

IL MUSEO
DELLE SCIENZE E DELLE ARTI

92159

IL MUSEO

DELLE

SCIENZE E DELLE ARTI

OPERA

DEL

DOTT. DIONIGI LARDNER

PROF. EMERITO DI FISICA E ASTRONOMIA AL COLLEGIO DELL'UNIVERSITA' DI LONDRA,
DOTTOR IN LEGGE DELLE UNIVERSITA' DI CAMBRIDGE E DI DUBLINO,
MEMBRO DELLE SOCIETA' REALI DI LONDRA E DI EDIMBURGO, ECC., ECC.

PRIMA TRADUZIONE ITALIANA DALL'ORIGINALE INGLESE

CON NOTE ED AGGIUNTE

ILLUSTRATA DA CIRCA 1200 INCISIONI

ORDINAMENTO DELL'OPERA

Vol. I. La Terra. — Vol. II. Il Cielo. — Vol. III. Fisica.

Vol. IV. Meccanica e industria

Vol. V. Mezzi di comunicazione. — Vol. VI. Storia naturale.

Vol. IV.

MECCANICA E INDUSTRIA

MILANO

DOTT. FRANCESCO VALLARDI, TIP.-EDITORE

NAPOLI

Strada Sant'Anna dei Lombardi, N. 27.

PALERMO

Corso Vittorio Emanuele, N. 392.

PROPRIETÀ LETTERARIA

Tip. del Dott. Francesco Vallardi.

SOMMARIO DELL'OPERA

GLI OROLOGI.

CAPITOLO PRIMO. — 1. Bisogno generale di istrumenti per misurare il tempo. — 2. Mancanza di misure naturali per brevi intervalli. — 3. Misure approssimative dedotte dalle ombre. — 4. Orologi solari. — 5. Costrutti diversamente secondo i diversi luoghi. — 6. Primi orologi solari. — 7. Clessidra od orologio ad acqua. — 8. Orologio a rena o a polvere. — 9. Cronometro a mercurio. — 10. Orologi a pendolo — loro parti principali. — 11. Forza regolatrice del pendolo. — 12. Isocronismo delle oscillazioni. — 13. Analisi di un'oscillazione. — 14. Verificazione sperimentale dell'isocronismo. — 15. La forza motrice mantiene le oscillazioni. — 16. L'oscillazione non è dipendente dal peso del pendolo. — 17. Il tempo dell'oscillazione varia colla lunghezza. — 18. Analisi del movimento della lente del pendolo. — 19. Come il pendolo governi le lancette o gli indici. — 20. Produce un moto intermittente. — 21. Il movimento del pendolo mantenuto dalla forza motrice. . . pag. 4

CAPITOLO SECONDO. — 22. Azione del pendolo sullo scappamento. — 23. Diverse misure di movimento degli indicatori o lancette dell'orologio prodotte dai denti delle ruote e dei rocchetti. — 24. Metodo per fare i rocchetti. — 25. Azione reciproca delle ruote dentate. — 26. Ruote e rocchetti. — 27. Ruote a corona e a squadra. — 28. Peso applicato come forza motrice. — 29. Perché le lancette non girino a ritroso quando si carica l'orologio. — 30. Molla. — 31. La sua forza è variabile. — 32. La piramide. — 33. Bilancia. — 34. Le sue vibrazioni sono uniformi. — 35. Spiegazione generale di un orologio. — 36. Di un orologio mosso da un peso. — 37. Metodo di regolare il ritmo. . . pag. 18

CAPITOLO TERZO. — 38. Metodo di regolare il bilanciere. — 39. Scappamento ordinario. — 40. Scappamento a cilindro. — 41. Doppio. — 42. A leva. — 43. Staccato. — 44. Meccanismo conservatore di un orologio mosso da un peso. — 45. Di un orologio mosso da una molla. — 46. Peso o molla e pendolo e bilancia variamente combinati. — 47. Orologi e cronometri. — 48. Cronometri per la marina. — 49. Cronometri stabili. — 50. Soneria . . . pag. 35

LE TROMBE IDRAULICHE.

1. Metodi più antichi di innalzar acqua. — 2. La secchia. — 3. Il tornio colla fune. — 4. Due secchi e una carrucola. — 5. Maniera di applicarvi la forza animata. — 6. Come in questo congegno la fune si equilibri da sé. — 7. Tromba elevatoria. — 8. Tromba elevatoria e premente mossa da una forza animata. — 9. Varie sortite di valvole. — 10. Valvole a linguetta. — 11. Valvole coniche. — 12. Valvole sferiche. — 13. Tromba aspirante. — 14. Analisi del suo modo di operare. — 15. Tromba premente. — 16. Idem con serbatoio d'aria. — 17. Idem con cilindro massiccio. — 18. Tromba premente a doppio effetto. — 19. Tromba da inaffiare i giardini. — 20. Tromba da incendio. — 21. Tromba a catena. — 22. Prosciugamento delle miniere . . . Pag. 53

MACCHINE A VAPORE.

CAPITOLO PRIMO. — 1. Macchine a vapore — 2. Costano di due parti principali. — 3. Caldaje. — 4. Materiale adoperato nella loro costruzione. — 5. Apparecchio alimentare. — 6. Importanza di mantenere ad un opportuno livello l'acqua nella caldaja. — 7. Vapore umido e asciutto. — 8. Resistenza che oppone agli stantuffi la schiuma trascinata dal vapore. — 9. Mezzi di verificare il livello dell'acqua nella caldaja. — 10. Apparatii alimentarii che funzionano da sé. — 11. Valvole di sicurezza. — 12. Manometro a mercurio. — 13. Focolare. — 14. Metodo più conveniente di alimentare il focolare. — 15. È seguito di rado. — 16. Invenzione, per introdurre il combustibile sulle grate del focolare Pag. 71

CAPITOLO SECONDO. — 17. Metodo di regolare l'attività del fornello. — 18. In qual maniera si faccia produrre al vapore un effetto meccanico. — 19. Il cilindro e lo stantuffo. — 20. Stantuffi metallici. — 21. Calcolo della forza che fa muovere lo stantuffo. — 22. Trasmissione di questa forza. — 23. Asta dello stantuffo. — 24. Robinetti, valvole e valvole a cassetto. — 25. Come funzionino. — 26. Corsa dello stantuffo. — 27. Pressione effettiva. — 28. Distribuzione del vapore al cilindro. — 29. Colle valvole — 30. Coi cassetti. — 31. Cassetti di Seaward. — 32. Robinetti semplici. — 33. Robinetto a quattro fori. — 34. Macchine a bassa e ad alta pressione, o più propriamente a condensazione e senza condensazione. — 35. Inconvenienti di queste ultime e vantaggi che li compensano. — 36. Macchine a condensazione. — 37. Condensatore. — 38. Tromba ad aria. — 39. Tromba ad acqua fredda. — 40. Tromba ad acqua calda Pag. 89

CAPITOLO TERZO. — 41. Meriti comparativi delle due specie di macchine. — 42. Varii metodi di trasmettere il movimento. — 43. Descrizione d'una macchina fissa. — 44. Il moderatore. — 45. L'eccentrico. — 46. Il volante. — 47. Il parallelogrammo. — 48. Indicatore e barometro. — 49. Come si calcoli la forza effettiva che muove lo stantuffo. — 50. Questo metodo non è ritenuto abbastanza esatto. — 51. Indicatore. — 52. Modo di registrarne le posizioni. — 53. Sua applicazione alla ricerca della forza effettiva. — 54. Contatore di Watt. — 55. Conclusione Pag. 108

NAVIGAZIONE A VAPORE.

CAPITOLO PRIMO. — 1. Gli inventori della navigazione a vapore erano incerti. — 2. Primi battelli a vapore sull'Hudson e sulla Clyde. — 3. I battelli a vapore atti a tenere il mare sono dovuti ai meccanici Inglesi. — 4. Progressi della navigazione a vapore dal 1812 al 1837. — 5. Progetti di battelli a vapore sull'Atlantico. — 6. Non si poteva porre in dubbio la possibilità astratta del viaggio. — 7. Il viaggio era già stato compiuto da due battelli a vapore. — 8. Esito di quei progetti. — 9. Progetto di Cunard. — 10. Sussidii pecuniarii accordati annualmente dal Governo Inglese alla Compagnia del Sig. Cunard. — 11. Esito dei progetti di Cunard. — 12. Ulteriori perfezionamenti della navigazione a vapore. — 13. Compagnia delle navi a vapore delle Indie Occidentali. — 14. Probabile applicazione delle navi a vapore ai bisogni generali del commercio. — 15. Intendimento a cui si deve mirare in conseguenza del loro ulteriore perfezionamento. — 16. Misure che si devono adottare. — 17. La potenza ausiliaria del vapore solo mezzo probabile di conseguire lo scopo. — 18. Altra considerazione da aversi presente. — 19. Vantaggi dei motori subacquei. — 20. I bastimenti da guerra richiedono una più propria applicazione della potenza del vapore. — 21. La marina mercantile a vapore può servire alla difesa nazionale. — 22. Principii delle macchine a vapore marine. — 23. Motori. — 24. Ruote a pale ed elici. — 25. Disposizione delle ruote a pale. — 26. Albero delle pale. — 27. Distribuzione generale delle macchine a vapore marine. pag. 127

CAPITOLO SECONDO. — 28. Disposizione della camera della macchina: sono omissi il moderatore ed altri organi regolatori. — 29. Caldaje a condotti e caldaje tubulari. — 30. Struttura delle caldaje a condotti. — 31. Caldaje tubulari. — 32. Prove di igne.

ranza in meccanica. — 33. Numero e dimensioni dei tubi. — 34. Incrostazioni prodotte dall'acqua di mare. — 35. Necessità di un indicatore del grado di concentrazione della dissoluzione di sale nella caldaja. — 36. Indicatori areometrici. — 37. Indicatori termometrici. — 38. Invenzione di Seaward. — 39. Trombe d'acqua di mare. — 40. Espulsione dell'acqua salsa. — 41. Modo di staccare i sedimenti dalle pareti della caldaja. — 42. Effetti di corrosione. — 43. Efficacia ed economia del combustibile. — 44. Rivestitura coibente della caldaja e dei tubi Pag. 144

CAPITOLO TERZO. — 45. Economia del combustibile. — 46. Larghezza e profondità del fornello. — 47. Vantaggio dell'espansione. — 48. Macchine Siamesi. — 49. Disposizione semplificata. — 50. Numero e posizioni dei cilindri. — 51. Proporzione fra il diametro e la corsa. — 52. Macchine a cilindri oscillanti. — 53. Macchine del Peterhoff. — 54. Organi motori. — 55. Le ruote a pale comuni. — 56. Pale snodate. — 57. Ruote a pale di Morgan. — 58. Pale a gradini di Field. — 59. Ruote a pale Americane. — 60. Inconvenienti pratici delle pale snodate. — 61. Proporzioni delle macchine marine. — 62. Motori sommersi. — 63. Loro svantaggi. — 64. Motori ad elice. — 65. Passo dell'elice e scorrimento. — 66. Maniera di montare i motori ad elice. — 67. Loro varie forme Pag. 152

CAPITOLO QUARTO. — 68. Effetto della reazione dell'elice sulla nave. — 69. Sue migliori proporzioni pratiche. — 70. Passo variabile. — 71. Vantaggi relativi dell'elice e delle ruote a pale. — 72. Loro effetti nei lunghi viaggi di mare. — 73. Esperimenti fatti col *Rattler* e coll'*Aletto*. — 74. Continuazione di questi sperimenti. — 75. Sperimenti dell'Amiragliato inglese. — 76. Rapporto del Governo. — 77. Applicazione dell'elice alla marina commerciale. — 78. Applicazione dell'elice alle navi della Posta. — 79. Azione cogli ingranaggi e diretta. — 80. Macchina ad ingranaggi. — 81. Ingranaggi interni di Fairbairn. — 82. Ripartizione della forza su diversi cilindri. — 83. Come siano difesi dai proiettili. — 84. Moto delle cassette. — 85. Velocità relative dell'elice e della nave. — 86. Macchina del *Great Britain*. — 87. Macchine dell'*Arrogant* e dell'*Encounter*. — 88. Varie forme di macchine ad elice. — 89. Sezione trasversale del paecchotto a vapore ad elice di Sua Maestà Britannica. — 90. Potenza ausiliaria del vapore. — 91. Effetti dei bastimenti ad elice contro i venti di fronte. — 92. Forza in cavalli nominale ed effettiva. — 93. Tavole ufficiali della forza della marina a vapore inglese. Pag. 181

LA LOCOMOTIVA.

CAPITOLO PRIMO. — 1. È famigliare a chiunque. — 2. Il suo meccanismo in generale non è inteso. — 3. Oggetto di questo trattato. — 4. Due maniere di far muovere i carri a ruote. — 5. Come sia messa in moto la locomotiva. — 6. Azione della asta dello stantuffo sulle ruote. — 7. Punti morti. — 8. Azione ineguale. — 9. Come vi si rimedii. — 10. Come le aste degli stantuffi sieno collegate colle ruote. — 11. Le ruote sono fisse alle rispettive sale. — 12. Forma della locomotiva. — 13. Ruote motrici. — 14. Ruote accoppiate. — 15. Consumo del vapore. — 16. L'efficacia della macchina dipende dalla forza di vaporizzazione della caldaja. — 17. Cassa del fuoco. — 18. Tubi che traversano la caldaja. — 19. Combustibile. — 20. Tubo di sfogo. — 21. Tender. — 22. Projezioni, spaccati e loro descrizioni Pag. 201

CAPITOLO SECONDO. — 23. Velocità. — 24. Dote di locomotive. — 25. Quali annotazioni si avrebbero a fare della struttura e delle qualità della macchina. — 26. Causa della rinnovazione delle locomotive inglesi. — 27. Viaggio medio delle locomotive. — 28. Le locomotive hanno bisogno di riposare. — 29. Spesa per ripararle ed accenderle. — 30. Macchine di riserva. — 31. Macchine di rinforzo. — 32. Tempo per cui si tengono ferme in aspettamento. — 33. Economia del combustibile. — 34. Registro del consumo. — 35. Pochezza del servizio utile ottenuto. — 36. Sulle ferrovie del Belgio. — 37. Su altre linee del continente. — 38. Sulla linea Londra e Nord-Ovest. — 39. I confronti delle varie linee non ben istituiti. — 40. Legittimi termini di paragone. — 41. Grandezza della dote di locomotiva che si richiede. — 42. Introito sporco delle ferrovie europee nel 1850. — 43. Viaggio compiuto sulle medesime. — 44. Loro grande incremento da quell'epoca. — 45. Enorme consumo di carbone. — 46. Viaggi percorsi dai treni dei passeggeri e delle merci. Pag. 219.

MACCHINE ELETTRICOTRICI.

1. Prospetto di miglioramenti derivati ai motori dall'applicazione dell'elettricità. — 2. Esempio della sua applicazione pratica nel laboratorio del sig. Froment, costruttore di strumenti matematici a Parigi. — 3. Menzione fattane nel catalogo della grande Esposizione nell'Hyde Park. — 4. Proprietà degli elettro-magneti. — 5. Trasmissione e interruzione alternata della corrente. — 6. Come si possa produrre così una forza motrice. — 7. Pile voltaiche adoperate dal sig. Froment. — 8. Forme delle sue macchine elettro-motrici. — 9. Dettagli della loro costruzione. — 10. Regolatore che vi è applicato. — 11. Loro applicazione alla divisione degli archi graduati degli strumenti di fisica. — 12. Loro mirabile maniera di funzionare da sé. — 13. Applicazione dei motori elettrici al telegrafo del sig. Froment. — 14. Scritture microscopiche. — 15. Orologi elettrici. Pag. 237

IL TORCHIO DA STAMPA.

- CAPITOLO PRIMO. — 1. I perfezionamenti dell'arte della stampa non furono promossi dai letterati e dagli scienziati. — 2. Significato generale della parola stampare. — 3. Stampa per mezzo di modelli in rilievo. — 4. Maniera di intagliare la forma. — 5. Antichità di quest'arte. — 6. Invenzione dei tipi mobili. — 7. Utilità dei tipi mobili per stampare successivamente dei libri o delle parti di un libro. — 8. Processo dello stampare. — 9. Composizione. — 10. Quadrati. — 11. Ufficio del telaio. — 12. Metter sopra. — 13. Lettura e correzione. — 14. Successive operazioni per stampare. — 15. Dare la tinta. — 16. Rulli dell'inchiostro. — 17. Torchio di Stanhope. — 18. Macchine da stampare. — 19. Loro descrizione generale. — 20. Macchine da stampa semplici. — 21. Macchine da stampa a doppia azione. — 22. Prospettiva e descrizione della macchina da stampa a doppia azione di Applegath e Cowper. Pag. 255

- CAPITOLO SECONDO. — 23. Macchine del Times nel 1814. — 24. Loro perfezionamento. — 25. Macchine attuali del Times. — 26. Macchina di Marinoni per stampare i giornali. — 27. Macchina di Marinoni da stampar libri. — 28. Giornali. — 29. Rettilatori. — 30. Novelliere di corte. — 31. Corrispondenti stranieri. — 32. Statistica dei giornali. Pag. 273

DISEGNO ED INCISIONE MICROSCOPICI.

- CAPITOLO PRIMO. — 1. Ammirabile precisione nella minuta struttura degli oggetti naturali. — 2. Cornea dell'occhio d'una mosca. — 3. Numero degli occhi dei differenti insetti. — 4. Sorprendente precisione di oggetti artificiali. — 5. Inchiesta di tali oggetti da parte dei microscopisti. — 6. Classificazione di tali oggetti artificiali. — 7. Scale microscopiche. — 8. Metodo di incidere. — 9. Come si adoperano alla misura degli oggetti microscopici. — 10. Loro minutezza. — 11. Scale di Monsieur Froment. — 12. Sistemi di scale fra loro rettangolari. — 13. Fili microscopici. — 14. Necessità di tipi microscopici. — 15. Oggetti di confronto. — 16. Tipi telescopici. — 17. Nebulose e gruppi di stelle. — 18. Loro apparenza nei differenti telescopii; telescopii di Herschel e di lord Rosse. — 19. Nebulosa rimarchevole descritta da Herschel. — 20. Veduta diversamente da lord Rosse. — 21. Tipi microscopici. — 22. Accresciuta potenza dei microscopii. — 23. Il Lepisma saccharina. — 24. Il Podura. Pag. 293

- CAPITOLO SECONDO. — 25. Gli oggetti naturali di confronto non sono invariabili. — 26. Questi oggetti naturali di confronto sono tipi imperfetti. — 27. Lamine di confronto di Nobert. — 28. Grado di avvicinamento delle loro linee. — 29. Loro uso. — 30. Errore manifesto a loro riguardo. — 31. Incisioni microscopiche di Froment. — 32. Maniera di eseguirle. — 33. Varie maniere di disegni microscopici.

- Disegni fatti col metodo dei quadrati. — 35. Disegni del dott. Goring. — 36. Struttura e metamorfosi degli insetti. — 37. Insetto effimero. — 38. Larva di questo insetto. — 39. Suoi organi respiratorii. — 40. Sua struttura generale. — 41. Sua mobilità. — 42. Stato di crisalide. — 43. Insetto perfetto. — 44. Produzione e deposizione delle uova e sua morte. — 45. Si può differirne la morte, ritardando la deposizione delle uova. — 46. Essi non prendono alimento. — 47. Loro numero sterminato; i loro corpi si adoperano come letame. Pag. 310

- CAPITOLO TERZO. — 48. Lo scarafaggio. — 49. Sua larva. — 50. Sua figura nelle dimensioni naturali. — 51. Copia in dimensioni ingrandite disegnata dal dott. Goring. — 52. Nascita dello scarafaggio dall'uovo. — 53. Larva dell'insetto piccolo. — 54. Sua voracità e maniera di cacciare la preda. — 55. Descrizione de'suoi organi. — 56. Sua crisalide. — 57. Scarafaggio acquatico. — 58. Zanzara. — 59. Metodo di disegno del dott. Goring. — 60. Disegni fatti colla camera lucida. — 61. Sezione della cute umana; glandole e vasi del sudore. — 62. Insetto della scabbia. — 63. Maniera di procurarselo. Pag. 328

- CAPITOLO QUARTO. — 64. Struttura dell'insetto della scabbia. — 65. Suoi costumi. — 66. Insetto della scabbia delle bestie. — 67. Sua forma e sua struttura. — 68. Difetti che ponno presentare i disegni fatti colla camera. — 69. Fotografie microscopiche. — 70. Dagherotipi microscopici dei signori Donné e Foucault. — 71. Descrizione del sangue. — 72. Corpuscoli rossi e bianchi. — 73. Disegno al dagherotipo ingrandito di una goccia di sangue. — 74. Grandezza dei corpuscoli. — 75. Causa del color rosso del sangue. — 76. Corpuscoli degli animali inferiori. — 77. Globuli bianchi. — 78. Granelli bianchi. — 79. I globuli bianchi si convertono nei corpuscoli rossi. — 80. I corpuscoli rossi si sciolgono. — 81. Circolazione del sangue. — 82. Maniera di dimostrarla nella lingua d'una rana. — 83. Modo di distinguere le arterie dalle vene. — 84. Sistema vascolare della lingua. — 85. Glandole mucose. — 86. Latte; sua composizione. — 87. Aspetto ingrandito d'una goccia di latte. — 88. Globuli del burro. — 89. Il numero ne è variabile. — 90. Analisi del latte di differenti animali. — 91. Copia di burro nel latte di donna. — 92. Analogia del latte col sangue. — 93. Importanza della qualità del latte. — 94. Determinazione della ricchezza del latte. — 95. Arcometro di Quevenne applicato al latte. — 96. Erroneo. — 97. Lattoscopia di Donné. — 98. Risposta alle obiezioni contro di esso. — 99. Frodi dei venditori di latte. — 100. Primo latte e secondo latte. — 101. Disegni fotografici incisi da sé stessi. Pag. 345

L'ARTE DEL VASAJO.

- CAPITOLO PRIMO. — 1. Antichità di quest'arte; pregio che le si annette. — 2. Materie prime e modo di porle in opera. — 3. Allusioni degli antichi scrittori a quest'arte. — 4. Ruota da vasajo. — 5. Antichi disegni delle catacombe di Tebe. — 6. Metodi usati dai vasai 1900 anni prima di Gesù Cristo. — 7. Omero ed i vasai di Samo. — 8. Antiche tombe, presso Napoli, contenenti vasellami. — 9. Prove della loro antichità. — 10. Veduta di una tomba della Campania coi suoi vasi. — 11. Sepolcri germanici. — 12. Coppa di Arcesilao. — 13. Gli antichi vasai greci. — 14. Tradizioni cinesi intorno all'arte del vasajo. — 15. Vasi cinesi rinvenuti in Tebe. — 16. Porcellane del re Te-Tching. — 17. Metodo usato al presente dai vasai cinesi. Pag. 365

- CAPITOLO SECONDO. — 1. metodi cinesi. — 2. Materie adoperate. — 3. Il petung-ise ed il kaolin. — 4. Impasto e ruota. — 5. Forni. — 6. La majolica in Spagna. — 7. L'italiano Luca della Robbia. — 8. Pala per altare eseguita da questo artista. — 9. Fabbricazione. — 10. Metodi de' vasai italiani. — 11. Doni reali. — 12. Decadenza dell'arte in Italia. — 13. Arte del vasajo in Francia; Bernardo di Palissy. — 14. Suo carattere e persecuzioni a cui andò soggetto; sua morte. — 15. Palissy ed Enrico III alla Bastiglia. — 16. Stile delle sue opere. — 17. La Bella-Gardiniera. — 18. Origine delle officine dello Staffordshire. — 19. Scoperta della vernice di sale. — 20. I fratelli Elers di Nuremberg. — 21. Astbury scopre l'uso della silice. — 22. Origine e carattere di Giosia Wedgwood. Pag. 382

- CAPITOLO TERZO. — 1. Perfezionamenti introdotti da Wedgwood. — 2. Vantaggi commerciali risultanti dalle fabbriche di vasellami. — 3. Storia della porcellana chi-

nese. — 4. Sua prima importazione in Europa. — 5. Plasticità della materia prima. — 6. Perfezione delle sue forme. — 7. Pagoda di Nankin. — 8. Forme dei vasi. — 9. Figura chiamata *Pou-sa*. — 10. Scoperta della materia da porcellana in Europa. — 11. Origine e storia di Bottger. — 12. Suoi lavori in Sassonia. — 13. Sua pignonia. — 14. Si stabilisce in Dresda. — 15. Suoi primi lavori. — 16. Terra bianca di Schnorr. — 17. Scoperta del caolino sassone. — 18. Stabilimento della officina reale in Meissen. — 19. Strane misure poste in opera affine di assicurarsi del segreto. — 20. Aneddoto di Brongniart. — 21. Morte di Bottger. — 22. Analisi della pasta di Dresda. — 23. Stile della porcellana di Dresda. — 24. Figure grottesche. — 25. Il segreto traspira. — 26. Ringler in Höchst. — 27. Paolo Becker. — 28. Fondazione della officina regia di Baviera. — 29. Fabbriche degli altri Stati germanici. — 30. La pasta tenera di Sèvres. — 31. Suoi difetti. Pag. 399

CAPITOLO QUARTO. — 1. Significazione dell'epiteto *tenera* applicato alla porcellana. — 2. Qualità speciale di questa porcellana. — 3. L'arte di farla si conosce ancora. — 4. Origine della Manifattura di Sèvres. — 5. Sforzi per scoprire il caolino; Paolo Hannong. — 6. Scoperta del caolino di Limoges. — 7. Aneddoto di Madama Darnet. — 8. Porcellana inglese di Bow, Derby e Worcester. — 9. Argilla da porcellana di Cornovaglia. — 10. Proprietà della vera porcellana. — 11. Vassellame di creta renosa. — 12. Causa della trasparenza. — 13. Distinzione fra la porcellana dura e la tenera. — 14. Porcellana tenera inglese. — 15. Preparazione dell'argilla. — 16. Porcellana applicata alla statuaria. — 17. Metodo di fabbrica. — 18. Metodo per colorire la porcellana. — 19. Disegni colorati sui prodotti comuni; *press printing* e *bat printing*. — 20. Marche distintive delle manifatture. — 21. Varie e recenti applicazioni dell'arte Pag. 418.

CAPITOLO QUINTO. — 1. Processo del gettare. — 2. Del tornire. — 3. Del modellare. — 4. Del tornire e del modellare combinati insieme. — 5. Della vernicie. — 6. Cottura del biscotto. — 7. Forni. — 8. Forni di Sèvres. — 9. Statistica dell'arte del Vasajo Pag. 436

GLI OROLOGI

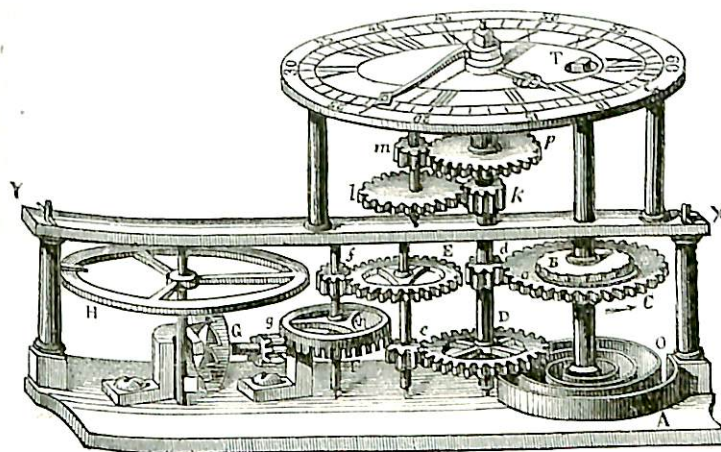


Fig. 17.

Capitolo primo.

I. Bisogno generale di strumenti per misurare il tempo. — II. Mancanza di misure naturali per brevi intervalli. — III. Misure approssimative dedotte dalle ombre. — IV. Orologi solari. — V. Costrutti diversamente secondo i diversi luoghi. — VI. Primi orologi solari. — VII. Clessidra od orologio ad acqua. — VIII. Orologio a rena o a polvere. — IX. Cronometro a mercurio. — X. Orologi a pendolo — loro parti principali. — XI. Forza regolatrice del pendolo. — XII. Isocronismo delle oscillazioni. — XIII. Analisi di un'oscillazione. — XIV. Verificazione sperimentale dell'isocronismo. — XV. La forza motrice mantiene le oscillazioni. — XVI. L'oscillazione non è dipendente dal peso del pendolo. — XVII. Il tempo dell'oscillazione varia colla lunghezza. — XVIII. Analisi del movimento della lente del pendolo. — XIX. Come il pendolo governi le lancette o gli indici. — XX. Produce un moto intermittente. — XXI. Il movimento del pendolo mantenuto dalla forza motrice.

I.

Dopo l'alimento, il vestito e l'abitazione, cose tutte assolutamente indispensabili alla vita fisica, uno dei primi bisogni d'una società che esce dalla barbarie, sono i mezzi di misurare e registrare il tempo. Nella civile società, tutte le contrattazioni di lavoro e d'ogni sorta di servizi, sono basate sul tempo. Anche trattandosi delle più alte cariche e mansioni in cui il servizio che si rende è puramente so-

ziale e intellettuale esso è ancora sempre regolato, determinato e compensato in relazione al tempo. I misuratori del tempo o cronometri figurano quindi tra le più antiche meccaniche e fisiche invenzioni.

II.

Quantunque la natura abbia forniti de' segni visibili per misurare e marcare le maggiori unità cronometriche, quali sono i giorni, i mesi, e gli anni, essa non ha però somministrata alcuna corrispondente misura delle unità minori quali sono le ore, i minuti e i secondi. Non vi sono nel firmamento segni visibili pei quali, passando dall'uno all'altro, il Sole marchi le ore e molto meno poi i minuti e i secondi. Queste ultime suddivisioni sono dunque puramente artificiali o convenzionali, per cui si dovettero immaginare de' movimenti artificiali, per misurarle e marcarle.

III.

Dapprima dividevasi il giorno approssimativamente osservando il movimento apparente del Sole dal suo nascere al suo tramonto. Conosciuta poi una volta la direzione del meridiano ossia del mezzo-giorno, e segnata con alcun fisso e visibile oggetto, conoscevasi il tempo del mezzo-giorno che è quello in cui il Sole ha la succitata direzione. Le ore prima e dopo il mezzo-giorno calcolavansi ancora a un di presso dalla posizione del Sole fra mezzo-giorno e i tempi del suo sorgere e tramontare. Questo metodo acquistò in esattezza coll'introduzione del gnomone, l'ombra del quale va a cadere su di un piano, in una direzione sempre opposta a quella del Sole. Così, al levare del Sole l'ombra è diretta verso l'ovest, essendo in allora il Sole all'est. Dalla levata del Sole fino a mezzo-giorno, l'ombra va continuamente avvicinandosi alla direzione del nord, ed a mezzo-giorno essa avrebbe esattamente questa direzione. Da mezzo-giorno alla caduta del Sole l'ombra va sempre più dirigendosi verso l'est.

Con tutto ciò egli è evidente che questo orologio solare non offre indicazioni uniformi in tutte le stagioni dell'anno, cosicchè le linee delle ore progettate, p. e., in primavera, non segnano le stesse ore anche nell'inverno o nell'estate. Senza bisogno di molte cognizioni astronomiche, egli è facile convincersi di ciò. In tempo degli equinozi il Sole leva e tramonta a sei ore, e precisamente ai punti est ed ovest; e perciò in queste stagioni le ombre segnanti le ore sei di un tal orologio solare sarebbero, pel mattino, dirette esattamente

all'ovest, e per la sera esattamente all'est. Ma col primo giorno d'estate (21 di giugno) il Sole leva e tramonta a punti dell'orizzonte moltissimo al nord dei punti est ed ovest, e a sei ore della mattina e della sera la sua situazione è al nord dei punti est ed ovest.

IV.

Un orologio solare, costruito nel modo suindicato, sarebbe, dunque, in ogni luogo, inutile come indicatore del tempo. A renderlo utile sarebbe necessario che l'ombra del gnomone o dello stilo cadesse alle stesse ore sempre nelle stesse direzioni in tutte le stagioni dell'anno. Per raggiungere questo scopo, lo stilo non deve essere verticale, ma diretto verso il polo celeste. Egli è facile a comprendere che in questo caso un piano che passasse attraverso lo stilo ed il Sole s'aggirerebbe sempre con moto uniforme intorno allo stilo per opera del movimento diurno del Sole, e che a tutte le stagioni questo piano avrebbe alle stesse ore la stessa posizione.

Egli è per questo motivo che si dà allo stilo una tale inclinazione sul piano dell'orologio solare che, quando questo è debitamente collocato, lo stilo trovasi inclinato al polo nord del cielo, per cui la sua ombra cade sulle stesse linee dell'orologio solare alle stesse ore, qualunque sia la stagione dell'anno.

V.

Egli è evidente perciò che gli orologi solari devono essere diversamente costrutti secondo le diverse latitudini dei diversi luoghi. Noi abbiamo detto in altro trattato che l'elevazione del polo celeste è eguale alla latitudine del luogo, e per conseguenza anche l'inclinazione del gnomone deve essere eguale alla latitudine del luogo dove intendesi porre l'orologio solare. Ne segue perciò che un orologio solare costruito per Londra non potrebbe servire per York, Newcastle, od Edimburgo.

La posizione del piano della meridiana su cui progettasi l'ombra del gnomone è affatto insignificante. Ciò che essenzialmente importa è la direzione del gnomone, che deve essere sempre quella del polo celeste, qualunque sia la posizione del piano dell'orologio. Così questo piano può essere orizzontale, verticale od obliquo. La sua posizione dipenderà dal luogo dove si vorrà erigere. Se questo è uno spazio aperto, come un giardino od un campo liberamente esposti da tutte le parti, sarà in generale più conveniente il porlo orizzontale; in tali

casi si ha quindi l'abitudine di stabilirlo sulla sommità di una colonna di tre o quattro piedi di altezza, cosicchè possa essere facilmente osservato da una persona di ordinaria statura che gli stesse vicino. Qualche volta egli è conveniente di farlo sulla parete di un edificio quale è per esempio una chiesa, od altro. Un muro esposto a mezzodì è in questo caso il più conveniente, ma per indicare le prime ore del mattino in primavera ed estate, richiederebbsi l'esposizione di levante, e a segnare quelle tarde della sera sarebbe necessario fosse esposto ad occidente.

Dove si costruiscono questi orologi verticali si usa spesso stabilirne contemporaneamente su diverse pareti dello stesso edificio.

Qualunque sia la posizione del piano dell'orologio solare, la posizione delle linee delle ore su di esso è materia di semplice calcolo tecnico, pel quale sono necessarie le formole e i principii della trigonometria sferica, ma che non è accompagnato da alcuna difficoltà.

Devesi però osservare che generalmente le linee delle ore sono inclinate le une verso le altre ad angoli ineguali, come si può vedere ispezionando qualche ordinario orologio solare o meridiana. Non vi è che una sola posizione da darsi al piano di essa perchè le linee delle ore facciamo angoli eguali fra di loro. Questa posizione dovrebbe essere ad angoli retti col gnomone, ed una meridiana così costrutta sarebbe conveniente per ogni luogo, qualunque fosse la sua latitudine. Tutto ciò che è necessario, è di collocarla in modo che il gnomone sia diretto al polo celeste. Il Sole, però, risplenderebbe alla parte superiore o settentrionale del gnomone durante la primavera e l'estate, e dalla parte inferiore o meridionale durante l'autunno e l'inverno. Sarebbe perciò necessario marcare le linee delle ore, ed erigere un gnomone su amendue le parti.

VI.

Il nome di meridiana deriva dalla parola latina *dies*, giorno, e l'invenzione e l'uso di essa come indicatore del tempo è antichissimo. Secondo Erodoto quest'invenzione fu portata in Grecia dalla Caldea. La prima meridiana di cui faccia menzione la Storia è l'emisfero di Beroso, che supponesi aver vissuto 540 anni avanti Cristo.

VII.

I primi tentativi di misurare il tempo coi movimenti artificialmente prodotti, consistettero nel far uscire un fluido con getto con-

tinuo attraverso di una piccola apertura praticata nel tubo di un imbuto, misurandosi il tempo dalla quantità del fluido uscito. La clessidra, od orologio ad acqua degli antichi, era costrutta in tal modo. Questo e l'orologio solare furono i soli istrumenti inventati od usati dagli antichi per la misura del tempo.

Le clessidre furono inventate dagli Egiziani ed erano usate comunemente sotto il regno de' Tolomei. In Roma si usavano gli orologi solari nella state e le clessidre nell'inverno. Questi istrumenti sebbene soggetti a difetti assai ovvii, erano ciò nullameno, adoperati con industria, suscettibili di considerevole esattezza, come può facilmente persuadersi sapendo che prima della invenzione degli orologi, essi erano i solo istrumenti cronometrici usati dagli astronomi. Il principale inconveniente delle clessidre era la disuguale celerità colla quale usciva il fluido dovuta al variare della sua altezza nell'imbuto e al suo cambiamento di temperatura.

VIII.

L'ordinario orologio a polvere od a rena è da collocarsi in questa classe di istrumenti cronometrici, ma è il più imperfetto di tutti. Cionullameno per certi intenti, esso è ancora al dì d'oggi, in cui tanti progressi si fecero nell'applicazione della scienza alle arti, ritenuto il più conveniente cronometro. Il processo adoperato per accertare la velocità di un bastimento a vela od a vapore offre un esempio del suo uso. Un uomo sta nella barchetta da cui parte la funicella misurata con nodi, detta altrimenti sagola, ed un altro tiene l'orologio a polvere, e dà il segnale quando la polvere è passata tutta. Il numero dei nodi partiti dalla barchetta è il numero di miglia, per ora, percorse dal vascello. Gli intervalli fra i nodi, la quantità di rena nell'istrumento, e l'apertura attraverso della quale passa, sono in tali rapporti gli uni agli altri da dare questo risultato.

IX.

Nullostante la gran perfezione raggiunta oggidì dall'arte di costruire cronometri, un apparato fu non ha guari proposto dall'ora defunto capitano Kater per la misura di piccolissimi intervalli di tempo, frazioni di un secondo, per esempio, e questo apparato è una modificazione della clessidra. Una certa quantità di mercurio puro è versato in un imbuto munito di piccola apertura da cui esce il getto di mercurio. Questo getto si mantiene uniforme, mantenendo il mercurio del-

l'imbuto ad un costante livello. L'apparato si adopera nelle ricerche scientifiche per sapere l'esatta durata dei fenomeni, ciò che si ottiene dirigendo il getto uscente dall'imbuto, entro a un piccolo recipiente all'istante che il fenomeno da osservarsi incomincia, e deviandolo all'istante che il fenomeno cessa. Il mercurio raccolto nel recipiente viene quindi esattamente pesato, e il numero dei grani e parti di grano cui esso corrisponde in peso, diviso pel numero dei grani di mercurio che escono dall'imbuto in un secondo, dà il numero dei secondi e le frazioni di secondo, che scorsero durante il fenomeno.

X.

Negli usi ordinarij della vita civile, come nelle ricerche scientifiche, tutte queste invenzioni furono soppiantate dagli orologi, a pendolo e da tasca, il cui uso è ora così universale da costituire un articolo indispensabile di ammobigliamento anche per le più umili abitazioni, e un'appendice necessaria della persona in tutti i paesi civilizzati.

Tutte le varietà di questa divulgatissima meccanica invenzione contengono cinque parti essenziali:

1. Una forza motrice.
2. Un indicatore, dall'uniforme movimento del quale vien misurato il tempo.
3. Una scala esattamente divisa, sulla quale si muove l'indicatore e dalla quale è misurato il suo movimento.
4. Il meccanismo, dal quale vien trasmesso all'indice od indicatore il movimento procedente dalla forza motrice.
5. Un regolatore, che rende uniforme il movimento trasmesso all'indicatore, e ne determina la misura.

Così, per esempio, in un comune orologio a pesi la forza motrice è il grave sospeso mediante una cordetta ad una carrucola fissata all'asse di una ruota, alla quale il peso discendendo comunica un movimento di rotazione. L'indicatore è l'ago o lancetta, od indice. La scala è la mostra dell'orologio sulla quale le ore, i minuti, e talvolta anche i secondi sono marcati con eguali divisioni, su cui si muove l'estremità libera della lancetta. Il meccanismo è una serie di ruote, costrutte in modo che la misura di rotazione dell'ultima ruota sull'asse della quale è fissato l'ago, sia in una certa proporzione colla misura di rotazione della prima ruota, sull'asse della quale è sospeso il grave. E se, come avviene generalmente, sonvi due o tre aghi, allora le ruote sono così costrutte che mentre uno de-

gli aghi compie una rivoluzione, un altro ne fa dodici, ed il terzo sessanta durante una singola rivoluzione del secondo e perciò settecento e venti durante una singola rivoluzione del primo.

Se non vi fossero altri congegni, il peso, in tale apparato, scenderebbe con una velocità sempre crescente, e comunicherebbe perciò agli aghi un movimento di rotazione sempre più rapido, che per conseguenza non servirebbe come misura del tempo. Questo inconveniente è rimosso per l'aggiunta di un pendolo e di una ruota sulla quale esso agisce chiamata: scappamento. È proprietà del pendolo che le sue oscillazioni si effettuino necessariamente sempre in tempi eguali, e la sua connessione collo scappamento è tale che un dente di questa ruota, e non più, passa superiormente al pendolo durante ciascuna oscillazione a destra ed a sinistra. Ma questo stesso scappamento forma parte di una serie di ruote per le quali la prima ruota, mossa dal peso che discende è connessa colle ruote che muovono gli aghi, e per conseguenza, regolando e rendendo uniforme il movimento di questo scappamento, il pendolo regola e rende necessariamente uniforme il movimento dell'intero apparato.

L'istrumento così disposto imparte dunque un moto uniforme di rotazione ad ognuno degli aghi, ma ciò non basta a renderlo un conveniente misuratore del tempo. Egli è necessario che il movimento degli aghi abbia alcuna definita e semplice relazione alla naturale e convenzionale divisione del tempo in giorni, ore, minuti e secondi. A questo intento richiedesi non solo che gli aghi si muovano uniformemente, ma che il primo o il più lento di essi, faccia due complete rivoluzioni in un giorno od una singola rivoluzione in dodici ore; e, quale necessaria conseguenza di ciò, che il secondo faccia una singola rivoluzione in un'ora, ed il terzo in un minuto.

XI.

Da ciò che si è detto risulta chiaramente che l'attuale misura di movimento comunicato agli aghi sarà determinata dalla misura di oscillazione del pendolo. Venne dimostrato che per ogni oscillazione, a destra ed a sinistra, del pendolo, passa un dente dello scappamento; e se quest'ultimo ha trenta denti, e se il pendolo impiega un secondo ad effettuare una singola oscillazione, farà fare allo scappamento una completa rivoluzione intanto che esso fa trenta oscillazioni da destra a sinistra e trenta da sinistra a destra, cioè in sessanta secondi ossia in un minuto primo; così che se l'asse del terzo ago fosse in questo caso fissato sull'asse dello scappamento, quest'ago farebbe una completa

rivoluzione in un minuto, e per conseguenza il secondo farebbe una completa rivoluzione in un'ora, ed il terzo in dodici ore. Con ciò sarebbesi adempiuto alle richieste condizioni.

A rendere completa la spiegazione della proprietà regolatrice del pendolo, sarà sufficiente dimostrare: — 1.^o che il tempo di vibrazione deve essere sempre rigorosamente lo stesso nello stesso pendolo; 2.^o che questo tempo può rendersi più breve o più lungo variando la lunghezza del pendolo, così che può sempre essere costruito un pendolo che compia un'oscillazione in un secondo, o in mezzo secondo, o in qualsivoglia dato tempo; e 3.^o che la connessione del pendolo collo scappamento può essere effettuata in modo, che il movimento dell'ultimo sia governato dalle vibrazioni del primo, nel modo già descritto.

Un pendolo consiste in una massa pesante, dalla sua forma ordinaria, chiamata *Lente*, attaccata ad una verga, l'estremità superiore della quale sta su di un punto di sostegno in modo da avere il minore attrito possibile. Tale strumento rimane fermo quando il suo centro di gravità è in linea verticale immediatamente al di sotto del punto di sospensione o sostegno. Ma se il centro di gravità vien deviato dall'una o l'altra parte indi si abbandoni a sè stesso, il pendolo oscillerà descrivendo alternativamente un arco circolare dall'una e l'altra parte del punto in cui trovavasi fermo. Se non vi fosse attrito nè resistenza atmosferica, questo movimento di vibrazione od oscillazione dall'uno e l'altro lato della posizione di equilibrio continuerebbe per sempre; ma in conseguenza degli effetti combinati di queste resistenze, le distanze alle quali il pendolo oscilla da una parte e dall'altra diminuiscono continuamente, finchè dopo un lasso od intervallo di tempo più o meno protratto, si ferma.

XII.

Dicesi che Galileo, ancor giovane, attraversando le navate di una chiesa in Pisa, osservasse pendere dalla sommità della volta una lampada la cui posizione era stata accidentalmente sturbata, e che trovavasi per conseguenza in uno stato di oscillazione. Il giovane filosofo, contemplandone il movimento, venne colpito da ciò, che, sebbene l'ampiezza delle sue vibrazioni diminuisse continuamente avvicinandosi allo stato di quiete, i tempi di esse vibrazioni erano sensibilmente eguali, il moto divenendo più lento col divenire più limitato il campo delle oscillazioni. Da ciò dedusse quella proprietà del pendolo che si esprime colla parola *isocronismo*, in virtù del quale le vibrazioni in archi più o meno lunghi o brevi si effettuano in tempi eguali.

Sebbene però, come tosto dimostreremo, i pendoli posseggano questa proprietà quando gli archi delle vibrazioni sono piccolissimi, essi non continuano a manifestarla quando il campo della vibrazione diviene più considerevole.

XIII.

A semplificare l'esposizione dell'importante teoria del pendolo, sarà conveniente, dapprincipio, considerarlo come un composto di una massa pesante di piccola mole, sospesa ad un filo, il peso del quale possa essere trascurato. Supponiamo dunque una piccola palla di piombo sospesa per un filo di seta, la lunghezza del quale sia incomparabilmente maggiore del diametro della palla di piombo. Tale congegno è denominato *pendolo semplice*.

Sia S, fig. 1., il punto di sospensione; sia SB il filo di seta pel quale la palla B è sospesa e il peso del quale, nel caso presente, trascurisi. Sia B la posizione della palla quando è in direzione verticale sotto il punto di sospensione S. In questa posizione la palla rimarrà ferma; ma se noi supponiamo la palla tratta in disparte alla posizione A, essa, abbandonata, descriverà l'arco AB il cui centro è S, e il raggio la lunghezza del filo. Arrivando in B, essa avrà acquistata una certa velocità, che in virtù della sua inerzia essa avrà tendenza a ritenere, e con questa velocità incomincerà a muoversi per l'arco BA'. Supponendo non agire nè la resistenza dell'atmosfera nè l'attrito, la palla ascenderà per l'arco BA' eguale a BA; ma perderà la velocità che ha acquistata in B; perchè egli è evidente richiedersi lo stesso spazio, e lo stesso tempo, a perdere la velocità acquistata, come ad acquistarla. Così la velocità in B acquistata nel cadere per l'arco AB, rimarrà distrutta salendo per l'arco eguale BA'. Arrivata in A', la palla si fermerà, indi cadrà di nuovo da A' in B, e in B avrà di nuovo acquistata la stessa velocità che aveva acquistata cadendo da A in B, ma in contraria direzione; per la stessa guisa può spiegarsi come questa velocità la trasporterà da B in A. Arrivata in A, la palla, si fermerà per ritornare di nuovo da A in B, e così il moto sarà continuo alternatamente tra A ed A'.

Il movimento del pendolo da A in A', o da A' in A, è chiamato un'oscillazione, ed il suo movimento fra l'uno o l'altro di questi punti

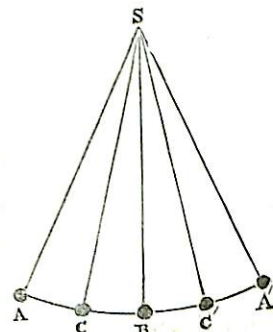


fig. 1.

e B, è chiamato *semi-oscillazione*, il movimento da B in A o da B in A' chiamasi *semi-oscillazione ascendente*, e quello da A od A' in B *semi-oscillazione discendente*.

Il tempo che passa durante il movimento della palla fra A ed A' è chiamato il *tempo di un'oscillazione*.

Egli è evidente da quanto si è detto che il tempo impiegato dalla palla a portarsi dall'una o l'altra estremità A, A', al punto B, è la metà del tempo di un'oscillazione.

Se invece di cadere dal punto A, la palla fosse caduta dal punto C, intermedio fra A e B, avrebbe allora oscillato fra C e C', due punti egualmente distanti da B, e l'arco di oscillazione sarebbe stato CC', più breve dell'arco AA'.

Ma incominciando la palla il suo movimento da C, la pendenza dell'arco pel quale essa cade verso B è evidentemente minore che incominciando a muovere da A: per conseguenza la forza che lo accelera, è, nel primo caso, minore di quella del secondo, per cui in quest'ultimo il movimento della palla sarà più rapido che non nel primo.

Il risultato di ciò è, che, sebbene l'arco AB sia più lungo dell'arco CB, il tempo che la palla impiega a cadere da A in B non sarà sensibilmente differente dal tempo che essa impiega a cadere da C in B, semprechè l'arco di oscillazione ABA' non sia considerevole.

Si suppose dapprima, come abbiamo di già esposto, che tanto per le oscillazioni più lunghe quanto per le oscillazioni più brevi, i tempi fossero assolutamente gli stessi. Esattamente parlando, però, non è così: ma se l'ampiezza dell'oscillazione AA' non eccede 5° o 6° , allora il tempo che essa impiega ad effettuarsi può essere considerato, praticamente, lo stesso come negli archi minori.

XIV.

Questo importante principio può essere facilmente verificato coll'esperienza. Suspendansi due piccole palle di piombo allo stesso punto di sostegno, ma una penda più dell'altra, così che nell'oscillare le due palle non si urtino fra loro. Ciò fatto, traggasi una delle palle dal suo punto d'equilibrio ad un angolo minore di 30° , e si abbandoni. La palla oscillerà come si descrisse più sopra. Deviisi l'altra palla dal suo punto d'equilibrio ad un angolo molto minore, ed abbandonarsi a sè stessa in modo che incominci la sua oscillazione nello stesso momento che incomincia una delle sue oscillazioni l'altra palla.

Insomma, regolisi l'esperienza in modo, che quando una palla è in A, l'altra si trovi in C; e che ambedue comincino il loro movimento discendente verso B nello stesso momento. Si troverà in allora che le loro oscillazioni saranno sincroni per un considerevole lasso di tempo, vale a dire, che le palle arriveranno in A' e C', rispettivamente, allo stesso istante; e, di ritorno, arriveranno nello stesso momento in A e C rispettivamente.

Se, in questo caso, l'oscillazione della palla A si facesse su di un arco di 10° , vale a dire di 5° per ogni lato della verticale, l'oscillazione della palla C effettuandosi su di un arco di 2° , troverebbesi che 10,001 oscillazioni dell'ultima corrisponderebbero a 10,000 oscillazioni della prima, così che l'attuale differenza fra i tempi delle loro oscillazioni non eccederebbe un diecimillesimo.

XV.

Nella pratica applicazione del pendolo, però, questo leggero deviamiento dall'assoluto isocronismo diviene insignificante; perchè si ha sempre una forza, da cui la perdita di moto prodotta dall'attrito e dalla resistenza atmosferica vien riparata, e l'ampiezza delle oscillazioni mantenuta uniforme, come dimostreremo.

XVI.

Potrebbe credersi che il tempo dell'oscillazione di diversi pendoli dipenda, più o meno, dal peso della materia che li compone, e che un corpo pesante avesse ad oscillare più rapidamente di un altro più leggero. Ma tanto la teoria che l'esperienza provano il contrario. La forza di gravità che fa oscillare il pendolo agisce separatamente su tutte le particelle che compongono la sua massa; e se la massa fosse doppia, l'effetto di questa forza su di essa sarebbe essa pure raddoppiato; e, per dirla in breve, in qualsivoglia proporzione la massa del pendolo si aumentasse o diminuisse, l'azione della forza di gravità su di essa aumenterebbe o diminuirebbe esattamente nella stessa proporzione, e per conseguenza la velocità impartita dalla gravità alla massa del pendolo sarebbe ad ogni istante la stessa.

Egli è facile a verificare ciò coll'esperienza. Suspendansi diverse piccole palle di metallo, d'avorio, e d'altri materiali con fili di seta della stessa lunghezza, e si facciano oscillare; si troverà che le loro oscillazioni sono eguali.

XVII.

Se pendoli di diverse lunghezze hanno simili archi di oscillazione, i tempi dell'oscillazione di quelli che sono più corti saranno minori dei tempi dell'oscillazione di quelli che sono più lunghi. Siano a, b, c, d , ed e , fig. 2., cinque piccole palle di piombo sospese da fili di seta al punto di sospensione S , e suppongasi che ognuna di esse formi pendoli, aventi lo stesso angolo di oscillazione. L'arco di oscil-

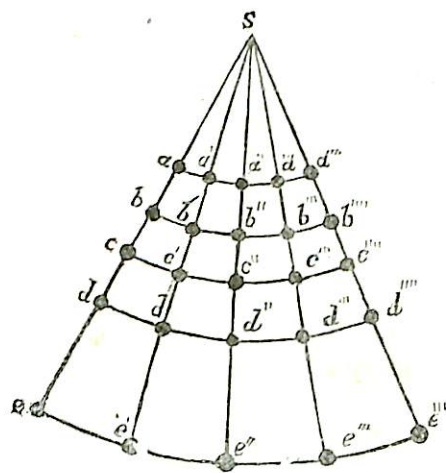


fig. 2.

lazione della palla a sarà aa'''' , quello di b , sarà bb'''' , quello di c , cc'''' , e così via. Incominciando a cadere dai punti a, b, c, d, e , verso la linea verticale, queste cinque palle sono egualmente accelerate, in quanto che gli archi circolari che esse descrivono sono tutti egualmente inclinati in questo punto alla linea verticale. Lo stesso di casi dei punti a', b', c', d', e' . Può quindi conchiudersi che, per l'intero campo di oscillazione, tutti questi cinque pendoli saranno mossi da eguali forze acceleranti.

Ora egli è dimostrato dai principj della meccanica, che quando i

corpi sono spinti dalle stesse od eguali forze acceleranti, gli spazj pei quali essi si muovono sono proporzionali ai quadrati dei tempi del loro movimento; ne segue perciò, che la lunghezza di questi archi di oscillazione sono proporzionali ai quadrati dei tempi. Ma le lunghezze dei pendoli, vale a dire l'arco aa'''' sta a bb'''' come Sa sta ad Sb , e l'arco bb'''' sta a cc'''' come Sb sta a Sc , e così di seguito. I quadrati dei tempi di oscillazione dei pendoli sono quindi come le loro lunghezze, o, ciò che è lo stesso, i tempi di oscillazione sono come le radici quadrate delle loro lunghezze. Questo principio si può facilmente verificare coll'esperienza.

Siano tre piccole palle di piombo sospese verticalmente le une sotto alle altre mediante cordoncini di seta, come è rappresentato nella fig. 3., e in tal modo che possano tutte oscillare nello stesso piano ad angoli retti al piano del diagramma, senza che i cordoncini si immischino gli uni gli altri.

Siano questi cordoncini accomodati in modo che la distanza della palla 1 sotto la linea NN sia di 1 piede, la distanza della palla 4, di 4 piedi, e la distanza della palla 9, 9 piedi.

Mettasi la palla 9 in uno stato di oscillazione in piccoli archi, e rimuovasi la palla 4 dalla sua posizione verticale, si lasci quindi in libertà in modo che incominci una delle sue oscillazioni con una oscillazione della palla 9; e nella stessa guisa si muova la palla 1 simultaneamente con una delle oscillazioni della palla 9.

Si troverà che due oscillazioni del pendolo di un piede si eseguiscono esattamente nello stesso tempo di una singola oscillazione del pendolo di quattro piedi; per conseguenza, il tempo di ciascuna oscillazione dell'ultimo sarà il doppio di quello del primo, mentre la lunghezza è quadrupla di quella del primo.

Così mentre il pendolo di un piede fa tre oscillazioni, il pendolo di 9 piedi ne farà una, e, per conseguenza, il tempo di oscillazione dell'ultimo sarà tre volte quello del primo, mentre la sua lunghezza è nove volte quella del primo.

Da questo principio si può dedurre la lunghezza di un pendolo che oscilla in un dato tempo, o il tempo dell'oscillazione di un pendolo di qualsivoglia data lunghezza, sempre che noi conosciamo la lunghezza di un pendolo che oscilla in un dato tempo.

XVIII.

Noi abbiamo sin qui supposto che il corpo del pendolo sia una massa pesante di una grandezza indefinitamente piccola, sospesa ad un filo senza peso. Queste condizioni in pratica non si verificano. Ogni lente di pendolo ha una grandezza definita, e le sue parti componenti trovansi a differenti distanze dal punto di sospensione; la verga che la sostiene è di un peso considerevole, e tutti i punti di questa verga come quelli della stessa lente, sono a differenti distanze dal punto di sospensione. Nel calcolare perciò l'effetto dei pendoli, egli è necessario tener conto di questa circostanza.

Supponiamo a, b, c, d, e, f, g , (fig. 4), essere altrettante piccole palle attaccate mediante fili indipendenti, il peso dei quali possa venir trascurato, ad un punto di sospensione S , e suppongasi che queste sette palle oscillino fra le posizioni SM ed SM' . Ora, egli è chiaro, da quanto si è detto, che queste palle oscilleranno tutte in tempi diversi, quelle che sono più vicine al punto S più rapidamente

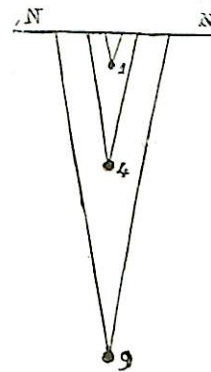


fig. 3.

di quelle che sono più distanti dal medesimo. Se, perciò, esse vengano tutte lasciate partire nello stesso momento dalla linea SM, quelle

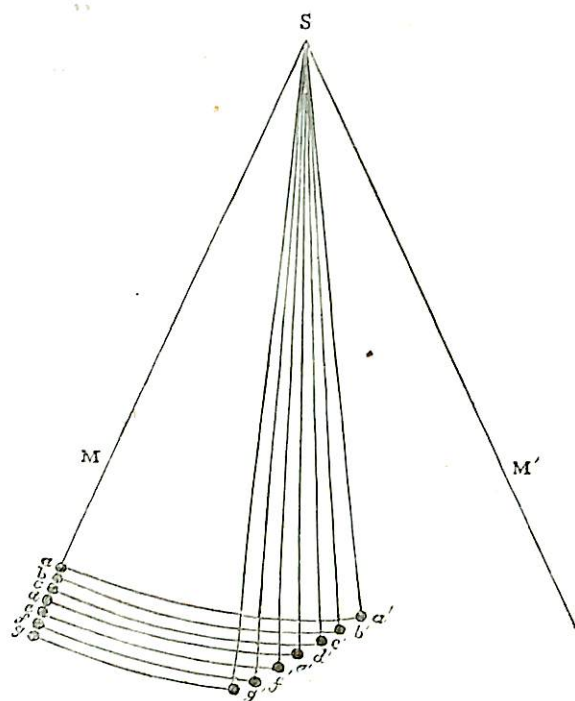


fig. 4.

sensione da fili indipendenti, noi le immaginiamo attaccate allo stesso filo, così che non possano avere alcun movimento indipendente, e trovinsi tutte sulla stessa direzione; allora è evidente, che mentre l'intera serie oscilla con movimento comune, quelle che sono più vicine al punto di sospensione avranno una tendenza ad accelerare il movimento di quelle che sono più distanti, mentre quelle che sono più distanti avranno una tendenza a ritardare il moto di quelle che sono più vicine.

Questi effetti si compensano mutualmente; *b* e *c* si muoveranno più lentamente di quello che farebbero se fossero libere, mentre *e* ed *f*, invece, si muoveranno più rapidamente. Nella serie delle palle ve ne sarà una che separerà quelle che si muovono più lentamente, della loro misura naturale, da quelle che si muovono più celermente, e una palla collocata a questo punto oscillerà esattamente come farebbe se nessun'altra palla fosse collocata sopra o sotto di essa. Questa palla sarebbe, per così dire, il centro che dividerebbe quelle che sono accelerate da quelle che sono ritardate.

Questo punto è stato perciò denominato il *centro di oscillazione*.

che sono più vicine ad S avranno lo stesso impulso di quelle che sono più distanti e ad ogni posizione intermedia fra gli estremi della loro vibrazione avranno le posizioni *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, *e'*, *f'*, *g'*. Il pendolo che è più vicino al punto S e che è il più corto, sarà il primo, perchè esso ha la più rapida vibrazione. Il prossimo in lunghezza, *b'*, lo seguirà, e così di seguito; il più lontano da S essendo il pendolo più lungo *g'* sarà l'ultimo della serie.

Ora se invece di supporre che queste sette palle siano tenute in so-

Egli è evidente dunque che tutte le parti di una lente di pendolo, di grandezza più o meno considerevole, oscilleranno nello stesso tempo come farebbero se fossero tutte concentrate al suo centro di oscillazione formando quivi un punto materiale di insensibile grandezza.

Per lunghezza di un pendolo, qualunque sia la sua forma, intendosi sempre la distanza del suo centro di oscillazione dal suo punto di sospensione.

Vedrassi da quanto si è detto più sopra che, variando la distanza del centro di gravità del pendolo dal punto di sospensione, il centro di oscillazione, e perciò la virtuale lunghezza del pendolo, e il suo tempo di vibrazione possono variare. L'istrumento perciò deve essere accomodato in modo, che il tempo della sua vibrazione sia un secondo, od una frazione di secondo come più aggrada.

XIX.

Supponendo dunque che il pendolo sia costruito in modo da effettuare, per esempio, un'oscillazione in un minuto secondo, vediamo ora come il movimento degli indici o lancette sia da tali oscillazioni governato.

Sull'asse sul quale oscilla il pendolo è fissato un pezzo di metallo in forma d'ancora, come D B A C (fig. 5), in modo che questo pezzo possa oscillare alternativamente a destra ed a sinistra col pendolo. Due corti pezzi, *m* ed *m'*, chiamate palette prolungansi internamente ad esso, ad angoli retti, dalle sue estremità A e C.

Le forme e le dimensioni dell'ancora A B C sono accomodate a quelle della ruota-scappamento *w w'*, la quale in comune con altre ruote formanti il meccanismo dell'orologio, è mossa, nella direzione indicata dalla freccia, dal

peso o dalla molla. Quando l'ancora oscilla a destra la palette *m* entra fra due denti della ruota, l'inferiore dei quali venendo contro di

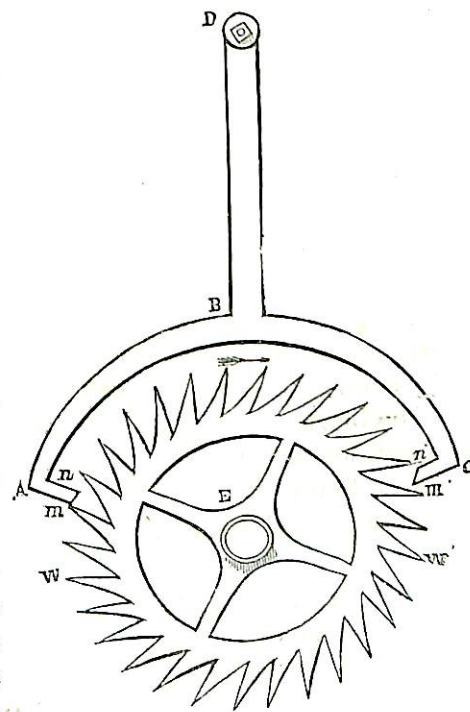


fig. 5.

essa, il movimento della ruota è pel momento arrestato. Quando l'ancora oscilla a sinistra, la paletta *m* ritirasi d'infra i due denti, e la ruota può girare ma solo per un momento, perchè l'altra paletta *m'* incastrasi fra due denti della parte opposta, il superiore dei quali urtando contro di essa, il movimento della ruota vien di nuovo arrestato.

La ruota dunque gira sul proprio asse *E*, non con un movimento continuo come farebbe se fosse mossa dal peso o dalla molla, senza l'interposizione di alcun ostacolo, ma con un movimento intermittente venendo alternativamente fermata dalle palette che urtano ne' suoi denti.

Quando il pendolo, e perciò l'ancora, è all'estremità destra della sua oscillazione, la paletta *m*, essendo entrata fra due denti, uno di questi urta contro il suo lato inferiore, la ruota è arrestata, e la paletta *m'*, è affatto disimpegnata dal dente della ruota. Quando nell'oscillare a sinistra il braccio *D B* diventa verticale, il dente della ruota a sinistra è appena scappato dalla paletta *m*, e la ruota non più trattenuta dalla paletta, ha appunto incominciato ad essere mossa dalla forza del peso o della molla. Ma allo stesso momento la paletta *m'*, entra fra i denti della ruota a destra, e quando l'ancora è arrivata all'estremità sinistra della sua oscillazione, il dente della ruota che è al dissopra della paletta *m'*, avrà urtato su di essa, così che il movimento sarà di nuovo arrestato.

Così appare che, durante la prima metà dell'oscillazione da destra a sinistra, il movimento della ruota è arrestato dalla paletta *m'*, e durante la rimanente metà dall'oscillazione la ruota si muove, ma è arrestata al momento in cui l'oscillazione giunge al suo termine.

In simil guisa può esser dimostrato, che durante la prima metà dell'oscillazione da sinistra a destra, il movimento della ruota è arrestato dalla paletta *m*, che essa è posta in libertà e si muove durante l'ultima metà dell'oscillazione, ed è di nuovo arrestata al compiersi dell'oscillazione.

XX.

Il movimento comunicato alle lancette od indicatori corrisponde necessariamente a quello intermittente dello scappamento. Se l'orologio è provveduto di un indicatore a secondi, la circonferenza della mostra essendo divisa in sessanta parti eguali da punti, l'estremità libera dell'indicatore a secondi si muoverà da punto a punto durante la seconda metà di ogni oscillazione del pendolo, soffermandosi sul punto durante la prima semi-oscillazione.

Essendo intermittente il movimento dell'intera serie delle ruote, gli indici dei minuti e delle ore si muoveranno anch'essi, come l'indice dei secondi, ad intervalli, essendo alternativamente mossi ed arrestati per un mezzo secondo. Questa intermittenza però non è in essi così palese come nell'indice a secondi, a motivo del loro moto comparativamente lento. Così, l'ago dei minuti, movendosi sessanta volte più lentamente dell'ago a secondi, si muove durante ogni semi-oscillazione del pendolo per la sola sessantesima parte dello spazio fra i punti, e l'indice delle ore si muove dodici volte più lentamente che non si muove l'indice dei minuti, ad ogni semi-oscillazione del pendolo, per la 360.^a parte dello spazio fra i punti. Egli è facile perciò a comprendere come cangiamenti di posizione così piccoli non siano percettibili.

XXI.

Se il pendolo oscillasse sul suo asse di sospensione senza essere congiunto col restante meccanismo dell'orologio, il campo della sua oscillazione diminuirebbe gradatamente per gli effetti combinati dell'attrito e della resistenza dell'aria, e questo campo divenendo così sempre minore, l'oscillazione verrebbe finalmente a cessare affatto, e il pendolo si fermerebbe. Ma questo non essendo il caso, e il pendolo trovandosi nell'orologio in connessione con tutta la serie delle altre ruote, egli è evidente che esso deve ricevere dalla ruota di scappamento alcuna forza di laterale impulsione, per la quale vien riparata la perdita di forza cagionata dall'attrito e dalla resistenza dell'aria.

Egli è facile dimostrare come ciò avvenga. Si è di già esposto come durante la prima metà di ogni oscillazione un dente della ruota di scappamento resti sull'una o l'altra paletta dell'ancora. La paletta reagisce su di esso con una certa forza arrestando il movimento delle ruote, e riceve da esso una corrispondente pressione. Questa pressione ha tendenza ad accelerare il movimento del pendolo, e ciò continua finchè il dente scappa via e si è liberato dalla paletta. È questa forza che ripara la perdita di movimento sofferta dal pendolo per l'attrito e la resistenza atmosferica.

Vedesi dunque che mentre da una parte il pendolo regola e rende uniforme il movimento impartito alle ruote dal peso o dalla molla, il proprio suo campo è mantenuto e reso uniforme dalla reazione del peso o della molla su di esso.

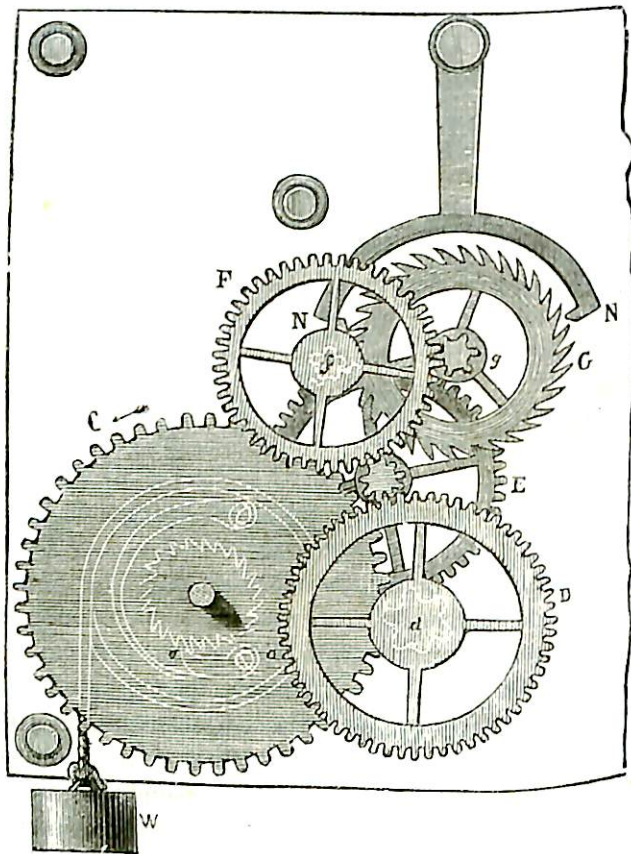


Fig. 18.

Capitolo secondo.

XXII Azione del pendolo sullo scappamento. — XXIII. Diverse misure di movimento degli indicatori o lancette dell'orologio prodotte dai denti delle ruote e dei rocchetti. — XXIV. Metodo per fare i rocchetti. — XXV. Azione reciproca delle ruote dentate. — XXVI. Ruote e rocchetti. — XXVII. Ruote a corona e a squadra. — XXVIII. Peso applicato come forza motrice. — XXIX. Perché le lancette non girino a ritroso quando si carica l'orologio. — XXX. Molla. — XXXI. La sua forza è variabile. — XXXII. La piramide. — XXXIII. Bilancia. — XXXIV. Le sue vibrazioni sono uniformi. — XXXV. Spiegazione generale di un orologio. — XXXVI. Di un orologio mosso da un peso. — XXXVII. Metodo di regolare il ritmo.

XXII.

Considerando attentamente l'azione dell'ancora del pendolo sullo scappamento si rileverà che per ogni doppia vibrazione fatta dal pendolo, un solo dente per volta dello scappamento scappa all'azione

dell'ancora. Così se noi supponiamo che quando il pendolo è all'estremità sinistra del suo campo, la paletta di destra sia fra i denti m' ed n' , il dente n' scapperà dalla paletta C quando il pendolo oscillando da sinistra a destra, arriva alla posizione verticale, che è alla metà della sua oscillazione. Mentre sale all'estremità destra del suo campo, il dente n' avvanza al posto che occupava dapprima m' , e nello stesso tempo il dente m avvanza al luogo che occupava dapprima n ; ma nello stesso tempo la paletta A s'incasta fra m ed il successivo dente, ed arresta l'ulteriore progresso della ruota. Quando poi il pendolo incomincia la sua oscillazione a sinistra, la ruota continua ad essere arrestata finchè esso arriva al mezzo della sua oscillazione; allora il dente al di sotto di m scappa superiormente alla paletta A, ma allo stesso momento la paletta C entra sotto il dente che è sopra n' , e al termine dell'oscillazione, arresta il movimento della ruota. Vedesi dunque che i denti cadono tutti l'uno dopo l'altro in regolare successione sulla paletta C all'arrivo del pendolo all'estremità sinistra d'ogni sua doppia oscillazione.

Se il pendolo è costruito in guisa che oscilli in un secondo e si voglia che lo scappamento faccia una completa rivoluzione in un minuto, vale a dire durante sessanta oscillazioni del pendolo, la ruota deve avere trenta denti. In questo caso, scappando all'azione dell'ancora un dente per ogni doppia oscillazione da destra a sinistra, e di ritorno da sinistra a destra, trenta denti, vale a dire l'intera circonferenza della ruota, scapperanno all'azione dell'ancora in trenta doppie oscillazioni, o in sessanta singole oscillazioni, il tempo di ogni oscillazione essendo un secondo.

XXIII.

Il modo in cui diverse misure di rivoluzione possono essere impartite a diversi indici di un orologio, da denti e rocchetti, è facile ad intendersi.

Le ruote usate comunemente negli orologi sono formate di sottili lamine di metallo, di solito ottone, tagliate in dischi circolari di conveniente grandezza, sui margini dei quali son formati i denti. I margini delle ruote così dentati sono messi a contatto in modo che i denti dell'una vengano a inserirsi fra quelli dell'altra, così che facendo girare una ruota sul proprio asse, i suoi denti premendo su quelli dell'altra, impartiranno alla medesima un movimento di rotazione.

Quando in una ruota più grande imboccano i denti di un'altra molto più piccola, ciò che è frequentissimo in ogni specie di meccanismo a ruote, la ruota più piccola chiamasi, per distinguerla, *rocchetto* e i suoi denti chiamansi *ale*.

XXIV.

Il metodo di fabbricazione dei rocchetti e ruote più piccole ad uso degli orologi è ingegnoso. Si fa passare a forza una verga metallica, il diametro della quale superi di poco quello della ruota o rocchetto da farsi, attraverso di un'apertura praticata in una lastra d'acciaio avente esattamente la stessa forma e grandezza di detta ruota o rocchetto da farsi. Per tal modo la verga diventa *scanalata* e i rialzi della scanalatura corrispondono esattamente in forma e grandezza agli incavi dell'apertura, e perciò ai denti o ale del rocchetto o ruota.

Questa verga scanalata tagliasi poi in sottili laminette, ad angoli retti alla sua lunghezza. Ogni laminetta è una ruota perfetta o rocchetto, ed è evidente che tutte queste ruote o rocchetti saranno perfettamente eguali gli uni agli altri in forma e grandezza.



Fig. 6.

Una lastra con apertura di diverse forme e grandezze, è rappresentata dalla fig. 6.

XXV.

La fig. 7.^a rappresenta due ruote d'ineguale grandezza, che agiscono l'una sull'altra. Si comprenderà facilmente che in questo caso i loro movimenti devono essere in direzioni contrarie. Così se la ruota A si muove nella direzione dell'indice di un orologio, la ruota B si muoverà in direzione contraria.

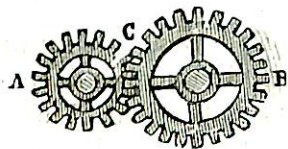


Fig. 7.

Di più la misura colla quale esse girano sui loro assi sarà in proporzione inversa del numero dei loro denti. Così se la ruota B ha cinquanta denti, mentre la ruota A ne ha soltanto dieci, egli è evi-

dente che una rivoluzione di B deve essere accompagnata da cinque rivoluzioni di A, poichè un egual numero di denti di ciascuna ruota deve necessariamente passare pel punto di contatto C nello stesso tempo.

Ora, negli orologi, uno degli intenti da raggiungersi è di far sì che certe ruote girino in una data numerica proporzione ad altre. Così quella sull'asse della quale è fermato l'indice a secondi deve fare sessanta rivoluzioni, mentre quella sulla quale è fermato l'indice dei minuti ne fa una. Ciò, se le due ruote fossero in contatto immediato fra di loro, otterrebbe costruendo l'una con dieci denti e l'altra con seicento. Ma egli non è necessario nè conveniente che le due ruote agiscano così immediatamente l'una sull'altra. Due o più ruote o rocchetti possono essere interposti fra di esse, così che le loro relative velocità di rotazione risultino dalle relazioni combinate dei numeri dei denti od ale di tutte le ruote e rocchetti intermedi.

XXVI.

La fig. 8 rappresenta una ruota che agisce su di un rocchetto; questo meccanismo è di solito adottato quando debbasi convertire un lentissimo movimento di rotazione in un altro parecchie volte più rapido, o *viceversa*.

Una ruota ed un rocchetto vengono di spesso fissati sullo stesso asse a maggiore o minore distanza fra di loro. Il rocchetto in questo caso può muovere od esser mosso da un'altra ruota posta a certa distanza dalla prima; e questo meccanismo occorre di spesso negli orologi ed altri simili congegni.

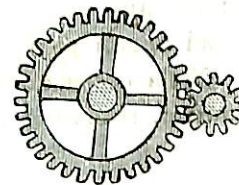


Fig. 8.

Così, nella fig. 17, la ruota C fa muovere il rocchetto *d* che è fissato sullo stesso asse della ruota D. La ruota D muove il rocchetto *e* che spinge la ruota E sullo stesso asse, e la ruota E fa muovere il rocchetto *f*, che comunica il suo movimento alla ruota F e così di seguito. Da ciò rilevasi facilmente che, variando le combinazioni delle ruote e dei rocchetti, si potrà modificare in quel modo che si desidera la misura di rotazione, e questa trasmettere da asse ad asse secondo ogni proposta condizione.

XXVII.

In tutti questi casi gli assi, intorno ai quali producesi il movimento di rotazione, sono paralleli gli uni agli altri. In parecchi altri casi,

tanto negli orologi quanto in altri meccanismi, si ha bisogno di produrre un movimento di rotazione in un asse posto ad angoli retti con quello che deve trasmettergli il movimento.

Ciò si ottiene in modo assai semplice e curioso con l'uno o l'altro dei due espedienti, chiamati *ruota a squadra* e *corona*.

Il modo nel quale si ottiene lo scopo colle ruote a squadra è reso evidente dalla fig. 9. I denti in questo caso sono formati su di una superficie inclinata all'asse ad un angolo di 45° , e i due assi fanno per conseguenza fra di loro un angolo di 90° .

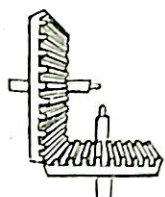


Fig. 9.

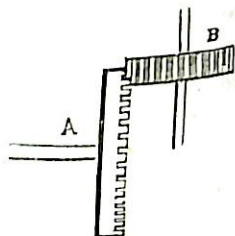


Fig. 10.

Nella ruota a corona A, fig. 10, i denti sono paralleli all'asse, e imboccano nei denti od ale di una ruota o rocchetto B, il cui asse è ad angoli retti con quello di A.

Nella costruzione degli orologi si adopera di preferenza la ruota-corona, riservandosi l'altra a più grandi rotismi.

XXVIII.

Si è di già detto che la forza motrice applicata agli orologi è un peso od una molla.

Se la forza motrice è un peso, questo è attaccato ad una funicella che avvolgesi intorno a un tamburo fissato sopra un asse orizzontale, su cui trovasi fermata anche la ruota che trasmette il movimento agli indicatori così che essa gira quando gira il tamburo.

Tale disposizione vedesi nella fig. 11 (1), nella quale A B rappresenta il tamburo, C D la ruota attaccata ad esso e mossa da esso, W il peso, che è la forza motrice, attaccato alla funicella E che avvolgesi sul tamburo A B. L'estremità F dell'asse del tamburo che si prolunga fuori del medesimo è quadrilatera così che può dar presa ad una

(1) Questo e molti dei successivi diagrammi sono stati copiati dall'eccellente opera: *Cours Élémentaire de Mécanique*, di Carlo Delaunay-Paris, Victor Masson, 1854, colla permissione dell'autore e dell'editore.

chiave che ad essa si applica e colla quale si fa girare, per avvolgere di nuovo la funicella sul tamburo, quando siasi svolta dal medesimo pel movimento discendente del peso.

La direzione nella quale la ruota C D è fatta girare dalla forza del peso che discende è indicata dalla freccia, e in questa direzione essa continuerà a girare finchè siasi svolta tutta la fune dal tamburo. Egli è allora che devesi applicare la chiave all'estremità quadrangolare F dell'asse del tamburo, e farla girare in direzione contraria a quella in cui il peso nel discendere fa girare il tamburo.

XXIX.

L'attento lettore rileverà senza dubbio, che caricando per tal modo l'orologio, anche le lancette gireranno in senso contrario; a meno che ciò non venga impedito da qualche particolare congegno; essendo evidente, che se la ruota C D, quando gira per la discesa del peso W, nella direzione della freccia, comunica alle lancette un movimento progressivo; il movimento impartito a C D, per l'ascesa del peso W, quando si carica l'orologio, deve necessariamente comunicare alle lancette un movimento in direzione contraria, vale a dire un movimento retrogrado.

A questo inconveniente si previene mediante il rotino e il nottolino attaccato l'uno al cilindro A B e l'altro al piano della ruota C D, l'azione dei quali è di permettere che il cilindro A B possa girare, quando si carica l'orologio, in direzione contraria a quella indicata dalla freccia, senza che giri nello stesso tempo la ruota C D; quando invece il cilindro A B gira per la discesa del peso W, nella direzione della freccia, il nottolino imboccando nei denti del rotino il movimento di A B vien trasmesso alla ruota C D, e da questa agli indici o lancette.

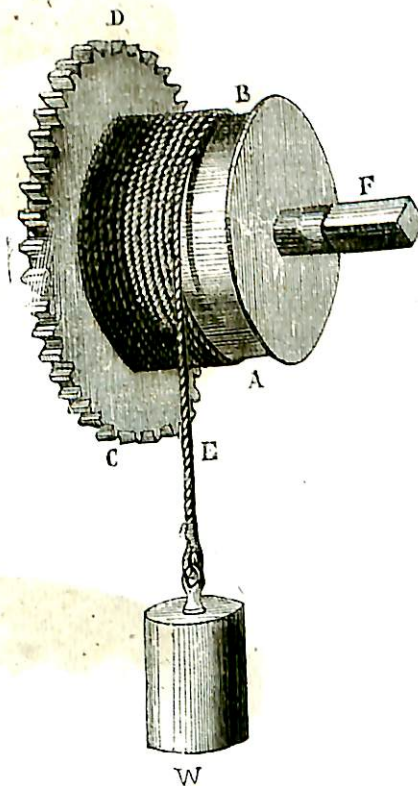


Fig. 11.

La forma e il modo di agire del rotino verranno spiegati più chiaramente fra poco.

XXX.

La forza motrice di un peso non può venire applicata agli orologi che quando si abbia lo spazio necessario per la libera ascesa e discesa di esso peso. Questa condizione è ovviamente incompatibile colle circostanze di un orologio da saccoccia, e in generale di tutti gli orologi portatili o di piccolo volume.

A questi, per forza motrice, si applica universalmente una molla, che è una stretta e lunga laminetta di acciaio ben temprato e ravvolta a spirale, come vedesi nella fig. 12. Ad una estremità A tro-

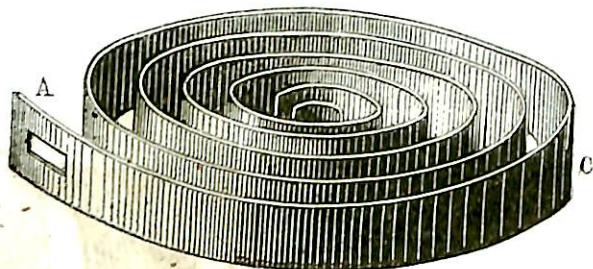


Fig. 12.

vasi un occhiello pel quale questa estremità può venire attaccata o a un punto fisso o alla fascia del cilindro cui vuolsi che la molla comunichi il movimento. Nel centro della spirale introduceasi un albero od asse, al quale si attacca l'estremità interna della molla. Supponendo che l'estremità A sia attaccata a un punto fisso, girando l'asse B (fig. 13) nella direzione indicata dalla freccia, la molla si

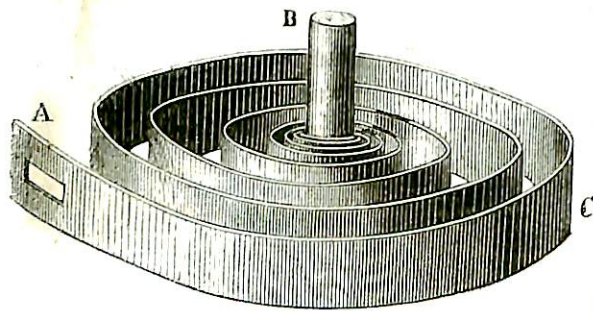


Fig. 13.

ravvolgerà allora sempre più strettamente intorno all'asse A B, e i suoi giri esterni verranno separati gli uni dagli altri da spazi sempre maggiori.

La molla così ravvolta intorno all'asse avrà una tendenza a svolgersi e a ricuperare il primiero suo stato, e se l'asse B fosse abbandonato alla reazione di essa e potesse liberamente girare riceverebbe dalla molla un movimento di rivoluzione in senso contrario a quello che erasi dato all'asse nel ravvolgere la molla, e tale movimento potrebbe venir comunicato ad una ruota fissata sullo stesso albero e da questo agli indici, allo stesso modo come se la ruota dell'asse ricevesse il suo movimento dalla forza di un peso.

XXXI.

Ma tra questa forza motrice e quella di un peso vi è un'ovvia differenza. La tensione della corda che sostiene il peso, e per conseguenza la sua azione nel far girare il cilindro, su cui essa corda è ravvolta, è sempre la stessa finchè l'orologio non sia del tutto scaricato. La forza motrice di una molla, al contrario, è soggetta a continua diminuzione di intensità. Dapprincipio, quando è completamente ravvolta, la sua intensità è massima, ma a misura del girare dell'asse B, essa si rilascia gradatamente, la sua intensità diviene sempre minore. La molla esercita, perciò, una forza continuamente decrescente sulla ruota fissata sull'asse, e quindi sugli indici ai quali il movimento è trasmesso.

XXXII.

Siccome una forza variabile sarebbe incompatibile con quella uniformità e regolarità che sono le condizioni più essenziali e caratteristiche di ogni forma di orologi, una tale molla sarebbe affatto inservibile se non si fossero trovati alcuni espedienti per togliere questa variazione.

Tali espedienti consistono in una catenella flessibile e in un corpo conico sul quale la catenella si avvolge, e che denominasi piramide.

Si l'una che l'altro sono rappresentati dalla figura 14. La molla è attaccata per la sua estremità interna all'asse fisso A, e per la sua estremità esterna in E ad una fascia B, che può girare intorno all'asse fisso A. Una catenella è attaccata per una estremità alla fascia in E, e è avvolta parecchie volte intorno alla medesima; e per l'altra estremità, è attaccata alla più bassa scanalatura della piramide. Questa piramide è un tamburo fatto a cono, sul quale è fatta una scanalatura spirale continuata dalla base alla cima per ricevere la catenella. La base è una ruota dentata, per la quale il movimento comunicato

dalla molla e catenella alla piramide è trasmesso agli indici attraverso il congegno di ruote. La piramide è fissata su di un asse od albero DG, l'estremità inferiore del quale prolungantesi al di fuori attraverso il meccanismo dell'orologio, è fatta quadrangolare perchè dia presa alla chiave colla quale l'orologio vien caricato.

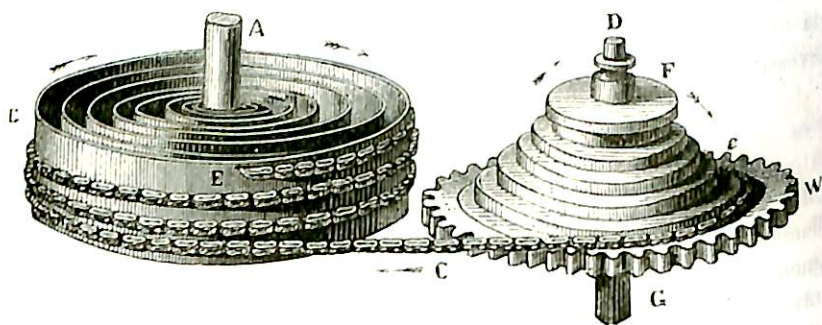


Fig. 14.

L'azione della molla trasmessa dalla fascia alla catena, e dalla catena alla piramide, tende a trasmettere alla piramide un movimento di rotazione nella direzione delle frecce. La piramide è connessa colla ruota W, mediante un rotino e nottolino, simili a quelli descritti nel caso in cui la forza motrice è un peso, e mediante i quali la piramide F, girando nella direzione della freccia, fa girare anche la ruota, ma non muove punto quest'ultima se essa piramide venga fatta girare in direzione opposta.

Ciò posto supponiamo che venga applicata la chiave all'estremità quadrata G dell'asse DG della piramide e sia fatta girare nella direzione contraria a quella indicata dalle frecce. La piramide allora girerà ma la ruota W non girerà con essa; la catena C darà alla fascia B un movimento di rivoluzione contrario alla direzione delle frecce, la catena si svolgerà gradatamente dalla fascia B, e si avvolgerà sulla scanalatura spirale della piramide ascendendo dall'una scanalatura all'altra, finchè l'intera lunghezza della catena siasi svolta dalla fascia B, e ravvolta sulla piramide F, come vedesi nella figura 15.

Durante questo processo, l'estremità esterna della molla, attaccata alla fascia in E, gira colla fascia mentre l'estremità interna è fissata all'asse A, che non gira. In questo modo la molla viene sempre più strettamente ravvolta intorno all'asse A, finchè l'intera catena sia passata dalla fascia sulla piramide e allora la molla si troverà ravvolta come vedesi nella figura 15, ed in questo stato l'intensità della sua forza elastica e la conseguente tensione della catena C stesa dalla fascia B alla piramide F è massima.

Caricato così l'orologio e abbandonato all'azione della molla, la tensione della catena C, diretta dalla piramide alla molla, farà girare la piramide nella direzione indicata dalle frecce. Questa tensione dapprincipio agisce sulla scanalatura più alta e più piccola della piramide. Di mano in mano che la catena dalla piramide si scarica

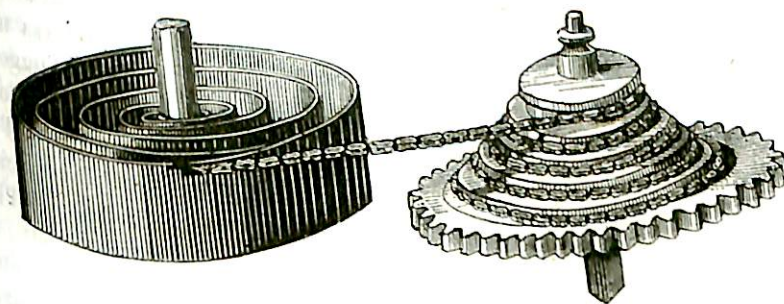


Fig. 15.

sulla fascia, la tensione gradatamente diminuisce in ragione del rilasciamento della molla, e nello stesso tempo la catena agisce su di una scanalatura sempre più grande della piramide. In questo modo la tensione della catena è continuamente diminuita, e il raggio della scanalatura su cui essa agisce è continuamente aumentato, finchè l'intera catena siasi svolta dalla piramide sulla fascia, nel qual caso l'orologio trovasi scaricato e si ferma.

Ora il potere della catena di comunicare un movimento di rivoluzione alla piramide dipende da due condizioni: dalla forza cioè dalla sua tensione, e dalla qualità della leva con cui questa tensione agisce sulla piramide. La leva è il semi-diametro della scanalatura, sulla quale è ravvolta la catena, al punto dove essa passa dalla piramide alla fascia. Anche senza gran cognizione della meccanica sarà facile il comprendere come richiedasi minor forza per far girare una ruota applicando questa forza a molta distanza dall'asse che non applicandola a piccola distanza dal medesimo. Da questo principio generalizzato segue che la forza della tensione della catena di impartire un movimento di rivoluzione alla piramide aumenta esattamente nella stessa proporzione nella quale aumenta la grandezza della scanalatura su cui la tensione agisce.

La forma data alla piramide è tale che di mano in mano che la catena svolgesi gradatamente da essa, il diametro della scanalatura su cui la catena agisce aumenta esattamente nella stessa proporzione in cui la tensione della catena diminuisce. Ne segue, perciò, che la forza della catena sulla piramide guadagna esattamente tanto per

l'aumento della sua leva quanto perde per la diminuzione della sua tensione, e per conseguenza essa rimane invariabile.

Mediante questo bello e semplice espediente si ottiene dunque una completa compensazione, e un effetto costante da una forza variabile. Non sarà inutile far osservare essere questa soltanto una particolare applicazione di un principio meccanico che è di una grande generalità. In ogni e qualunque caso, la quantità variabile di una forza motrice può essere resa uniforme interponendo fra questa e l'oggetto da muoversi alcun meccanismo, pel quale la leva semplice o composta, attraverso cui trasmettessi l'azione, abbia a variare nell'esatta inversa proporzione del variare della forza, aumentando cioè quando l'intensità della forza diminuisce e diminuendo quando l'intensità della forza aumenta.

XXXIII.

Qualunque sia la forza motrice, sia essa un peso od una molla, non controbilanciata e regolata, impartirebbe agli indici un movimento più o meno accelerato, e perciò inconveniente alla misura del tempo che richiede un movimento rigorosamente uniforme. Egli è perciò che la forza motrice deve essere controbilanciata e governata da alcun spediente da cui possa essere resa uniforme.

Si è di già spiegato come la combinazione del pendolo e dello scappamento sodisfi a questo scopo. Ma questo espediente richiede che l'orologio al quale è applicato non venga rimosso; la più leggera scossa altererebbe la mutua azione del pendolo e dello scappamento, e arresterebbe il movimento o guasterebbe permanentemente il meccanismo. Egli è evidente che un pendolo non solo non è applicabile a qualsiasi forma di orologi da saccoccia, ma che non può nemmeno servire ad uso della marina essendo le scosse accidentali cui andrebbe soggetto affatto incompatibili colla regolarità della sua azione.

L'espediente che è stato sostituito al sucitato e che corrispose sempre pienamente all'intento è la bilancia. Consta questa di una ruota o cerchietto denominato ciambella o bilanciante la cui circonferenza è congiunta al centro mediante tre o più asticciuole o raggi detti crociere come vedesi in ABC, fig. 16, e di una spirale posta sotto e parallela ad essa, e somigliante nella forma alla molla; se non che è più fina e leggiera, e di molto minor forza. Questa spirale è formata da un filo d'acciajo tempratissimo e finissimo per la quale ultima circostanza le fu dato, da taluni, l'epiteto di capillare. Un'e-

stremità di questa spirale è attaccata all'asse od albero della bilancia, e l'altra ad alcun conveniente punto fisso nell'orologio. Deviata dalla forma spirale che assume nello stato di quiete essa ha tendenza a riacquistarla. Se quindi dopo averla deviata l'abbandoneremo a se stessa, ritornerà alla sua primiera posizione; ma giungendo alla medesima, avrà acquistata per l'elasticità una certa velocità e scatterà al di là della posizione normale ad una distanza da essa presso che eguale a quella alla quale fu tratta a forza in senso opposto. Essa allora scatterà indietro, ed oscillerà così dall'una all'altra parte della posizione di quiete, precisamente come fa un pendolo che oscilla dall'una all'altra parte della linea verticale che è la sua posizione nello stato di quiete.

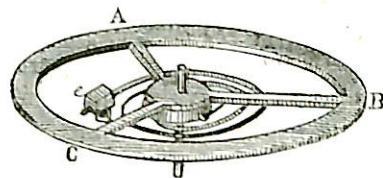


Fig. 16.

XXXIV.

La ciambella connessa così con una molla a spirale è, come il pendolo, isocrona, cioè, compie tutte le oscillazioni — lunghe e corte — in tempi eguali. Si ricorderà che questa proprietà del pendolo dipende dal fatto che quanto più ampio è il campo delle sue vibrazioni tanto più intensa è la forza colla quale esso discende alla direzione verticale, e per conseguenza le più ampie vibrazioni si effettuano in tempi eguali alle più corte. Ora le vibrazioni della ciambella sono soggette alle stesse condizioni. Quanto più ampio è il campo delle sue vibrazioni, tanto più intensa è la forza colla quale l'elasticità della spirale la riconduce alla sua posizione di equilibrio, e per conseguenza essa compie le oscillazioni più ampie nello stesso tempo che compie le più brevi, nelle quali la forza della spirale è proporzionalmente meno intensa.

L'oscillazione del bilanciante o ciambella regola il movimento del rotismo degli orologi da saccoccia col mezzo di uno scappamento allo stesso modo col quale il pendolo regola il movimento degli orologi a pendolo. Le palette e lo scappamento sono però assai variamente foggiate nei diversi orologi.

XXXV.

Avendo così in generale spiegata la forza da cui gli orologi a pendolo e da saccoccia sono mossi e regolati, rimane ora a mostrare in

qual modo, mediante opportune combinazioni di ruote e rocchetti, questi movimenti siano trasmessi agli indici.

Nella fig. 17 (pag. 1), vedesi rappresentata la struttura di un ordinaro orologio da saccoccia, mosso da una molla A, e regolato dal bilanciante H; si è variata però la posizione delle ruote e dei rocchetti e si ommise la piramide, per mostrare più visibilmente le connessioni e la mutua dipendenza delle diverse parti. L'estremità esterna della molla è attaccata alla base O di un colonnino del castello. La sua estremità interna è attaccata all'estremità inferiore di un asse, la cui estremità quadrata, T, entra in un foro della mostra in cui si introduce la chiave quando vuolsi caricar l'orologio. Su quest'asse è fissato il rotino B, per cui girando l'uno gira anche l'altro; ma la ruota C sottoposta al rotino non è parimenti fissata sull'asse e questo può girare liberamente nel centro di essa. Un nottolino *n* è imperniato sul piano della ruota C, e il suo punto *o* è compresso contro i denti del rotino B, da un'apposita susta. Quando si applica la chiave all'estremità T, e si gira nella direzione in cui si muovono gli indici, il rotino gira con essa, e il punto *o* del nottolino — compreso costantemente contro il rotino — cade, girando questo a ritroso, di dente in dente con un sensibile scricchiolio, producendo quel rumore particolare, noto ad ognuno, quando si carica un orologio. Durante questo processo la ruota C non gira coll'asse, passando quest'ultimo pel centro di essa senza aderirvi; ma la molla A, essendo attaccata all'asse, viene ravvolta sempre più strettamente intorno ad esso, e reagisce contro il punto fisso O con sempre maggior forza.

Se si introducesse nella figura la piramide che venne ommessa, essa occuperebbe il posto della molla, e verrebbe fatta girare dal suo asse impartendo una simile rivoluzione all'asse della molla mediante la catena.

Quando l'orologio è caricato, la reazione della molla, resa uniforme nella sua forza dalla piramide, imparte un movimento di rivoluzione al rotino B nella direzione della freccia. Per questo movimento il dente del rotino in cui è impegnato il punto *o* del nottolino, preme contro quest'ultimo e fa girare la ruota cui aderisce — nella direzione della freccia.

I denti della ruota C imboccano in quelli del rocchetto *d*, che è fissato sull'asse *dD*. Sullo stesso asse è fissata la ruota D, così che la ruota D e il rocchetto *d* ricevono un movimento comune di rivoluzione dalla ruota C. Allo stesso modo la ruota D comunica un movimento comune di rivoluzione al rocchetto *e*, e alla ruota E; e la ruota E comunica un moto comune di rivoluzione al rocchetto *f* ed alla ruota F.

L'ultima ruota F ha quella forma così detta a corona, ed agisce sul rocchetto *g*, impartendo ad esso, e alla ruota di scappamento G, un moto comune di rivoluzione. Questa ruota di scappamento è regolata e controbilanciata dalle palette od altri congegni attaccati all'asse del bilanciante H, allo stesso modo che lo scappamento di un orologio a pendolo è regolato dall'ancora del pendolo.

Potrebbe domandarsi perchè si frammetta così lunga serie di ruote e rocchetti fra la molla e la bilancia? e perchè il primo rocchetto *d* non possa agire direttamente sullo scappamento? Lo scopo che si ottiene colla moltiplicazione delle ruote e dei rocchetti è quello che la molla, senza esigere a ciò un grande spazio, faccia fare un numero considerevole di rivoluzioni allo scappamento, avvegnachè altrimenti la molla sarebbe di subito rilassata, e l'orologio richiederebbe di essere caricato più di spesso. Così, per la disposizione suddescritta, mentre la molla fa girare una volta la ruota C, fa girare il rocchetto *d* e la ruota D tante volte quante il numero dei denti in C è maggiore del numero dei denti in *d*. Così che se in C il numero dei denti è dieci volte di più che in *d*, una rivoluzione di C ne produrrà dieci in *d* e D. In simil guisa se D ha dieci volte il numero dei denti di *e*, una rivoluzione di D ne produrrà dieci in *e* ed E, e così di seguito. In questo modo egli è evidente che una rivoluzione della prima ruota C, che trovisi sull'asse della piramide, potrà indurre nello scappamento G qualsiasi dato numero di rivoluzioni.

Le ruote che governano il movimento degli indici sono quelle che veggonsi tra la mostra e la cartella XY. La forza relativa della molla e della bilancia deve essere regolata in modo che la ruota D faccia una rivoluzione in un'ora. L'asse sul quale questa ruota è fissata passando pel centro dell'orologio, porta la lancetta dei minuti che perciò gira con esso facendo sulla mostra dell'orologio una completa rivoluzione in un'ora.

Sopra quest'asse della lancetta dei minuti è fissato un rocchetto *k*, che muove la ruota *l*, sull'asse della quale è fissato il rocchetto *m* che fa muovere una ruota *p*, attraverso il centro della quale passa l'asse della lancetta dei minuti senza che ad essa ruota aderisca. Questa medesima ruota poi porta un tubo per cui passa il detto asse pure senza aderirvi. Su questo tubo è fissato l'indice delle ore. Il rocchetto *k* perciò fissato sull'asse della lancetta dei minuti fa muovere la lancetta delle ore coll'intermezzo della ruota *l*, del rocchetto *m*, e della ruota *p*. Dovendo la lancetta delle ore fare una rivoluzione mentre quella dei minuti ne fa dodici, egli è necessario che il relativo numero dei denti di questa ruota intermedia sia tale da pro-

durre questo rapporto fra i movimenti delle lancette. Moltissime combinazioni adempiono a ciò, ma una delle più usuali è la seguente:

Rocchetto <i>k</i>	8 denti
Ruota <i>l</i>	24 "
Rocchetto <i>m</i>	8 "
Ruota <i>p</i>	32 "

Per questa combinazione *p* farà otto rivoluzioni, mentre *m* ed *l* ne fanno trentadue; o, ciò che è lo stesso, *p* farà una rivoluzione, mentre *m* ed *l* ne fanno quattro. Così pure, *l* farà otto rivoluzioni, mentre *k*, e perciò la lancetta dei minuti, ne fanno ventiquattro; o, ciò che è lo stesso, *l* farà quattro rivoluzioni, mentre *k* e la lancetta dei minuti ne faranno dodici. Ne segue, perciò, che *p*, e quindi la lancetta delle ore, farà una rivoluzione, mentre *k* e quindi l'indice dei minuti ne fanno dodici, che è la proporzione richiesta.

In questo caso non vi è la lancetta dei secondi: ma se vi fosse, il suo movimento sarebbe regolato in egual modo da ruote e rocchetti addizionali.

XXXVI.

Il modo con cui la forza motrice di un peso, e la regolatrice di un pendolo vengono applicate in un orologio a pendolo per produrre il movimento delle lancette, non differisce per alcun importante riguardo dal suesposto. Ne esporremo quindi i dettagli che non possono mancare d'interesse. La serie di ruote che connettono il peso coll'ancora del pendolo è rappresentata dalla figura 18 (pag. 18).

La figura 19 poi rappresenta le ruote che più immediatamente governano il movimento delle lancette, e il pendolo colle sue appendici; il tutto veduto di fianco. Il peso *W* agisce mediante una corda su di un cilindro o tamburo come si è di già spiegato. Questo cilindro e il rotino col suo nottolino sono montati sull'asse della grande ruota *C*, come vedesi nella fig. 18, dove la loro posizione sono indicate da tracce bianche. Il nottolino è attaccato alla ruota *C* mediante la vite *N*, e il suo punto *O* inbocca nei denti del rotino che è attaccato al cilindro su cui è ravvolta la fune. In questa figura è rappresentata anche la molla o susta che preme il nottolino contro i denti del rotino. Quando si carica l'orologio applicando la chiave all'estremità quadrata *T* (figura 19) dell'asse del cilindro, questo vien fatto girare in direzione opposta a quella

indicata dalle frecce, e il nottolino cade da un dente sull'altro del rotino producendo quel rumore di sericchiolio che odesi quando si carica l'orologio. Questo caricato, il peso agendo sul cilindro lo fa girare e con esso il rotino, un dente del quale urta contro il nottolino, cui si tragge addietro unitamente alla ruota *C* alla quale quest'ultimo aderisce. Questa ruota trasmette il movimento alla ruota di scappamento *G*, figura 17, attraverso la serie di ruote e rocchetti, *d*, *D*, *e*, *E*, *f*, *F*, e *g*, esattamente allo stesso modo che fu di già descritto (35); e il pendolo mediante l'ancora *NN*, regola il movimento nel modo descritto al numero 19.

Le ruote che più immediatamente governano e regolano il movimento delle lancette sono quelle che nella figura 19 veggonsi in fronte alla cartella *XY*.

Il pendolo consiste in un pesante corpo metallico, dalla sua forma chiamato lente, qual vedesi rappresentato, di fianco, in *V* nella figura 19, e di una verga metallica, *RR'*, all'estremità della quale essa lente è attaccata. Questa verga o asta si raffigurò spezzata, perchè stessee nei limiti della tavola. Questa verga soppesasi in varj modi ma più di spesso, come vedesi nella figura, è sostenuta da due lamine elastiche di acciaio, *SS'*, in modo da potere oscillare liberamente a destra ed a sinistra, e passa fra la biforcazione di una forchetta *U* colla quale termina una verga *rr'*, così che quest'ultima verga oscilla anch'essa a destra ed a sinistra col pendolo. Sull'asse di questa verga è fissata l'ancora *N* dello scappamento *G*.

XXXVII.

Sia che il movimento venga regolato da un pendolo o da una bilancia, egli è necessario di ricorrere ad alcuni artifici coi quali potere, a volontà ed entro certi limiti, aumentare o diminuire il campo delle vibrazioni, poichè anche ammettendo che il regolatore possa costruirsi addirittura esattamente alla richiesta misura, esso andrebbe però egualmente soggetto a perdere di tempo in tempo quel grado di precisione, e a vibrare troppo presto o troppo lentamente per l'azione di varie cause perturbatrici.

Si è di già dimostrato, che le vibrazioni del pendolo rendonsi più o meno rapide o lente trasferendo il suo centro di gravità più o meno vicino o lontano dal punto di sospensione. Fondasi su questo principio, per mutare il ritmo della vibrazione. La lente *V*, fig. 19, è fatta in modo da potere scorrere in su e in giù sulla verga *RR'*, ed è tenuta in sito da una vite. Il centro di gravità della lente *V*

può quindi essere trasferito più vicino al punto di sospensione SS' , in modo da abbreviare il tempo delle sue vibrazioni, o rimosso più lontano da SS' , in modo da prolungare questo tempo. Se l'orologio va troppo lentamente, il centro di gravità devesi portare più in su, se va troppo presto devesi abbassare.

Negli orologi da camino e da tavolo, il pendolo si regola in modo diverso. Di solito esso è sospeso ad un cordoncino di fili di seta, che può essere allungato ed accorciato, per quanto lo permette lo spazio limitato. Questo cordoncino è avvolto su di un'asticella che mette capo all'esterno attraverso la mostra dell'orologio con una estremità quadrangolare sulla quale può venir applicata una chiave, che girata nell'una o l'altra direzione, allunga od accorcia il cordoncino.

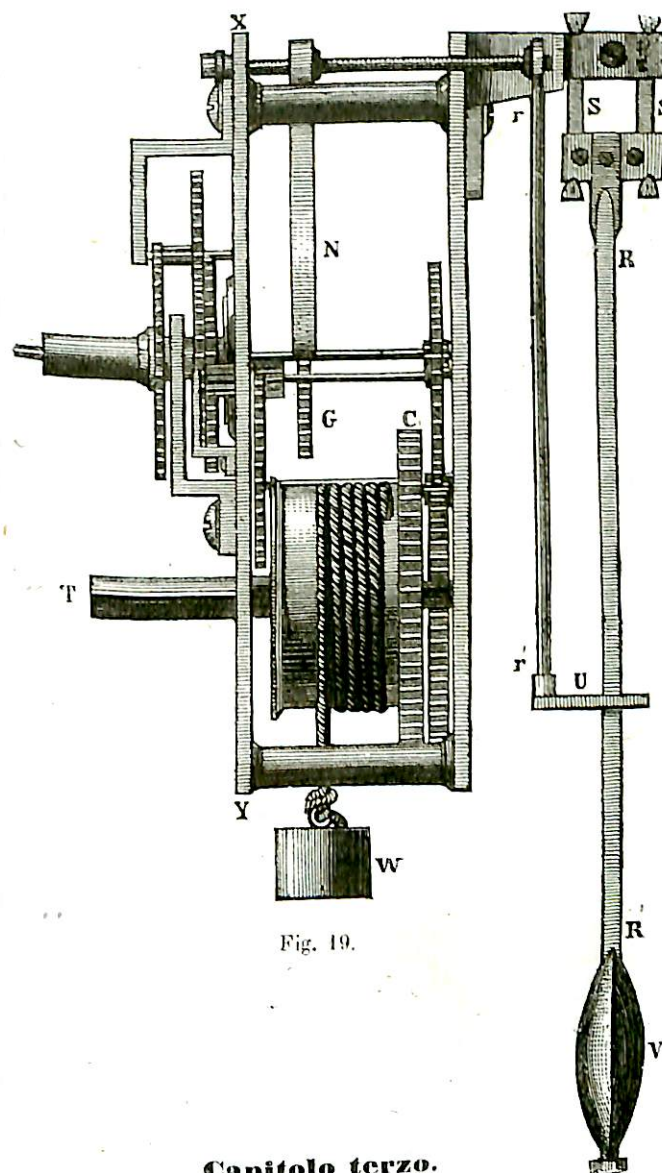


Fig. 19.

Capitolo terzo.

XXXVIII. Metodo di regolare il bilanciere. — XXXIX. Scappamento ordinario. — XL. Scappamento a cilindro. — XLI. Doppio. — XLII. A leva. — XLIII. Staccato. — XLIV. Meccanismo conservatore di un orologio mosso da un peso. — XLV. Di un orologio mosso da una molla. — XLVI. Peso o molla e pendolo e bilancia variamente combinati. — XLVII. Orologi e cronometri. — XLVIII. Cronometri per la marina. — XLIX. Cronometri stabili. — L. Soneria.

XXXVIII.

La misura di oscillazione del bilanciere non può essere colla stessa facilità regolata modificando la sua forma; ma, per compenso, mentre la forza che muove il pendolo, che è quella di gravità, è indipendente dal nostro volere, la forza invece che muove il bilanciere, che è quella di elasticità della spirale, è all'assoluta nostra disposizione. Egli è quindi col modificare questa spirale che noi possiamo regolare il tempo dell'oscillazione di questo regolatore.

Uno dei più comuni espedienti pel conseguimento di questo scopo, è rappresentato dalla fig. 20.

Vicino al nasetto, o punto fisso G della spirale, ed esternamente alla medesima, trovasi una piccola asticella E, in corrispondenza dell'estremità F della quale è praticato un incavo pel quale passa il filo della spirale. Questa piccola asta o dentino a forcella limita il movimento della spirale, così che l'unica parte di essa che oscilla è quella compresa fra F e la sua estremità interna. In una parola, il punto F è l'estremità virtuale esterna della spirale. Ora questo punto F può trasferirsi dall'una o l'altra parte, in modo da aumentare o diminuire a volontà la virtuale lunghezza della spirale; e

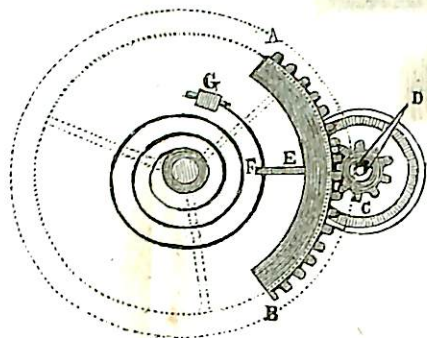


Fig. 20.

ciò mediante il rastrello A B ed il ruotino del registro C, il qual ultimo gira se si fa girare la lancetta D. Se questa si fa girare a sinistra, il dentino a forcella E ed il punto F, son mossi verso G, e la lunghezza della spirale è aumentata; se si fa girare invece a destra, il punto F viene allontanato da G e la lunghezza della spirale diminuita.

In questo modo, modificando la lunghezza della spirale, può regolarsi la misura o il tempo di vibrazione o di oscillazione del bilanciere.

XXXIX.

La precisione del movimento di ogni forma di orologi dipende in gran parte dal meccanismo dello scappamento, e perciò i meccanici

rivolsero ogni cura al suo miglioramento, immaginandone ed applicandone varie forme.

Lo scappamento rappresentato nella fig. 17 consiste in due palette, che sporgono dall'asse della bilancia ad angoli retti fra loro, una delle quali agisce alla sommità, l'altra alla base della ruota-serpentina G, l'asse della quale è orizzontale mentre essa ruota è verticale. Queste palette quando la bilancia oscilla, impegnansi alternativamente nei denti della serpentina allo stesso modo preciso delle palette dell'ancora negli orologi a pendolo. Questa forma di scappamento fu per lungo tempo la sola usata, e si usa ancora negli orologi più ordinarij.

Negli orologi e cronometri nei quali richiedesi maggior precisione vennero sostituite altre forme ancora più perfezionate.

XL.

Negli orologi da tasca molto schiacciati, si usa lo scappamento a cilindro, in cui l'asse della bilancia, invece di avere le palette, è

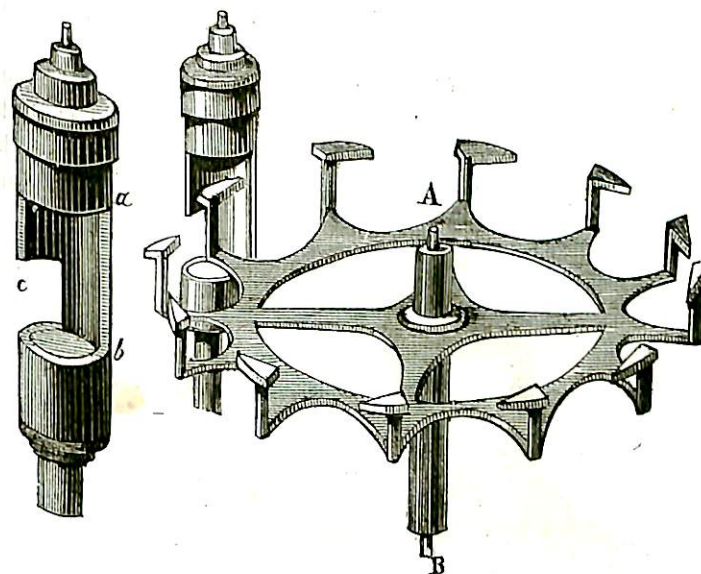


Fig. 21.

Fig. 22.

formato a semicilindro, avente una specie di intaccatura, come vedesi in grande nella fig. 21. Il semicilindro a b, è intaccato in c, per circa la metà della sua altezza. L'asse A B fig. 22, della ruota

dello scappamento è verticale, e i denti di quest'ultima sono ad angoli retti al suo piano, e perciò paralleli al suo asse, ed hanno la forma particolare rappresentata dalla figura. Quando la bilancia oscilla il semicilindro imbocca alternamente nei denti della ruota dello scappamento, arrestandoli e lasciandoli scappare, come farebbero le palette. Il modo col quale quest'azione si effettua si comprenderà più chiaramente coll'ajuto delle figure 23, 24 che rappresentano la se-

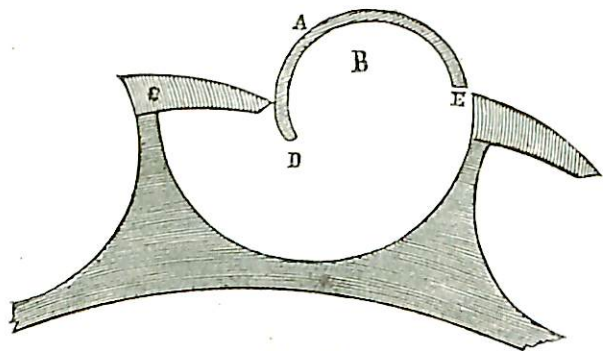


Fig. 23.

zione orizzontale del semicilindro e dei denti della ruota dello scappamento dopo ogni successiva oscillazione.

Nella fig. 23, la bilancia oscillando da destra a sinistra, spinge la parte convessa A D del semicilindro contro al dente C della ruota dello scappamento, e momentaneamente la arresta, mentre il lato A E del semicilindro si è ritirato dal cammino del dente precedente e lo

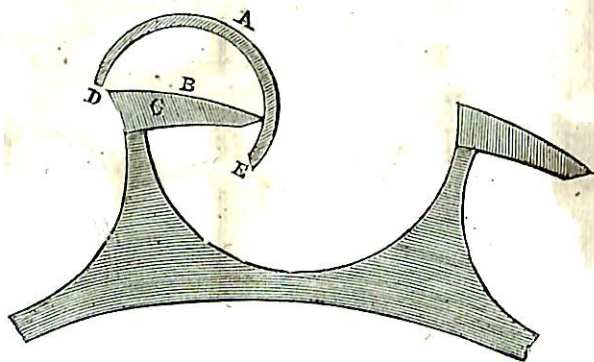


Fig. 24.

lasciò passare. La bilancia oscilla allora da sinistra a destra, e la parte convessa A D del semicilindro scivola via dalla punta del dente C. Il margine D del semicilindro, abbandonando la punta del dente, acquista un leggiero impulso, che ridona alla bilancia la pie-

cola quantità di forza che essa aveva perduto per la pressione del dente sulla sua superficie convessa.

La parte A E del semicilindro presentasi ora al dente C, la punta del quale essendosi avanzata per uno spazio eguale al diametro del semicilindro, viene ad urtare contro la superficie concava di A E, come vedesi nella fig. 24.

La bilancia oscillando ora di nuovo da destra a sinistra, la punta del dente C scivola sulla superficie concava del semicilindro A E, finchè arriva al margine E. Il dente allora scivola giù dalla superficie inclinata di E, dando al semicilindro e per conseguenza alla bilancia un'altro leggiero impulso, che ridona ad essa la forza di cui venne privata mentre il dente scivolava sulla sua superficie concava.

Dalla spiegazione del modo di agire di questa forma di scappamento scorgesi chiaramente quali siano le condizioni cui deve soddisfare qualsiasi altra forma di scappamento. Lo scopo di questi congegni è quello di regolare il movimento delle ruote, e di assicurare la sua uniformità. Per ottener ciò basta che i denti della ruota dello scappamento scappino, come abbiain veduto, uno solo per volta, ad ogni oscillazione della bilancia. In causa però dell'attrito dell'asse della bilancia e delle palette sui denti della ruota dello scappamento, e in causa della resistenza dell'aria, il campo delle oscillazioni sarebbe gradatamente diminuito, così che, da ultimo, esso non sarebbe più sufficiente a permettere il successivo passaggio dei denti dello scappamento, e l'orologio si fermerebbe, se non si fossero inventati alcuni espedienti pei quali la bilancia può ricevere dalla molla e immediatamente dalla ruota dello scappamento tanta forza quanta ne perde per le cause suaccennate. Questi espedienti consistono nelle forme particolari che si danno ai margini delle palette o del semicilindro ed ai denti della ruota dello scappamento. Nello scappamento a cilindro, lo scopo è raggiunto dando una forma arrotondata al margine D, e inclinata al margine E del semicilindro e dando ai denti la forma che vedesi nella figura.

Questa forma di scappamento somministra una forza regolatrice sufficiente per le migliori qualità di orologi da tasca, ed ha il vantaggio di occupare pochissimo spazio. È la forma più comunemente adottata negli orologi francesi e svizzeri.

XLI.

Nella forma di scappamento usata nei migliori orologi inglesi la ruota dello scappamento partecipa del doppio carattere di ruota a

sprone o a sega e di ruota a corona, e chiamasi perciò scappamento doppio.

I denti a sprone A, B, C, ecc. (fig. 25), sono simili nella loro forma e disposizione a quelli dello scappamento a cilindro descritto più sopra. I denti a corona a, b, c, ecc. prolungansi dal piano della ruota, ed occupano una posizione intermedia fra i denti a sprone. Sull'asse della bilancia appena al di sopra della ruota dello scappamento è fissata una paletta chiamata la paletta impulsiva che per la combinazione delle oscillazioni della bilancia e il progressivo movimento della ruota dello scappamento va

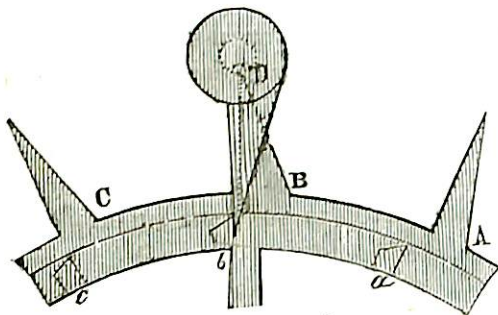


Fig. 25.

ad urtare successivamente contro i denti a corona della suddetta ruota, ricevendo dalla loro reazione quando scappano, quel leggero urto che vale a mantenere sempre uniformi le oscillazioni della bilancia.

Sotto la palette e nel piano dei denti a sprone è collocato un piccolo cilindro, formato solitamente da pietra da rubino od altre pietre dure, avente un incavo da una parte, nel quale imboccano successivamente i denti a sprone. A norma che un dente a sprone, a, per esempio, scappa alla palette, il corrispondente dente a corona, A, entra nell'intaccatura del cilindro, e questa alterna azione continua finchè l'orologio va. Scorgesi da ciò che la palette e il piccolo cilindro nello scappamento doppio fanno lo stesso ufficio dei due margini del semicilindro nello scappamento a cilindro, e delle due palette nell'ordinario scappamento quale è rappresentato dalla fig. 17.

Il principal vantaggio di questo sistema sta nell'esservi una sola palette e nel non richiedere l'azione di esso un'esecuzione così perfetta dei denti dello scappamento come la richieggono gli altri sistemi.

XLII.

Lo scappamento a leva è molto usato negli orologi da tasca inglesi. Una leva A B (fig. 26), con un'incavatura ad un'estremità, è attaccata all'ancora C. Una punta in a, sopra un disco D, sull'asse della bilancia, entra in questa incavatura ad ogni vibrazione, e la palette scappa al dente dello scappamento E, ricevendo un impulso,

pel quale riacquista la forza perduta, lasciando un altro dente impegnato nell'opposta palette. Siccome la leva è staccata dalla bilancia, eccetto per un istante, alla metà di ogni vibrazione, la quantità dell'attrito è piccolissima. Un altro vantaggio di questo movimento è che esso è poco soggetto a guastarsi, e quando ciò avvenga si aggiusta facilmente e con poca spesa, mentre gli scappamenti doppi e cilindrici sono dispendiosi a farsi, e non possono venir aggiustati che da abili operai quali non si trovano di spesso, tranne che nelle metropoli o grandi città.

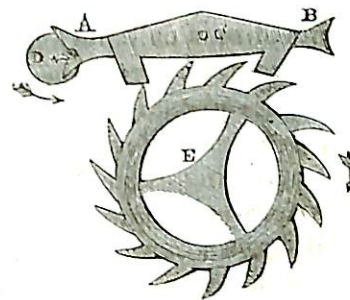


Fig. 26.

XLIII.

Nella classe degli orologi portatili usati nella navigazione, dove richiedesi la massima regolarità di movimento, si adottò una disposizione chiamata scappamento staccato. Questo sistema è rappresentato dalla fig. 27.

Sull'asse della bilancia è attaccato un disco, in cui havvi un'incavatura, i. Sul medesimo vi è un altro disco più piccolo, G, da cui

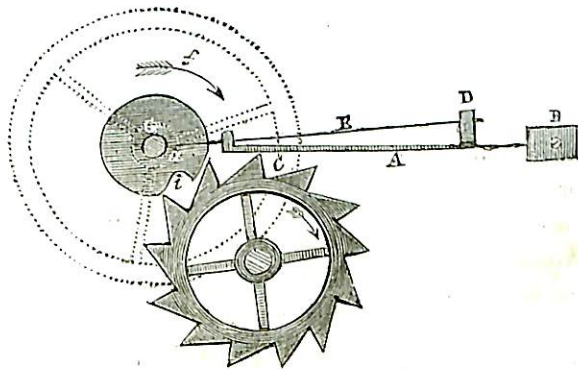


Fig. 27.

sporge un piccolo rialzo. Per le oscillazioni della bilancia l'incavatura i, e la punta o il rialzo oscillano alternativamente a destra e a sinistra. Una molla assai fina ed elastica, A, attaccata a un corpo fisso, B, termina in una parte sporgente, C. Al corpo D è attaccata un'altra fina molla, E, che si prolunga sino al margine del piccolo disco G. La parte sporgente C è collocata in modo che, quando la

molla A non è alzata, essa incontra un dente dello scappamento, ma quando la molla viene leggermente alzata, la parte sporgente permette al dente di passare. La molla E resta in una piccola incurvatura diretta dall'alto in basso dietro l'estremità ingrossata di A.

Supponiamo ora, che la bilancia oscilli da sinistra a destra. Il rialzo del piccolo disco G, venendo a urtare contro l'estremità della molla E, la solleva; e questa molla solleva la molla A, e perciò l'estremità ingrossata C lascia in libertà il dente cui dapprima arrestava. Lo scappamento quindi avanza, ma prima che il prossimo dente subentri al posto occupato dal primo, la bilancia oscilla indietro da destra a sinistra. La molla E cessa dal sostenere la molla A, la cui estremità ingrossata C, ritornando alla sua posizione di prima, incontra il successivo dente e lo arresta.

Al momento in cui la bilancia sta per incominciare la sua oscillazione da sinistra a destra, e l'estremità C sta per liberare il dente che è contro di essa, un altro dente trovasi contro la parete dell'intaccatura *i*, e quando lo scappamento è reso libero, e incomincia l'oscillazione della bilancia da sinistra a destra, il dente, premendo sulla parete dell'intaccatura *i*, dà al disco ed alla bilancia un impulso che è sufficiente a ridonare ad essa tutta la forza che aveva perduta nell'antecedente oscillazione. Eccetto in questo momento la bilancia, in questa forma di scappamento, è interamente libera da ogni azione della molla.

XLIV.

Quando si carica un orologio, il peso o la molla non agiscono più sul rotino e il nottolino pei quali trasmettessi il movimento al rotismo dell'orologio. Il movimento delle lancette, durante il tempo occupato nel caricare, resta quindi sospeso, e per conseguenza se l'orologio va regolarmente, perderà tanto tempo quanto se ne impiega a caricarlo. Sebbene ciò, nei comuni orologi, non produca alcun sensibile inconveniente, per gli orologi però usati negli osservatori e pei cronometri usati nella navigazione, nei quali richiedesi il massimo grado di regolarità, si inventarono de' congegni pei quali il movimento dell'orologio continua anche mentre si carica.

Questi congegni costituiscono il così detto: *Meccanismo conservatore*.

Uno dei più semplici, negli orologi mossi da un peso, vedesi rappresentato nella fig. 28. Il peso P, che è la forza motrice, è connesso con un altro peso molto più piccolo, *p*, per mezzo di una corda con-

tinua che passa sulla scanalatura di una serie di carrucole, A, B, C, e D, delle quali A e B sono mobili, e C e D fisse. La forza colla quale P discende è l'eccesso del suo peso su quello di *p*.

La carrucola C, essendo tenuta ferma dal nottolino E durante la discesa del peso P, e la corda non scivolando sulla sua scanalatura in causa dell'attrito, le parti *b a*, e *c d*, che discendono dalla carrucola C alle carrucole A e B, possono considerarsi come virtualmente attaccate a punti fissi in *b* e *c*, così che non possano discendere. Ora, discendendo il peso P, per la sua preponderanza su *p*, e venendo per conseguenza il peso *p* tratto in alto, la parte della corda *c d* deve passare per la carrucola B, la parte *e f* sulla carrucola D, e la parte *g h* per la carrucola A. In questo modo, quando il peso P discende, le parti *b a* e *g h* verranno gradatamente allungate a spese delle parti *c d* ed *f e*, che verranno in egual misura accorciate, così che il peso *p* verrà di tanto innalzato di quanto si sarà abbassato il peso P. Durante questo processo la ruota D gira costantemente, e con essa la prima ruota del rotismo che è fissata sul suo asse, e che attraverso di esso rotismo comunica il movimento alle lancette.

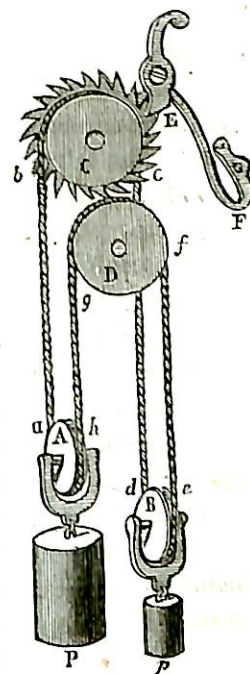


Fig. 28.

Quando si vuole caricare l'orologio si tira in basso colla mano la corda *c d*, così che la carrucola fissa gira, il nottolino E cadendo da un dente sull'altro finchè siasi tirato su il peso P e calato in basso il peso *p*. Le parti *g h* ed *f e* della corda non cessano per ciò dal subire la loro trazione, e la carrucola D continua a girare come prima per effetto della forza preponderante di P, che agisce sempre colla stessa intensità tanto ascendendo che discendendo.

È chiaro perciò come con questo artificio, il movimento del rotismo e delle lancette non resti sospeso durante il tempo in cui si carica l'orologio.

XLV.

Se il meccanismo di un orologio è mosso dalla forza di una molla senza una piramide, come è rappresentato nella fig. 17, egli è evidente che il movimento, intanto che si carica l'orologio, deve restar sospeso, perchè il ruotino B, pel quale l'azione della molla è tras-

messa al meccanismo, non agisce più in allora sul nottolino *n*. A questo inconveniente si può però in tal caso ovviare con un congegno semplicissimo. Invece di fermare l'estremità esterna della molla ad un punto fisso, la si attacchi internamente alla fascia di un tamburo, e a questa si attacchi la ruota C. Ciò facendo la fascia del tamburo girerà, anche nel frattempo in cui si carica l'orologio, per la reazione dell'estremità esterna della molla, e colla fascia girerà anche la ruota C che è attaccata ad essa, chiaro essendo come nel caricar l'orologio si agisca soltanto sull'estremità interna della molla.

Questo spediente è generalmente adottato in Francia e in Svizzera per gli orologi da camera ed anche per quegli orologi da tasca in cui l'introduzione dello scappamento a cilindro (fig. 22) disobbliga il costruttore dal far uso della piramide.

Scorgesi chiaramente che in tali congegni, mentre la ruota C è attaccata alla fascia del tamburo, e per essa alla estremità esterna della molla, il rotino B invece è attaccato all'asse T B (fig. 17), e per esso alla estremità interna della molla.

Quando vi è una piramide, il ruotino essendo fissato sull'asse di questa, e non su quello del tamburo contenente la molla, questo metodo conservatore non è più applicabile. In tali casi si ottiene lo stesso effetto con due ruotini collocati sull'asse della piramide, aventi i loro denti e nottolini rivolti in direzioni opposte, uno di questi ruotini venendo tratto in giro da una molletta, che entra in giuoco

soltanto quando l'azione della molla rimane sospesa durante il tempo in cui si carica l'orologio.

La piramide colla sua appendice quale è comunemente costrutta quando manca un meccanismo conservatore, è rappresentata dalla fig. 29, nella quale si vede la piramide, col rotino attaccato alla sua base, un po' sollevata dalla cavità della ruota dentata C D, nella quale il rotino dovrebbe trovarsi, per meglio mostrarne i rap-

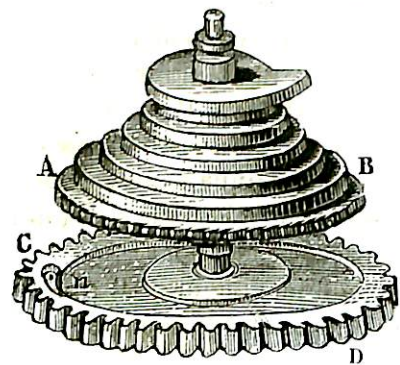


Fig. 29.

porti. Sul margine di detta cavità trovasi il nottolino *n*, il quale è destinato a imboccare nei denti del rotino.

Quando si carica l'orologio, la catena passando dal tamburo alle scanalature della piramide, il rotino A B gira liberamente nella cavità, il nottolino *n* scattando di dente in dente, producendo quello scricchiolio di cui già si disse. Ma quando l'orologio funziona, la tensione della catena fa girare la piramide e il rotino attaccato da

essa in direzione contraria a quella di quando si carica, e il rotino imboccando nel nottolino *n*, fa girare la ruota C D, che comunica il movimento a tutte le altre ruote, che lo trasmettono alle lancette. Ora egli è evidente che quando si carica l'orologio, il nottolino *n* non imboccando più nei denti del rotino, nessun movimento verrà impartito a C D, e per conseguenza il movimento dell'intero rotismo rimarrà sospeso.

Nella fig. 30 vedesi in qual modo si possa ottenere una forza conservatrice dalla combinazione di due rotini. C D è la ruota prima che trasmette il movimento a tutte le altre. Il rotino A è fissato alla base della piramide, e si muove con essa. Il nottolino *m*, compresso da una molletta contro i denti di questo rotino, è attaccato al secondo rotino B, così che quando il rotino A gira, colla piramide mossa dalla catena, nella direzione della freccia *f*, deve girare con esso anche il rotino B. Questo è connesso colla ruota C D mediante una molla semicircolare *a b c* attaccata alla ruota C D in *c*, e al rotino B in *a*. Il nottolino *n*, che imbocca nei denti del rotino B, è fissato sulla cartella dell'orologio.

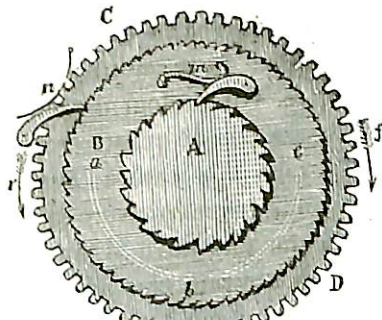


Fig. 30.

Quando l'orologio funziona, il rotino B si trae addietro la ruota C D, mediante la molla *a b c*, la quale, per la resistenza opposta dalla ruota C D e dal restante rotismo, è costretta a curvarsi di più di quello che sarebbe nel suo stato di quiete o di equilibrio. Supponiamo ora che debbasi caricare l'orologio. Il rotino A venendo fatto girare dalla chiave nella direzione della freccia *r*, il nottolino *m* cadrà di dente in dente, e non riceverà più alcun impulso dal rotino A, che perciò non farà più muovere il rotino B o la ruota C D. Ma la molla *a b c*, per l'elasticità di cui è dotata, tenderà ad allargarsi e a riporsi nel suo stato di equilibrio, nè potendo far retrocedere il rotino B, impedendolo il nottolino *n* che imbocca ne' suoi denti e lo arresta, continuerà a far avanzare, nella direzione della freccia *f*, la ruota C D, per tutto il tempo impiegato a caricare l'orologio.

XLVI.

Da quanto si disse rilevasi, che gli orologi in generale sono costrutti con l'una o l'altra delle due forze motrici, un peso discendente od

una molla, e con l'uno o l'altro dei due regolatori, un pendolo od una bilancia. Questi pezzi di meccanismo vengono variamente impiegati e combinati, a seconda della situazione e delle circostanze in cui si pone l'orologio, e dell'uso cui si destina.

Un peso discendente come forza motrice, combinato con un pendolo come regolatore, somministra le migliori condizioni cronometriche. Ma il peso non può essere impiegato che dove si può disporre di un sufficiente spazio verticale per la sua ascesa e discesa, e tanto il peso che il pendolo non sono applicabili che agli orologi che restano in una posizione fissa e stabile.

Negli orologi stabili, ma in luoghi ristretti dove non si può disporre dello spazio conveniente per la libera azione del peso, si applica come forza motrice la molla combinata col pendolo come regolatore. Gli orologi da sala offrono esempj di questa combinazione. L'altezza poi di questi orologi essendo limitata ne consegue che non si possano applicare ad essi che pendoli corti. I pendoli che oscillano a secondi dovendo avere la lunghezza di circa 39 pollici, non possono applicarsi che dove si può disporre di una considerevole altezza.

Fu dimostrato che le lunghezze dei pendoli sono nella proporzione dei quadrati dei tempi della loro vibrazione. Ne segue perciò che la lunghezza di un pendolo che vibra in un mezzo secondo, deve essere la quarta parte di quella di un pendolo che oscilla in un secondo, e poichè l'ultimo deve avere la lunghezza di 39 pollici, il primo dovrà avere la lunghezza di 9 pollici e $\frac{3}{4}$. Un tal pendolo potrà quindi venire convenientemente applicato agli orologi da camino o da tavolo.

Il pendolo è un regolatore così esatto, e l'ancora dello scappamento lo rende così indipendente dalla variazione della forza motrice, che negli orologi dove esso è combinato con una molla si trovò inutile una piramide. In tali casi, perciò, l'asse della prima ruota è collocato nel centro della molla, come è rappresentato nella fig. 17.

XLVII.

Lo scappamento cilindrico, rappresentato nella fig. 22, è pressochè altrettanto indipendente dalla variazione della forza motrice, come lo è il pendolo, e perciò negli orologi comuni, costrutti con questa specie di scappamento, si fa a meno della piramide.

Nella classe degli orologi chiamati cronometri usati nella navigazione, e in generale in tutti i casi in cui, anche in un orologio da tasca, richiedesi la maggiore perfezione possibile, soglionsi riunire

tutti gli espedienti sucitati per assicurare la regolarità dell'azione, e per conseguenza lo scappamento staccato combinasi colla piramide e la molla.

Oltre a questi espedienti, nei più perfetti cronometri se ne mettono in pratica degli altri per prevenire gli effetti delle variazioni derivanti dall'espansione e contrazione del metallo componente la bilancia in causa dei cambiamenti di temperatura. Questi spedienti sono assai varj; ma in generale consistono in congegni pei quali l'espansione del margine del bilanciare avviene in modo che una parte più pesante riesca più vicina al centro, compensando così l'allontanamento di un'altra parte causato dall'espansione generale.

XLVIII.

I cronometri ad uso della navigazione sono di solito sospesi in una scatola su colonnette, simili a quelle che sostengono la bussola della nave. Le vibrazioni della bilancia sono di solito di un mezzo secondo, misura molto più lenta di quella degli orologi comuni. Questi cronometri sono di un'immensa utilità nella navigazione, e specialmente nei lunghi viaggi. (Vedi il Trattato *Latitudini e Longitudini*; Museo, vol. I.)

XLIX.

Negli osservatorj dove si possono usare orologi stabili, viene adottato invariabilmente l'orologio mosso da pesi e regolato da un pendolo. Il pendolo, in tali casi, è sempre costruito in modo che la misura delle sue oscillazioni non possa venire alterata dalle variazioni di temperatura; il che ordinariamente si ottiene costruendolo di due diversi metalli, l'uno dei quali sia più espansibile dell'altro per l'azione del calore, e disponendo questi metalli in modo che l'espansione dell'uno innalzi il centro di gravità, mentre quella dell'altro lo abbassi, sicchè i due effetti si compensino l'un l'altro, e la misura di vibrazione rimanga la stessa, sebbene cangisi la temperatura.

L.

Negli orologi adatti agli usi domestico e pubblico, si desiderò che essi dessero notizia del tempo, non solo all'occhio ma anche all'orecchio; e a questo intento si aggiunse ad essi una campana, che suona a dati intervalli, il numero dei colpi essendo eguale a quello

delle unità del numero esprimente l'ora. Quest' apparecchio è chiamato: *Soneria*.

La soneria sebbene connessa col meccanismo che muove le lancette, è affatto indipendente da esso, avendo la sua propria forza motrice e regolatrice, e il suo proprio sistema di ruote per le quali l'effetto della forza motrice è sottomesso al regolatore e trasmesso al martello della campana.

A differenza del meccanismo che muove le lancette, il meccanismo della soneria non è in moto continuo, ma è sempre in riposo, eccetto in quel momento in cui la campana suona. Questo meccanismo rimane arrestato da una specie di nottolino finchè le lancette

non segnino una determinata ora, nel qual caso il meccanismo è posto in libertà dal ritiro del nottolino. Esso però non rimane libero che pel tempo necessario perchè il martello dia il necessario numero di colpi sulla campana, dopo di che il nottolino si impegna di nuovo nel meccanismo della soneria e lo ferma.

Alcuni orologi battono soltanto le ore; altri battono anche le mezze ore ed altri anche i quarti.

Il principio generale del meccanismo della soneria sarà reso intelligibile dalla fig. 31, che lo rappresenta quale è in un orologio comune mosso da un peso.

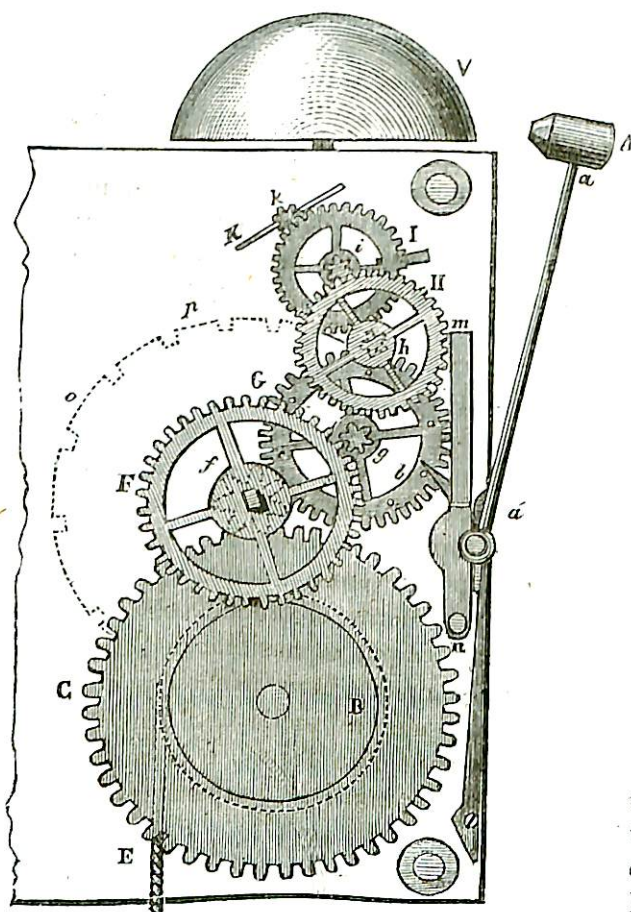


Fig. 31.

Il peso attaccato alla corda E fa muovere la ruota C, come abbiamo già veduto negli orologi senza soneria. Questa ruota comunica il

movimento alla ruota ultima I, che corrisponde allo scappamento, mediante le ruote e rocchetti intermedi, *f*, *F*, *g*, *G*, *h*, *H*, ed *i*. La ruota I muove il rocchetto *k*, sull'asse del quale è fissato il regolatore K. Questo regolatore è un'ala che è rappresentata in grande nella fig. 32.

Il rocchetto mosso dalla ruota W, fa girare l'ala A A' B' B che consiste in una sottile lamina rettangolare di metallo, lungo la linea mediana delle cui superficie scorre il prolungamento M L dell'asse del rocchetto. Quest'ala, girando più o meno rapidamente, percuote contro l'aria che resiste ad essa con una forza che aumenta nella proporzione del quadrato della velocità della rotazione. Così, se la velocità di rotazione aumenta in ragione doppia, la resistenza ad A A' B' B aumenta in ragion quadrupla; se la velocità cresce in ragion tripla, la resistenza cresce in ragione nonupla, e così di seguito. Egli è evidente perciò, che, per questo rapidissimo aumentarsi della velocità, la resistenza al movimento del meccanismo deve presto divenire eguale alla forza discendente del peso, e allora il movimento diverrà uniforme; perchè se accelerasse la resistenza eccederebbe la forza del peso, e si allenterebbe la misura del movimento; e se ritardasse, la resistenza essendo minore della forza del peso, quest'ultimo accelererebbe il movimento, il quale nell'uno e l'altro caso diverrebbe immediatamente uniforme.

Sul piano della ruota H (fig. 31) vi è un piccolo rialzo che poggia sull'estremità *m* di una leva *m n*, mobile sul centro *n*. La leva *m n*, quando è nella posizione rappresentata dalla figura, arresta il movimento della soneria. Posteriormente a questa leva havvi pure un rialzo che, nella posizione rappresentata dalla figura, imbocca in un'intaccatura della ruota *o p*, situata di dietro alla soneria, e indicata nella figura da una linea punteggiata. Sul margine di questa ruota trovasi una serie di simili intaccature praticate a distanze ineguali, nel modo determinato che indicheremo.

Sul piano della ruota G, trovasi una serie di punte sporgenti, ad eguale distanza le une dalle altre, e disposte circolarmente, le quali, quando la ruota gira, incontrano successivamente una leva *b*, imperniata su di un centro A'. Sullo stesso centro è fissato il manico *a a'* del martello A dal quale è percossa la campana V. Una

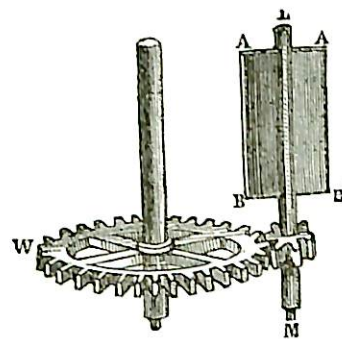


fig. 32.

molla fissata sullo stesso centro a' fa restare la leva b nella posizione rappresentata nella figura, e la fa ritornare a quella posizione quando sia stata deviata dalle punte della ruota G . Il manico $a a'$ del martello è elastico e provveduto anch'esso di una simile molla.

Quando la ruota G è fatta girare uniformemente dall'azione del peso E , regolato dall'ala K , le punte sporgenti dal piano della ruota G incontrano successivamente la leva b , ed innalzandola, spingono indietro il manico $a a'$ del martello che è in connessione colla leva b . Quando la punta supera la leva b , quest'ultima scatta per l'azione della molla, e il martello A ricevendo lo stesso impulso percuote sulla campana V , da cui istantaneamente ritirasi per la sua elasticità e se la ruota G continua a girare, le sue punte incontreranno l'una dopo l'altra la leva b , e il martello A darà un colpo sulla campana ogni volta che la punta supera la leva.

La ruota H è costrutta in modo che fa una rivoluzione nell'intervallo fra due successivi colpi della campana, o, ciò che torna lo stesso, nell'intervallo fra i momenti in cui due successive punte superano la leva b .

Nel meccanismo che muove le lancette si è provveduto ad uno spediente pel quale, ogni volta che la lancetta dei minuti segna sulla mostra dell'orologio le ore dodici la leva $m n$ ritirasi dalla posizione che occupa nella fig. 31 e l'estremità m lasciando in libertà il rialzo della ruota H , questa ruota e l'intero meccanismo della soneria resta libero e mettesi in movimento. Nello stesso tempo il rialzo che abbiamo veduto trovarsi sulla leva $m n$ ritirasi dall'intaccatura della ruota $o p$, per cui questa ruota mettesi anch'essa in movimento come tutte le altre parti della soneria.

Per ogni completa rivoluzione che fa la ruota H , il martello A batte un colpo sulla campana, e il movimento di H e dell'intero meccanismo della soneria continuerà finchè l'estremità m della leva $m n$ portisi di nuovo sotto il rialzo della ruota H . Durante il movimento, la leva $m n$ è trattenuta indietro dal margine della ruota $o p$ che agisce contro il rialzo della leva $m n$. Ma quando la ruota $o p$, girando, arriverà colla successiva intaccatura in corrispondenza del rialzo della leva, questo rialzo imboccherà nell'intaccatura, e l'estremità m della leva $m n$, portandosi sotto il rialzo della ruota H , arresterà il movimento del meccanismo.

Ora, egli è evidente da quanto si è detto, che quando la leva $m n$ si è ritirata dalla ruota H , finchè essa leva dura nella sua nuova posizione per l'azione del margine della ruota, $o p$, che sfrega contro il rialzo della leva, il meccanismo della soneria continuerà a muoversi

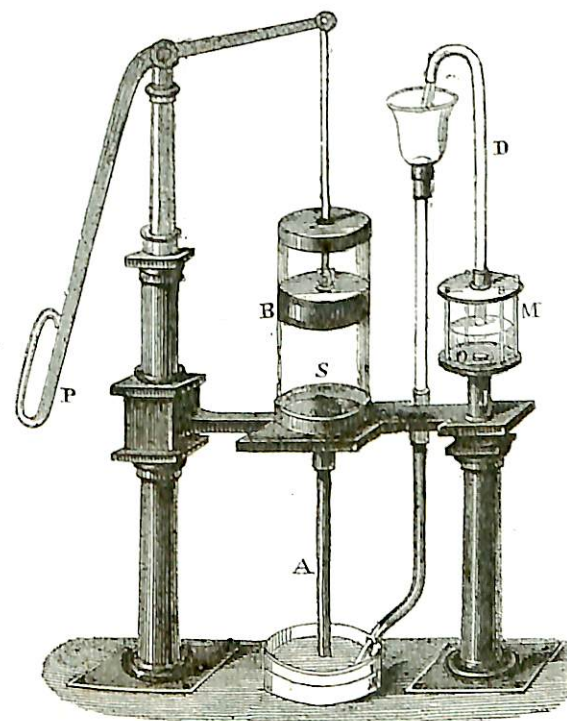
e il martello continuerà a battere sulla campana. Ma la durata di questo movimento dipenderà dalla maggiore o minore lunghezza dello spazio esistente fra le intaccature della ruota, $o p$; poichè egli è quando uno di questi spazii del margine della ruota sfrega contro il rialzo della leva, $m n$, che l'estremità m di essa leva è trattenuta indietro così che trovisi fuori dal cammino percorso dal rialzo della ruota H . Questi spazii fra le intaccature sono perciò proporzionati in modo, che la leva $m n$ sia, ad ogni ora trattenuta indietro soltanto il tempo sufficiente perchè il martello batta sulla campana il numero di colpi dinotante l'ora e non più.

Il meccanismo per la battuta delle mezze ore e dei quarti d'ora è basato su principj simili.

Dott. G. GORINI.

LE TROMBE IDRAULICHE

Fig. 16.



Tromba premente.

- I. Metodi più antichi di innalzar acqua. — II. La secchia. — III. Il tornio colla fune. — IV. Due secchi e una carrucola. — V. Maniera di applicarvi la forza animata. — VI. Come in questo congegno la fune si equilibri da sè. — VII. Tromba elevatoria. — VIII. Tromba elevatoria e premente mossa da una forza animata. — IX. Varie sorta di valvole. — X. Valvole a linguetta. — XI. Valvole coniche. — XII. Valvole sferiche. — XIII. Tromba aspirante. — XIV. Analisi del suo modo di operare. — XV. Tromba premente. — XVI. Idem con serbatoio d'aria. — XVII. Idem con cilindro massiccio. — XVIII. Tromba premente a doppio effetto. — XIX. Tromba da inaffiare i giardini. — XX. Tromba da incendio. — XXI. Tromba a catena. — XXII. Prosciugamento delle miniere.

I.

Siccome l'acqua è tra le cose più necessarie alla vita e, benchè abbondantissima, pure non si trova sempre in quei luoghi dove le circostanze ci conducono ad abitare, così tra le più antiche invenzioni

fisico-meccaniche vediamo in tutti i paesi essere stata quella dei mezzi onde procacciarsela in quantità sufficiente e pura al possibile. E poichè le fonti mostravano assai chiaramente che negli strati inferiori della terra dovevano esistere sorgenti d'acqua, fu naturale il pensiero di forare gli strati superiori per giungere a quelle sorgenti, cioè di scavare i pozzi. Senonchè l'acqua alla quale si arriva con questi scavi rare volte s'innalza da sè fino alla superficie della terra: questa salita spontanea accade solamente in quelle profonde fontane che si chiamano pozzi artesiani; ma d'ordinario quando uno scavo arriva a trovar acqua, essa occupa il fondo di questo scavo, e vi si adagia senza alzarsi più in su. In tutti questi casi è dunque necessario qualche trovato per alzarla fino alla bocca del pozzo.

II.

Il più antico e più rozzo di questi trovati è quello di calare nel pozzo una secchia per mezzo di una corda, e cavare così l'acqua un secchio per volta. Se il pozzo non è molto profondo la corda può attaccarsi al braccio più lungo di una leva (fig. 1) in maniera

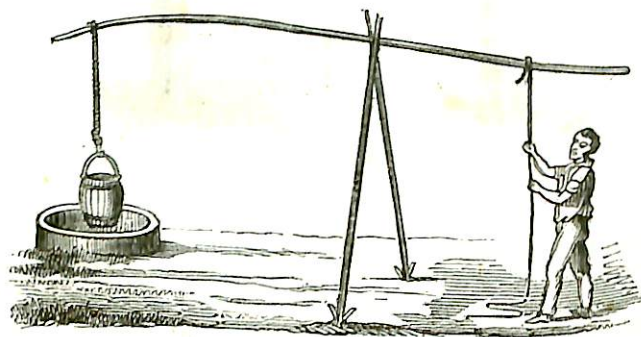


Fig. 1.

che, tirando abbasso il braccio più corto di detta leva, il secchio pieno viene estratto dalla cisterna. E questa è forse la più semplice ed imperfetta maniera che si usi per alzar acqua. Qualche cosa di men rozzo è una carrucola impernata in saldi sostegni sopra la bocca del pozzo; alla quale carrucola è accavallata la corda, sicchè, lasciandola scorrere in giù, e poi ritirandola a sè, l'uomo lascia discendere il secchio vuoto nell'acqua, e poi lo tira in su pieno. Ognuno intende che il lavoro di questo uomo non consiste unicamente nell'alzare il peso dell'acqua e del secchio che la contiene, ma

che una parte della forza va consumata nell'alzare la corda, la quale se il pozzo è profondo non è un peso spregevole, un'altra parte a curvare ogni momento la corda contro la gola della carrucola, e un'altra ancora nel superare l'attrito che la carrucola patisce girando sopra il suo pernio, ovvero il pernio girando ne' suoi occhielli.

III.

Poco più vantaggioso è il congegno di un tornio sovrastante all'apertura del pozzo (fig. 2), dove il secchio viene innalzato col girare il manubrio del tornio e così avvolgere a poco a poco la fune sul suo cilindro. Anche qui la forza deve manifestamente, oltre al secchio pieno d'acqua, alzare il peso della fune, piegarla continuamente sull'asse del tornio, e vincer l'attrito del pernio negli occhielli.

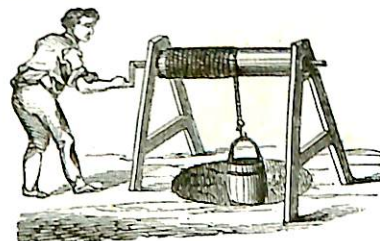


Fig. 2.

In qualsiasi ordigno meccanico una delle prime cure da aversi è di evitare possibilmente tutto ciò che consumerebbe senza vantaggio una parte della forza motrice. Ora, nel caso di cui si parla è chiarissimo che la sola parte di forza motrice utilmente impiegata è quella che innalza il peso dell'acqua, mentre sono gittate ossia spese inutilmente 1.º La parte di forza che innalza il peso del secchio. 2.º Quella che innalza il peso della corda. 3.º Quella che incurva la corda nella gola della carrucola o sulla convessità del tornio. 4.º Quella che vince l'attrito del pernio negli occhielli. 5.º Quella che si adopera a tirare il secchio da una parte quando è giunto alla sommità, ed a versare l'acqua nel vaso che deve riceverla. 6.º Finalmente quella che si consuma per calare nuovamente il secchio nel pozzo onde riempirlo. Ora, se noi facciamo una stima di queste parti di forza che vanno perdute, troviamo che tutte insieme sorpassano di gran lunga quell'unica parte che si impiega propriamente allo scopo proposto, cioè a recar l'acqua dal fondo del pozzo alla superficie della terra.

IV.

Una di queste perdite ha facil rimedio in un piccolo artificio che si usa sovente; ed è quello di attaccare una secchia a ciascuna estremità della corda accavallata alla carrucola: imperocchè a questo

modo, intanto che la secchia piena va in su, quella vota va in giù, e ognuno intende che il peso di questa e di quel tratto di fune che essa si tira dietro scendendo compensano o equilibrano il peso del secchio pieno (del solo secchio) e di quel tratto di fune che ascende con esso; laonde la forza motrice non ha più da vincere altro che il peso dell'acqua, l'attrito, e la resistenza che oppone la corda a piegarsi.

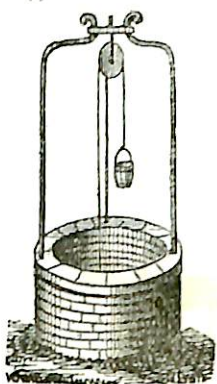


Fig. 3.

V.

La forza animata si può applicare a questo metodo di innalzar acqua mediante il congegno rappresentato nella fig. 4: e questo è l'uso più generale in Francia per adacquare le ortaglie nei dintorni delle grandi città. Due carrucole sono impernate a fianco l'una dell'altra al disopra del pozzo con tale intervallo che due secchi pendenti da esse possono passarsi vicino senza urtarsi. La corda che sostiene un dei secchi, dopo essersi accavallata ad una delle carrucole, si piega in direzione orizzontale, e va ad avvolgersi due o tre volte intorno ad un largo cilindro o tamburo verticale, che è infitto in un albero girevole poco lontano dal pozzo; dopo di che la corda retrocede al pozzo, si accavalla all'altra carrucola, e scende finalmente a sostener l'altro secchio.

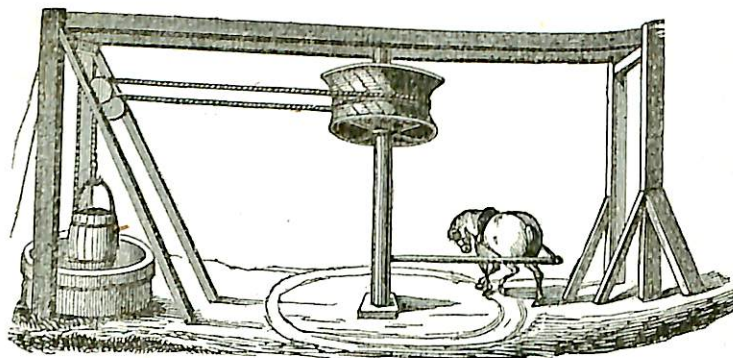


Fig. 4.

I manichi delle secchie, cioè quei ferri curvati a semicerchio ai quali si attacca la fune, non sono congiunti alle secchie medesime per due punti situati in sull'orlo, come si usa comunemente, ma bensì per due punti molto più bassi e appena al disopra della metà dell'altezza

del recipiente. E di qui nasce che quando i secchi sono pieni essi conservano con sufficiente stabilità la loro posizione verticale, ma quando sono voti riescono facilissimi da capovolgere, cosicchè al solo urtare nell'acqua si rovescian da sè, e così si riempiono.

L'albero verticale che porta il tamburo è munito di un'asta orizzontale assai lunga, alla quale viene attaccato un cavallo od un bue, cosicchè questo girando intorno fa sì che la corda si avvolga sul tamburo da una parte, svolgendosi intanto dall'altra, e con ciò un secchio è innalzato mentre l'altro è calato nel pozzo, e quando il primo giunge all'aperto il secondo arriva a dare il tonfo nell'acqua, e perciò a rovesciarsi, e ad empirsi. Allora il secchio che è giunto in alto viene votato versandosene l'acqua nel canale che deve riceverla, e l'animale viene attaccato all'asta accennata nella direzione contraria a quella di prima, sicchè girando ancora intorno fa discendere nel pozzo il secchio vuoto, e tira in alto il secchio pieno.

VI.

È manifesto che in questo congegno e in tutti i congegni somiglianti il peso della corda, considerato in tutta l'operazione, si equilibra da sè; perocchè ben è vero che quando il secchio pieno comincia ad innalzarsi il peso della fune è prevalente dal lato della resistenza, e quindi oppone un contrasto alla potenza; poichè la parte di corda che sale è più lunga della parte che scende: ma questa preponderanza va diminuendo mano mano che il moto continua, e finalmente quando i secchi s'incontrano cessa del tutto, perchè in quel momento la parte ascendente e la parte discendente sono eguali tra loro. E dopo di ciò la parte discendente comincia subito a farsi più lunga della parte ascendente, onde il peso della fune divien prevalente dal lato del vaso che scende, e così ajuta la potenza. Essendo poi questa seconda metà del movimento precisamente simile alla prima metà, s'intende che ad operazione compiuta la fune avrà restituito alla potenza col sussidio del proprio peso, tuttociò che le aveva tolto col contrasto del medesimo peso; onde è dimostrato ciò che abbiamo asserito, vale a dire che in simili ordigni il peso della fune si equilibra da sè.

La macchina sopra descritta è anche usitata in Francia per innalzare pietre da pozzi verticali che mettono a cave sotterranee, come pure per altre operazioni occorrenti nelle miniere.

VII.

Si abbia ora, invece del secchio colla fune, una canna che discenda nell'acqua del pozzo, e in questa canna vi sia uno stantuffo munito d'una valvola che si apra di basso in alto. Se lo stantuffo verrà mosso alla solita maniera su e giù, l'acqua entrerà nella canna, e sarà a poco a poco innalzata. Una macchina così congegnata dicesi tromba *elevatoria*, ed è rappresentata nella fig. 5; W è l'acqua, e d

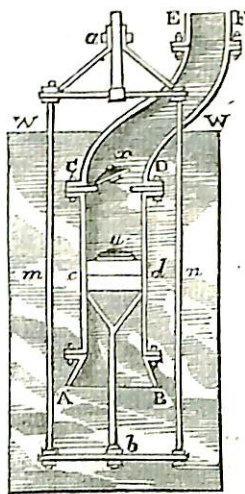


Fig. 5.

lo stantuffo, *u* la sua valvola disposta in modo da aprirsi unicamente verso l'alto. Quando lo stantuffo è tirato in giù, questa valvola si apre, e l'acqua passandovi attraverso occupa una parte della canna al disopra dello stantuffo; quando poi questo viene innalzato, ognuno intende che porterà in alto la colonna d'acqua sovraincombente, e che questa colla sua pressione terrà chiusa la valvola. Ma una seconda valvola *x* si trova alquanto più in su, p. e. in C D, e questa aprendosi lascia passare la colonna d'acqua, poscia, allorchè lo stantuffo si ferma per tornare da capo a discendere, essa ricadendo sulla apertura impedisce che l'acqua retroceda nel cilindro. A questo modo è chiaro che ripetendo più volte l'operazione la colonna d'acqua potrà essere spinta nella canna EF a qualsiasi altezza. La forza motrice deve manifestamente essere uguale al peso dell'acqua innalzata, più il peso dello stantuffo e dell'asta e del congegno di spranghe che serve a porlo in moto, più gli attriti.

VIII.

La fig. 6 rappresenta una tromba molto ingegnosa che a primo aspetto sembrerebbe affatto diversa dalla tromba *elevatoria*, e non di meno quanto al modo di operare è precisamente la medesima cosa. Il suo vantaggio è d'avere pochissimo attrito, e di potere esser mossa dal peso di un animale che vada camminando innanzi e indietro sopra un piano inclinato; che è forse il miglior modo di applicare la forza degli animali.

Sia D C una canna di legno rotonda o quadrata o di qualsiasi altra figura, la quale discenda in un pozzo o serbatoio di acqua fino ad una

profondità uguale alla distanza che vi è tra la superficie dell'acqua e il livello a cui vogliamo innalzarla. Se per es. D O è l'altezza a cui vogliamo portar l'acqua del pozzo, la profondità O C deve essere almeno uguale a D O. Sia L M un trave od altro corpo pesante sospeso ad una catena e capace di scendere pel suo proprio peso nell'acqua passando a tenuta d'acqua per l'apertura F E. Una valvola *v* copre un foro praticato nel fondo del tubo. L'acqua della cisterna colla sua pressione apre questa valvola ed entra nella canna di legno fino all'altezza O G che essa ha di fuori. Ora, la canna ha un breve tubo sporgente da un lato che mette in un tubo verticale ON il quale alla cima si ripiega in K ed è destinato allo sgorgo: ma il passaggio dal tubetto G I al tubo E N è guardato da una valvola che si apre all'insù. Il corpo L M capisce comodamente nella canna D C, ossia vi è contenuto senza toccarne le pareti, onde può muoversi su e giù senza il minimo attrito, salvo quello dell'apertura F E ed anche qui lo si diminuisce al possibile per mezzo dell'unto. Imaginiamoci ora che il corpo L M venga lasciato discendere pel suo proprio peso nell'acqua che occupa la parte inferiore della canna; siccome la valvola *v* è chiusa, così l'acqua scacciata dal corpo L M sarà costretta ad alzarsi tra questo e le pareti della canna, poscia ad aprire la valvola I, ed entrare nel tubo E N. Se dopo ciò L M vien tratto in alto, la valvola I si richiude, e così l'acqua entrata in E N non può più retrocedere. Intanto l'acqua della cisterna riapre la valvola *v*, e sorge nuovamente nella canna fino all'altezza G. Lo stantuffo scendendo un'altra volta spinge una seconda quantità d'acqua nel tubo E N, e così discorrendo.

Nella fig. 7 si scorge come il peso di un uomo o di altro animale possa mettere in movimento una simile macchina.

Vi sono due trombe della specie descritta, (e quando lo stantuffo di una si abbassa, l'altro si innalza. Da ciascheduna parte v'è un tubo, e questi due tubi mettono entrambi in un medesimo tubo verticale che è quello destinato allo sgorgo: e siccome intanto che una tromba è inoperosa, l'altra lavora, così lo sgorgo riesce continuo. Un uomo cammina innanzi e indietro sul piano inclinato, e portando così il proprio peso or da un lato or dall'altro del pernio, fa che ora quello ora questo degli stantuffi alternamente si innalzi.

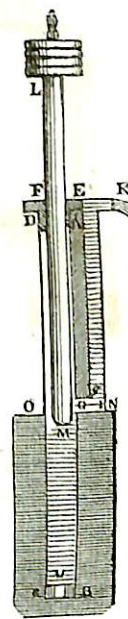


Fig. 6.

IX.

In ogni sorta di trombe s'incontrano quegli ordigni che si chiamano valvole, sarà dunque bene spiegarne qui brevemente le specie principali.

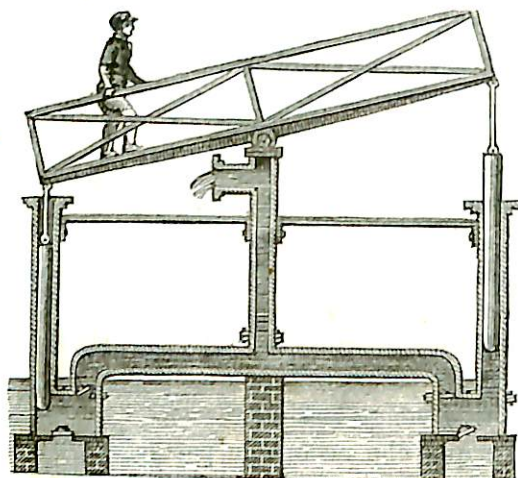


Fig. 7.

Le valvole si potrebbero definire generalmente come ordigni i quali permettono all'acqua o ad altro fluido di passare in un certo verso per una canna o per un'apertura, ma impediscono che passi nel verso contrario. E la loro costruzione è siffatta che il fluido medesimo col premerle da una parte non fa che serarle viemmeglio, ma col premerle dall'altra parte le apre.

In tutte quelle trombe nelle quali l'acqua deve salire è

chiaro che le valvole dovranno esser tali da aprirsi verso l'alto, e chiudersi verso il basso.

In quanto alle forme particolari, ve n'ha di più sorte.

X.

La valvola a linguetta somiglia al coperchio di una cassa (fig. 8); perchè è impernata sopra una specie di arpione, e si apre all'insù, ma quando l'acqua la preme verso il basso, si richiude.

Ve ne ha di semplici e di doppie: la semplice si fa con un disco di metallo un poco più grande del foro pel quale deve servire: questo disco nella sua faccia inferiore è rivestito di pelle, e sulla pelle, precisamente in mezzo, è attaccato un altro disco di metallo; ma questo poi è più piccolo dell'apertura, in maniera che tra il contorno del disco minore e quello del maggiore rimane un margine di pelle: e questo, per la cedevolezza ed elasticità della pelle, giova moltissimo a chiudere esattamente il foro; oltre a ciò la pelle ha da una parte un piccolo prolungamento il quale è attaccato sul labbro dell'apertura, e per esser pieghevole fa le veci di arpione. Simili

valvole vengono aperte dalla pressione medesima del fluido che vi deve passare, e vengono chiuse dal proprio peso, e ancor più fermamente dalla pressione del fluido che cerca di retrocedere.

Si può domandare quanto devano aprirsi le valvole di questa specie? la risposta è che devono aprirsi tanto da lasciare tra sè e l'apertura uno spazio equivalente alla apertura medesima: e ciò si ottiene generalmente quando si aprano 30 gradi incirca, ossia in modo da comprendere col piano dell'apertura un angolo eguale ad una terza parte d'angolo retto.

La valvola a linguetta doppia si fa con due mezzi dischi, cioè con due lamine tagliate in forma di semicerchio, le quali hanno le loro cerniere in sui diametri di questi semicerchi, come apparisce nella figura 9.



Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.

Tra le valvole destinate ad esser mosse in direzione perpendicolare al piano dell'apertura la più semplice è un disco di metallo poco più grande dell'apertura e così levigato inferiormente da chiudere a tenuta d'acqua l'apertura medesima per il semplice combaciamento col labbro di questa. Affinchè nell'alzarsi e nel ricadere l'animella non possa forviare dalla direzione verticale, gli artefici sogliono attaccarle nel centro una piccola asta, la quale passa in un foro praticato al crocicchio di due liste di metallo che attraversano l'apertura della valvola disopra o disotto o da entrambe le parti.

XI.

Ma le più comuni tra tutte le valvole di questa classe sono le valvole coniche (fig. 10). L'esperienza ha provato che l'angolo più conveniente per l'animella conica e quindi anche per l'orifizio che la riceve è il semiretto o di 45 gradi; poichè facendo un angolo maggiore, ossia tagliandola più in isbieco, la faccia superiore dell'animella occuperebbe senza vantaggio un maggior posto nel piano dove è praticata l'apertura: e facendo un angolo minore l'animella andrebbe soggetta a rimanere come confitta nell'apertura. L'area o sezione del vano entro al quale si muove la valvola deve essere

almeno doppia di quella della faccia superiore dell'animella; e questa deve potersi alzare per uno spazio eguale ad una quarta parte del diametro dell'anzidetta faccia superiore per lo meno.

XII.



Fig. 11.

Si comprendono in questa classe anche quelle valvole meno usitate che hanno la forma di sfere o di emisferi (fig. 11): entrano anch'esse in aperture coniche, e generalmente vengono anch'esse aperte dal fluido e chiuse dal proprio peso.

XIII.

Gli ordigni da innalzar acqua che abbiamo descritti più sopra sono molto inferiori in bontà alla tromba comune che vediamo non solamente nei luoghi destinati all'industria, ma in quasi tutte le case, e che vien nominata *tromba aspirante*.

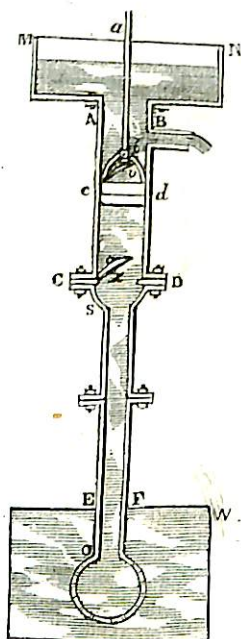


Fig. 12.

La fig. 12 mostra uno spaccato di questa utile macchina. Essa consiste in una canna, SO, che scende nell'acqua più o meno, purchè l'intera sua lunghezza non passi 32 piedi. Alla estremità superiore di questa canna, che si chiama la canna d'aspirazione, è attaccata una grande siringa la quale opera precisamente a quel modo che fa una siringa ordinaria.

Da principio la canna SE è piena di aria fino al livello dell'acqua, onde il primo effetto della siringa è di estrarre gran parte di quest'aria dalla canna SE. Ma quando l'acqua della conserva si trova così meno premuta di prima in quella sua parte che è dentro la canna, il peso dell'atmosfera che la preme incessantemente in tutte le altre parti della sua superficie la sforza a salire in essa. E di mano in mano che la siringa va cavando aria, l'acqua continua a salire, sicchè finalmente arriva alla valvola *x*. E siccome questa è fatta in modo da aprirsi solamente in su, così

l'acqua non ricade, perchè il suo peso non fa anzi altro se non serrare la valvola. Quando poi il cilindro AC comincia ad essere occu-

pato dall'acqua, la siringa cessa di lavorare come siringa, e comincia a lavorare come una tromba elevatoria (vedi numero 7). Imperocchè, ogni qual volta lo stantuffo discende, la valvola *x* è chiusa, la valvola *v* si apre, e l'acqua passa disopra: ed ogni qual volta ascende, la valvola *v* si richiude, e l'acqua che è passata disopra viene spinta in alto.

Frattanto la pressione atmosferica operando sull'acqua della conserva, farà salire nuova acqua nel tubo di aspirazione e quindi nel cilindro, e così discorrendo.

La pressione atmosferica è capace di sostenere una colonna d'acqua alta 32 piedi o poco più. Per conseguenza una tromba di questo genere non avrà effetto se lo stantuffo si troverà alto più di 32 piedi dal livello della conserva, perchè al di là di 32 piedi l'acqua non potrà seguirlo.

Ne viene pure di conseguenza che la tromba aspirante non ha alcun vantaggio meccanico sulla tromba elevatoria se non quello di risparmiare un pezzo lungo 32 piedi dell'asta che serve a muovere lo stantuffo.

Veramente a prima giunta sembra che la pressione dell'atmosfera, poichè ha forza di sostenere una colonna d'acqua nel tubo di aspirazione, debba aiutare la forza che pone in moto la tromba, e procacciare così un risparmio. Ma se esaminiamo debitamente tutte le forze che operano in questo fenomeno, vedremo che questo è un inganno.

XIV.

Di queste forze alcune sono dirette in giù, cioè dalla sommità della colonna liquida verso il fondo della conserva, ed altre sono dirette in su: di modo che la potenza meccanica applicata allo stantuffo ha da vincere la differenza tra le forze dirette verso il basso e quelle dirette verso l'alto. Figuriamoci ora una colonna d'acqua che, dopo esser passata per la valvola *v*, si trovi disopra allo stantuffo. La superficie libera o superiore di questa colonna è premuta dal peso dell'aria atmosferica, e perciò lo stantuffo deve sostenere questo peso ed oltre di ciò quello dell'acqua che gli sta sopra. Ben è vero che l'atmosfera preme anche l'acqua del pozzo o della conserva, e che questa pressione si trasmette per mezzo dell'acqua alla faccia inferiore dello stantuffo, e lo spinge verso l'alto: ma bisogna notare che questo effetto è diminuito dal peso di quella colonna d'acqua che rimane compresa tra la detta faccia inferiore dello stantuffo

ed il livello dell'acqua nella conserva. Imperocchè la pressione atmosferica ha innanzi tutto da sostenere questa colonna d'acqua, e non può spingere in su lo stantuffo se non con quel tanto di forza che le rimane dopo aver somministrata la forza occorrente a sostenere questo peso. Per conseguenza lo stantuffo si trova da questo lato in quella medesima condizione come se fosse spinto in su dalla pressione atmosferica, ma nel medesimo tempo tirato in giù dal peso della colonna d'acqua che è sollevata tra lo stantuffo e la conserva. Cosicchè raccogliendo il tutto in breve noi possiamo considerare lo stantuffo come spinto in giù dalla pressione atmosferica, dal peso dell'acqua che gli sta sopra e dal peso di quella che gli sta sotto fino al livello della conserva: e nel medesimo tempo come spinto in su dalla pressione atmosferica che l'acqua della conserva gli trasmette. Ora quest'ultima pressione atmosferica toglie l'effetto della prima, sicchè a conti fatti gli è come se non vi fosse pressione atmosferica: ma rimangono i due pesi nominati, e si conchiude che lo stantuffo può considerarsi come spinto in giù dal peso dell'acqua sovrastante e sottostante (fino al livello del pozzo), cioè dal peso di tutta l'acqua che fu sollevata.

Apparisce di qui che la tromba deve esser mossa da una forza eguale al peso di tutta l'acqua che essa contiene, ed è manifesto l'inganno di credere che la pressione atmosferica ajuti la forza motrice.

Dalle fatte descrizioni è assai chiaro che l'operazione di una tromba nell'alzar acqua è intermittente: intermittente dunque sarebbe anche il getto d'acqua ch'essa fornisce, e ciò riuscirebbe sovente dannoso.

Per evitar questo danno si può aggiungere alla sommità del cilindro un largo recipiente, come è rappresentato nella figura 12. Sulle prime la tromba spinge l'acqua in questo recipiente con tale abbondanza che lo sgorgo non è sufficiente a consumarla, e perciò essa va alzandosi nel recipiente medesimo. Ma siccome, quanto più l'acqua s'innalza tanto più le sue parti inferiori si trovano premute dalle superiori, e quanto sono più premute tanto più velocemente sgorgano per il canale, così il vaso MN non si empie già tutto, ma solamente sino a tal segno che l'efflusso dell'acqua uguagli precisamente la quantità che viene introdotta in un medesimo tempo per opera della tromba. L'acqua cesserà dunque dall'innalzarsi entro al vaso MN; ma non per questo resterà assolutamente immobile, bensì andrà alcun poco movendosi e come oscillando su e giù mentre la tromba lavora. Imperocchè quando lo stantuffo discende, è chiaro che l'acqua seguita a sgorgare dal canale senza che la tromba ne mandi altra nel vaso MN; onde necessariamente il

livello di MN deve abbassarsi: e quando poi lo stantuffo si alza, porta in su acqua, il vaso MN riceve più di quello che possa versare, e quindi il livello bisogna che si alzi. Ma se l'ampiezza del vaso MN sarà molto maggiore della sezione del cilindro, queste variazioni di livello riusciranno proporzionalmente minori, poichè quell'acqua che è spinta in su da un colpo di stantuffo spargendosi in un recipiente molto più largo, occuperà un'altezza molto più piccola: e così pure mentre lo stantuffo discende, benchè sgorghi una delle quantità d'acqua eguale all'anzidetta, pure, in grazia della larghezza del recipiente, quest'acqua perduta farà diminuire pochissimo il livello. Laonde l'efflusso riuscirà, se non costante precisamente, almeno uniforme e regolare quanto può bastare in pratica. La fig. 13 rappresenta il modello operativo di una tromba aspirante come si usa nelle scuole di Fisica sperimentale. PP' è il manubrio che alza ed abbassa l'asta dello stantuffo. Il cilindro è di vetro perchè possa vedersi di dentro lo stantuffo e le valvole S, o, che si aprono verso l'alto.

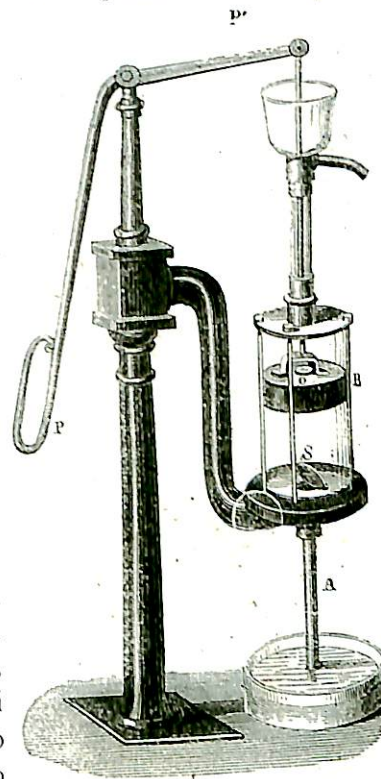


Fig. 13.

XV.

Altra forma di tromba è quella denominata *tromba premente*, che ha varj vantaggi, ed è molto usitata. L'abbiamo rappresentata nella fig. 14. Il cilindro ed il tubo d'aspirazione CE sono simili a quelli della tromba aspirante, ma lo stantuffo *cd* è massiccio, ossia non ha alcuna valvola.

Il tubo di elevazione GH è munito alla sua base *ef* di una valvola V fatta in modo che si apre in su. Quando lo stantuffo *cd* viene alzato, la valvola V è aperta, e l'acqua sorge dal tubo di aspirazione nel tubo di elevazione. Quando poi lo stantuffo è spinto abbasso, la valvola V si richiude, e l'acqua è costretta ad aprire la valvola V, e salire nel tubo di elevazione. A questo modo, finchè il lavoro continua, ogni volta che lo stantuffo si alza, sale acqua dal

pozzo nel corpo di tromba, ed ogni volta che quello si abbassa, la medesima acqua dal corpo di tromba è spinta nel tubo di elevazione.

XVI.

Per ottenere anche nelle trombe prementi uno sgorgo continuo si usa munirle d'una cassa d'aria. Questo ordigno è espresso nella fig. 15. Allorchè lo stantuffo discende, l'acqua che passa per la valvola V, invece di entrare senz'altro nel tubo di elevazione, entra in un vaso

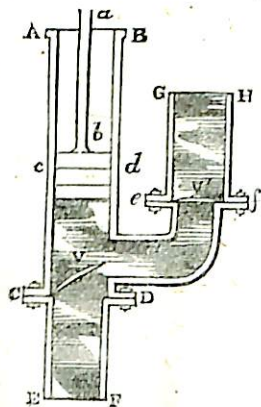


Fig. 14.

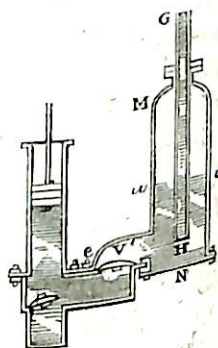


Fig. 15.

M N tutto chiuso e pieno d'aria. Il tubo di elevazione G H discende in questo vaso, e termina a poca distanza dal fondo. Ora l'acqua che viene spinta in M N s'innalza quivi a poco a poco giacchè per V non può retrocedere: innalzandosi ella comprime l'aria del vaso, questa per la sua elasticità reagisce, e la costringe ad alzarsi nella canna di elevazione tanto maggiormente quanto è più compressa. Finalmente l'acqua giunge alla sommità del tubo H G, e sgorga di là con velocità uniforme.

La tromba premente colla sua cassa d'aria, come sogliono costruirsi per le scuole, è rappresentata nella fig. 16. L'acqua che sgorga continuamente dal tubo di elevazione ritorna per un altro tubo al recipiente inferiore donde è nuovamente cavata per opera della tromba.

XVII.

Nella tromba premente, siccome grande è la pressione dell'acqua contro lo stantuffo, così è di somma importanza che questo combaci

esattissimamente coll'interna parete del cilindro. Per ciò allo stantuffo solito si preferisce quello della forma rappresentata nella fig. 17, cioè una grossa asta di metallo P passante per un'apertura A B imbottita di cuoio, nella quale può scorrere agevolmente bensì, ma peraltro a tenuta d'aria e di acqua, per essere unta di olio o di sego. Quando tale asta s'innalza, lo spazio ch'essa abbandona viene occupato dall'acqua che entra per la valvola V, e quando scende, quest'acqua è scacciata dal cilindro e costretta a salire nel tubo di elevazione.

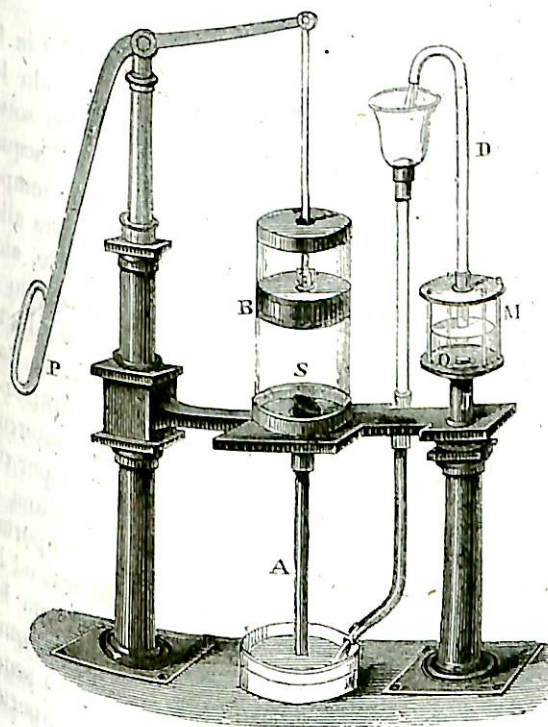


Fig. 16.

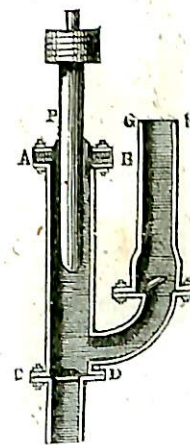


Fig. 17.

XVIII.

Chi ben consideri la tromba premente, fig. 16, scorgerà che l'operazione dello stantuffo è affatto diversa da quando sale a quando scende. Perocchè mentre sale esso aspira l'acqua dalla conserva nel cilindro, e quando scende spinge l'acqua dal cilindro nel tubo di elevazione. Ora, poichè lo stantuffo è massiccio, e non ha valvole, la sua faccia superiore potrebbe servire al pari dell'inferiore per questa operazione di spingere l'acqua. Anzi di qui sorge l'idea che si potrebbe forse spingere ed aspirare contemporaneamente; cioè, che mentre lo

stantuffo dalla parte disotto cava acqua dal tubo di aspirazione, potrebbe dalla parte disopra, cioè colla faccia superiore, spingere altra acqua nel tubo di elevazione: e quando poi discende farebbe il contrario, cioè la faccia inferiore spingerebbe acqua nel tubo di elevazione, e la superiore ne caverebbe dell'altra dal tubo di aspirazione. È pur facile intendere che il tutto sta nel chiudere il cilindro alla sua sommità, facendo che l'asta dello stantuffo ne attraversi il copercchio a tenuta d'aria, e che i tubi d'aspirazione o di elevazione mettano anche nella sommità del cilindro come già mettono nella sua parte inferiore.

La fig. 18 rappresenta una tromba così congegnata. In F e in E vi sono due valvole, ed entrambe si aprono verso l'alto: quando lo stantuffo sale, si apre la valvola F, e l'acqua entra nel cilindro sotto allo stantuffo: quando poi questo discende, F si richiude, e l'acqua premuta apre la valvola C, e invade il tubo C G. Nel medesimo tempo

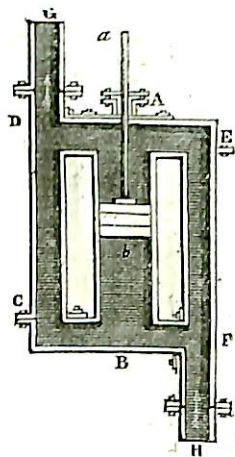


Fig. 18.

si apre anche E, ed entra nel cilindro disopra allo stantuffo, di modo che quando questo risale, siccome E si richiude, così l'acqua sovrastante è costretta ad aprire la quarta valvola D, e ad entrare anch'essa nel tubo di aspirazione. In tal maniera ognun vede che il tubo di aspirazione riceve acqua dal cilindro senza alcuna interruzione, e così il cilindro dalla conserva: e per rimanerne persuasi basta considerare che l'una o l'altra delle valvole E, F deve sempre essere aperta, poichè se lo stantuffo si abbassa, E è aperta ed F chiusa, e se si alza, è chiusa E ma è aperta F. Dall'una o dall'altra valvola entrerà dunque sempre acqua nel cilindro. Parimente ne entrerà sempre nel tubo di elevazione, perchè è sempre aperta o l'una o l'altra delle valvole C, D.

XIX.

La tromba da inaffiare i giardini rappresentata al principio di questo Articolo è una tromba premente a semplice o doppio effetto, la quale slancia un zampillo d'acqua sopra il terreno che si vuole irrigare.

XX.

La tromba da incendio è una tromba premente a doppio effetto che può ben dirsi una tromba doppia, perchè è composta di due

trombe prementi associate. La fig. 20 ne esprime la struttura ordinaria. Gli stantuffi *a, a* sono alternamente spinti in giù sopra

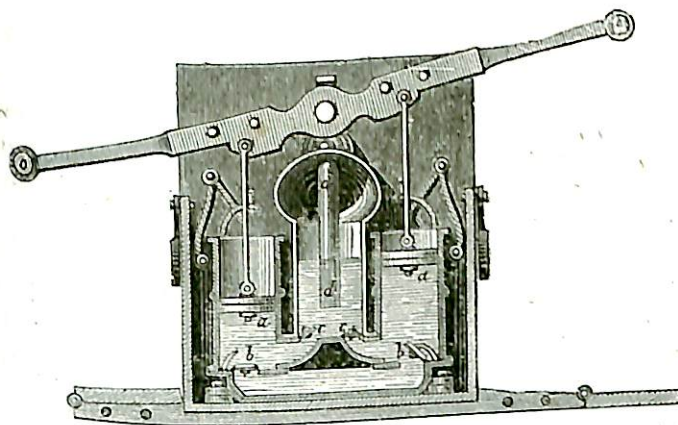


Fig. 20.

l'acqua che si è introdotta nei cilindri a quel modo che abbiamo spiegato: quest'acqua è così cacciata a forza nella cassa d'aria: quest'aria così compressa reagisce con altrettanta forza, e caccia per il tubo *d* l'acqua in una lunga e pieghevole canna di cuojo, alla cui estremità è avvitata una canna di metallo che serve al zampillo. Gli uomini dirigono questa canna sull'edifizio che arde, e fanno cadere così un incessante zampillo sul fuoco a fine di estinguerlo.

XXI.

Ricorderemo altresì una specie di tromba aspirante chiamata *tromba funicolare*, la quale è usitata per cavar acqua dalla sentina delle navi da guerra e degli altri grandi vascelli. Consiste in una fune perpetua, o corda senza fine, accavallata a due carrucole, delle quali una è sul ponte del bastimento alquanto più in alto del livello al quale si deve scaricare l'acqua; e l'altra è al fondo della sentina.

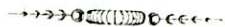
La fune porta una serie di dischi orizzontali posti l'uno al disopra dell'altro a breve intervallo, e questi portano l'acqua in alto, e la spingono in un tubo verticale situato presso al tratto ascendente della corda. L'acqua arriva così ad una conserva collocata sul ponte, e di qui per un'ampia canna sbocca nel mare. Generalmente la macchina ha due cilindri verticali, uno dei quali contiene il ramo ascendente della corda, e l'altra il ramo discendente. A metterla in movimento serve un tornio attaccato alla carrucola superiore; il quale è così costruito

che vi si possono applicare più uomini nel medesimo tempo. E nelle grandi navi queste trombe sono di tale grandezza, che possono cavare una tonnellata d'acqua al minuto.

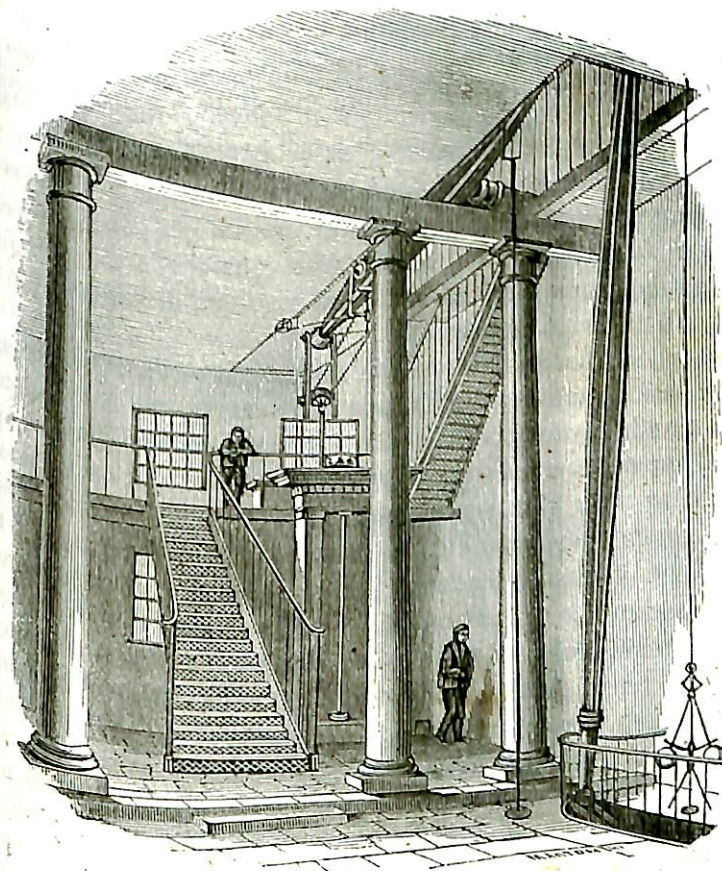
XXII.

Ma la più grandiosa applicazione delle trombe è quella che se ne fa al prosciugamento delle miniere. Quivi la forza animata riesce al tutto insufficiente, e bisogna ricorrere alla potenza del vapore; ed anche questa vuol essere portata ad un segno che non è mai necessario in alcun'altra applicazione che l'industria ne faccia.

Dott. G. AMBROSOLI.



MACCHINE A VAPORE



Macchina a doppia azione, lavoro in zinco, Strada della City in Londra.

Capitolo Primo.

I. Macchine a vapore. — II. Costano di due parti principali. — III. Caldaje. — IV. Materiale adoperato nella loro costruzione. — V. Apparecchio alimentare. — VI. Importanza di mantenere ad un opportuno livello l'acqua nella caldaja. — VII. Vapore umido e asciutto. — VIII. Resistenza che oppone agli stantuffi la schiuma trascinata dal vapore. — IX. Mezzi di verificare il livello dell'acqua nella caldaja. — X. Apparecchi alimentari che funzionano da sé. — XI. Valvole di sicurezza. — XII. Manometro a mercurio. — XIII. Focolare. — XIV. Metodo più conveniente di alimentare il focolare. — XV. È seguito di rado. — XVI. Invenzione, per introdurre il combustibile sulle grate del focolare.

I.

Se si considera il prodigioso impulso che in questi ultimi cento anni venne dato in tutto il mondo all'incivilimento, dall'invenzione e dal perfezionamento delle macchine a vapore, e se si riflette che questa, lungi dall'essere un'influenza passeggera, è stata in costante progresso e lo è tuttora con energia sempre maggiore e sempre crescente,

Mobilitate viget viresque acquirit cundo,

non è meraviglia che chiunque sia dotato anche in grado mediocre di ingegno e d'intelligenza, e in qualunque posizione sociale, sia animato da un forte desiderio di avere qualche nozione di quelle macchine straordinarie da cui si ebbero risultati di tanta e così universale e così durevole importanza.

Sebbene pochi, comparativamente, abbiano il tempo, l'inclinazione o la particolare attitudine intellettuale per tener dietro fino ai dettagli di questa grande invenzione, e dei suoi sviluppi nelle numerose applicazioni che se ne fecero ai varii bisogni della vita, tutti coloro che per le circostanze o per l'educazione si trovano in una condizione superiore a quella del più rozzo ed ignorante operajo hanno tanto il tempo che le doti mentali necessarie per ricevere una nozione generale di queste macchine e dei principj fisici da cui dipende la loro potenza. È a questa vasta classe che ora intendiamo di indirizzare il nostro discorso e ci proponiamo di presentare in un brevissimo compendio una veduta generale dei principii e dei meccanismi delle macchine a vapore, limitandoci specialmente a quelle forme estese e generali che sono comuni a tutte le varietà di queste macchine, e dispensandoci per ora da alcuni minuti dettagli nel congegno applicabili solo a particolari forme di macchine a vapore, e che sebbene spesso ammirabili per la semplicità del disegno e per l'invenzione, sono però di minore interesse, se si considerano da quel punto di vista più esteso e generale di cui ora parliamo.

II.

Le macchine a vapore, qualunque ne siano la forma e lo scopo, constano di due parti sostanzialmente diverse; la prima è quella in cui si genera il vapore, l'altra quella in cui funziona questo vapore. Quantunque il loro assieme sia essenziale alla costituzione della macchina, pure in istretto senso col nome di macchina a vapore si designa unicamente la seconda, dandosi alla prima il nome di caldaia o generatore.

III.

Vi è molta varietà nella grandezza, nella forma, nella struttura e anche nel materiale delle caldaie, secondo lo scopo speciale a cui sono destinate, e le circostanze in cui vengono adoperate. Però vi sono certi caratteri comuni a tutte.

Ogni generatore consiste in un recipiente per l'acqua e per il vapore e in un focolare coi relativi accessori per ardevi il combustibile; il calorico svolto da questo è l'agente fisico che produce e mantiene la vaporizzazione. La caldaia è fatta di lamine di metallo, di conveniente spessore, inchiodate l'una coll'altra a tenuta di vapore cioè in guisa che il vapore non abbia a sfuggire tra l'una e l'altra di esse.

La fig. 1 mostra la maniera con cui sono inchiodate assieme le lamine; i margini delle foglie metalliche sono l'uno sovrapposto all'altro e le loro superficie sono strette a tenuta di vapore dai chiodi



Fig. 1.

rr' che passano a traverso dei fori trapanati in esse e che hanno le capocchie lavorate a martello mentre il ferro era ancora rammollito dal calore.

La fig. 7 nella veduta generale d'una caldaia d'una certa specie detta *wagonboiler* offre la disposizione delle file di chiodi lungo i margini delle lamine che la compongono.

IV.

Il materiale di cui sono fatte le caldaie è più comunemente il ferro. Si adopera talvolta anche il rame, però assai di raro. Questo ha sul ferro il vantaggio di essere miglior conduttore del calorico, e di essere meno soggetto alle incrostazioni di calce e di altra materia terrosa, sempre tenuta in soluzione nell'acqua e che si precipita durante il processo della vaporizzazione. È anche più durevole del ferro, ma viene escluso, tolti alcuni casi rari ed eccezionali, perchè il prezzo ne è assai maggiore.

Il ferro fuso, quantunque costi meno del ferro laminato, non è adoperabile per varie ragioni, una delle quali è la sua fragilità. Av-

venendo un' esplosione esso volerebbe in pezzi ed i frammenti sarebbero proiettili distruttori. In caso di esplosione, il ferro lavorato si fende e si lacerava. Questo è tenace, l'altro fragile.

V.

La caldaja è un recipiente non solo dell'acqua ma benanco del vapore. Il vapore, essendo, a parità di volume, molto più leggiero dell'acqua, sale in bolle traverso l'acqua e si raccoglie nella parte superiore della caldaja. Si può quindi concepire la capacità interna della caldaja divisa ad un certo livello fra l'acqua e il vapore. Tutto lo spazio inferiore a questo livello è occupato dall'acqua, l'altro dal vapore.

Ma di mano in mano che l'acqua si converte in vapore, diminuendosi in proporzione la quantità contenuta nella caldaja, questo livello andrà continuamente abbassandosi. Si previene quest'effetto mediante un *apparato d'alimentazione*, il quale generalmente consiste in trombe prementi, di adeguata potenza, che spingono nella caldaja tanta acqua quanta ne viene vaporizzata dal fuoco. In alcuni casi l'apparecchio alimentare non lavora che di tanto in tanto a riempire la caldaja; altre volte la somministrazione d'acqua è continua. Nel primo caso il livello di separazione tra il vapore e l'acqua sale e discende alternativamente fra certi limiti. Quando si sospende l'azione dell'apparecchio d'alimentazione esso discende gradatamente durante il processo dell'evaporazione. Quando è disceso fino ad un certo punto, si mette in azione l'apparecchio e il livello s'innalza di nuovo al limite di prima, dopo di che si torna a sospendere l'azione dell'apparecchio e così di seguito. Questo alzarsi ed abbassarsi del livello dell'acqua nella caldaja è, o dovrebbe essere, ristretto fra tali limiti da cansare ogni pericolo.

Quando l'apparato alimentare funziona incessantemente, l'acqua è mantenuta sempre allo stesso livello nella caldaja, essendo disposte le cose in modo, per mezzo di un congegno che si regola da sé stesso, che la quantità d'acqua fornita alla caldaja è, di minuto in minuto, esattamente eguale a quella che viene vaporizzata.

VI.

È facile intendere l'importanza di mantenere debitamente fornita d'acqua la caldaja. Finchè quelle parti della caldaja che sono esposte direttamente al fuoco sono internamente bagnate dall'acqua, il

metallo non può scaldarsi oltre ad un giusto segno, perchè il calore somministrato dal fuoco è assorbito dall'acqua nel vaporizzarsi. Ma se si lasciasse abbassare il livello dell'acqua al di sotto di una parte esposta all'azione del fuoco, non venendo più sottratto dall'acqua il calore che agisce su quella parte, ed essendo poca la capacità per il calorico del vapore che in tal caso le sarebbe solo a contatto, in breve le lamine di metallo si arroventerebbero e in conseguenza verrebbero ben tosto rammollite a segno di non avere più la forza necessaria per resistere alla pressione interna, e la caldaja scoppierebbe. Per questa ragione è sempre della massima importanza di provvedere dei mezzi che assicurino una somministrazione d'acqua sufficiente ad impedire che il livello non abbia a discendere al di sotto delle parti anche le più elevate che ricevono il colpo di fuoco.

Una soverchia alimentazione, e quindi l'alzarsi il livello d'acqua oltre un certo limite, produrrebbe inconvenienti di un genere differente. Quando l'acqua di una caldaja è in uno stato di violenta ebollizione, come avviene quando le macchine sono in piena azione, si producono bolle di vapore in gran copia alla parte più bassa della caldaja perchè questa risente più energicamente l'azione del focolare. Queste bolle venendo a galla con violenza fanno spumeggiare l'acqua, cosicchè la parte di caldaja superiore al livello dell'acqua è piena d'una mescolanza di vapore puro e di particelle di acqua in minuta suddivisione. Le ultime però pel proprio peso ricadono nell'acqua, purchè lo spazio destinato al vapore sia alto a sufficienza. La parte più alta di questo spazio sarà allora piena di vapore puro senza mescolanza di schiuma. Ma se la caldaja contiene troppa acqua e lo spazio lasciato al vapore ha così poca altezza che anche nella parte più alta sia mescolato più o meno con della schiuma, questa verrà strascinata nella parte operativa della macchina e ne seguirà il duplice danno di guastarne la costruzione e di consumare una quantità di calore che altrimenti sarebbe stata impiegata in produrre vapore, e quindi in produrre potenza meccanica.

VII.

Malgrado tutte le precauzioni pratiche, la schiuma talvolta passa col vapore dalla caldaja alla macchina. Il vapore che, in tal condizione, somiglia all'aria quando vi si trova sospesa una fine pioggia vaporosa, è chiamato dai meccanici *vapore umido*: il vapore esente da questo difetto è detto *vapore asciutto*. Un fazzoletto esposto al

vapore asciutto che esce dalla valvola d'un generatore, non ne sarebbe più inumidito che da un soffio di vento: ma se il vapore è più o meno carico di schiuma l'umidità deposta sul fazzoletto ne rivelerà la presenza.

VIII.

La spuma di cui è carico il vapore umido è chiamata dai meccanici inglesi *priming*, quasi a dire che smorza il colpo dello stantuffo.

IX.

Si vede quindi che, qualunque sieno la forma della macchina e lo scopo a cui è destinata, è di somma importanza il regolare l'alimentazione della caldaja, in modo che in essa il livello dell'acqua non sia mai troppo basso nè troppo alto.

Appunto per questa grande importanza di mantenere il livello dell'acqua nella caldaja fra i limiti ora detti, risulta manifesto il bisogno di espedienti col mezzo dei quali il macchinista possa in qualunque momento verificare l'attuale livello dell'acqua.

A quest'intento si inventarono metodi differenti più o meno efficaci ed ingegnosi.

Uno dei più semplici consiste in due robinetti comuni, simili a quelli usati nei barili da birra, inseriti ad una delle faccie, o fondi della caldaja, uno al limite più basso, l'altro al limite più alto del livello d'acqua. Se il macchinista aprendo il secondo trova che ne esce dell'acqua, è segno che questa ha raggiunto il limite superiore e sospende l'alimentazione. Se, aprendo il primo, vede uscire il vapore, è segno che l'acqua s'è troppo abbassata, e allora attiva l'alimentazione. Ma finchè da questo esce acqua e dal precedente vapore, egli sa che il livello dell'acqua è fra i limiti convenienti.

Questo metodo è generalmente adottato, pure ve ne sono in uso degli altri.

Un grave F (fig. 2) immerso nell'acqua per metà è sostenuto da un filo metallico,

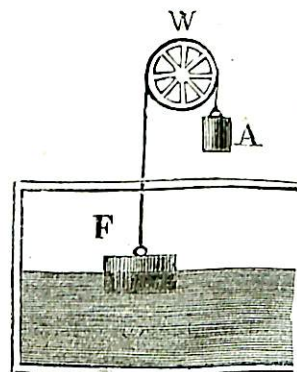


Fig. 2.

che passa a tenuta di vapore per un piccolo foro nella volta della caldaja: questo filo è collegato, per mezzo di una

catenella flessibile che si avvolge sopra una carrucola W, con un contrappeso A appena sufficiente ad equilibrare F quando sia mezzo immerso nell'acqua. Se F viene a sporgere maggiormente dall'acqua, A divenendo in paragone più leggiero non gli fa più equilibrio ed F deve abbassarsi sollevando A e facendo girare la carrucola W. Se invece F si affonda maggiormente, A diventando in confronto più pesante, lo solleva, cosicchè la sola posizione in cui F ed A si fanno equilibrio a vicenda è quando F sia immerso nell'acqua per metà. La carrucola W è disposta per modo che quando due punte infitte nel suo lembo sono in giacitura orizzontale, l'acqua è nel suo giusto livello. Pertanto se l'acqua si alzerà sopra questo livello, sollevandosi il peso F ed abbassandosi A, le punte prenderanno un'altra posizione, e se discenderà sotto questo livello, abbassandosi F ed innalzandosi A, le punte assumeranno ancora una nuova posizione. Così, in generale, la posizione delle punte serve da indicatore della quantità d'acqua che v'è nella caldaja.

Un altro metodo consiste nel porre in comunicazione colla caldaja un tubo di vetro ad un'estremità T superiormente al giusto livello dell'acqua e all'altra in T' inferiormente a quel livello. È evidente che l'acqua si disporrà sempre ad uno stesso livello nel tubo e nella caldaja poichè le parti più basse comunicano liberamente fra loro e la superficie dell'acqua sopporta la pressione dello stesso vapore nel tubo e nella caldaja. Questo ed il precedente verificatore hanno il vantaggio di parlare subito all'occhio del macchinista senza bisogno di nessuna operazione: mentre nel primo si devono aprire entrambi i robinetti se si desidera verificare l'altezza dell'acqua.

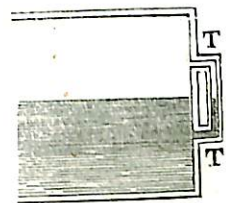


Fig. 3.

Questi verificatori, però, richiedono da parte del macchinista una continua attenzione, ed è desiderabile che si trovi qualche mezzo più efficace o di sorvegliare quell'attenzione, o di rendere l'alimentazione della caldaja indipendente da qualunque attenzione. Per richiamare l'attenzione del macchinista sul bisogno di riempire la caldaja quando l'acqua fosse in parte consumata dall'evaporazione, si inseriva talvolta un tubo nella caldaja al livello più basso a cui si riteneva di poter lasciar giungere l'acqua. Questo tubo si prolungava fino alla camera del macchinista dove terminava in un'imboccatura o fischietto, cosicchè ogniqualvolta l'acqua s'abbassasse sotto quel livello dove il tubo era inserito nella caldaja, il vapore vi si precipitava e, uscendo con gran velocità dall'imboccatura, richiamava

al dovere il macchinista con un grido capace di svegliarlo anche dal sonno.

Nei più efficaci di tali metodi, l'ufficio di riempire la caldaia spettava ancora al macchinista: e il più che poteva fare la caldaia era di avvisare della necessità di una somministrazione d'acqua. In conseguenza, per tacere altri inconvenienti, il livello dell'acqua era soggetto ad una continua variazione.

X.

Per ovviare a questo, s'inventò un congegno per il quale la macchina alimenta da per sé stessa la caldaia. Il tubo G che parte dalla tromba ad acqua calda termina in un piccolo recipiente dove si raccoglie l'acqua. Nel fondo del serbatoio v'è una valvola che si apre all'insù

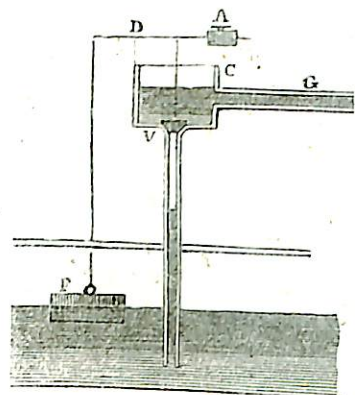


Fig. 4.

e comunica con un tubo d'alimentazione che discende nella caldaia fino sotto al livello dell'acqua. L'asta della valvola V è congiunta con una leva mobile attorno al suo centro D, e caricata da un peso F immerso nell'acqua della caldaia in modo simile a quello descritto nella fig. 2 ed equilibrato da un contrappeso A affatto nello stesso modo. Quando s'abbassa il livello dell'acqua nella caldaia si abbassa pure il galleggiante F e alzando il braccio di leva apre la valvola V, permettendo all'acqua di discendere nella caldaia e il serbatoio C. Quando la caldaia è stata in tal modo riempita e il livello ritorna alla posizione di prima, F s'alza da capo e la valvola vien chiusa dal peso A. In pratica però, la valvola V si aggiusta da sé, per l'effetto dell'acqua sul peso F, in modo di permettere all'acqua del serbatoio alimentare C di effluirne continuamente in tale quantità da compensare il consumo avvenuto per la vaporizzazione e mantenere così costante il livello dell'acqua nella caldaia.

Per tale disposizione la caldaia si riempie da sé: ed a parlare più propriamente, le viene somministrata di continuo tant'acqua che non ha mai bisogno di essere riempita; e perciò non si richiede alcuna cooperazione nè alcuna attenzione da parte del macchinista. Però questo non è l'unico buon effetto sortito da tale invenzione. Una parte del vapore che, partito dalla caldaia, ha compiuto il suo ufficio col porre in movimento la macchina, si raccoglie nel serbatoio caldo C (fig. 4)

ed è di nuovo restituito alla sorgente da cui è derivato, riportando alla caldaia tutta la porzione del suo calore non consumata la quale potrà aiutare a porlo di nuovo in circolazione nella macchina.

Nella fig. 5 si vede un'altra maniera di disposizione di un apparecchio alimentare che funziona da sé. A è una sfera cava di metallo attaccata all'estremità di una leva che ha il fulcro in B, l'altro

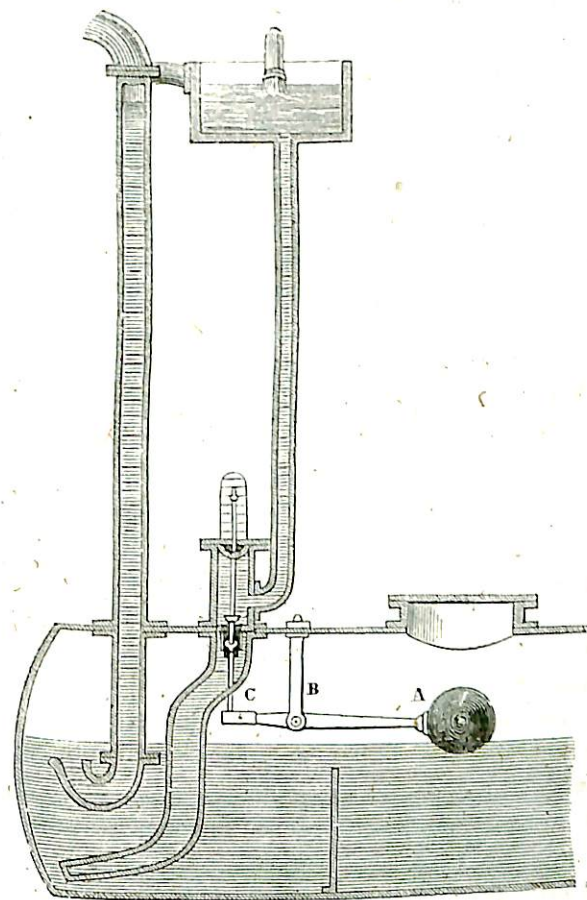


Fig. 5.

braccio della leva C è collegato coll'asta di una valvola conica la quale comunica col condotto dell'acqua derivante dal serbatoio d'alimentazione. In tal modo se si abbassi il livello dell'acqua nella caldaia, il peso della sfera A prevalendo a quello dell'altro braccio C aprirà la valvola e lascerà entrare l'acqua d'alimentazione. Quest'apparato opera evidentemente nello stesso modo e sugli stessi principii dell'ultimo descritto.

XI.

Nelle diverse applicazioni della macchina, si richiede il vapore a differenti pressioni. La pressione del vapore si esprime ordinariamente col numero delle libbre di cui dovrebbe gravarsi ogni pollice quadrato della superficie per resisterle esattamente o per equilibrarla. Tutte le caldaje sono munite di una valvola che si apre all'infuori e che viene caricata di un certo peso assegnato. Quando la tensione con cui il vapore preme la valvola eccede il peso da cui questa è caricata, la valvola cede e si apre; il vapore ne sfugge e continua ad uscirne finchè la quantità racchiusa nella caldaja è diminuita al punto che la sua pressione sulla valvola non sorpassi il peso di cui questa è gravata. Allora la valvola si richiude, ma è pronta a cedere ed a riaprirsi al menomo crescere della tensione del vapore.

Questa valvola è detta valvola di sicurezza per l'ovvia ragione che impedisce che la forza espansiva del vapore nella caldaja arrivi al segno d'essere pericolosa.

Accade talvolta che è necessario di variare di tanto in tanto la tensione del vapore a norma del lavoro che deve compiere la macchina, e in conseguenza di variare la carica della valvola di sicurezza. In tal caso si sogliono avere due valvole di sicurezza, una che deve essere regolata dal macchinista, l'altra fuori della sua portata. L'ultima di queste è caricata in corrispondenza alla massima pressione che può sopportare la caldaja senza pericolo: di modo che se il macchinista caricasse imprudentemente al di là del giusto limite la valvola che è a sua portata, l'altra valvola s'aprirebbe appena il vapore acquistasse una tensione pericolosa.

Le valvole di sicurezza sono di varie forme. Ordinariamente consistono in un'apertura circolare praticata nella caldaja col bordo conico che si allarga dall'interno all'esterno. In questa vi è un pezzo circolare, o turacciolo di corrispondente grandezza, fatto anch'esso a cono in modo di chiudere esattamente quell'apertura cioè in modo che le superficie coniche combacino a tenuta di vapore quando si eserciti una pressione superiormente al pezzo. Questo pezzo circolare è attaccato nel suo centro ad una verga di ferro perpendicolare al suo piano. In questa verga si infilano dei pesi scorrevoli lungo di essa i quali, secondo che se ne accresce o se ne diminuisce il numero, premono la valvola con maggior o minor forza.

Nella veduta generale di una particolare forma di caldaja detta

waggon-boiler, (fig. 7) la valvola di sicurezza è figurata in N. È munita d'un manico pel quale il macchinista può aprirla quando gli occorra.

XII.

È necessario un indicatore pronto della tensione attuale che ha ad ogni istante il vapore nella caldaja. A questo intento sono usati vari spedienti. In quelle caldaje dove il vapore deve funzionare ad alta pressione, questa è marcata da un indicatore a molla fondato su principii simili a quelli delle stadere adoperate in commercio per pesare i corpi. La pressione del vapore opera contro una valvola collegata col braccio di leva di una stadera e l'altro braccio di questa è unito colla molla. In tal modo il variare della tensione della molla serve di misura alla pressione esercitata sulla valvola.

Quando s'adopri vapore a bassa pressione, è in uso uno strumento chiamato manometro a mercurio. Un tubo ricurvo pieno di mercurio è inserito in qualche parte dell'apparecchio dove comunichi liberamente col vapore. Sia A B C (fig. 6) questo tubo. La pressione del vapore forza il mercurio a discendere nel ramo A B e a salire nel ramo B C. Quando il mercurio sia esattamente allo stesso livello nei due rami, la pressione del vapore è precisamente eguale a quella dell'atmosfera: perchè la pressione del vapore sul mercurio in A B fa equilibrio a quella dell'atmosfera sul mercurio in B C. Perciò, se il livello del mercurio sarà più alto in B C che in A B la pressione del vapore sarà superiore a quella dell'atmosfera. Si può conoscere l'eccesso di questa pressione osservando la differenza di livello del mercurio nei due rami perchè ad ogni due pollici di differenza nei livelli (*) corrisponde la pressione d'una libbra per pollice quadrato.

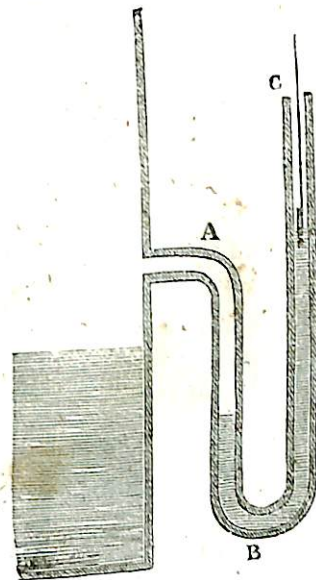


Fig. 6.

(*) In misura metrica corrisponderebbe la pressione di circa tredici grammi e mezzo per centimetro quadrato ad ogni centimetro di differenza nei livelli.

(Nota del Trad.)

Se all'opposto il livello del mercurio in B C scendesse sotto il livello che ha in A B, la pressione atmosferica supererebbe quella del vapore, e la quantità di cui la sorpassa si determinerebbe allo stesso modo.

Se il tubo è di vetro è visibile la differenza dei due livelli: ma per lo più è di ferro; per riconoscere allora la differenza dei livelli si introduce nel ramo aperto B C una verga di legno che termina in un galleggiante e allora la porzione d'asta che rimane entro il tubo indica la profondità che ha in esso il mercurio sotto la sua apertura.

XIII.

Il più importante accessorio d'una caldaja è il focolare che consiste in una gratella su cui si abbrucia il combustibile, in un sistema

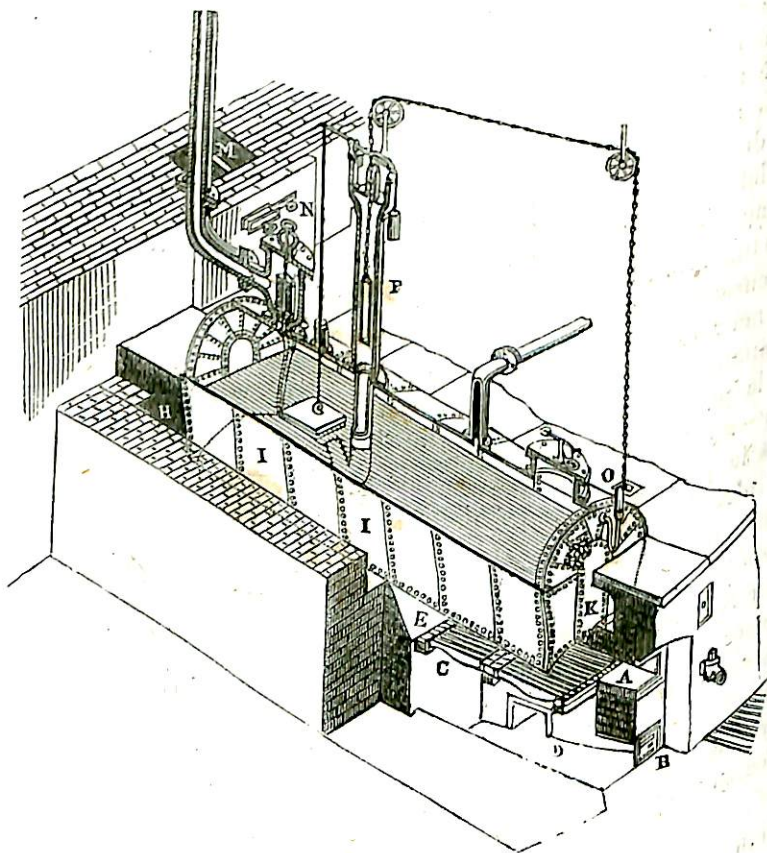


Fig. 7.

di condotti per cui la fiamma e i gas caldi provenienti dal materiale in combustione sono guidati in contatto colla caldaja in modo

di cederle più o meno del loro calore, e in fine, in un camino per cui questi gas sfuggono nell'atmosfera, e mantengono la corrente necessaria ad attivare la combustione. La descrizione del fornello e dei suoi accessori, come anche quella già data della caldaja, sarà resa più intelligibile dalle fig. 7, 8, 9 e 10, le quali sebbene rappresentino una forma particolare di caldaja, indicano però quei provvedimenti e quelle disposizioni che sono di uso più generale nelle caldaje di qualunque forma.

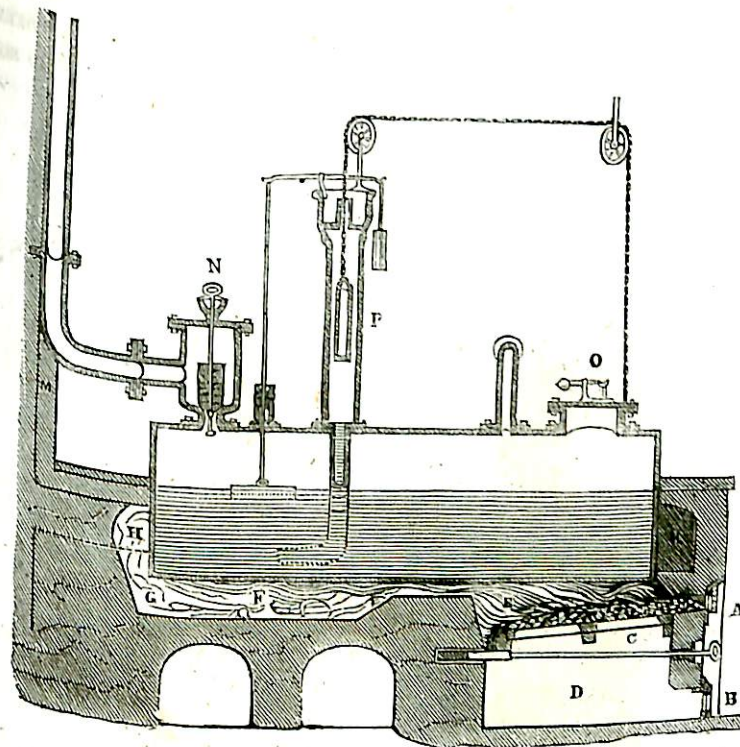


Fig. 8.

La forma qui rappresentata è detta waggon-boiler, e consiste in una volta semicilindrica, fianchi piani perpendicolari, basi piane, e in un fondo leggermente concavo. La tensione del vapore da adoperarsi in così fatte caldaje non deve superare la pressione atmosferica che da 3 a 5 libbre per pollice quadrato; e i fianchi e le basi, sebbene la loro forma piana non sia favorevole alla resistenza, possono farsi saldi a sufficienza per questo scopo. In cosifatte caldaje l'aria e il fumo passando traverso i condotti che le sono posti all'ingiro sono da una parte in contatto immediato colla caldaja. I mattoni o gli altri materiali di cui sono fatti i condotti, devono quindi essere

cattivi conduttori del calorico, affinchè non assorbano una porzione considerevole del calorico dell'aria che passa loro a contatto.

La fig. 7 offre una veduta di prospetto della caldaja e del fornello. La gratella e parte dei condotti sono resi visibili dall'essersi soppressa parte della muratura che circonda la caldaja. Si è pur reso visibile l'interno della caldaja supponendosi tolta via parte della sua volta semicilindrica. Nella fig. 8 se ne scorge una sezione verticale fatta per il lungo, e nella 9 una simile sezione trasversale. La fig. 10 presenta una sezione orizzontale inferiore tanto al livello della gratella che a quello dell'acqua nella caldaja e mostra la disposizione dei condotti. Le parti che nelle diverse figure si corrispondono sono segnate colle stesse lettere.

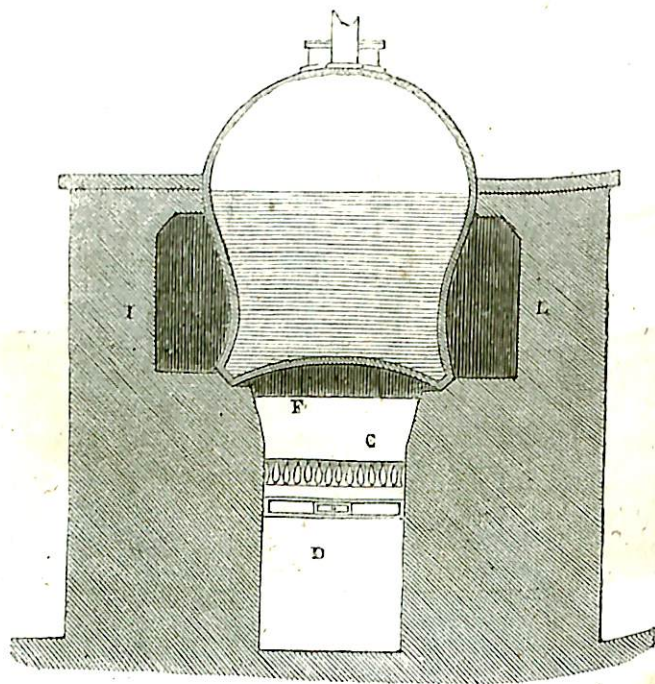


Fig. 9.

XIV.

Lo sportello per cui si introduce il combustibile sulla gratella è rappresentato in A e quello che mette al ceneratojo in B. Le sbarre della gratella in C, partendo dalla bocca, sono inclinate all'inghiù con un pendio di circa 25° di modo che il combustibile tende a scorrere dalla fronte verso la fine della gratella. Il ceneratojo D è co-

struito di tale grandezza, forma e profondità da attivare traverso le sbarre della gratella una corrente d'aria atmosferica capace di mantenere la combustione. La forma del ceneratojo è di solito ampia al basso e restringentesi verso la sommità. Quando si introduce il combustibile nello sportello del fuoco A, lo si deve porre sulla parte della gratella più vicina allo sportello: là si cuoce e così i gas e le altre materie volatili che contiene ne sono espulsi e si abbruciano in contatto del combustibile ardente sulla parte inferiore della gratella, dove vengono trascinati da una corrente d'aria che si stabilisce traverso alcune piccole aperture della porta del fuoco. Quando il combustibile sul principio della gratella è cotto in tal guisa, lo si spinge verso il fondo e si introduce al suo posto del combustibile fresco. Il

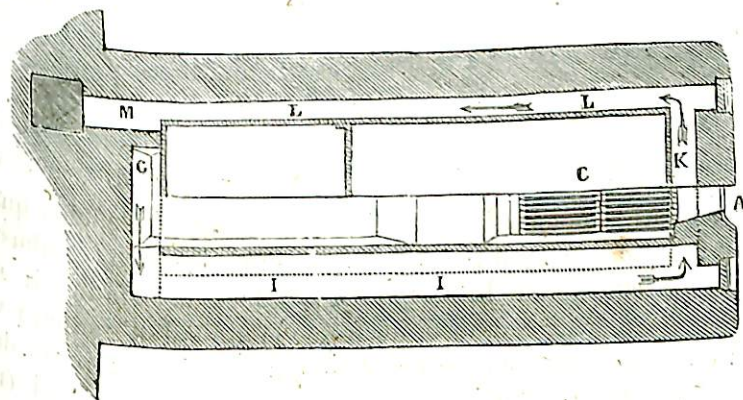


Fig. 10.

carbone cacciato avanti si accende in breve con vivacità, e continuando l'operazione, si mantiene nella più vivace combustione il carbone sparso sulla gratella nella parte più interna di questa. Per tale disposizione il fumo prodotto dalla combustione può venir abbruciato prima che entri nei condotti. La fiamma e l'aria calda provenienti dal combustibile ardente, sollevandosi dalle grate e scorrendo verso il fondo del fornello, passano sul ponte del fuoco E, e sono trascinate nel condotto F che passa sotto la caldaja. Questo condotto (la cui sezione trasversale è indicata nella fig. 9 dall'ombra scura sotto la caldaja), occupa uno spazio press'a poco eguale a quello del fondo della caldaja, essendo gli angoli del fondo della medesima appoggiati alla muratura che forma i fianchi del condotto, sol quanto è necessario perchè questa sostenga il peso della caldaja. Per essere concavo il fondo della caldaja, quando il fumo e l'aria calda scorrono questo condotto, tendono ad alzarsi per effetto della loro temperatura e lambiscono il fondo medesimo dal ponte del fuoco E all'estremità posteriore G.

In G il condotto s'innalza verso H e voltando lungo il fianco della caldaja in I I guida la fiamma in contatto di quel fianco dalla parte posteriore alla fronte: poi passa per il condotto K traverso la fronte e ritorna alla parte posteriore per l'altro condotto laterale L. Il condotto laterale svestito della muratura, è presentato nella fig. 7, e così lo si vede nella fig. 10 e nella sezione trasversale (fig. 9). Le frecce indicano nella fig. 10 il giro dell'aria. Dal condotto L l'aria passa al fumajolo in M.

Per tale disposizione, la fiamma e l'aria calda provenienti dalla gratella si fanno circolare intorno alla caldaja; la lunghezza e l'ampiezza dei condotti per cui passano devono essere tali che arrivando al camino la loro temperatura sia ridotta, in quanto è compatibile col mantenere la corrente d'aria nel camino, alla temperatura dell'acqua.

XV.

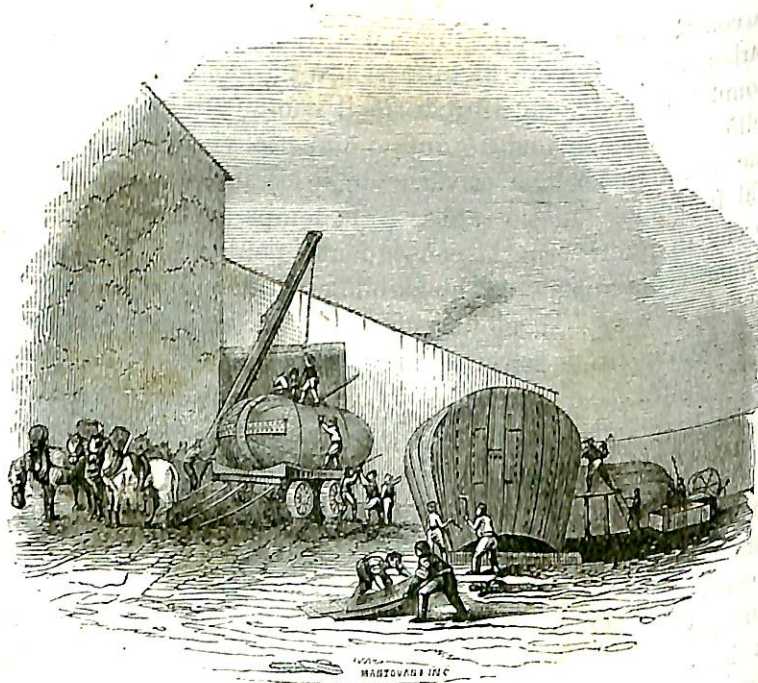
Il metodo di alimentare il fornello ora descritto è tale, che, quando venga praticato con abilità e cura, può produrre una combustione assai più perfetta di quella raggiunta dal metodo comune di riempire ad ogni volta di combustibile fresco le grate dall'indietro verso il davanti. Pure questo metodo è seguito di rado nel governo del focolare. Esso richiede troppa attenzione da parte dei fuochisti (nome dato a quelli che attendono al focolare). Il combustibile non deve essere introdotto in gran copia ed a distanti intervalli, ma in piccola quantità ed assai di frequente. La pratica più comune è di lasciare che si consumi in gran parte il combustibile sulla gratella e poi ammassarvi sopra gran copia di combustibile fresco coprendone quello che arde dalla parte estrema verso il davanti della gratella. Ciò fatto, il calore del carbone incandescente, operando sul combustibile fresco che viene introdotto, ne espelle i gas combinati con esso, e assieme a questi una gran quantità di carbone, in istato di minuta suddivisione, producendo un fumo opaco e nero. Questo vien trascinato pei condotti e sale nel fumajolo. Ne consegue che non solo una quantità di combustibile solido esce, non consumata dal fumajolo, ma che anche l'idrogeno e gli altri gas ne sfuggono senza essere abbruciati; di qui un proporzionale sperpero di combustibile; oltre l'insalubrità dell'atmosfera pregna di questo fumo. Tali effetti si scorgono da chiunque osservi i fumajoli dei battelli a vapore, mentre la macchina è in movimento. Quando il focolare vien riempito in questa ma-

niera di combustibile fresco, si vede uscire dal fumajolo un gran volume di fumo denso e nero. Questo diminuisce mano mano che va accendendosi il combustibile sulla gratella, e non riappare che quando vi si introduca nuovamente del combustibile fresco.

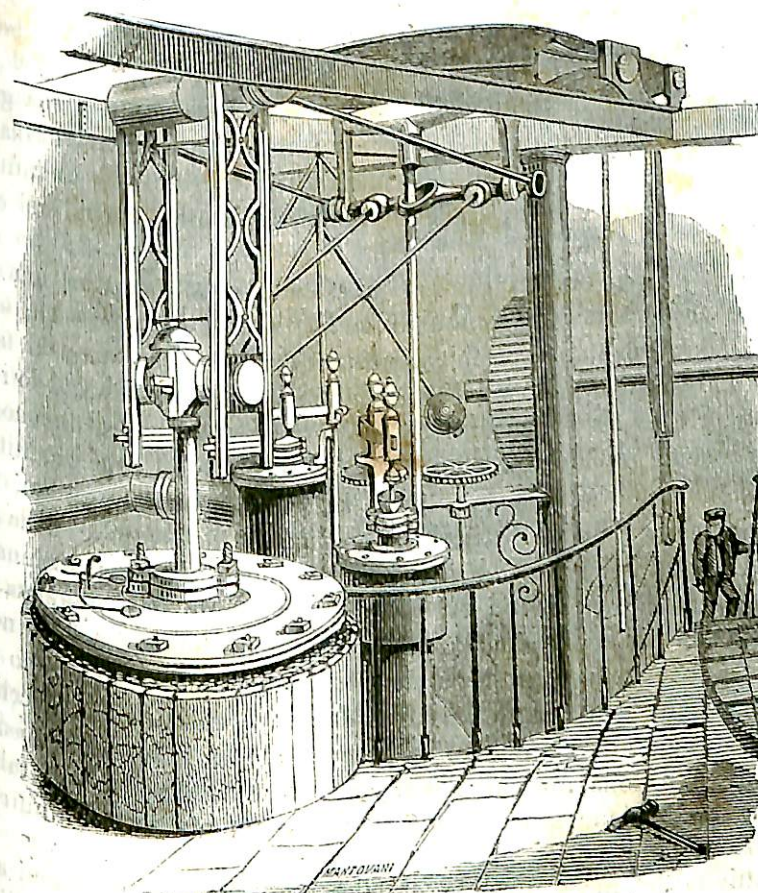
XVI.

Il metodo precedente di alimentazione, per cui si obbliga il focolare a consumare il proprio fumo, e si rende perfetta la combustione del carbone, non va però al tutto sicuro da effetti contrari. Nei focolari comuni non si può introdurre il combustibile che aprendo lo sportello del fuoco, e mentre questo è aperto vi si precipita un gran volume d'aria fredda che traversando il focolare è trascinata pei condotti al fumajolo. Questo abbassa la temperatura dei condotti per modo che in molti casi la conseguente perdita di calorico supera qualunque economia del combustibile ottenuta col consumarne completamente il fumo. Si adottarono perciò diversi metodi per introdurre il combustibile senza aprire lo sportello del fuoco e senza disturbare l'afflusso dell'aria al focolare. Questo si ottiene con una specie di tramoggia costrutta sulla fronte del focolare con un fondo mobile o valvola che permette al carbone di cadere di tanto in tanto sul davanti della gratella.

Perchè abbia luogo certamente la combustione dei gas svolti dai carboni posti sul davanti della gratella è necessario di lasciar passare con essi una corrente d'aria sul combustibile ardente. Ciò si effettua per mezzo di piccole aperture, o regolatori, praticate nella porta del foco munite di cateratte scorrevoli da cui ponno essere aperte e chiuse di quanto abbisogna.



Fabbricazione delle Caldaje.



Macchina a doppio effetto nella City Saw-Mills.

Capitolo Secondo.

- XVII. Metodo di regolare l'attività del fornello. — XVIII. In qual maniera si faccia produrre al vapore un effetto meccanico. — XIX. Il cilindro e lo stantuffo. — XX. Stantuffi metallici. — XXI. Calcolo della forza che fa muovere lo stantuffo. — XXII. Trasmissione di questa forza. — XXIII. Asta dello stantuffo. — XXIV. Robinetti, valvole e valvole a cassetto. — XXV. Come funzionino. — XXVI. Corsa dello stantuffo. — XXVII. Pressione effettiva. — XXVIII. Distribuzione del vapore al cilindro. — XXIX. Colle valvole. — XXX. Coi cassette. — XXXI. Cassetti di Seaward. — XXXII. Robinetto semplice. — XXXIII. Robinetto a quattro fori. — XXXIV. Macchine a bassa e ad alta pressione, o più propriamente a condensazione e senza condensazione. — XXXV. Inconvenienti di queste ultime e vantaggi che li compensano. — XXXVI. Macchine a condensazione. — XXXVII. Condensatore. — XXXVIII. Tromba ad aria. — XXXIX. Tromba ad acqua fredda. — XL. Tromba ad acqua calda.

XVII.

Qualunque sia la forma della caldaja che si adopera, la sua grandezza e le sue dimensioni, come pure anche quelle del focolare e relativi accessori, si devono determinare in rapporto alla quantità di vapore da prodursi e in qualche grado anche alla qualità del combustibile.

I principii per cui un camino più o meno alto attiva una corrente d'aria traverso il combustibile sparso sul focolare a cui è annesso, sono già stati esposti nel nostro trattato sul *Fuoco*. Il fumajolo annesso al fornello di una caldaja a vapore opera secondo i medesimi principj, e le sue dimensioni e la sua altezza si devono necessariamente proporzionare a quelle del focolare ed alla quantità di combustibile che si suol consumare in un tempo determinato.

Ma siccome è duopo variare la produzione del vapore nella caldaja a norma del lavoro variabile da compiersi dalla macchina; e siccome questa produzione di vapore è certamente proporzionata alla rapidità con cui viene consumato il combustibile sul focolare, ne risulta che si deve variare la rapidità di combustione nel fornello proporzionatamente al lavoro variabile che deve effettuare la macchina. Affine, dunque, di mantenere la proporzione tra la forza del focolare ed il bisogno della macchina è necessario di ravvivare o di rallentare la combustione secondo che si deve aumentare o diminuire la produzione del vapore.

L'attività del fuoco dipende dalla corrente d'aria che viene aspirata attraverso alle grate, e questa alla sua volta dipende dall'ampiezza dello spazio accordato al passaggio della medesima corrente lungo i condotti. In conseguenza, si dispone perpendicolarmente al condotto una lastra, chiamata *registro*, in maniera che abbassandola o sollevandola, come si alzerebbe o abbasserebbe la cateratta d'un fosso, si può regolare come piace lo spazio concesso al passaggio dell'aria per il condotto. Questa lastra può governarsi a mano, cioè sicchè alzandola ed abbassandola si può aumentare e indebolire l'aspirazione ed ottenere con ciò un effetto corrispondente sulla produzione del vapore e nella caldaja; ma, anche senza l'intervento del macchinista, si può mantenere continuamente proporzionata la forza del fuoco alla rapidità della vaporizzazione colla seguente disposizione di cose.

Il peso della colonna d'acqua sostenuta nel tubo di alimentazione (figure 7 e 8) misura la differenza fra la pressione del va-

pore nella caldaja e quella dell'atmosfera. Se la macchina consuma vapore con rapidità maggiore di quella con cui lo produce la caldaja, la pressione del vapore in questa verrà diminuita e in conseguenza si deprimerà la colonna d'acqua nel tubo di alimentazione. Se, invece, la caldaja produce vapore in copia maggiore di quella in cui viene consumato dalla macchina, l'accumulazione del vapore nella caldaja ne farà crescere la pressione sull'acqua che vi è contenuta e verrà quindi aumentata l'altezza della colonna d'acqua sostenuta nel tubo di alimentazione. Questa colonna deve dunque innalzarsi od abbassarsi ad ogni variazione nella rapidità con cui si produce il vapore nella caldaja.

Sulla superficie dell'acqua di questa colonna è collocato un galleggiante cavo P; una catena congiunta ad esso volge all'insù e passa su due carrucole e ridiscende di nuovo traversando un'apertura la quale mette al condotto che fiancheggia la caldaja; ed è a questa catena che si attacca il registro. Per tale disposizione, è evidente che il registro verrà sollevato all'abbassarsi del galleggiante, e verrà calato all'innalzarsi di questo essendo il peso del primo determinato in modo da non fare equilibrio al galleggiante P, se non quando esso riposi a fior d'acqua.

Ogni qual volta sia insufficiente la produzione del vapore nella caldaja è manifesto dal sin qui esposto, che si abbasserà il galleggiante P, verrà alzato il registro, e quindi aperto un passaggio più vasto all'aria per i condotti. Questa attizzerà il fuoco, ne aumenterà il potere calorifico, e renderà in conseguenza più abbondante la vaporizzazione nella caldaja. Se all'incontro, la produzione del vapore in quest'ultima sorpasserà quella che abbisogna alla macchina, salirà il galleggiante, e si abbasserà il registro in modo che restringendosi la luce del condotto, verrà indebolita l'aspirazione, mitigato il fuoco, e quindi rallentata la vaporizzazione. In questa maniera la soverchia o l'insufficiente quantità di vapore generato nella caldaja reagisce sul fuoco, rendendo il calore svolto dalla combustione proporzionato, per quanto è fattibile, al bisogno della macchina.

XVIII.

Spiegati così i mezzi principali con cui si mantiene efficace l'azione della caldaja e del fornello d'una macchina a vapore, sarà appena necessario di aggiungere che sebbene quei congegni non si troveranno in ogni caldaja a vapore sotto quelle medesime forme in cui li abbiamo rappresentati nelle figure, pure sono di un uso pressochè

universale dei congegni che loro equivalgono benchè ne differiscano nella struttura o nella disposizione. In alcuni casi per mancanza della necessaria altezza si tralasciano gli apparecchi regolatori della caldaja e del fornello ed allora l'opportuno governo della macchina dipende dall'abilità e dalla vigilanza di quelli che ne sono incaricati.

Supposto, quindi, che con questi o somiglianti mezzi si ottenga una produzione di vapore nella quantità necessaria ed alla pressione voluta, ci resta a vedere in qual modo si faccia produrre a questo vapore il desiderato effetto meccanico.

Il metodo universalmente adottato di adoperare la potenza del vapore a produrre effetti meccanici, è quello di uno stantuffo solido che si muova liberamente in un cilindro cavo combaciando colle sue pareti a tenuta di vapore. Il vapore viene introdotto alternativamente ad un capo e all'altro del cilindro. Quando entra da un capo, gli si permette di sfuggire dall'altro, cosicchè lo stantuffo viene spinto dal vapore alternativamente da un fondo all'altro del cilindro. Questo è chiuso alle sue estremità da coperchi a tenuta di vapore, ma vi sono praticate delle apposite aperture per l'alternativa ammissione ed emissione del vapore.

XIX.

Il cilindro è di ghisa di conveniente spessore e robustezza. È calibrato colla più scrupolosa precisione cosicchè la sua superficie interna sia esattamente cilindrica e di un diametro uniforme da un capo all'altro. Lo stantuffo è pure di ferro, e lo si fa combaciare col cilindro a tenuta di vapore sia coll'avvolgergli all'ingiro una molle fune di canape, chiamata *guarnitura di stoppa*, fino a riempire una gola o scanalatura circolare praticata nella sua superficie convessa, sia col farne la corona esteriore di parecchi segmenti metallici i quali vengono premuti contro la superficie del cilindro da molle che operano su di loro dal centro del cilindro stesso.

La figura 11 presenta una sezione dello stantuffo a guarnitura di stoppa. La scanalatura che la contiene è rappresentata lateralmente presso al cilindro e la corona ne è unita allo stantuffo per mezzo di viti girando le quali la fune viene premuta in modo da essere spinta all'infuori contro i fianchi del cilindro fino a combaciare con essi a tenuta di vapore.

XX.

Gli stantuffi mantenuti in contatto col cilindro a tenuta di vapore senza guarnitura di stoppa, e che si chiamano stantuffi metallici, sono di forme svariatissime sebbene tutte costruite in sostanza secondo il medesimo principio. Una sezione di uno di questi è offerta

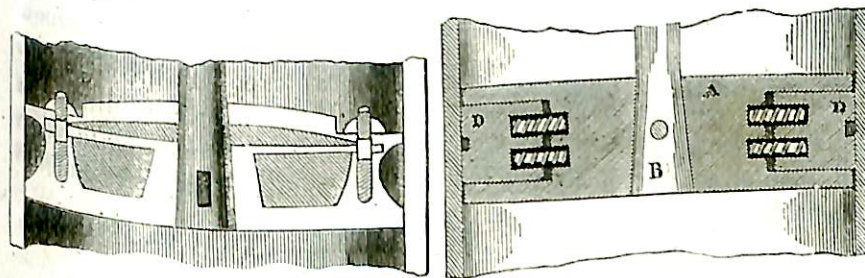


Fig. 11.

Fig. 12.

dalla figura 12, e lo si vede di fronte nella figura 13. All'ingiro dello stantuffo è praticata una profonda scanalatura a sezione rettangolare, cosicchè mentre la corona e la base dello stantuffo sono due dischi di diametro eguale a quello del cilindro, la parte intermedia di questo corpo ha un raggio minore di quello dei precedenti di tutta la profondità della scanalatura. Un anello di bronzo, ghisa, o acciaio giutato di tale grandezza e forma da adattarsi a quella scanalatura, è diviso, come si vede nella fig. 13, nei quattro segmenti CCCC e nei quattro corrispondenti pezzi angolari DDDD. La scanalatura all'ingiro dello stantuffo viene riempita dai quattro segmenti e dai quattro pezzi angolari fatti a cuneo posti internamente ai primi, e questi ultimi sono premuti contro i precedenti da otto molle spirali, come si vede nelle figure 12 e 13. Queste molle terminano al nucleo solido dello stantuffo, e spingono i segmenti C contro il cilindro. L'azione delle molle spirali che premono i cunei è limitata da caviglie di acciaio che passano pel loro centro e ter-

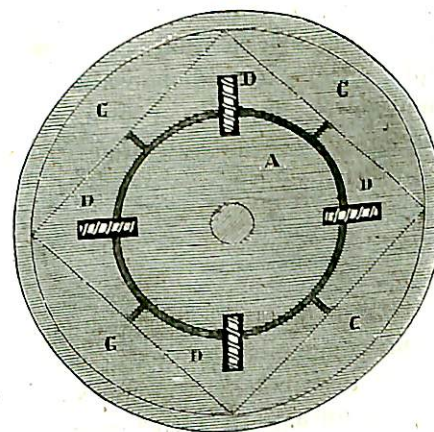


Fig. 13.

minano in piccole cavità cilindriche praticate tanto nei cunei che nelle corrispondenti parti di nucleo solido dello stantuffo; mano a mano che i segmenti C si consumano le molle premono i cunei all'infuori, e le punte di questi, spingendosi innanzi, vengono a riempire gradatamente lo spazio lasciato fra i segmenti, ed a completare così la superficie esteriore dello stantuffo.

XXI.

La forza da cui è mosso lo stantuffo da un capo all'altro del cilindro ha per misura la pressione del vapore che lo caccia, diminuita della reazione oppostagli dal vapore che sfugge da quella parte verso cui esso si avvanza, e della resistenza prodotta dal suo sfregamento contro la superficie del cilindro.

XXII.

La potenza meccanica che mette in movimento lo stantuffo sarebbe inutile in pratica se col mezzo di opportuni congegni non si potesse applicarla ad un punto conveniente fuori del cilindro; ma siccome d'altra parte è indispensabile che il vapore che spinge lo stantuffo sia confinato nel cilindro, e che in questo non si lasci entrare dell'aria la pressione della quale reagisca contro la faccia opposta dello stantuffo, è del pari indispensabile che, qualunque sia il mezzo di trasmettere quella forza esteriormente al cilindro, ciò avvenga senza lasciare il minimo interstizio per cui possa o sfuggirne il vapore od entrarvi dell'aria.

XXIII.

Questo intento è perfettamente conseguito mediante un semplicissimo congegno. Nel centro dello stantuffo è praticato un foro in cui viene inserita e saldamente assicurata per mezzo d'una chiave o caviglia un'asta di forma esattamente cilindrica, chiamata l'asta dello stantuffo. Questa passa traverso un foro del coperchio di ferro del cilindro come si vede nella figura 14. L'asta dello stantuffo è mantenuta in contatto colla superficie di quel foro a tenuta di vapore da un congegno detto *scatola a stoppa*, che è rappresentato in B, nella figura 14. Il foro praticato nel coperchio del cilindro ha una larghezza di pochissimo maggiore del diametro dell'asta dello stantuffo. Al di sopra di questo foro avvi una tazza in cui all'ingiro del-

l'asta si mette della stoppa di canape o della corda imbevuta di olio o di sego liquefatto. Questa specie di anello di canape è premuto all'ingiro da un altro pezzo pure forato, traverso a cui scorre l'asta dello stantuffo, e che viene avvitato superiormente a quel collare di stoppa.

L'asta dello stantuffo, per tale congegno, ricevendo dalla stessa forza che muove lo stantuffo il medesimo movimento alternativo di questo, può comunicare quel moto ad un conveniente pezzo di meccanismo esterno al cilindro, col quale la si può mettere in connessione.

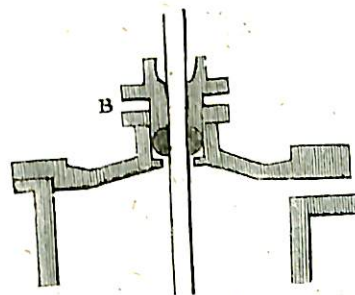


Fig. 14.

XXIV.

Essendo il cilindro ai due capi chiuso da coperchi metallici nella maniera sopra esposta, le aperture per cui entra ed esce il vapore sono praticate non nei coperchi ma nei fianchi in punti immediatamente contigui ai coperchi. Queste aperture sono governate per mezzo di congegni di varie forme e che hanno varie denominazioni di *robinetti*, di *valvole* e di *valvole a cassetto*.

XXV.

Immaginiamo praticate a ciascun capo del cilindro due aperture l'una che metta alla caldaja e l'altra per l'uscita del vapore. A queste aperture sieno adattati dei robinetti, delle valvole o delle cateratte scorrevoli, in modo che si possano chiudere od aprire per mezzo dei loro manubrii, e questi sieno collegati coll'asta dello stantuffo per modo che quando lo stantuffo arrivi a ciascuno dei fondi del cilindro, i manubrii sieno mossi dall'asta in maniera di aprire l'ingresso al vapore a quell'estremità del cilindro dove è giunto lo stantuffo e chiudere il passaggio destinato alla sua uscita, e di aprire invece all'altra estremità il passo per lo sfogo del vapore e chiudervi quello per cui viene introdotto. Per questo mezzo, lo stantuffo ricevendo l'azione del vapore a quell'estremità dove è giunto ed essendo liberato dall'azione di quello che si trova dalla parte opposta sarà spinto verso l'altra estremità del cilindro; qui l'asta dello stantuffo opererà di nuovo sui manubrii dei robinetti, delle valvole o delle cateratte in guisa da invertire il corso del vapore, permettendo l'uscita

di quello che ha appena finito di spingervi lo stantuffo e introducendolo all'altro capo del cilindro dove è giunto allora lo stantuffo. In questo modo lo stantuffo verrà ricondotto all'altro capo del cilindro e così via alternativamente da un capo all'altro.

XXVI.

Abitualmente si ritiene che il cilindro sia in positura verticale, e dando in conseguenza i nomi di *fondo* e di *cielo* alle sue estremità si parla di corsa all'insù e di corsa all'ingiu dello stantuffo. Spessissimo è veramente questa la disposizione dell'apparecchio, ma non è sempre tale di assoluta necessità. Spesso il cilindro è orizzontale. Così lo vediamo sempre, per es., nelle locomotive e spesso nelle macchine dei battelli a vapore. Talvolta è in positura obliqua, tal altra può oscillare in maniera di cambiare di posizione secondando il movimento dello stantuffo.

Si chiama *corsa* dello stantuffo la sua andata da un capo all'altro del cilindro, e le dimensioni di questo si esprimono sovente coll'assegnare il diametro dello stantuffo e la lunghezza della sua corsa.

XXVII.

La *pressione effettiva* del vapore sullo stantuffo, per ogni pollice quadrato, si determina sottraendo dalla pressione con cui lo spinge la reazione del vapore che sfugge, e l'attrito contro il cilindro. Moltiplicando questa pressione effettiva per il numero de' pollici quadrati della superficie dello stantuffo, che facilmente si calcola tosto che se ne sappia il diametro, si ha la forza effettiva totale che gli è applicata e moltiplicando questa forza pel numero dei piedi percorsi dallo stantuffo in un minuto, il quale è dato dalla lunghezza della sua corsa e dal numero delle corse fatte in un minuto, si avrà la vera forza meccanica prodotta ad ogni minuto dal vapore che agisce sullo stantuffo.

XXVIII.

Da quanto è stato spiegato appare che in gran parte l'effetto della macchina dipende dalla precisione e dalla regolarità con cui il vapore è alternativamente introdotto e sottratto a ciascun capo del cilindro. Se lo si introduce, o lo si sottrae troppo presto o troppo tardi, esso o sarà di ostacolo alla forza che caccia lo stantuffo o ne

ritarderà l'arrivo all'altro capo del cilindro. Per queste ragioni, ed anche perchè sono rimarchevoli per bellezza e semplicità i congegni con cui si distribuisce e si toglie il vapore al cilindro, ne verremo ora a descrivere alcuni.

XXIX.

Nella disposizione presentata dalla figura 15 si raggiunse lo scopo per mezzo di quattro valvole coniche; due a ciascun capo del cilindro. B e B' sono due camere del vapore, B la superiore e B' l'inferiore in comunicazione rispettivamente col cielo e col fondo del cilindro per mezzo di opportuni passaggi, D D'.

In B vi sono due valvole, l'una in S superiormente e l'altra in C inferiormente al canale D, e similmente vi sono in B' due altre valvole l'una S' al di sopra e l'altra C' al di sotto del canale D'.

Superiormente alla valvola S nella camera più alta vi è un'apertura per cui entra il tubo che vi conduce il vapore dalla caldaja, ed al disotto della valvola C si trova un'altra apertura per cui entra il tubo di emissione. Similmente al di sopra della valvola S' mettono nell'altra camera più bassa un condotto del vapore proveniente dalla caldaja e sotto alla valvola C' un altro condotto di sfogo. È perciò evidente che si può sempre introdurre il vapore al di sopra dello stantuffo coll'aprire la valvola S, e introdurglielo per di sotto coll'aprire la valvola S' e che similmente si può sottrarre il vapore dal cilindro al di sopra dello stantuffo aprendo la valvola C e inferiormente al medesimo coll'aprire la valvola C'.

Supponiamo che lo stantuffo sia presso al cielo del cilindro, che lo spazio al di sotto di esso sia pieno di vapore puro e che sieno aperte le valvole S e C' e chiuse le valvole C ed S' come è mostrato dalla figura 15. Il vapore della caldaja arrivando dunque per mezzo della valvola aperta S premerà lo stantuffo all'ingiu, mentre quello che riempie al di sotto di esso il cilindro passerà per la valvola aperta C' nel tubo di sfogo. Lo stantuffo verrà dunque cacciato abbasso dall'azione che gli esercita al di sopra il vapore. Quando arriva al fondo del cilindro vengono chiuse le valvole S e C' e aperte le valvole S' e C come si vede nella figura 16.

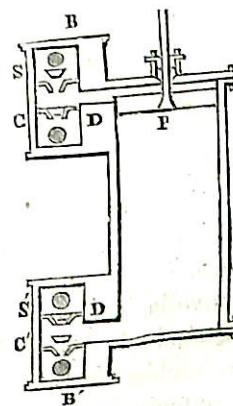


Fig. 15.

Il vapore entrerà adesso per la valvola aperta S' e per il canale D' al disotto dello stantuffo, mentre quello che ha finito di cacciarlo a basso, e che riempie il cilindro al di sopra dello stantuffo, verrà condotto via per la valvola aperta C e per il tubo di emissione, lasciando un vuoto nel cilindro al di sopra dello stantuffo. Lo stantuffo sarà dunque spinto all'insù e all'ingiù può evidentemente continuarsi coll'aprire e col chiuder alternativamente quelle coppie di valvole. Ogni volta che lo stantuffo è in cima al cilindro, come si vede nella figura 15, sono aperte le valvole S e C' cioè la valvola superiore d'ammissione e la valvola inferiore d'emissione e sono chiuse le valvole S' e C cioè l'inferiore d'ammissione e la superiore d'emissione; e quando lo stantuffo è giunto al fondo del cilindro, come nel caso della figura 16, sono aperte invece le valvole C ed S' cioè la superiore d'emissione e la inferiore di ammissione e chiuse le valvole S e C' cioè la superiore d'ammissione e l'inferiore di emissione.

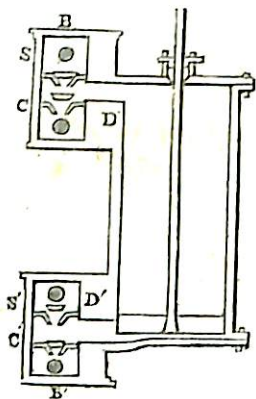


Fig. 16.

Se quelle valvole, come abbiamo supposto, vengono aperte e chiuse nei momenti in cui lo stantuffo tocca il cielo ed il fondo del cilindro, è evidente che tutte possono essere governate da una sola manovella collegata ad esse per mezzo di un opportuno meccanismo. Quando lo stantuffo giunge alla cima del cilindro questa manovella dovrebbe operare in modo di aprire le valvole S e C' e di chiudere contemporaneamente S' e C; e quando lo stantuffo giunge al fondo dovrebbe agire in modo di chiudere le valvole S e C' e di aprire le valvole S' e C.

XXX.

I mezzi più generalmente usati di aprire e di chiudere i passaggi del vapore sono specie di coperchi scorrevoli su di essi chiamati *cassetti*, ed hanno forme svariatissime quantunque non differiscano che di ben poco l'uno dall'altro quanto al principio sul quale è fondato il loro modo di agire. La descrizione di uno di questi apparecchi, il quale è mostrato dalle figure 17 e 18, renderà facile l'intendere la maniera in cui producono il voluto effetto. AB è una

camera a tenuta di vapore fissata da un lato al cilindro; EF è una verga che riceve un movimento alternativo di salita e di discesa dall'eccentrico o da una qualunque altra parte della macchina destinata a far muovere il cassetto. Questa verga passando traverso

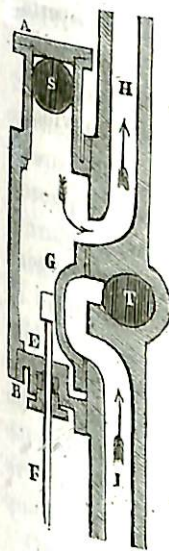


Fig. 17.

ad una scatola a stoppa mena su e giù il cassetto G; S è la bocca del tubo del vapore veniente dalla caldaia; T quella del tubo del vapore che mette al condensatore; H è un canale che sbocca alla cima ed I un altro che sbocca al fondo del cilindro. Nella posizione del cassetto rappresentata dalla figura 17, il vapore proveniente dalla caldaia per S percorrendo il condotto H entra nel cilindro verso la cima, mentre il vapore della parte inferiore di questo passa per il condotto I nel tubo T e va al condensatore. Quando la verga EF venga alzata fino alla posizione in cui è rappresentata dalla figura 18, allora il condotto H è posto in comunicazione col tubo T, mentre il condotto I vien fatto comunicare col tubo S. Pertanto il vapore entra per I nella caldaia al di sotto dello stantuffo, mentre l'altro ch'era al di sopra di questo passando per H nel tubo T, è avviato al condensatore. Per tal modo un solo cassetto G compie l'ufficio delle quattro valvole descritte nel Par. 29.

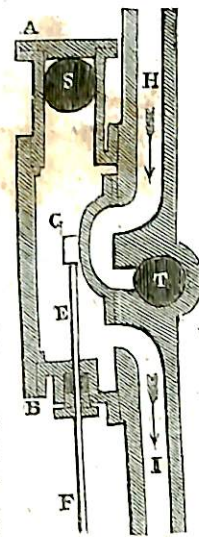


Fig. 18.

XXXI.

La figura 19 presenta un'altra forma di cassetto. Il tubo del vapore proveniente dalla caldaia e che è figurato in AA' comunica coi condotti S ed S' che sboccano alla cima e al fondo del cilindro. I bocchelli di questi condotti sono fatti di ferro o di altro metallo duro, fuso sul fianco del cilindro. Questi bocchelli presentano esternamente una superficie liscia su cui scorrono i cassetti B e B' che hanno pure la base assai levigata. I cassetti B e B' sono uniti a cerniera alle aste E E' scorrevoli traverso delle scatole a stoppa, e questa congiunzione è fatta in maniera da permettere che le basi dei cassetti sieno distaccate dalla liscia superficie dei bocchelli dei condotti, quando non sieno premuti contro di questi.

Il vapore nel tubo A A' premendo da tergo i cassetti B e B' ne terrà le basi in contatto a tenuta di vapore colla levigata superficie di quelle imboccature. Questi cassetti si ponno aprire o chiudere mediante un opportuno congegno a qualunque punto della corsa dello stantuffo. Quando il vapore dev'essere introdotto al cielo del cilindro dev'essere alzato il cassetto superiore e quindi aperto il condotto S, e quando lo si deve introdurre al fondo del cilindro deve essere alzato il cassetto inferiore e aperto il passaggio S'; la comunicazione del vapore col cielo o col fondo del cilindro viene

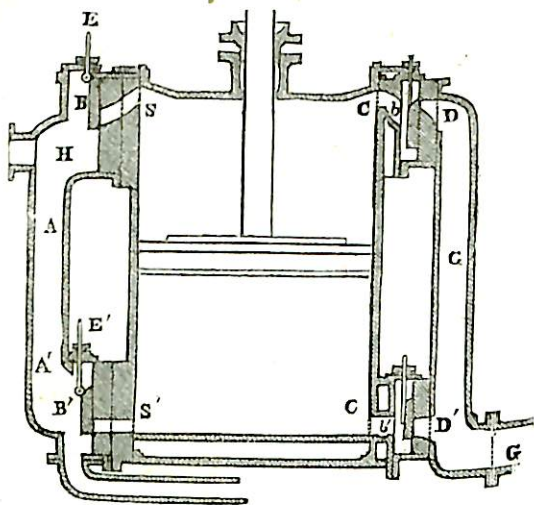


Fig. 19.

poi intercettata coll'abbassare rispettivamente quei due cassetti. All'altro lato del cilindro sono praticati due canali C e C' che mettono in un tubo G il quale si prolunga fino al condensatore. Su questo tubo sono fuse delle imboccature di ferro od altro metallo, le quali presentano una superficie levigata verso il cilindro e che per mezzo dei passaggi D e D' mettono rispettivamente in comunicazione la cima e il fondo del cilindro col tubo G diretto al condensatore. Due cassetti b e b' a basi lisce volte dalla parte opposta del cilindro e premuti contro le superficie delle imboccature DD', sono messi in moto da verghe scorrevoli entro scatole a stoppa nel modo superiormente descritto. Poichè le basi di questi cassetti sono volte oppostamente al cilindro, il vapore del cilindro che comunica liberamente con essi tende colla sua pressione a mantenerli in contatto a tenuta di vapore colle superficie in cui sono praticate le aperture che guidano

al condensatore. Questi due cassetti si ponno aprire e chiudere a norma del bisogno.

Quando lo stantuffo comincia a discendere viene alzato il cassetto superiore d'ammissione in modo di aprire il passo S e di lasciar entrare il vapore al di sopra dello stantuffo: nello stesso tempo viene alzato il cassetto inferiore di emissione b' in modo di permettere al vapore sotto allo stantuffo di sfuggire per G, e gli altri due passaggi S' e C rimangono chiusi dai rispettivi cassetti. Il cassetto che governa S viene abbassato a quel punto della corsa dello stantuffo a cui si vuole sospendere l'entrata del vapore, rimanendo al loro posto gli altri cassetti, e quando lo stantuffo è giunto al fondo del cilindro il cassetto d'ammissione più basso apre il passaggio S' e il cassetto superiore di emissione apre il passo C mentre l'altro cassetto di emissione chiude il passaggio C'. Il vapore entrando per S', sotto allo stantuffo, e venendo in pari tempo sottratto il vapore che gli sta di sopra per il passo aperto C e pel tubo G, lo stantuffo è forzato ad ascendere. Giunto al punto a cui si vuol cessare l'introduzione del vapore si abbassa il cassetto che governa S', rimanendo gli altri al loro posto e la corsa di ascesa si effettua nello stesso modo di quella di discesa.

Questi quattro cassetti ponno essere comandati da una sola manovella od anche essere mossi da congegni separati. Per la piccolezza degli spazii lasciati fra i diversi cassetti e il corpo del cilindro è evidente che in questa disposizione è assai piccolo il disperdimento del vapore.

XXXII.

L'introduzione e l'uscita del vapore è talvolta governata da robinetti, e più particolarmente in quelle macchine che sono costruite in piccole dimensioni. La forma più comune dei robinetti è quella di un turacciolo cilindrico o leggermente conico, inserito in una apertura di corrispondente grandezza (fig. 20), a traverso al tubo o condotto che il robinetto è destinato ad aprire ed a chiudere. Il robinetto è trapassato da uno o da più fori, e quando lo si volga in guisa che questi fori sieno nella direzione del tubo, è aperto il passaggio lungo di questo: ma quando il canale che traversa il robi-

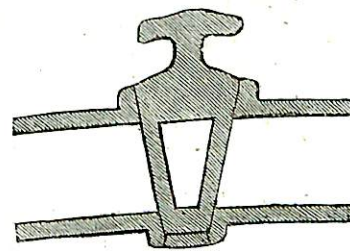


Fig. 20.

netto sia disposto ad angolo retto colla direzione del tubo, allora i fianchi del tubo chiudono le imboccature del canale del robinetto e viene intercettato il passaggio per il condotto. Un robinetto semplice serve ad aprire e a chiudere il passo per un singolo tubo. Quando il robinetto è volto, come nella figura 21, in maniera che il canale che lo attraversa sia perpendicolare alla lunghezza del tubo, allora è impedito il passaggio lungo di questo; ma se facendogli fare un quarto di giro si volge il robinetto nella posizione della figura 22,

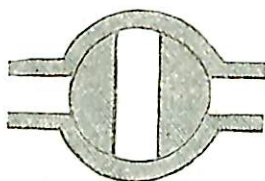


Fig. 21.

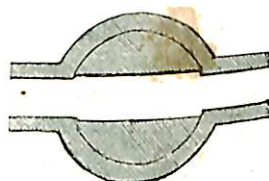


Fig. 22.

allora il canale che lo traversa è nella direzione del tubo, il robinetto è aperto ed è libero il passaggio lungo il tubo. Mediante un robinetto di questa fatta si può anche soffocare più o meno il passaggio aggiustando la positura del robinetto in guisa che parte dell'apertura del suo canale venga coperta dalla superficie laterale del tubo.

XXXIII.

Si ha spesso volte bisogno di porre in comunicazione un tubo o condotto alternativamente con due altri; a questo intento serve un robinetto a due fori. Nei robinetti di questa sorta il canale è ricurvo e le sue aperture sono ordinariamente in punti della superficie del robinetto distanti fra loro di 90°. Quando abbisogni di porre in comunicazione quattro condotti a due a due alternativamente, si adopera un robinetto a quattro fori. Questo robinetto contiene due canali ricurvi, (figura 23) simili ciascuno al canale ricurvo del robinetto a due fori. Sieno SBCT i quattro tubi che si vogliono porre in comunicazione alternativamente a due a due. Quando il robinetto è nella posizione della figura 23, il tubo S comunica con T e il tubo C con B. Voltando il robinetto di un quarto di giro, (fig. 24) si fa comunicare il tubo S con B e il tubo C con T: e se si continua a volgere il robinetto interpolatamente di un quarto di giro per volta, si riprodurranno alternativamente questi scambi di comunicazioni; e per questo è evidente che basta girare il robinetto sempre nella medesima direzione.

Il robinetto a quattro fori è adoperato talvolta in sostituzione alle valvole ed ai cassetti, per distribuire il vapore al cilindro e per levarglielo. Rappresentino S un tubo che conduca il vapore della caldaia, C il tubo di sfogo, T il tubo che mette alla cima e B quello che mette al fondo del cilindro; quando il robinetto sarà nella posizione della figura 23 il vapore passerà dalla caldaia nella parte su-

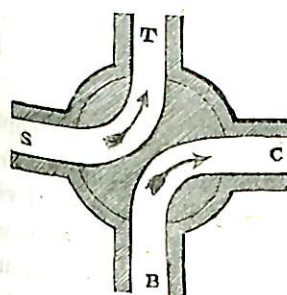


Fig. 23.

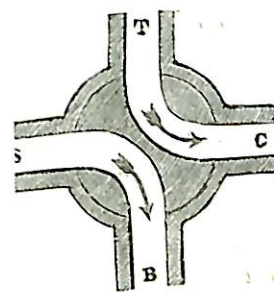


Fig. 24.

periore del cilindro, mentre verrà aperto uno sfogo al vapore di sotto allo stantuffo; e quando è nella posizione della figura 24 il vapore entra nella caldaia nella parte inferiore del cilindro e il vapore di sopra allo stantuffo trova libera la uscita. Così col ruotare di un quarto di giro per volta il robinetto verso la fine di ogni corsa dello stantuffo, sarà resa continua l'operazione della macchina.

XXXIV.

Da quanto si è stabilito si comprenderà come l'effetto meccanico della macchina a vapore, dipenda, a parità delle altre circostanze, dall'eccesso della pressione del vapore che spinge lo stantuffo sulla reazione di quello che gli sfugge dinanzi da quella estremità del cilindro verso cui lo stantuffo si muove. Diminuendo dunque di quanto è possibile tale reazione verrà accresciuta l'efficacia della macchina.

Le macchine a vapore sono ripartite in due classi distinte, a norma della maniera in cui si dispone del vapore che ha lasciato il cilindro, chiamandole macchine a condensazione, o senza condensazione, oppure più comunemente sebbene con minor proprietà, macchine a bassa o ad alta pressione. Questa seconda denominazione si è detta viziosa, perchè sebbene le macchine senza condensazione devono necessariamente funzionare col vapore a pressione elevata, non è però necessario che quelle a condensazione lavorino col vapore a bassa pressione, come in breve si vedrà.

Nelle macchine senza condensatore o ad alta pressione i tubi di emissione del vapore dai cilindri sboccano all'aria libera: nelle macchine a condensazione od a bassa pressione essi mettono in un apparecchio dove il vapore vien *condensato*, chiamandosi così il processo con cui lo si ritorna allo stato di acqua esponendolo al freddo.

XXXV.

Nelle macchine senza condensatore il tubo di emissione comunicando coll'aria esterna, quest'aria, quando sia aperta la valvola di uscita, avrà una tendenza a precipitarsi nel cilindro, mentre il vapore all'incontro tende a precipitarsene fuori. Se, in tal caso, la tensione del vapore non superasse la pressione atmosferica, la sua uscita verrebbe impedita dalla contropressione dell'aria e siccome la pressione del vapore è la misura del suo effetto sullo stantuffo, ne segue che in questa classe di macchine a vapore l'azione del vapore sullo stantuffo deve superare di alquanto la pressione atmosferica, la quale, come si è mostrato nel nostro Trattato sull'*Aria*, ascende per media a 15 libbre per pollice quadrato (1).

Poichè, dunque, lo stantuffo delle macchine senza condensatore è sottoposto di necessità e di continuo ad una reazione che sorpassa le 15 libbre per pollice quadrato, la tensione del vapore che lo spinge deve superare di molto le 15 libbre per pollice quadrato. Così, una pressione di 30 libbre per pollice quadrato produrrà un effetto assai minore di un carico di 15 libbre per pollice quadrato, perchè, oltre la reazione dell'aria contro il vapore, l'attrito presenta una nuova resistenza alla forza d'impulsione. Una pressione di 45 libbre per pollice quadrato darebbe una forza effettiva minore di 30 libbre per pollice quadrato e così di seguito.

Nonostante lo svantaggio di questa reazione allo stantuffo e la conseguente necessità di una caldaja atta a produrre il vapore ad una pressione elevata, le macchine senza condensatore presentano in compenso parecchi vantaggi che non solo lo rendono in certi casi preferibili a quelle a condensazione, ma sono talvolta efficaci ove sarebbe al tutto impraticabile l'uso delle macchine a condensazione.

(1) Corrispondenti a chilogrammi 1,055 per centimetro quadrato.

XXXVI.

Nelle macchine a condensazione, i tubi di emissione che derivano dai capi del cilindro conducono ad un serbatoio o recipiente dove il vapore, esposto al freddo, è riconvertito in acqua. Ora siccome un piede cubico di vapore ritornando allo stato liquido produce quasi appena un pollice cubico d'acqua, è chiaro che, dirigendo efficacemente il processo della condensazione, si può ritenere che il vapore sfuggito dal cilindro passi nel vuoto, e che perciò non solo non sia soggetto alla resistenza dell'atmosfera, ma a nessun'altra resistenza se si tolgano quelle che ponno derivare dalle impiccolite dimensioni del tubo di emissione. Di più, la trasformazione del vapore in acqua essendo pressochè istantanea, la reazione che accompagna la sua uscita dal cilindro, piccola come è, è anche solo momentanea, ed opera sullo stantuffo unicamente al principio della corsa, durante il resto della quale questo non è soggetto a reazione di sorta.

Così è manifesto che nelle macchine a condensazione la pressione del vapore che spinge lo stantuffo invece di incontrare come in quelle senza condensatore una reazione eccedente le 15 libbre per pollice quadrato, è appena soggetto a qualche reazione, e che per conseguenza la sua pressione, per essere efficace, basta che sia di poche libbre, dalle 4 alle 6, per pollice quadrato. È per questa ragione che le macchine a condensazione si chiamano ordinariamente macchine a bassa pressione.

Ma quantunque in questa classe di macchine si possa adoperare vapore a bassa pressione, e nella maggior parte dei casi lo si adopera, pure non è usato così esclusivamente nè di necessità. Il vapore può lavorare in esse a qualunque pressione per quanto alta, e l'apparato di condensazione presterà sempre un eguale servizio. In certe applicazioni della macchina, il vapore ad una pressione superiore di parecchie volte a quella dell'atmosfera, funziona molto vantaggiosamente in macchine costruite su questo principio.

XXXVII.

Poichè l'apparato di condensazione presta così importanti servigi, sarà cosa utile il mostrarne la struttura e la disposizione in connessione allo stantuffo ed al cilindro.

La figura 25 presenta una sezione di questo apparecchio. Una cassa CC è piena di acqua fredda, nella quale sta immerso un vaso

metallico B, chiamato il condensatore. Un tubo SS mette in comunicazione il condensatore col tubo di emissione del cilindro del quale SS si può considerare come il prolungamento. Nel condensatore entra un tubo ripiegato all'insù. Questo è terminato con un bocchello per-

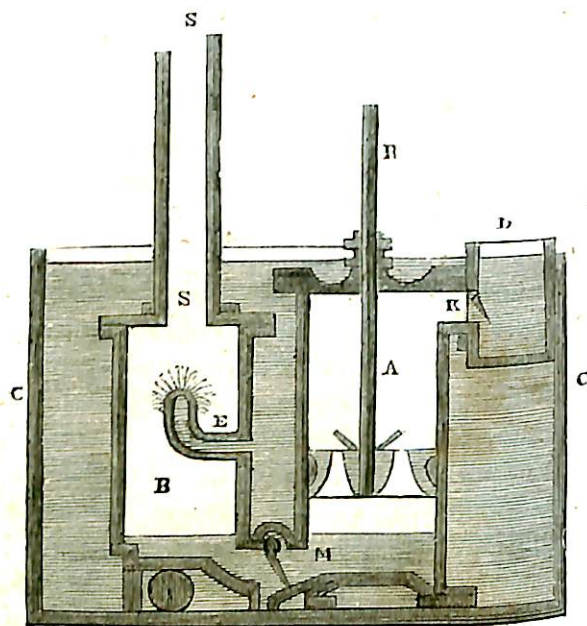


Fig. 25.

tugiato da tanti buchi come il soffione d'un inaffiatojo e l'acqua fredda della cassa CC venendovi spinta lungo il tubo E zampilla nel condensatore, come si vede nella figura. Il vapore, uscito dal cilindro per il tubo SS, incontrando questo zampillo freddo ne viene istantaneamente condensato, e mescolandosi coll'acqua fredda del getto, ne risulta dell'acqua calda la quale si raccoglie sul fondo del condensatore.

Se non si provvedessero dei mezzi all'intento di rimuovere quest'acqua, in breve il vaso B ne sarebbe soffocato in maniera da incagliare le funzioni dell'apparecchio.

XXXVIII.

Ma ecco un altro effetto che ora ci importa di spiegare. L'acqua comunemente contiene sempre più o meno dell'aria che le aderisce o che le è mescolata assieme. L'aria così aderente all'acqua della cassa CC si svolge in quantità maggiore o minore per effetto del ca-

lore a cui viene esposta quando vi si mescola il vapore nel vaso B. Quest'aria, sollevandosi nel tubo SS, presenta più o meno di resistenza all'uscita del vapore e reagisce contro lo stantuffo a scapito della potenza motrice, e qualora non venisse espulsa, accumulandosi in breve rallenterebbe ed anche arresterebbe del tutto l'azione della macchina.

Quest'aria, e così pure l'acqua calda raccolta sul fondo del condensatore, vengono levate da una tromba A, chiamata la *tromba ad aria*, a motivo che la si adopera a scacciare l'aria di cui ora si è discusso. Nell'embolo di questa tromba vi sono delle valvole che si aprono all'insù, cosichè quando lo stantuffo venga abbassato l'acqua e l'aria sono costrette a passare traverso quelle valvole e quando lo si tiri in alto esso solleva quell'acqua e quell'aria che hanno attraversato le valvole e le caccia in un piccolo serbatojo D, traverso una valvola K. Questo serbatojo D si chiama il pozzo caldo perchè l'acqua che vi si depone ha una temperatura più o meno elevata dovuta al vapore che ne è stato condensato.

L'ascesa dell'embolo della tromba ad aria ha pure l'effetto di estrarre, come si suol dire, per aspirazione l'acqua e l'aria calda dal condensatore B attraverso alla valvola M che è nel fondo sul corpo di tromba, dal quale non ponno ritornare nel condensatore perchè la valvola M si apre verso la tromba ad aria e la pressione che eserciterebbero per ritornare basta a tenerla chiusa nel modo il più fermo.

XXXIX.

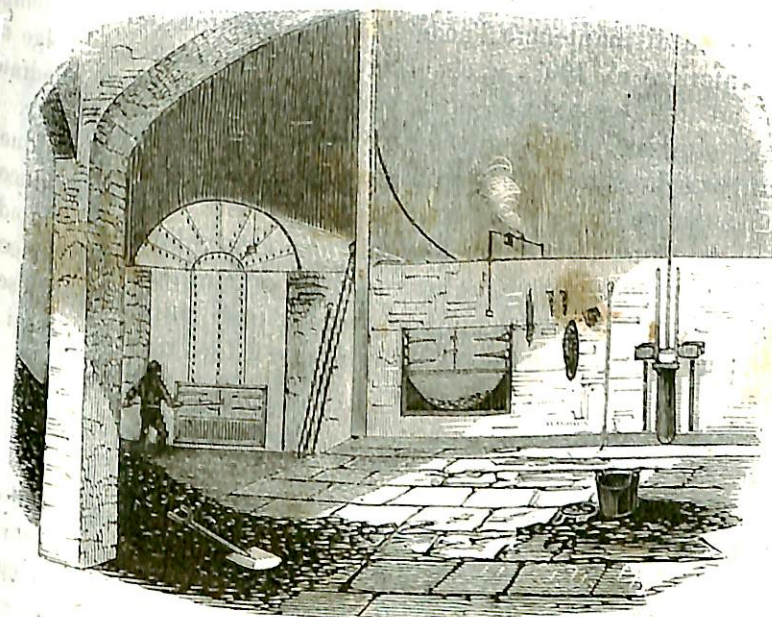
Il continuato afflusso del vapore nel vaso B, e il continuato passaggio dell'acqua per il medesimo, per la pompa ad aria e per il pozzo D, alla fine innalzerebbero la temperatura dell'acqua nella cassa CC in cui è immerso il condensatore ad un punto tale che il getto zampillante nel condensatore non sarebbe più freddo abbastanza per condensarvi il vapore.

A prevenire questo effetto si adopera una tromba detta la *tromba ad acqua fredda*, che spinge nella cassa una sufficiente quantità di acqua fredda. Quest'acqua viene introdotta presso al fondo della cassa e presso alla sommità vi si trova un tubo di sfogo per cui effluisce l'acqua calda che si raduna sempre presso al fondo superiore. In tal modo la temperatura dell'acqua nella cassa CC è mantenuta abbastanza bassa malgrado il calorico proveniente dal condensatore.

XL.

Ad impedire l'accumulazione dell'acqua calda nel pozzo D, vi è unita una tromba chiamata la tromba ad acqua calda da cui viene sottratta quell'acqua ed avviata all'apparato d'alimentazione della caldaja. Così una parte del calore emesso dal vapore condensato e che ha già compiuto il suo dovere nel muovere lo stantuffo, ritorna alla caldaja per ricominciarvi da capo le sue funzioni.

Riassumendo dunque, l'apparato di condensazione consiste nella cassa fredda CC, nella tromba ad acqua fredda che gliela somministra, nel condensatore B, nella tromba ad aria A, nel pozzo caldo D e nella tromba ad acqua calda destinata ad estrarre l'acqua da questo.



Fornelli nella City Saw Mills.

Capitolo Terzo.

XLI. Meriti comparativi delle due specie di macchine. — XLII. Varii metodi di trasmettere il movimento. — XLIII. Descrizione d'una macchina fissa. — XLIV. Il moltiplicatore. — XLV. L'eccentrico. — XLVI. Il volante. — XLVII. Il parallelogrammo. — XLVIII. Indicatore a barometro. — XLIX. Come si calcoli la forza effettiva che muove lo stantuffo. — L. Questo metodo non è ritenuto abbastanza esatto. — LI. Indicatore. — LII. Modo di registrarne le posizioni. — LIII. Sua applicazione alla ricerca della forza effettiva. — LIV. Contatore di Watt. — LV. Conclusione.

XLI.

Risulterà peraltro evidente che non tutto il vantaggio derivato dalla diminuita reazione allo stantuffo prodotta dalla condensazione del vapore è da tenersi in conto di aumento della forza motrice, quando si considera che una parte non trascurabile della forza così guadagnata viene poi assorbita dalla tromba ad acqua fredda, dalla tromba ad aria e dalla tromba ad acqua calda, le quali tutte sono poste in azione dalla macchina.

Nè il vuoto dalla parte verso cui muove lo stantuffo è così perfetto come potrebbe credersi a prima vista. In pratica non si è potuto ottenere di mantenere l'acqua del condensatore ad una temperatura inferiore ai 100° , e a questa temperatura se ne svolge del vapore ad una tensione di quasi una libbra per pollice quadrato, il quale, oltre al resto reagirà contro lo stantuffo.

Confrontando dunque le macchine senza condensazione con quelle a condensazione è manifesto che mentre queste ultime producono in complesso una forza motrice assai maggiore colla stessa rapidità di vaporizzazione e quindi a pari consumo di combustibile, il meccanismo delle prime è assai più semplice, il peso minore, le spese di costruzione e di manutenzione più piccole e il loro trasporto assai più agevole.

XLII.

Da quanto è stato spiegato si sarà inteso come l'asta dello stantuffo venga fatta muovere, con quella forza che si vuole, alternativamente in una direzione e nella contraria per uno spazio eguale alla corsa dello stantuffo, o, ciò che è lo stesso, alla lunghezza del cilindro.

Sono estremamente varie le maniere con cui questo movimento viene applicato all'ufficio a cui è destinata la macchina. Talvolta l'estremo dell'asta dello stantuffo è collegato con quello di un bilanciere a cui imprime un movimento oscillatorio somigliante a quello del manubrio d'una tromba. Altre volte lo si mette in connessione con una manovella da cui viene posto in rotazione un asse od albero, nella stessa maniera che un uomo manovrando un argano obbliga una corda ad avvolgersi intorno all'albero di questo. Altre volte ancora viene collegato con una ruota a cui comunica un movimento rotatorio, come nelle locomotive di parecchie forme. In breve gli espedienti per cui si applica il movimento alternativo dello stantuffo al lavoro particolare che deve essere compiuto dalla macchina, sono così numerosi e differiscono tanto l'uno dall'altro che sarebbe affatto impossibile l'includerli tutti in una notizia generale.

XLIII.

Affine, però, di porgere qualche idea di uno dei metodi più comuni di trasmettere il movimento dello stantuffo prenderemo il caso delle macchine a vapore generalmente adoperate a muovere il mec-

canismo della classe più vasta di officine, e di cui la fig. 26 presenta una veduta. Dopo quanto abbiamo esposto se ne potranno intendere facilmente le diverse parti senza bisogno di ulteriore spiegazione.

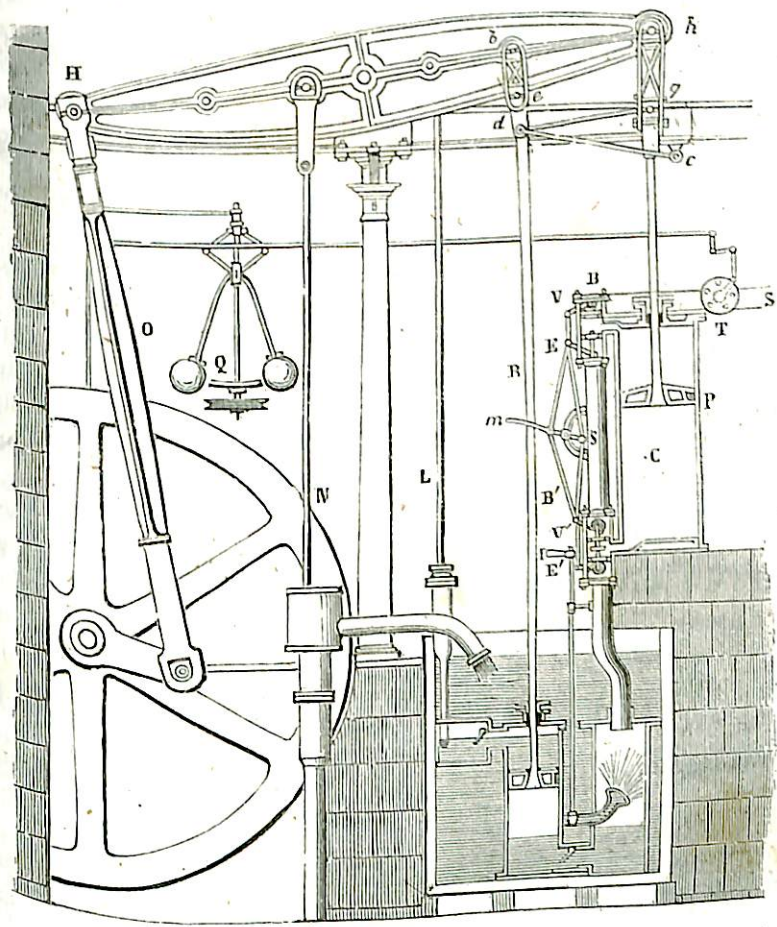


Fig. 26.

- C è il cilindro del vapore.
- P lo stantuffo.
- V, V' le valvole per l'ammissione e per l'emissione del vapore a ciascun capo del cilindro.
- R l'asta dello stantuffo della tromba ad aria.
- L l'asta dello stantuffo della tromba ad acqua calda.
- N l'asta dello stantuffo della tromba ad acqua fredda.
- I il manubrio del robinetto per cui si può regolare la forza del getto nel condensatore.
- b, d, g, c, un sistema di verghe collegate chiamato il parallelo-

gramino, per mezzo del quale si rende compatibile il movimento ad arco di cerchio del bilanciante con quello rettilineo dell'asta dello stantuffo.

h chiavarda all'estremità del bilanciante collegata coll'estremità dell'asta dello stantuffo per mezzo del regolo *hg*.

b chiavarda del bilanciante collegata coll'asta dello stantuffo della tromba ad aria per mezzo del regolo *bd*.

H chiavarda all'estremo operativo del bilanciante.

O asta chiamata *regolo d'unione* (in francese *bielle*) per cui l'estremo *H* del bilanciante è collegato con una manovella fissa all'albero principale che ne deve essere posto in rotazione.

m una leva congiunta ad un sistema di regoli da cui vengono aperte e chiuse le valvole *V* e *V'* d'ammissione e d'emissione del vapore al cielo ed al fondo del cilindro. Questa leva *m* è fatta giuocare da due punte che sporgono dall'asta dello stantuffo della tromba ad aria, e che si vedono nella figura. Quando lo stantuffo discende la punta superiore urta il braccio *m* il quale chiude la valvola superiore d'ammissione e la più bassa di emissione ed apre l'inferiore d'ammissione e la più alta d'emissione cosicchè il vapore viene introdotto per di sotto e sottratto per di sopra allo stantuffo e questo per conseguenza è spinto verso l'alto. Quando la corsa d'ascesa è quasi terminata, la punta inferiore dell'asta *R* urta il braccio *m*, tirandolo all'insù, e chiude la valvola superiore d'uscita e l'inferiore d'entrata del vapore mentre apre le altre due per cui lo stantuffo viene ricondotto all'ingiù.

Questa maniera di manovrare quelle valvole è ben di rado seguita al presente e le viene sostituito un altro congegno che adesso ci faremo a descrivere.

S è il tubo da cui il vapore proveniente dalla caldaja è distribuito al cilindro per muovervi lo stantuffo. Esso comunica ai due capi col cilindro per mezzo di un canale *S'* parallelo al medesimo.

T è il manubrio d'una valvola chiamata valvola di soffogamento la quale si trova nell'interno del tubo *S* e che può essere volta dal manubrio in modo da restringere o da allargare più o meno il passaggio al vapore. Con questo mezzo può aumentarsi o diminuirsi la quantità di vapore somministrata al cilindro.

Q è un sistema di due sfere mobili chiamato il moderatore, a cui si congiunge il manubrio della valvola di soffogamento per via d'una serie di leve e di regoli costrutti in modo che quando le palle divergono dall'asse del regolatore la valvola si chiude più o meno e quando ricadono su quell'asse la valvola si apre del tutto. Quelle

sfere ricevono un movimento di rotazione dall'albero principale su cui è stabilita la manovella, per mezzo di una correggia o di ruote dentate. In ogni caso la loro velocità di rotazione sarà proporzionale a quella dell'albero. In tutte le applicazioni delle macchine alle manifatture od alle arti, vi è una certa determinata velocità che deve essere impressa all'albero. Se la distribuzione del vapore al cilindro fosse troppo abbondante il movimento prodotto nell'albero sarebbe troppo veloce; se invece la prima fosse scarsa il movimento dell'albero sarebbe troppo lento.

Il moderatore serve ad impedire queste irregolarità nel movimento. All'istante che il movimento comincia a farsi troppo rapido la forza centrifuga prodotta dalla rotazione obbliga le sfere ad allontanarsi, a divergere dall'asse e quindi a chiudere più o meno la valvola di soffogamento. Se all'incontro il movimento prende a farsi troppo lento, le palle ricadono, s'avvicinano all'asse ed aprono la valvola di soffogamento. Così ogni indebito aumento di celerità diminuisce la somministrazione del vapore, e modera la velocità; ed ogni indebita diminuzione di celerità accresce la somministrazione del vapore e aumenta la velocità. In questa maniera l'azione del moderatore mantiene una velocità regolare nel movimento della macchina.

XLIV.

Il modo in cui il moderatore apre la valvola di soffogamento s'intenderà meglio coll'ajuto della fig. 27. Una piccola carrucola *AB* è attaccata ad un asse verticale imperniato in due zocchi *C* e *D* su cui può girare. Una correggia perpetua abbraccia la scanalatura *AB* e sopra opportune rotelle è avviata all'asse del volante dove abbraccia similmente una scanalatura. Quando questa correggia è tesa in modo conveniente il moto del volante fa girare la carrucola *AB* in modo che la velocità di questa va soggetta a tutte le variazioni che ponno occorrere nella velocità dell'altro. Per questo mezzo si può ritenere che la velocità della carrucola *AB* rappresenti quella del volante e del meccanismo che mette in movimento l'asse del volante.

È evidente che si potrebbe conseguire lo stesso effetto sostituendo alla carrucola *AB* una ruota dentata che si collegasse coll'albero del volante per via di altre ruote dentate e di opportuni alberi ed assi. Sull'asse verticale vi è un anello o collare *E* che vi può scorrere liberamente all'insù ed all'ingiù. A questo sono attaccate per mezzo di cerniere due piccole leve, *E F*, che giocano liberamente entro quelle cerniere o giunture. In *F* queste leve sono unite a cerniera con al-

tre due leve FG, le quali si incrocciano in H dove sono trapassate da un chiodo o da una caviglia che le assicura all'albero verticale CD; ed a queste ultime è concesso di girare agevolmente intorno alla caviglia H dove s'incrocciano. Alle loro estremità G sono attaccate

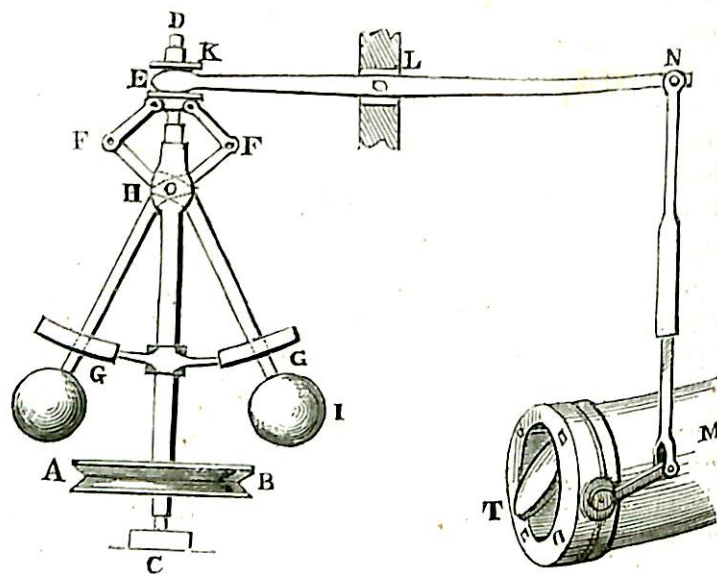


Fig. 27.

due pesanti sfere di metallo. Le leve FG passano traverso ad una fessura longitudinale praticata in un arco metallico fissato all'asse verticale nella quale possono scorrere a lungo quell'arco. Se le sfere sono fatte divergere dall'asse verticale è evidente che gli estremi F di queste leve saranno tirati all'ingìù e che per conseguenza dovranno pure abbassarsi le cerniere in E. Infatti l'angolo EFH si farà più acuto e l'angolo FEF più ottuso. Per questo mezzo anche l'anello scorrevole E verrà forzato a discendere. A questo anello scorrevole E ed immediatamente al di sopra è attaccato un collare scanalato che insieme all'anello E può scorrere su e giù lungo l'asse verticale. La scanalatura del collare è abbracciata dalle punte d'una forchetta K formata all'estremità d'una leva KL la quale ha il suo punto di appoggio in L. Disposte le cose in questa maniera, quando la divergenza delle palle obbliga il collare E ad abbassarsi, anche la forchetta K, le cui punte sono inserite nella scanalatura del collare, è similmente tirata abbasso; e, al contrario, quando al ricadere delle palle verso l'asse verticale il collare E vien fatto salire, anche la forchetta K è similmente tirata in alto.

Il salire e l'abbassarsi della forchetta K produce di necessità un

movimento contrario all'altra estremità N della leva. Questa estremità è congiunta per mezzo di un'asta o di un sistema di aste col l'estremità M della piccola leva che muove la valvola di soffogamento T. Per questi mezzi il ricadere delle palle verso l'asse verticale ed il divergerne produce un movimento corrispondente sulla valvola di soffogamento: e l'assieme dei movimenti è combinato in guisa che la divergenza delle sfere fa chiudere la valvola, e il loro ricadere verso l'asse verticale la fa aprire.

Inteso questo congegno, supponiamo che, sia per essersi diminuita la resistenza da vincersi colla macchina, sia per essersi accresciuta l'attività della caldaja, la velocità tenda ad aumentarsi. Ne verrà pure impressa una velocità maggiore alla carrucola AB, e quindi anche accresciuta la rapidità con cui ruotano le palle. La forza centrifuga che nasce dal loro movimento tenderà dunque a farle allontanare maggiormente dall'asse, cioè a farle divergere. Allora, per il congegno poc'anzi spiegato, verrà chiusa parzialmente la valvola di soffogamento T, per cui si diminuirà la somministrazione del vapore al cilindro e ne verrà in conseguenza mitigata l'energia della forza motrice. Sarà così impedito un indebito aumento di rapidità.

Se, invece, o perchè si accresca la resistenza da vincersi colla macchina, o perchè sia diminuita l'attività della caldaja, scema la rapidità della macchina, anche nella carrucola AB avrà luogo una corrispondente diminuzione di velocità. Perciò le palle gireranno meno celeramente, e diminuirà la forza centrifuga prodotta dalla loro rotazione. Questa forza non essendo più efficace in modo da neutralizzare l'azione della gravità su di loro, esse ricadranno verso l'albero, per cui, nel modo anzi esposto, la valvola di soffogamento sarà obbligata ad aprirsi maggiormente. Verrà quindi accresciuta la somministrazione del vapore al cilindro e la velocità della macchina verrà ritornata al grado conveniente.

XLV.

Il metodo di muovere le valvole col mezzo di punte sporgenti dal manubrio della tromba ad aria è il più delle volte surrogato da un apparecchio chiamato l'eccentrico per mezzo del quale il movimento dell'albero del volante fa aprire e chiudere le valvole nel momento opportuno.

L'eccentrico è un cerchio di metallo attaccato ad un albero in modo che il suo centro non coincida coll'asse di rotazione dell'albero. Immaginiamo che G (figura 28) sia un albero di rotazione a sezione

quadrata. In un disco metallico, BD, avente il centro in C, sia tagliato un foro quadrato di grandezza corrispondente alla sezione dell'albero G; e s'introduca l'albero in questa apertura cosicchè il disco BD sia fissato all'albero e possa girare con lui quando l'albero

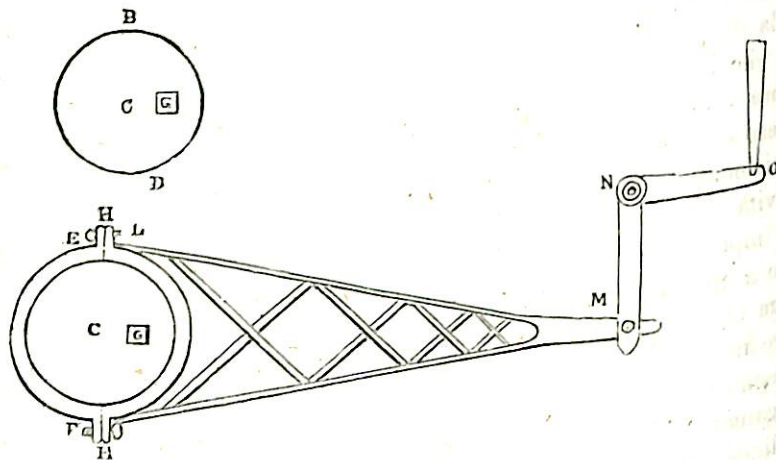


Fig. 28.

prende a ruotare. Il centro C del disco girerà intorno al centro G dell'albero di rotazione e descriverà intorno ad esso delle circonferenze aventi per raggio la distanza fra il centro C del disco e l'asse di rotazione dell'albero.

Il disco fissato in tal guisa ad un albero e girevole con esso è un *eccentrico*.

Sia EF un anello metallico, formato da due semicirconferenze di metallo avvitate l'una coll'altra in H in modo che girando le viti si possa allargare o restringere entro certi piccoli limiti il vano circolare compreso dall'anello. Si ritenga questo vano circolare eguale in grandezza all'eccentrico BD. All'anello circolare EF sia attaccato un braccio LM. Quando l'eccentrico è circondato dall'anello e le viti sono girate di tanto da permettere all'eccentrico di rivolgersi entro l'anello, allora, al ruotare dell'eccentrico, siccome l'anello non partecipa al suo movimento di rotazione, il braccio LM verrà spinto alternativamente a destra ed a sinistra dal movimento rotatorio del centro C dell'eccentrico intorno all'asse G dell'albero. Allorchè il centro C dell'eccentrico si troverà nella stessa orizzontale del centro G dell'albero ed a sinistra del medesimo, la posizione del braccio LM sarà quella rappresentata dalla figura 28; ma, dopo una mezza rivoluzione dell'asse principale, quando il centro C dell'eccentrico sarà passato dall'altra parte del centro G, allora il punto M si tro-

vera portato innanzi verso destra di una distanza eguale al doppio della distanza CG. Così al girare dell'eccentrico entro l'anello EF, quest'anello ed il braccio LM, con esso, sono spinti alternativamente a destra ed a sinistra di un tratto eguale al doppio della distanza fra il centro dell'eccentrico e l'asse dell'albero di rotazione.

All'estremità del braccio LM supponiamo fatta un'intaccatura capace di abbracciare una leva, NM, girevole intorno ad un fulcro N; il moto dell'eccentrico impartirà a questa leva un movimento alternativo da destra a sinistra e viceversa.

Si concepisca ora che un'altra leva, NO, sia congiunta ad angolo retto con MN in modo di formare una specie di gomito da campanello; allora il movimento impresso ad M da destra a sinistra ne produrrà uno all'insù ed all'ingìù nell'estremità O della leva NO. Se questo ultimo punto O sarà attaccato ad un braccio o ad una verga verticale, comunicherà al braccio od alla verga un movimento di saliscendi l'estensione del quale verrà regolata dalle rispettive lunghezze dei bracci di leva.

Con un simile congegno si ottiene che il moto di rivoluzione dell'albero produca un movimento verticale alternativo della voluta estensione in un'asta verticale situata presso al cilindro la quale può essere collegata colle valvole in maniera di aprirle e di chiuderle. Siccome il movimento verticale di salita e di discesa di questa verga è governato dal movimento alternativo del centro C a destra ed a sinistra dell'asse G, è chiaro che per questa disposizione dell'eccentrico sull'albero, le valvole ponno essere aperte o chiuse ad una voluta posizione delle leve e quindi anche ad una voluta posizione dello stantuffo nel cilindro.

Questo è il congegno da cui sono più generalmente manovrate le valvole di qualsivoglia forma nelle macchine a doppio effetto.

XLVI.

Malgrado l'influenza regolatrice del moderatore, il movimento della macchina andrebbe tuttora soggetto a certe ineguaglianze dovute all'azione variabile del regolo d'unione O (figura 26) sulla manovella. È infatti evidente che quest'azione ha la maggiore efficacia quando O si trova ad angolo retto colla manovella, ciò che avviene due volte ad ogni rivoluzione, e che l'efficacia della medesima azione sarà tanto minore quanto più quel regolo è obliquo rispetto alla manovella.

Ora queste ineguaglianze sono tolte quasi completamente, se non

anche del tutto, per mezzo di una grande e massiccia ruota di ghisa chiamata il *volante*, fissata sull'albero della manovella in modo di girare collo stesso, come si vede nella detta figura 26. Questa ruota se è ben costrutta e posta accuratamente in bilico sul suo asse incontra pochissima resistenza dall'attrito: è dunque capace di conservare qualunque forza motrice le venga applicata ed è pronta a comunicarla all'albero principale ogniqualvolta il suo asse cessa di venire sollecitato da quella forza. Quando dunque la manovella è in quelle posizioni dove l'azione di quella potenza è più efficace, parte dell'energia di questa potenza è spesa nell'accrescere la velocità della massa di materia che costituisce il volante. Quando la manovella si avvicina ai punti morti, cioè a quelli dove si trova in linea retta col regolo d'unione, l'effetto della potenza motrice sull'albero e sulla manovella gradatamente indebolisce e in quei punti si annulla completamente. Allora entra in giuoco la forza assorbita dal volante e strascina avanti l'albero e la manovella nel loro movimento oltre i punti morti con una velocità di poco inferiore a quella che avevano quando la manovella si trovava nella posizione più favorevole all'azione della potenza motrice.

Con questo espediente, il movimento rotatorio comunicato all'albero dallo stantuffo del cilindro a vapore non è soggetto ad altra variazione che a quella che deriva dalla variazione nel momento della gran massa del volante che è sufficiente a distrigarlo due volte ad ogni rivoluzione dal dilemma meccanico a cui lo espone la sua struttura particolare: e questa variazione di velocità può ridursi piccola quanto si vuole dando al volante il peso e le dimensioni necessarie.

XLVII.

La combinazione dei regoli fra loro collegati, rappresentata in *edgb* nella figura 26, e chiamata *parallelogrammo*, è una fra le molte invenzioni di Watt che ha sempre eccitato la massima ammirazione a motivo della rimarchevole intuizione geometrica che manifestava in uno affatto ignorante di quei principii più avanzati dell'analisi geometrica dai quali dipende la perfezione del suo modo d'agire. Sebbene questo bel congegno sia stato quasi generalmente surrogato da altri di maggiore semplicità, e di sufficiente, sebbene minore, precisione negli effetti, non sarà priva di interesse una breve e popolare spiegazione dei principii sui quali si fonda la sua costruzione.

L'estremità del bilanciore a cui viene collegata la cima dell'asta dello stantuffo, oscillando intorno al suo centro descrive necessariamente un arco di cerchio che volge la convessità alla destra nella figura 26. Ora è palese che se l'estremo *g* dell'asta dello stantuffo si congiungesse immediatamente a quello del bilanciore, quell'asta sarebbe piegata verso destra lungo la convessità dell'arco mentre l'estremo del bilanciore passerebbe dalla sua posizione più alta o più bassa al mezzo della sua corsa, e che nel suo passaggio da quest'ultima ad una delle prime due posizioni, sarebbe invece piegata verso sinistra. Ora il buon andamento della macchina esige assolutamente che l'asta dello stantuffo non sia esposto a questo sforzo alternativo, ma che sia guidata perfettamente in linea retta coll'asse del cilindro, ed è questo precisamente l'ufficio a cui serve il parallelogrammo.

Come abbiamo già detto, il punto *h* descrive un arco di cerchio che volge a *destra* la sua convessità. Ora il regolo *cd* o *anello*, come lo si chiama, è mobile attorno ad un centro fisso *c* e descrive per conseguenza un arco che volge la convessità a sinistra cioè da parte opposta a quella dell'altro. Mentre il punto *h* trascina l'estremo superiore dell'anello verso la destra, perchè ad esso è volta la convessità dell'arco che percorre, il punto *d* spinge il punto *f* verso sinistra, perchè la convessità del suo arco è volta dall'altra parte.

Ora la proporzione delle lunghezze dei regoli è assegnata con tale precisione, che l'effetto del regolo *cd* di spingere verso sinistra il punto *g* compensa esattamente quello per cui il bilanciore lo spingerebbe verso la destra: e in conseguenza di questa reciproca compensazione il punto *g* dove ha luogo la congiunzione coll'estremo dell'asta dello stantuffo non è spinto nè a destra nè a sinistra ma si muove all'insù ed all'ingì in linea retta.

XLVIII.

All'intento di sorvegliare l'efficacia della macchina e procurare una debita economia di combustibile è necessario che sieno allestiti degli indicatori col mezzo dei quali si possa riconoscere ad ogni istante la forza effettiva che opera sullo stantuffo. Ora questa forza effettiva dipende insieme e dalla pressione del vapore che spinge lo stantuffo e dalla reazione opposta tanto dal vapore non condensato che dai gas che la tromba ad aria non arriva ad estrarre dal condensatore. A questo scopo tutte le grandi macchine fisse a condensazione sono provvedute in conseguenza di due manometri a mercurio.

La forza del vapore che muove lo stantuffo è indicata dal manometro suddescritto e che si vede annesso alla fronte della caldaja, *k*, nella figura 7. La reazione del vapore non condensato e dei gas è indicata da un manometro detto indicatore barometrico, perchè sarebbe effettivamente un barometro se al disotto dello stantuffo si producesse il vuoto perfetto. Esso consiste in un tubo di vetro AB (figura 29), lungo più di 30 pollici, aperto ai due capi e ritto in

positura verticale coll'estremità inferiore immersa in una vaschetta di mercurio, C. All'estremità superiore vi è attaccato un tubo metallico il quale comunica col condensatore dove si mantiene un vuoto costante o, meglio, un alto grado di rarefazione. Lo stesso vuoto deve dunque esistere anche nel tubo AB sul livello del mercurio, per cui la pressione atmosferica che si esercita sul mercurio della vaschetta spingerà in alto il mercurio nel tubo finchè la colonna che vi è sostenuta equivalga alla differenza fra la pressione dell'atmosfera e quella del vapore non condensato. La differenza tra la colonna di mercurio sospesa in questo

strumento e quella di un barometro ordinario, serve a determinare la forza del vapore non condensato perchè è noto che corrisponde una forza equivalente al carico d'una libbra per pollice quadrato ad ogni due pollici di differenza nelle due colonne. In una macchina ben costrutta ed in buon ordine vi è ben poca differenza d'altezza fra l'indicatore barometrico e un barometro comune.

XLIX.

Il calcolo della forza con cui discende lo stantuffo si riduce con questi strumenti a semplicissime operazioni di aritmetica. Verificata dapprima la differenza di livello del mercurio nel manometro, si ottiene da questa l'eccesso della pressione del vapore su quella dell'atmosfera: misurata poi l'altezza del mercurio nell'indicatore barometrico, conosceremo l'eccesso della pressione atmosferica su quella del vapore non condensato. Sommando insieme pertanto quelle due differenze di altezza si otterrà l'eccesso della forza impulsiva del vapore derivante dalla caldaja contro una faccia dello stantuffo sulla resistenza opposta all'altra faccia dal vapore non condensato: e questo ci darà l'effettiva forza d'impulsione. Difatti, siccome corrisponde il carico di una libbra ad ogni due pollici d'altezza nelle due colonne di mercurio menzionate, otterremo espresso in libbre il valore della pressione impulsiva per ogni pollice quadrato dello stantuffo. Trovando in



Fig. 29.

seguito il numero di pollici quadrati contenuti nella sezione dello stantuffo e moltiplicandolo pel numero delle libbre corrispondenti ad ogni pollice quadrato, il risultato esprimerà la forza motrice.

Dal fin qui detto consegue che per valutare la forza che spinge lo stantuffo, è necessario valersi del manometro e dell'indicatore barometrico. Si può evitare questo doppio computo costruendo un manometro che adempia l'ufficio di entrambi. Se l'estremità C del manometro (fig. 7) invece di essere aperta all'atmosfera, continuasse fino a comunicare col condensatore, la pressione del vapore agirebbe sul mercurio del tubo BA, mentre su quello del tubo BC si eserciterebbe la pressione del vapore non condensato che resiste allo stantuffo. Quindi la differenza del livello del mercurio nei due tubi indicherebbe immediatamente la differenza tra la forza del vapore impellente e quella del vapore non condensato, vale a dire la forza effettiva che preme lo stantuffo.

L.

Per quanto possano sembrare perfetti questi apparecchi, pure si giudicarono insufficienti come indicatori di un elemento di tanta importanza qual'è l'economia della forza del vapore. Se, mentre lo stantuffo percorre da un capo all'altro il cilindro, il vapore agisse realmente su di esso con energia costante, e fosse uniforme del pari la reazione che incontra, allora il manometro e l'indicatore a barometro fornirebbero la misura esatta della forza effettiva. Ma parecchie cause cospirano ad impedire questa uniformità nell'azione e nella reazione.

In primo luogo il fondo del cilindro da cui si diparte lo stantuffo non comunica liberamente colla caldaja per tutt'intera la corsa. Il vapore è sempre intercettato dal chiudersi della valvola d'ammissione prima che sia compiuta la corsa, e se la macchina funziona per espansione, come succede di molte, il vapore è intercettato quando non è fatta che una certa parte della corsa, per es. i tre quarti, i due terzi, la metà e qualche volta perfino un terzo od un quarto. — In tutti questi casi la pressione dello stantuffo dopo che si è chiuso l'ingresso al vapore si fa sempre più piccola a misura che il vapore si espande nel cilindro all'avanzarsi dello stantuffo.

E neppure la reazione è uniforme perchè il liquefarsi del vapore nel condensatore non è assolutamente istantaneo, sebbene assai rapido, ed è ancora più lungi dall'essere istantanea l'estrazione dell'aria e dei gas contenuti nell'acqua che vi si inietta affine di pro-

durre la condensazione. L'azione della tromba ad aria è graduale e in conseguenza la reazione allo stantuffo, considerevole sul principio, si fa gradatamente minore verso il fine della sua corsa.

Ora è chiaro che, per queste circostanze, la forza effettiva sullo stantuffo, che è sempre misurata dall'eccesso della forza impellente sulla reazione, deve variare continuamente dal cominciare al finire della corsa: e siccome la forza effettiva totale si compone dell'aggregato di queste azioni variabili, il determinarla sembra un problema della massima difficoltà pratica.

LI.

Nulladimeno, l'inesauribile fecondità del genio di Watt che superò tant'altre difficoltà, non venne meno innanzi a questa: ed inventò un apparecchio della massima perfezione, chiamato *l'indicatore*, col quale si raggiunse l'intento nel modo il più completo e ad un tempo il più semplice.

Esso consiste in un cilindro di circa 1 pollice e $\frac{3}{4}$ di diametro sopra 8 di lunghezza. È forato colla massima diligenza e riempito da uno stantuffo solido che vi scorre a tenuta di vapore e con pochissimo attrito. L'asta di questo stantuffo è guidata nella direzione dell'asse del cilindro traverso un collare situato al cielo del medesimo, in modo di non incontrare resistenza di attrito in nessuna parte della sua corsa. Al fondo del cilindro vi è un tubo munito d'un robinetto e lavorato a vite alla sua estremità in modo da poterlo avvitare al cielo del cilindro del vapore della macchina. Quando sia in questa posizione e venga aperto il robinetto dell'indicatore, si stabilirà una libera comunicazione fra il cilindro dell'indicatore e quello della macchina. L'asta dello stantuffo dell'indicatore è attaccata ad una molla a spirale cosicchè questa può esserne stirata e compressa e può servire colla sua elasticità a misurare la forza che la stira o che la preme, precisamente come succede nel caso delle stadere o bilance a molla. Annessa una scala allo strumento graduata a partire da qualche punto dell'asta dello stantuffo, e fissato un indice su quest'ultima, la posizione di quell'indice sulla scala sarà governata dalla posizione dello stantuffo nel cilindro dell'indicatore. Se qualche forza premerà all'insù lo stantuffo, comprimendo la molla, l'indice dovrà salire lungo la scala: e se all'incontro una forza premerà lo stantuffo al basso stirando la molla, l'indice dovrà discendere lungo la scala. In ogni caso la forza della molla, stirata o premuta, eguaglierà la forza che sollecita lo stantuffo dell'indicatore, e la divisione della scala può essere fatta di maniera da indicarne la grandezza.

Si supponga adesso avvitato lo strumento al cielo del cilindro d'una macchina a vapore e aperto il robinetto in modo che vi sia libera comunicazione fra il cilindro dell'indicatore sotto il suo stantuffo e quello della macchina superiormente allo stantuffo di questa. Nell'istante che si apre la valvola superiore il vapore irrompendo superiormente allo stantuffo passerà purè nell'indicatore e ne caccierà all'insù lo stantuffo: l'indice della sua asta marcherà sulla scala l'intensità della pressione esercitata. Al discendere dello stantuffo del vapore la posizione di quello dell'indicatore varierà a seconda delle variazioni della pressione del vapore nel cilindro, e l'indice si muoverà lungo la scala in maniera di indicare la pressione del vapore ad ogni istante durante la discesa dello stantuffo.

LII.

Se ci fosse possibile di osservare e di ritenere le varie posizioni che prende l'indice che si trova sull'asta dello stantuffo dell'indicatore e di riferire ciascuna di queste posizioni al punto corrispondente della corsa di discesa, saremmo in grado di assegnare l'effettiva pressione del vapore ad ogni punto di quella corsa. Ma gli è pur troppo evidente che questo non è praticabile. Però Mr Southeru, assistente dei signori Boulton e Watt, inventò un congegno col quale si può conseguire perfettamente lo scopo. Un pezzo rettangolare di carta o di cartone è teso sopra una tavola scorrevole entro scannature praticate in un'intelaiatura. Questa è stabilita in posizione verticale presso all'indicatore cosicchè la carta si può far muovere orizzontalmente innanzi e indietro per un tratto di quattordici a quindici pollici. All'asta dello stantuffo dell'indicatore invece di un indice è fissato un pennello; questo viene premuto leggermente per mezzo di una molla contro la carta anzidetta, in guisa che quando la stessa si muova in direzione orizzontale il pennello possa tracciarvi una linea. Se il pennello fosse fermo la linea descritta sarebbe una retta orizzontale, ma se il pennello si muove in direzione verticale la linea segnata sulla carta che scorre orizzontalmente sotto di esso sarà una curva la natura della quale dipenderà dalla natura del movimento verticale del pennello. La tavola su cui è tesa la carta è congiunta per mezzo d'una leggiera correggia sostenuta da carrucole con qualche parte del parallelogrammo, dal quale vien mossa alternativamente a destra ed a sinistra. All'ascendere od al discendere dello stantuffo l'intero spazio percorso orizzontalmente dalla tavola rappresenta la lunghezza della corsa ed ogni frazione di quello

spazio corrisponde ad una parte proporzionale della corsa dello stantuffo del vapore.

LIII.

Disposto l'apparecchio in questo modo, supponiamo che lo stantuffo sia alla cima del cilindro a vapore sul punto di cominciare a discendere. Mentre discende, il pennello attaccato all'asta dello stantuffo dell'indicatore cambia d'altezza corrispondentemente al variare della pressione del vapore nel cilindro. Nello stesso tempo la carta scorre di moto uniforme sotto il pennello e vi è tracciata una curva da destra a sinistra. Quando lo stantuffo è giunto al fondo del cilindro si apre la valvola superiore di emissione ed il vapore è avviato al condensatore. Lo stantuffo dell'indicatore trovandosi allora sollevato di parte della pressione sostenuta, discende e con lui discende anche il pennello: ma contemporaneamente lo stantuffo del vapore prende a salire e la carta a ritornare da sinistra a destra sotto il pennello. Mentre lo stantuffo del vapore si alza, la condensazione si fa sempre più perfetta per cui il vuoto nel cilindro e quindi anche nel condensatore facendosi gradatamente maggiore, la pressione atmosferica caccierà all'ingiù lo stantuffo dell'indicatore ed eserciterà una trazione sulla molla. Il pennello intanto, mentre vi scorre sotto la carta da sinistra a destra, vi segnerà una seconda curva. Nella stessa maniera che la prima curva indicava la pressione effettiva del vapore sullo stantuffo durante la sua discesa, quest'altra indicherà la pressione del vapore non condensato che gli resiste

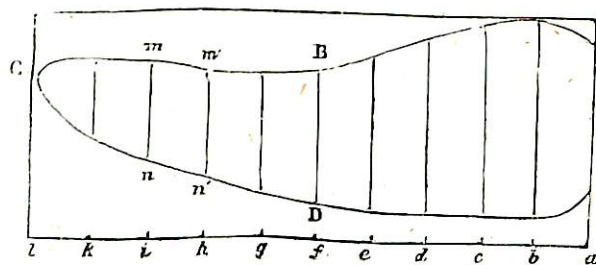


Fig. 30.

discesa dello stantuffo e CDE quella tracciata durante la corsa medesima. A è la posizione del pennello al cominciare della discesa, B quella al punto di mezzo, e C quella sulla fine della medesima corsa. Al chiudersi della valvola superiore d'ammissione ed all'aprirsi di quella d'emissione lo stantuffo dell'indicatore venendo gradatamente liberato dalla pressione del vapore, il pennello prende

nella sua salita, ed al contrario delle due curve risulterà la forza effettiva che opera sullo stantuffo. La figura 30 rappresenta il disegno quale sarebbe prodotto dallo strumento. ABC è la curva tracciata dal pennello durante la discesa dello stantuffo e CDE quella tracciata durante la corsa medesima.

ad abbassarsi, e mentre intanto la carta scorre da sinistra a destra, vi segna la curva CDE il cui graduale pendio mostra il progressivo perfezionarsi del vuoto. Siccome la pressione atmosferica si esercita in misura costante sullo stantuffo dell'indicatore, la posizione di questo dipenderà dall'eccesso della pressione atmosferica su quella del vapore che gli si trova al disotto e per conseguenza la differenza fra le altezze del pennello nei punti corrispondenti delle corse d'ascesa e di discesa esprimerà la differenza fra la pressione del vapore che spinge lo stantuffo nella sua discesa e quella del vapore che gli resiste negli stessi punti della salita. Così al mezzo della corsa la retta BD esprimerà la quantità della trazione operata sulla molla unita allo stantuffo dell'indicatore dalla differenza tra la forza del vapore che spinge lo stantuffo a metà della corsa di discesa e la forza di quello che gli resiste a metà della corsa di salita. Quindi la forza espressa dalla retta BD sarà la effettiva che opera sullo stantuffo in quel punto, e lo stesso si può ripetere in qualunque altra parte del disegno fatto dall'indicatore.

Il totale effetto meccanico prodotto in una corsa dello stantuffo risultando dall'aggregato di tutti gli effetti variabili che hanno luogo durante la stessa, il determinarne il valore si riduce ad un facile calcolo per mezzo delle misure del disegno compiuto dall'indicatore. Si divida in un dato numero di parti eguali, p. e. dieci, il tratto orizzontale lungo cui si muove il pennello da A a C: a metà della corsa BD esprime la forza effettiva che agisce sullo stantuffo; e se la si ritiene uniforme durante una decima parte della corsa, come da / in g, allora il numero delle libbre espresso da BD e moltiplicato per la misura della decima parte della corsa espressa in parti di piede sarà l'effetto meccanico durante quella frazione della corsa espressa dal peso delle libbre che sarebbe capace di sollevare all'altezza di un piede. In simil maniera mn esprimerrebbe la forza effettiva che agisce sullo stantuffo quando è giunto ai tre quarti della sua corsa, e moltiplicandola per la decima parte di corsa come prima si otterrebbe l'effetto meccanico espresso nella stessa maniera; e applicando lo stesso processo meccanico ad ogni successiva decima parte della corsa, e sommando insieme i risultati numerici così ottenuti, si avrebbe l'effetto totale prodotto durante la corsa espresso dal numero delle libbre di peso che potrebbe innalzare di un piede.

LIV.

Potendosi conoscere col mezzo dell'indicatore l'attuale effetto meccanico prodotto ad ogni corsa dello stantuffo quando si sappia il

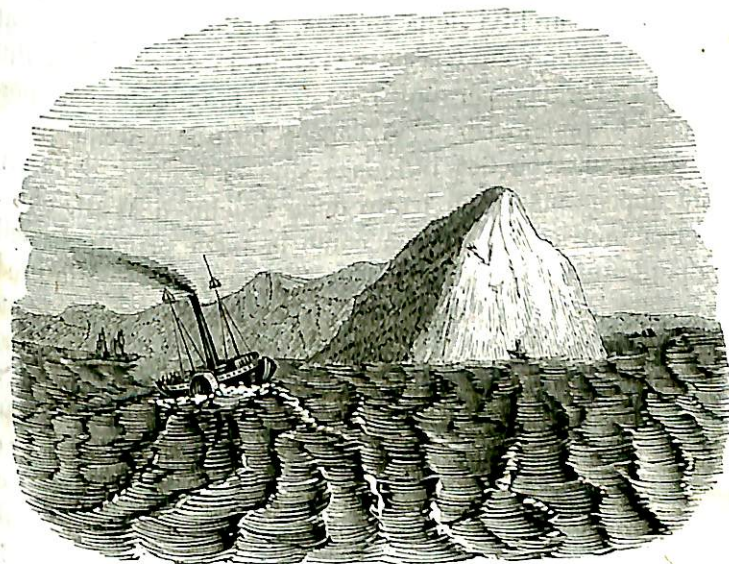
numero delle corse fatte in un tempo determinato, si potrà assegnare l'effetto totale della forza motrice. A ciò fu inventato da Watt uno strumento, chiamato *contatore*, che si deve attaccare al bilanciare in movimento od a qualunque altra parte della macchina che si muova di moto alternativo. Lo strumento si compone di un sistema di ruote e di sfere od indici mobili sopra mostre graduate come le lancette di un orologio. Si ottiene per tal modo un'indicazione del numero delle corse con mezzi affatto simili a quelli per cui le sfere di un orologio e d'un cronometro indicano e rammentano il numero delle vibrazioni del pendolo o del regolatore a bilancia.

LV.

Tali sono adunque le macchine e tali i principali spedienti per cui vennero applicate come una forza motrice d'un'importanza e d'un'efficacia senza pari in tutte le art'industriali. In varie applicazioni della macchina alcuni di questi provvedimenti non sono applicabili o non necessari. In altre si richiedono o vi si sostituiscono spedienti destinati a supplirvi. Avremo però raggiunto il nostro scopo presente se saremo riusciti nel rendere chiaramente intelligibili i principj a cui si appoggiano le funzioni della macchina quale l'abbiamo descritta e gli uffici particolari degli accessori che sono stati spiegati. Ben intesi questi, non s'incontrerà molta difficoltà nel rendersi ragione del meccanismo e del modo d'agire di qualunque particolare forma di macchine.

Prof. R. FERRINI.

NAVIGAZIONE A VAPORE



Capitolo Primo.

I. Gli inventori della navigazione a vapore erano incolti. — II. Primi battelli a vapore sull'Hudson e sulla Clyde. — III. I battelli a vapore atti a tenere il mare sono dovuti ai meccanici Inglesi. — IV. Progressi della navigazione a vapore dal 1812 al 1837. — V. Progetti di battelli a vapore sull'Atlantico. — VI. Non si poteva porre in dubbio la possibilità astratta del viaggio. — VII. Il viaggio era già stato compiuto da due battelli a vapore. — VIII. Esito di quei progetti. — IX. Progetto di Cunard. — X. Sussidii pecuniarii accordati annualmente dal Governo Inglese alla Compagnia del Sig. Cunard. — XI. Esito dei progetti di Cunard. — XII. Ulteriori perfezionamenti della navigazione a vapore. — XIII. Compagnia dei Pacchibotti a vapore delle Indie Occidentali. — XIV. Probabile applicazione delle navi a vapore ai bisogni generali del commercio. — XV. Intendimento a cui si deve mirare in conseguenza del loro ulteriore perfezionamento. — XVI. Misure che si devono adottare. — XVII. La potenza ausiliaria del vapore solo mezzo probabile di conseguire lo scopo. — XVIII. Altra considerazione da aversi presente. — XIX. Vantaggi dei motori subacquei. — XX. I bastimenti da guerra richiedono una più propria applicazione della potenza del vapore. — XXI. La marina mercantile a vapore può servire alla difesa nazionale. — XXII. Principii delle macchine a vapore marine. — XXIII. Motori. — XXIV. Ruote a pale ed elici. — XXV. Disposizione delle ruote a pale. — XXVI. Albero delle pale. — XXVII. Distribuzione generale delle macchine a vapore marine.

I.

Se gli spiriti di Watt, di Trevithick, e di Fulton potessero gettare un'occhiata sulle cose di questo basso mondo, ed osservare i grandi risultati prodotti dalle loro scoperte, dalle loro invenzioni, quale trionfo sarebbe il loro! Per un mezzo secolo la macchina a vapore rimase un fatto sterile negli archivi della scienza, finchè il genio educatore di sè stesso del meccanico di Glasgow vi soffiò lo spirito di vitalità, e vi apportò quell'energia, per cui risorse il languente commercio di questo paese, e quando cominciò l'epoca fortunata della pace generale diffuse la sua benefica influenza sino ai confini della civilizzazione. Era appena maturo il frutto delle fatiche di Watt, che questa gran potenza motrice fu adottata come la forza principale nelle arti e nelle manifatture e che i suoi servizii ricevettero quella prodigiosa estensione che le risultò dall'acquistare il carattere di *locomotiva*. Come aveva già surrogata la forza animale nei *mulini* ed usurpata la sua nomenclatura, così ora minacciava di spodestarla sulle *strade*. Pochi anni dopo fummo testimoni dell'applicazione, forse la più grandiosa e la più importante, fra le molteplici del vapore, quella per cui furono date l'ali alle navi, per cui queste padroneggiano il loro corso a dispetto degli opposti elementi, per cui furono trasportate trionfalmente sulla distesa dell'oceano senza tracce, incuranti dei venti e delle correnti, e che conferì alla locomozione sul mare una regolarità, una sicurezza ed una precisione non superata che dal movimento dei cronometri o dal corso degli astri. Tali sono i vasti risultati che scaturirono dalle intelligenze di uomini, nessuno dei quali partecipò a quei privilegi di coltura mentale di cui godono i figli delle ricchezze; nessuno dei quali crebbe fra le mura di una scuola o di un collegio a succhiarsi l'ispirazione dalle fonti del sapere degli antichi; nessuno dei quali fu spronato da quegli incentivi irresistibili al genio che sorgono dal competere con ardenti e giovani ingegni e dalla prospettiva di onori scolastici e di avanzamenti nella professione. Sostenuti da quell'innata coscienza di potere, stimolati da quell'irreprimibile forza di volontà che li caratterizzano in grado così eminente e che vanno inseparabili dalle menti di primo ordine, essi nelle loro umili ed oscure posizioni perseverarono contro circostanze contrarie e imbarazzanti, animati dalla loro fede contro i dubbi, le opposizioni e non di rado il ridicolo d'un mondo incredulo, finchè da ultimo col tempo e colla pazienza la verità fu in trionfo e l'umanità ora coglie le ricche messi seminate da questi illustri coltivatori.

II.

Fu circa l'ottavo anno del secolo presente che Fulton lanciò sull'Hudson il primo battello a vapore. Dopo un intervallo di quattro anni fu stabilito sulla Clyde il primo battello a vapore. Da quel tempo in poi l'arte della navigazione a vapore fece sicuri e rapidi progressi nelle due grandi nazioni marittime e commerciali. Ma prese direzioni differenti comandate dalle particolari circostanze geografiche e commerciali dei due paesi. Il genio e lo spirito d'intrapresa degli Stati Uniti si vide innanzi ed all'intorno un vasto territorio intersecato da fiumi navigabili di differenti lunghezze i quali formavano, sopra una scala colossale, delle linee di comunicazione per acqua fra il suo esteso interno e le rive del mare. Il Mississippi e i suoi confluenti, colle sorgenti perdute in lontane contrade non ancora battute da uomini civilizzati, e navigabili dai grandi bastimenti per parecchie migliaia di miglia; l'Hudson, tutto quasi a contatto di quei magnifici mari interni che si stendono lungo il confine settentrionale e sono pressochè congiunti col Mississippi dal maestoso corso dell'Illinois, il Delaware, l'ampio Potomac, e in fine una costa estesa per parecchie migliaia di miglia ornata da innumerevoli baie e porti e bacini circondati da terre e dotati di tutti gli attributi dei laghi, questi parlavano da sè all'occhio dell'ingegnere e del capitalista e determinavano la direzione dell'impresa. L'applicazione della potenza del vapore alla navigazione interna — la costruzione di navi atte a traversare con rapidità, sicurezza ed economia, fiumi e laghi, porti, baie, ed estesi seni — tali furono il compito e la missione dell'ingegnere Americano, e tale l'interesse del capitalista e del commerciante.

III.

Il problema della navigazione a vapore si presentava però in altre condizioni all'ingegnere Britannico. In un gruppo di isole non intersecate da considerevoli fiumi navigabili, e che non richiedeva nè ammetteva altra navigazione interiore che quella dei canali artificiali, — separati, però, fra loro e dal vicino continente europeo da stretti, canali, golfi e bracci di mare, — era evidente che per trarre tutto l'utile possibile dalla potenza del vapore, la si doveva applicare alla navigazione di questi mari e di questi canali — la si doveva applicare ad accelerare e a rendere economico il commercio fra le isole britanniche, fra un porto e l'altro delle loro coste, fra questi ed i

porti delle adjacenti coste europee e infine a stabilire sul Mediterraneo una comunicazione colle coste d'Africa, d'Asia e di Europa che ne sono bagnate. Mentre, dunque, l'ingegnere Americano era chiamato ad inventare delle navi a vapore atte alla navigazione interna e in acque tranquille, l'Inglese aveva il mandato assai più difficile, di costruirle tali da poter affrontare e superare tutti gli ostacoli dipendenti dalle vicende del mare.

Il risultato delle fatiche e dell'intraprendimento della nazione Inglese, diretti a queste ricerche, furono gli attuali battelli a vapore marini.

IV.

Nel quarto di secolo scorso fra il 1812 ed il 1837 la navigazione a vapore fece un progresso sicuro e continuo sebbene non subitaneo. Le prime linee dei battelli furono naturalmente stabilite fra i porti dell'Inghilterra e i più vicini porti di mare dell'Irlanda da una parte e della Francia dall'altra. La lunghezza di ciascun tragitto intentato si riguardava allora come la massima difficoltà del progetto. Perciò si stabilirono dei battelli a vapore fra Holyhead e Dublino, e fra Douvres e Calais assai tempo prima che gli autori del progetto avventurassero di sperimentarli fra Dublino e Liverpool, e fra Londra ed i Paesi Bassi.

Dopo qualche anno di esperienza, però, ed il successivo perfezionarsi della marineria a vapore si tentarono con successo viaggi di maggiore lunghezza. Si stabilirono dapprima delle linee di battelli a vapore fra le parti più distanti del Regno Unito; come per esempio, fra Londra ed Edimburgo, e fra Dublino, Liverpool e Glasgow. Più tardi divennero praticabili dei tragitti ancora più lunghi e si stabilirono le linee dei battelli a vapore fra il Regno Unito ed il Mediterraneo; le quali, però, toccavano, per approvvigionarsi, a porti della penisola come Corona, Lisbona e Gibilterra.

In questo periodo di tempo il governo fece pure costruire una flottiglia di battelli a vapore per gli ufficii postali e fu creata a poco a poco una marina a vapore fra cui si trovavano vascelli capaci d'un gran carico e d'una forza considerevole.

V.

Alla fine, nell'anno 1836, fu annunciato per la prima volta il progetto, allora considerato come spaventevole, di surrogare i dovunque rinomati pacchibotti fra Nuova York e Liverpool, con un magnifico stabilimento di battelli a vapore.

Queste navi dovevano mantenere una comunicazione regolare, rapida e costante fra l'antico ed il Nuovo Mondo. Erano destinate a divenire il gran canale del commercio, dell'intelligenza e degli scambi internazionali, fra la metropoli dell'Occidente e le grandi piazze del Regno Unito: essi dovevano, in una parola, non solo adempire tutte le funzioni disimpegnate da un mezzo secolo e in una maniera così ammirabile dai pacchibotti, ma farlo ancora con una prontezza almeno tripla. Un simile annunzio non poteva a meno di cattivarsi il pubblico. I prevedibili risultati erano così ovvii, così grandi, dovevano essere accompagnati da effetti di tale vastità, che tutte le persone di qualunque nazione civilizzata ne sentirono e ne riconobbero assieme l'importanza. L'annuncio del progetto fu salutato in conseguenza con acclamazioni generali.

Alcuni, che, versati nella condizione attuale dell'arte delle macchine a vapore applicate alla navigazione, e cogniti delle varie circostanze commerciali che potevano complicare il problema, erano in grado di valutare con calma e spassionatezza le difficoltà e gli ostacoli, come pure i vantaggi dell'impresa, sollevarono dei dubbi che offuscarono le brillanti speranze e posero il mondo commerciale in guardia contro la facilità di troppo ardenti prevenzioni sulla riuscita immediata e senza riserva del progetto. Essi consigliarono cautela e prudenza contro l'improvvido investimento di ingenti capitali in progetti che non si potevano riguardare se non come di esperimento, e che avrebbero potuto divenirne la tomba. Ma la voce della rimostranza fu soffocata in mezzo all'entusiasmo universale dalla promessa dell'immediata effettuazione pratica di un piano così ardito. Fu varato il Great Western; e si assicurò che le stagioni non si sarebbero rinnovate due volte, innanzi che fosse seguito da una splendida serie di navi che consegnerebbero i pacchibotti allo storiografo come cose che hanno esistito.

VI.

Non si può credere sul serio, che nessuno che fosse versato nella storia precedente della navigazione a vapore potesse nutrire il minimo dubbio sulla possibilità astratta che un viaggio fra Bristol e Nuova York avesse a compiersi da una nave a vapore.

Una nave caricata d'un pajo di centinaia di tonnellate di carbon fossile, a parità di circostanze, è atta a traversare l'Atlantico quanto una nave che porti qualunque altro carico dello stesso peso. Una nave a vapore della forma e della struttura ordinaria funzionerebbe

in verità in circostanze comparativamente svantaggiose in causa degli ostacoli presentati dalle sue ruote a pale e dai tamburi; ma sarebbe sempre stato assurdo il credere che questi impedimenti avessero a renderne impraticabile il tragitto alla Nuova York.

VII.

Ma, indipendentemente da queste considerazioni, era un fatto notissimo che assai prima dell'epoca di cui ora parliamo, l'Atlantico era stato effettivamente traversato dai due battelli a vapore il Savannah e il Curaçoa.

VIII.

I fatti però confermarono le sinistre previsioni suesposte.

In breve sulla linea progettata tra l'Inghilterra e la Nuova York si posero otto battelli a vapore, compresi il Grand' Occidentale (Great Western), il Sirio, il Real Guglielmo, il Gran Liverpool, il Stati-Uniti, la Regina d' Inghilterra (che veramente non fu posto sulla linea, ma vi era destinato e fu in seguito chiamato l'Orientale), il Presidente, il Grande Occidentale e il Gran Bretagna.

Il Sirio fu ritirato quasi immediatamente: il Real Guglielmo dopo tre paja di viaggi toccò la medesima sorte; il Gran Liverpool in una sola stagione involse i suoi proprietari in una perdita di 6000 sterline e questi ebbero ad accontentarsi di destinarlo al Mediterraneo. I proprietari della Regina d' Inghilterra dopo subita una perdita calcolata a poco meno di 100,000 sterline vendettero quella nave al Governo del Belgio. Il battello Gli Stati-Uniti fu in breve destinato, come il Gran Liverpool, al commercio sul Mediterraneo. Il Presidente fu smarrito. Il Grande Occidentale dopo aver continuato per qualche tempo i suoi viaggi nei mesi d'estate, lasciato in riposo nel verno, dopo aver involto i suoi proprietari in una perdita d'un valore sconosciuto e non confessato, fu venduto. È ben noto il destino del Gran Bretagna.

Di qui si vede che nel periodo di circa quattordici anni, nonostante i grandi perfezionamenti della navigazione a vapore, il progetto proposto a Bristol fallì in una maniera segnalata.

IX.

In frattanto era uscito un altro progetto.

Il signor Samuele Cunard, Canadese, d'esperienza consumata nelle cose di mare, associatosi con alcuni grandi capitalisti che avevano

fiducia nella sua sagacità e nella sua destrezza, presentò al Governo Inglese un progetto di una linea di battelli a vapore postali che doveva metter capo a Liverpool e a Boston, toccando ad Halifax. Ma il signor Cunard insistette fortemente sulla necessità di provvedere una flotta considerabile di battelli a vapore, affine di assicurare quella continuità e regolarità che erano indispensabili alla riuscita del progetto. Egli dimostrò che la grandezza del capitale da impiegarsi, e l'ingente spesa necessaria per la sua manutenzione, erano tali da non poter essere coperte da qualunque entrata commerciale che se ne potesse sperare e che in conseguenza non poteva essere sostenuta che da un generoso sussidio prestato dal governo.

X.

Dopo molte negoziazioni, si consentì di accordargli un sussidio annuo di 60,000 sterline, alla quale condizione si diè mano all'impresa. Il signor Cunard vi si era però sfavorevolmente imbarcato prima che fosse palese che quella concessione era insufficiente per cui fu presto portata a 100,000 sterline per anno. Una più lunga esperienza provò che anche questo non bastava a porre Cunard ed i suoi socii in grado di mantenere la comunicazione in modo soddisfacente ed efficace, e la sovvenzione annua venne da ultimo portata al suo valore attuale che è di 154,000 sterline all'anno.

XI.

Sostenuta in questa maniera la comunicazione si mantenne nel 1851 per tutto l'anno. Durante i quattro mesi invernali, Dicembre, Gennaio, febbrajo e Marzo vi furono da una parte e dall'altra due partenze per mese e negli altri otto mesi dell'anno vi fu una partenza per settimana ciò che importava in complesso quarantaquattro partenze da ciascuna parte ossia quarantaquattro viaggi di andata e ritorno.

Questi viaggi formano un totale di 272,800 miglia geografiche di distanza navigata in un anno. Il sussidio, dunque, ascende a dieci scellini ed otto soldi per miglio navigato.

XII.

Dall'epoca ora in discorso, la navigazione a vapore ha ricevuto, come è notissimo, grandi perfezionamenti e la sua efficacia si è quindi

estesa in proporzione. Le disposizioni di questa e delle altre linee della navigazione sull'Oceano hanno in conseguenza subito e subiscono tuttora delle modificazioni tendenti ad accrescere la frequenza e ad estendere la lunghezza dei tragitti.

XIII.

Poco dopo che venne attivata la linea dei battelli a vapore di Cunard, si propose di stabilire, coll'ajuto del governo, una linea transatlantica di battelli a vapore che ponessero in comunicazione la Gran Bretagna colle sue colonie delle Indie Occidentali. Si formò da ultimo l'attuale Compagnia dei Pacchebotti a vapore delle Indie Occidentali, e ottenne dal governo una sovvenzione di un valore ancora più grande di quella accordata alla Compagnia di Cunard. Questo assegno annuo ammontò a 240,000 sterline.

XIV.

Per quanto grandi siano stati i progressi della navigazione a vapore nell'ultimo quarto di secolo, rimane ancora molto da farsi prima che si possa giudicare che questo gran mezzo di trasporto abbia raggiunti i limiti della sua potenza. L'essere di tanto superiore in rapidità, regolarità e sicurezza ai bastimenti a vela gli hanno naturalmente attirati passeggeri, dispacci e certe qualità di merci per cui importa molto la celerità e che possono sostenere un noleggio elevato. Le condizioni meccaniche che guarentiscono la speditezza nei lunghi viaggi, restringono di molto il trasporto generale della mercanzia perchè gran parte del carico della nave è rappresentato dal meccanismo e dal combustibile. Si devono, dunque, ricavare le ingenti spese della costruzione e della manutenzione di queste navi, col destinare il carico profittevole al trasporto di soli quegli oggetti che possono tollerare un altissimo costo di trasporto. Mentre, pertanto, i battelli a vapore hanno sottratto alle navi a vela la maggior parte dell'utile dei passeggeri e insieme delle valigie, dei pacchi, e di pochi articoli del commercio universale, quelle continuano tuttora nel possesso indisputato del trasporto del commercio generale.

XV.

Il primo passo nel perfezionamento di questa industria deve quindi essere diretto alla costruzione di un'altra classe di navi a vapore che abbiano cogli attuali battelli a vapore lo stesso rapporto che i

treni delle merci sulle ferrovie hanno coi treni dei passeggeri. Come nel caso dei treni mercantili, si deve sacrificare la celerità alla possibilità di ridurre il prezzo del trasporto in quei limiti che possa essere comportato da qualunque genere di mercanzia. Se per i bisogni generali del commercio si potranno rendere i bastimenti a vapore superiori a quelli a vela, in una ragione almeno prossima a quella in cui i treni mercantili delle ferrovie sono superiori ai carri ad alle barche dei canali, vedremo in breve l'Oceano coperto di questi bastimenti a vapore e quelli a vela passeranno dalle mani del commerciante a quelle dello storico.

XVI.

Affinchè i battelli a vapore possano conseguire tale scopo, si deve manifestamente aver di mira di adottare quelle misure che valgono a combinarvi le qualità di un bastimento a vela con quelle di uno a vapore. I battelli devono ricevere dal vapore tale forza che conferisca loro quella maggiore speditezza, regolarità e puntualità, che, nell'attuale stato dell'arte, non si possono ottenere che per mezzo di quell'agente; ma è pure importante di effettuare ciò senza privarli di troppo della presente capacità di soddisfare ai bisogni del commercio.

XVII.

In una precedente edizione del mio trattato sulle Macchine a Vapore pubblicato assai prima che i bastimenti ad elice avessero raggiunto l'attuale stato di perfezionamento, io dimostrava che, verosimilmente, nessuno espediente sarebbe stato più atto allo scopo in discorso, di uno che mirasse a sostituire qualche altro mezzo di propulsione subacquea a quella finora generalmente adoperata delle ruote a pale. È indispensabile del pari che vengano ridotte di molto le dimensioni del meccanismo e che venga destinato agli usi commerciali quell'incalcolabile spazio che adesso occupa nell'interno della nave. Incumbe al meccanico che si assume la grande responsabilità di soprintendere ad un tanto progetto il dovere di lasciare alla nave il pieno ed inalterato godimento delle sue funzioni quale bastimento a vela. Spetta a lui, in breve, di combinare l'efficacia del vapore colla potenza nautica intatta del bastimento. Tocca a lui di maritare la macchina a vapore col bastimento veliero. Se giunge a tanto colla destrezza e col successo di cui è suscettiva l'impresa potrà sperare a buon dritto che il suo nome con quelli di Fulton e di Watt abbia a passare ai posteri come di un benefattore dell'umanità.

L'attuale progresso delle scienze meccaniche ci incoraggisce a sperare che non sia molto lontano il giorno in cui si realizzeranno queste idee quando vedremo un'ampia via solcata traverso al vasto Atlantico che non servirà, come ora, a quei fini limitati il conseguimento dei quali comporta una spesa grave, ma soddisferà a tutti i grandi e svariati bisogni del commercio generale. Dei battelli che servano a questo scopo, quali li abbiamo abbozzati, non potranno mai competere in celerità con navi il cui carico è nullo, la spesa senza riguardo e la speditezza qualunque. Sia pure così. Si lascino a quei bastimenti le loro prerogative; continuino a godere in qualche parte il monopolio dei più costosi rami di commercio, sussidiati come lo sono dal tesoro Inglese. I battelli a vapore commerciali che guarentiscono pari regolarità e puntualità, e probabilmente più frequenti spedizioni s'accontentino d'una celerità alquanto minore. Questo può combinarsi con tutte le occorrenze del commercio.

XVIII.

Vi è un'altra considerazione che non si deve trasandare. In tutti i grandi avanzamenti delle arti della vita i grandi perfezionamenti sono accompagnati sulle prime da perdite individuali di maggiore o minore entità. Lo spostamento dei capitali è quasi inevitabilmente seguito da un simile danno. Devono pertanto gli ingegneri scientifici, nel disporre e nell'adottare le loro misure, considerare in qual modo si possa meglio ottenere l'effetto col minimo svantaggio possibile degli interessi esistenti. L'arrivare a questo non sarà appena un beneficio pubblico, ma faciliterà in pratica la realizzazione del loro progetto conciliando in suo favore quei vasti e potenti interessi di cui altrimenti avrebbe minacciata la distruzione. Se, dunque, nel nostro caso si troverà di poter applicare vantaggiosamente agli attuali bastimenti a vela e più specialmente a quelli di recente costruzione la potenza del vapore, oltre all'essersi conseguita una grande utilità pubblica si saranno assicurati l'appoggio e la protezione quasi unanime della comunità commerciale.

XIX.

Per raggiungere i fini ora sviluppati è manifestamente indispensabile che sieno tolti quegli impedimenti che alterano l'aspetto della nave e ne distruggono assieme l'attitudine ad acquistare le proprietà di quelle a vela, che derivano da quelle enormi e deformi sporgenze

lateralì destinate alle ruote a pale ed alle casse delle ruote, o tamburi, come le chiamano. Queste appendici arrecano molti inconvenienti, il minimo dei quali forse è l'impedimento che presentano al moto della nave.

Ma la forma, la grandezza e la posizione del meccanismo impellente è lungi dall'essere il solo ostacolo al pieno successo degli attuali battelli a vapore, quando vengano applicati ai bisogni generali del commercio. La macchina stessa, e le caldaie dove si genera la forza motrice, e il combustibile per cui funzionano, occupano proprio la parte centrale del bastimento, ed usurpano la parte più preziosa del carico. Anche il camino che serve ad attivare la combustione nei fornelli è una prominenza deforme ed un ostacolo non trascurabile.

Allorchè si hanno in vista dei lunghi viaggi di mare, come quelli fra la Nuova York ed i porti Inglesi, s'incontra un altro ostacolo serio che si prova specialmente nel tragitto verso l'occidente, dovuto al predominio dei venti contrarii. Quando il bastimento parte per un lungo viaggio, va necessariamente caricato di una gran copia di combustibile calcolata in modo da superare non solo le probabili esigenze del viaggio ma quegli ultimi estremi di circostanze contrarie di venti e di tempo a cui è possibile che abbia a trovarsi esposto. Questo combustibile è consumato a poco a poco durante il viaggio; la nave ne viene alleggerita in proporzione del consumo, ed emerge maggiormente dall'acqua. Se le cose si sono disposte in maniera che alla partenza le ruote sieno immerse tanto da avere la loro piena efficacia, può succedere che, verso la fine del viaggio, la conservino ancora quasi non si fossero alzate affatto fuori dell'acqua. Ma se, all'opposto, si deve avere di mira che l'impulsione sia assai efficace nell'ultima parte del viaggio, le ruote devono al principio di questo essere sommerse di tanto da alterare seriamente la loro azione impulsiva e privare il bastimento della conveniente celerità. In tali circostanze non c'è mezzo da rimediare. Il bastimento deve partire con troppa immersione e arrivare con immersione troppo piccola. Non si presenta alternativa, se non abbandonando la forma e la struttura del meccanismo attuale, ed eccitando il genio inventivo del secolo a provvedere altri espedienti meccanici che non vanno soggetti ad inconvenienti di questa fatta.

Insomma noi riguardiamo il perfezionamento della potenza sussidiaria del vapore, e l'esteso impiego dei propulsori subacquei, come i mezzi che, nello stato attuale dell'arte della navigazione a vapore, ponno più verosimilmente estendere i servizi di questo mezzo di trasporto al commercio generale.

XX.

Se la forma e la struttura dei battelli a vapore colle ruote a pale vanno soggetti a questi molti e gravi inconvenienti, considerati rispetto ai bisogni del commercio generale, gli inconvenienti sono ancora più forti se si considerino relativamente allo scopo della difesa nazionale. È senza dubbio una gran forza con cui si può investire un vascello da guerra, si può muovere a volontà malgrado la contrarietà dei venti e delle onde, in quella direzione che può sembrare più conveniente al suo comandante. Questa forza avrebbe superato i più arditi sogni dei più romantici e immaginosi capitani di nave del secolo scorso. Il fare che i vascelli di una flotta possano immediatamente, al cenno del comandante, prendere la posizione loro assegnata in faccia al nemico, o corseggiare a piacere dentro e fuori d'un porto ostile, o passare colla rapidità del vento innanzi ai cannoni di fortezze formidabili prima che questi abbiano tempo di operare contro di loro, — sono possibilità che importano una quasi totale rivoluzione in tutti i principii stabiliti della tattica navale. Ma queste facoltà al presente non ponno venir conferite alle navi a vapore, senza importanti modificazioni e gravi pericoli. Gli strumenti ed il meccanismo da cui immediatamente dipendono sono sfortunatamente esposti in maniera da rendere estremamente arrischiato l'esercizio di quelle facoltà. Non abbisognano profonde cognizioni meccaniche per accorgersi che le ruote a pale sono eminentemente esposte ai proiettili, i quali, se le colgono, mettono la nave affatto fuori di combattimento, e la lasciano in potere del nemico; vi è ancora più esposto il camino, la distruzione del quale darebbe la nave in preda al suo nemico interno che è il fuoco. Ma oltre a queste più ovvie cause di pericolo delle navi della forma attuale, riguardate come mezzi di difesa nazionale, anche la macchina e le caldaje che sono più o meno sopra il livello dell'acqua vanno soggette ad essere poste fuor di servizio dalle palle.

Un battello a vapore da guerra, per andare esente da questi difetti, dovrebbe essere mosso da un apparecchio subacqueo. La sua macchina, le caldaje e tutte le altre parti del meccanismo dovrebbero essere sotto il pelo d'acqua. Il suo combustibile avrebbe ad essere carbone duro, che abbruci senza fumo visibile, in modo che non si possa scoprire in lontananza il suo avvicinarsi. I suoi fornelli dovrebbero essere attizzati da mantici, in modo di potere far senza del camino evitando così la possibilità che sia portato via da una palla.

XXI.

Fu intendimento del governo Inglese di valersi delle navi a vapore del commercio come di un mezzo di difesa nazionale nel caso d'un subitaneo scoppiare della guerra. Dalle prove presentate ad un comitato della Camera dei Comuni nel 1850, e dal rapporto fondato sopra di esse, risultava che in generale i battelli a vapore del commercio per essere resi atti al servizio da guerra non esigono nessuna previa alterazione o preparazione che non sia facile a praticarsi e di spedita esecuzione. Si dimostrò che tutti i battelli a vapore da 400 e più tonnellate potrebbero, con qualche rinforzamento addizionale, portare quei cannoni impernati che si usano nelle navi da guerra, e che vi sono pochi fra i battelli mercantili d'ogni grandezza che non sarebbero atti a venire armati in guisa da tornare utili in caso di una necessità.

XXII.

Il principio secondo il quale la macchina a vapore è applicata a far muovere delle navi è il medesimo per cui operano i remi nello spingere innanzi un battello. In ambo i casi gli strumenti impellenti hanno un punto o dei punti di appoggio nella nave, respingono indietro una gran massa d'acqua, e la forza motrice o il momento così comunicato all'acqua da prora a poppa è necessariamente accompagnato da una reazione da poppa a prora, che operando sulla nave le imprime un corrispondente moto progressivo.

Col notissimo principio meccanico della composizione e della scomposizione delle forze si può dimostrare che qualunque forza venga impartita all'acqua dal mezzo impellente, questa si può scomporre in due, l'una parallela alla chiglia e l'altra in un piano perpendicolare ad essa. Siccome di queste soltanto la prima può effettuare il moto progressivo, e l'altra è al tutto inefficace, il mezzo impellente dovrebbe sempre essere costruito in modo che tutta la sua forza, o almeno la parte principale di questa, venisse impiegata a cacciare l'acqua in direzione parallela alla chiglia da prora a poppa.

XXIII.

I mezzi meccanici per cui si fa servire la potenza del vapore a muovere le navi sono svariatisimi, sia nella forma della macchina che opera sul congegno impellente, sia nella forma di quest'ultimo.

In tutti i casi finora tradotti in pratica, il propulsore è una ruota fissata ad un albero orizzontale alla quale la macchina imprime un movimento di rotazione continua. La ruota ha tale struttura che nel rivolgersi comunica ad un volume d'acqua, più o meno considerevole, un movimento o direttamente all'indietro, o tale che la componente sua principale abbia questa direzione. Quanto maggiore sarà questa componente principale in paragone della forza totale esercitata dal propulsore, tanto più questo sarà efficace.

XXIV.

I propulsori fin qui adottati in pratica nella navigazione a vapore sono di due specie, chiamati *ruote a pale* ed *elici*.

L'albero delle ruote a pale è fissato orizzontalmente traverso alla nave e in conseguenza ad angolo retto colla direzione della chiglia.

L'albero delle elici è posto orizzontalmente nella nave, parallelamente alla chiglia ed immediatamente al di sopra di questa.

Le faccie delle ruote a pale sono volte lateralmente alla nave e perciò sono parallele alla chiglia.

Le faccie delle elici guardano verso la poppa e sono quindi perpendicolari alla chiglia.

XXV.

La ruote a pale sono due, una per ciascun fianco della nave e si trovano al di fuori del corpo di questa dove sono sostenute dalle sporgenti estremità dell'albero e coperte da larghe casse semi-cilindriche chiamate *tamburi*.

Le elici consistono generalmente in una sola ruota, nell'interno della nave, sotto il suo corpo, e vicina alla poppa.

Delle ruote a pale non è immersa che la parte più bassa: l'elice è sommersa per intero.

XXVI.

L'albero delle ruote a pale uscendo da ciascun lato dell'armatura della nave vi sostiene le ruote che girano assieme con esso ed hanno di solito una struttura simile a quelle delle ruote mosse dall'acqua corrente, portando attaccate alla circonferenza un certo numero di tavole piane chiamate *pale*. Quando le ruote sono in movimento queste pale urtano contro l'acqua spingendola in direzione opposta

a quella verso cui si intende di far avanzare la nave. All'albero sono unite due manovelle simili a quella ch'è sull'asse del volante in una macchina fissa. Queste manovelle sono ordinariamente ad angolo retto fra di loro cosicchè quando l'una è nella sua posizione più alta o più bassa l'altra è orizzontale. Esse sono mosse da due macchine a vapore che ordinariamente sono poste nel corpo della nave al di sotto dell'albero delle ruote a pale. Nei primi battelli a vapore si adoperava una macchina sola, e in questo caso l'azione della macchina sulla manovella era resa uniforme dal volante. Quest'uso però è da lungo tempo dismesso nelle navi Europee, ed ora è presso che universale il valersi di due macchine. Per la disposizione rispettiva delle manovelle si vedrà che quando l'una sia nei suoi punti morti l'altra è in una delle posizioni più favorevoli alla sua azione, e che in tutte le giaciture intermedie l'effetto rispettivo delle manovelle è tale da renderne l'azione combinata quasi interamente uniforme.

Le macchine a vapore adoperate a muovere le navi ponno essere macchine a condensazione, simili a quelle di Watt, ed a quelle generalmente usate nelle manifatture, e ponno anche essere macchine senza condensatore o ad alta pressione, fondate su principii simili a quelle delle locomotive. Peraltro in Europa e in gran parte negli Stati Uniti sono adottate generalmente per la marina macchine a condensatore ed a bassa pressione.

In quest'ultimo paese si adoperano anche delle macchine a vapore ad alta pressione in varii dei battelli a vapore sui fiumi.

XXVII.

La disposizione delle parti della macchina marina differisce per varii riguardi da quella di una macchina terrestre. La limitazione dello spazio, inevitabile in un bastimento, rende necessaria molta compattezza. L'albero delle ruote a pale a cui sono fissate le manovelle che devono essere poste in movimento dalla macchina, trovandosi assai poco al disotto della coperta della nave, il bilanciamento, se vi è, ed il regolo d'unione non potrebbero collocarsi in quelle posizioni che tengono ordinariamente nelle macchine da terra ferma senza importare nel macchinismo una soverchia elevazione sulla coperta. Sono per verità disposti a quel modo nelle macchine a vapore dei battelli usati sui fiumi d'America, ma ciò non sarebbe ammissibile per i battelli a vapore in generale e più specialmente per quelli destinati a tenere il mare. Perciò i regoli d'unione, invece

di essere presentati ingiù alle manovelle che essi mettono in movimento, devono, nei battelli a vapore, esser loro presentati insù, e l'azione motrice deve essere ricevuta dal disotto. Se in queste circostanze il bilanciére fosse nella sua solita giacitura al di sopra del cilindro e dell'asta dello stantuffo, dovrebbe necessariamente collocarsi fra la macchina e l'albero delle ruote, il che richiederebbe nel meccanismo una profondità incompatibile colle dimensioni della nave. Pertanto il bilanciére nelle macchine marine invece di essere disopra al cilindro e allo stantuffo è posto al disotto di questi. All'estremità delle aste dello stantuffo sono attaccate ad angolo retto delle aste più lunghe del diametro dei cilindri, cosicchè le loro estremità vengano a sporgere all'infuori di questi. Ai capi di tali pezzi trasversali si uniscono a cerniera i regoli di un parallelogrammo: questi regoli si dirigono ingiù, e si congiungono colle estremità di due bilanciéri che stanno sotto al cilindro, uno per parte. Gli estremi opposti dei due bilanciéri sono collegati da un'altra barra trasversale, a cui è attaccato un regolo d'unione il quale si prolunga superiormente fino all'asse della manovella che gli è collegato in modo da venirne posto in movimento. Così il bilanciére, il parallelogrammo e il regolo d'unione d'una macchina marina sono simili a quelli d'una macchina da terra soltanto che sono volte sossopra: e non potendosi collocare il bilanciére direttamente al disopra dell'asta dello stantuffo, si provvedono due bilanciéri e due sistemi di parallelogrammi, uno per ciascun lato della macchina, manovrati da questa, e operanti sull'asta dello stantuffo e sulla manovella per mezzo di traverse.

Le proporzioni dei cilindri differiscono per simili ragioni da quelle comunemente adottate nelle macchine terrestri. In queste il cilindro ha generalmente una lunghezza quasi doppia della larghezza. Invece i cilindri delle macchine marine hanno ordinariamente un diametro maggiore della loro lunghezza. In proporzione, quindi, alla loro forza la loro corsa è più breve, ciò che importa un accorciamento corrispondente nella manovella e una maggiore limitazione del giuoco di tutte le parti mobili verticalmente. Le valvole e i congegni da cui sono manovrate la tromba ad aria, il condensatore e le altre parti della macchina a vapore marine non differiscono quanto al principio da quelle adoperate nelle macchine da terra ferma.

Queste disposizioni si capiranno più facilmente osservando la figura 1, la quale rappresenta una sezione longitudinale di una fra le molte varietà di macchine a bilanciére, colla sua caldaja come è situata nella nave a vapore. Le piattaforme di quercia che sostengono

la macchina sono figurate in X e la base della macchina è assicurata a queste per mezzo di chiavarde che passano attraverso a quelle e all'armatura del fondo della nave; S è il tubo del vapore che mette dalla camera del vapore nella caldaja ai cassetti e per mezzo dei quali viene introdotto alla cima e al fondo del cilindro. Il condensatore è figurato in B e la tromba ad aria in E. In F si vede il pozzo caldo da cui si deriva l'acqua da alimentare la caldaja, L è l'asta dello stantuffo congiunta dal parallelogrammo a col bilanciére H che si muove attorno ad un fulcro K presso la base della macchina. L'altra estremità del bilanciére muove il regolo d'unione M che si prolunga superiormente fino alla manovella dell'albero delle pale O che esso pone in movimento; QR è l'armatura che sostiene la macchina. Il bilanciére qui presentato è indicato da linee punteggiate come se si trovasse dall'altro lato della macchina. Si deve figurarsi che da questa parte si trovi un bilanciére simile, similmente posto e che si muova sullo stesso asse, collegato similmente per mezzo di un parallelogrammo alla traversa sull'asta dello stantuffo e collegato per mezzo di regoli trasversali coll'estremo inferiore del regolo d'unione e col bilanciére dell'altro lato. L'eccentrico che governa i cassetti è posto sull'albero O delle pale e il braccio d'unione che muove i cassetti può facilmente esserne staccato quando si voglia fermare la macchina. In WU è presentata una sezione della caldaja, delle grate e dei condotti. La valvola di sicurezza y è racchiusa sotto un tubo che si alza verticalmente a fianco del camino ed è inaccessibile al macchinista; h sono i robinetti per estrarre l'acqua salata dalla caldaja, ed I I il tubo d'alimentazione.