni, per esempio, non può negarsi che l'impugnatura, per essere troppo breve, rende un po' impacciati nel maneggio dello strumento: inoltre a motivo delle proporzioni e del peso dello strumento, che dev'essere continuamente tenuto in mano, la esecuzione

di molti calcoli finirebbe per istancare la mano, onde ci sembra sarebbe opportuno potervi adattare una specie di morsa, la quale permettesse allo strumento di assumere quei movimenti che vi si possono imprimere tenendolo in mano, ed in pari tempo di fissarlo al tavolo sul quale si lavora. Ma su questi, come su altri particolari di minor conto, l'inventore ed il costruttore sapranno senza dubbio in progresso di tempo introdurre utili e facili perfezionamenti.

Ciò non ostante però ci sembra che lo strumento abbia in sè stesso due ostacoli, i quali si opporranno ad una grandissima diffusione, diffusione però, alla quale, ci affrettiamo a soggiungerlo, esso ci sembra possedere molti titoli. Il primo di questi ostacoli consiste nel prezzo che supera il decuplo di quello di un regolo ordinario da $0^m,26$, senza presentare, al pari di questo, caratteristiche di durata illimitata; il secondo, nel non essere, per le sue proporzioni relativamente notevoli, uno strumento portatile. L'elica calcolatoria di Fuller sarà uno strumento ricercato e preferito da quanti hanno d'uopo di eseguire molti calcoli con molta esattezza relativa e con tutta tranquillità nel proprio studio, ma il regolo logaritmico di $0^m,26$ rimane pur sempre l'ideale insuperato per l'industriale, per l'uomo d'affari, ai quali basta una modesta approssimazione, e che possono ottenere con tutta facilità e con un po' d'esercizio da uno strumento economico, e che per le sue esigue proporzioni può essere loro compagno indivisibile.