

ATTI
DEL REALE ISTITUTO LOMBARDO
DI SCIENZE, LETTERE ED ARTI

VOLUME III.

FASC. XVII-XVIII.

MILANO
TIPOGRAFIA BERNARDONI

1863

Fig. 4.4 – Frontespizio degli Atti del Reale Istituto Lombardo di Scienze, Lettere ed Arti, volume III, fasc. XVII-XVIII, Milano 1863 (Originale conservato presso l'Archivio Storico dell'Osservatorio Ximeniano di Firenze).

vera superiorità sull'antico; ma non si può nemmeno istituire su di esso un esercizio stabile, in coincidenza con un esercizio a locomotive; come sarebbe necessario per provare l'attitudine dei mezzi con cui l'inventore intende di provvedere pel passaggio dei convogli dall'uno all'altro sistema di trazione. A questo scopo sarebbe assai opportuna l'applicazione provvisoria del sistema al piano inclinato dei Giovi, che unisce le condizioni di lunghezza e di pendenza, che è interposto in una linea di grandissimo traffico, e in cui si può disporre eziandio, mediante la condotta Nicolay, di una forza d'acqua eccedente il bisogno della trazione.

5.° Nell'attesa che si eseguiscano esperienze di questo genere, noi crediamo tuttavia di mantenere le conclusioni del nostro primo rapporto, cioè: se il sistema Agudio al disotto dei limiti di pendenza assegnati alle locomotive, non potrebbe forse entrare con esse in concorrenza sotto il punto di vista della semplicità e della rapidità del servizio, nemmeno coi perfezionamenti radicali che esso intro-

ducesse nella trazione per funi, può invece diventare utilissimo ogniquale volta nel tracciamento di una linea si possano, adottando pendenze superiori a quei limiti, ridurre considerevolmente le spese di costruzione, i vantaggi economici del sistema aumentando rapidamente colla pendenza; la possibilità di utilizzare la forza motrice dell'acqua varrebbe ad estenderne, anche fuori di questi casi, l'applicabilità.

Considerando quanto precedentemente esponemmo, e osservando che non potrebbe essere nostro ufficio di pronunziarci sulle condizioni economiche generali del sistema, noi crediamo che le attuali esperienze sieno sufficienti a confermare il nostro precedente giudizio, e quindi vi proponiamo di togliere la riserva al vostro voto, e di conferire all'ing. Agudio la medaglia d'oro già deliberatagli.

CODAZZA.

MAGRINI.

COLOMBO, *relatore*.

SUL NUOVO MOTORE A GAS IDEATO DAI SIGNORI BARSANTI E MATTEUCCI

Sebbene al principio di questo secolo Lebon ed altri avessero già pensato di dare alla meccanica una nuova forza motrice, mediante l'accensione di miscele gasose, pure l'idea si rese concreta soltanto nel 1838 per opera del macchinista Braun, che otteneva dal Governo inglese un brevetto per la invenzione appunto di un motore animato dalla forza esplosiva di un miscuglio d'aria atmosferica e di gas idrogeno carburato.

De Cristoforis, cui non erano note queste prime ricerche, considerando gl'inconvenienti delle macchine a vapore, e soprattutto il tempo notabile e le molte calorie che impiegano nel portar l'acqua alla ebollizione, calorie che vanno perdute quando le macchine cessano di operare, si studiava pur egli di porgere all'industria tal forza motrice da poterne eccitare e sospendere l'azione con rapidità, senza precedente consumo, senza perdite finali, senza gl'incomodi ed i pericoli del vapore.

Sperava anzi di avere bene iniziata la soluzione di questo problema colla macchina *igneo-pneumatica da lui immaginata*, e sino dal 1841 costruita e fatta riporre nel Gabinetto tecnologico di questo Reale Istituto. Serviva essa a produrre in un corpo di tromba una rarefazione capace di sollevare rilevanti masse d'acqua, facendovi

esplodere una miscela d'aria e di vapori di nafta. Nei nostri Atti invero si legge (1), che per questo mezzo e col consumo di un volume d'olio, potevansi innalzare dieci mila volumi d'acqua all'altezza di un metro. Pareva anzi che l'apparecchio potesse rendersi idoneo ad effetti veramente utili, dacchè il suo inventore era riuscito a fargli ripetere e continuare l'esplosione ad intervalli regolari, consumando una sostanza poco costosa, senza pericolo di guasti e offese agli astanti. Per il che De Cristoforis aveva concepita la speranza, che altri più valenti nella meccanica finirebbero un giorno ad applicare direttamente come potenza motrice la forza esplosiva dei gas.

La macchina di Lenoir, descritta da Armengaud, lodata da Daguin, pareva rendere probabile l'avveramento delle previsioni di De Cristoforis, giacchè la forza esplosiva vi opera immediatamente sulla resistenza, colla pressione di cinque a sei atmosfere effettive.

Ma tenendo conto di alcuni dati offerti da tabelle nel 1864 esposte nella scuola di meccanica del Conservatorio d'arti e mestieri e della Società d'Incoraggiamento, la

(1) *Giornale dell'I. R. Istituto Lombardo di scienze, lettere e arti*; Milano, 1842, in-8.°, tomo II, pag. 22.

spesa per ora e cavallo risulterebbe a Parigi

di franchi 0,828 per metri cubi 2,750 di gas illuminante a franchi 0,50 al m. c.
 " 0,400 per grammi 56 d'olio d'ingrasso.
 " 0,030 per il consumo della pila.

Totale fr. 0,958.

Spesa assai rilevante se si confronta con quella di una macchina a vapore ordinaria, che per ora e per cavallo non consumando mai più di 8 chilogrammi di carbone, a Parigi importa soltanto la spesa di fr. 0,20, riducibile a fr. 0,12 nelle macchine a vapore di recente costruzione, cui bastano soli 3 chilogrammi di combustibile.

L'esercizio di queste macchine a Milano costerebbe invece (atteso il prezzo più elevato del gas e del carbone)
 franchi 4,578 per la stessa quantità di gas illuminante in ragione di fr. 0,50 al m. c.
 " 0,450 per l'ingrassamento e per la pila;

In tutto fr. 4,808, mentre di una macchina a vapore l'esercizio per ora e per cavallo non costa più di fr. 0,50, e di una macchina perfezionata la spesa di esercizio per ora e per cavallo si riduce a soli fr. 0,18.

Dal lato economico pertanto, la motrice a gas di Lenoir (in base dai suddetti risultati, che sono pur quelli esposti dall'ingegnere Tresca, direttore del Conservatorio d'arti e mestieri di Parigi, e pubblicati nel n.º del 4 aprile 1864 degli Annali del Conservatorio medesimo) si trova di gran lunga inferiore alle comuni macchine a vapore, nè potrebbe raccomandare all'industria.

Ma neppure dal lato meccanico il motore Lenoir andrebbe esente da inconvenienti, soprattutto per la difficoltà di regolare l'esplosione in modo, che gli impulsi si succedano con costante intensità e senza urti nocivi.

Invero, a giudizio di molti osservatori, la mescolanza detonante, che non può non imprimere un urto violento allo stantuffo, sarebbe incapace di sospingerlo al termine della sua corsa, se non s'introducesse una grandissima carica, e non si limitasse anche la resistenza a quantità proporzionatamente piccolissime. Anzi l'urto che la macchina risente al momento della esplosione, è sembrato ai più competenti comportabile solo negli apparecchi di poca forza; perchè quell'urto crescendo in proporzione della forza medesima, se ne renderebbe impossibile l'applicazione, quando si volessero conseguire effetti grandiosi.

A questo riguardo meritano di essere ben considerate l'esperienze eseguite dall'ing. Tresca, e raccolte nel succitato n.º del 4 aprile 1864 degli Annali del Conservatorio. Si rileva da esse che la velocità della macchina Lenoir

subisce notabili irregolarità, il numero dei giri del volante avendo variato dai 183 ai 102 giri al minuto primo in tre ore circa di lavoro.

Il padre Barsanti, professore di meccanica nelle Scuole Pie di Firenze, in concorso del signor Felice Matteucci, fino dal 1882, e quindi 7 anni prima che Lenoir si producesse a Parigi col suo motore, intraprendeva una serie di ricerche sperimentali, dirette ad ottenere una forza regolare e continua dall'accensione delle miscele gasee. Senza avere avuto sentore dei primi tentativi di De Cristoforis, il professore Barsanti adottava lo stesso suo principio di valersi della esplosione per generare il vuoto, e rendere quindi operativa la pressione atmosferica. Vedeva in ciò la possibilità, non solo di evitare gli urti subitanei, ma di risparmiare altresì buona parte del gas infiammabile; imperciocchè, mentre la forza esplosiva agisce, come si è detto, per un solo impulso istantaneo, la pressione atmosferica opera invece sullo stantuffo con intensità costante per la intera durata della sua corsa.

La questione da risolvere consisteva adunque nel concepire un meccanismo, che non solo rinnovasse con molta frequenza e nella debita quantità l'introduzione e l'accensione del miscuglio detonante, ma rigettasse altresì i prodotti e residui della combustione, e soprattutto che svincolasse gli stantuffi nella loro andata, e li collegasse con prontezza e stabilità all'asse motore nella corsa di ritorno.

Sappiamo che nel 1886 i signori Barsanti e Matteucci mostrarono la possibilità di ottenere questi risultati colla produzione di una macchina, la quale, sebbene imperfetta, comunicava nell'officina della ferrovia *Maria Antonia* in Firenze un movimento sufficientemente regolare ad una forbice e ad un trapano.

Risulta inoltre dagli Atti dell'Accademia dei Georgofili, che gl'inventori fiorentini, associatisi più tardi col signor Giovanni Battista Babacci (cui deve l'idea di far succedere la combustione fra i due stantuffi lasciati liberi nell'atto della esplosione), impresero di far costruire su questo principio nell'officina Benini di Firenze una seconda macchina a due cilindri, la quale, veduta in azione, deve aver fatto concepire grandi speranze sulla possibilità che la nuova forza motrice potesse applicarsi con vantaggio su vasta scala, perciocchè in brevissimo tempo si è costituita una società anonima per continuare le sperienze sopra un argomento di tanta importanza.

E questa società deliberava di affidare la costruzione di una terza macchina con due cilindri orizzontali, più grandiosa della precedente, cioè della forza nominale di 12 cavalli, alla rinomata officina Escher Wyss e C. di Zurigo; macchina che venne difatti montata ed esposta al pub-

blico nel locale della società medesima in Firenze, ove trovansi tuttora. Bisogna dire che il suo modo d'azione paresse soddisfacente, dacchè invogliò parecchi industriali a farne ricerca.

Ma siccome, stando alle dichiarazioni del professore Barsanti, il maggior numero delle domande era per macchine di piccola forza, così la società deliberava di far costruire una macchina della forza non maggiore di 4 cavalli, per servire di modello alle altre.

Questa piccola macchina fu eseguita nei primi mesi del corrente anno, nell'officina della ditta Bauer e Compagni all'Elvetica, secondo il sistema dagli inventori chiamato *misto*, in quanto che, oltre la pressione atmosferica, utilizza anche una parte della forza espansiva della miscela detonante, con molta semplicità di meccanismo; e si è creduto potersi ciò fare senza inconvenienti, trattandosi di apparati che non devono eccedere la forza di quattro cavalli.

Per siffatta guisa la società oggi possiede due modelli, uno per le grandi macchine, eseguito a Zurigo, l'altro per le piccole, eseguito a Milano.

Il nostro compito, onorevoli colleghi, si limita all'esame ed al giudizio di quest'ultimo modello.

Entro un cilindro verticale si dà moto a due stantuffi per contrarj versi in guisa, che quando uno s'innalza, l'altro si abbassa, e quindi ora si allontanano per l'intera corsa, ora si avvicinano fra loro quasi fino al contatto. Lo stantuffo inferiore ha per altro una corsa più breve del superiore, nè mai è libero, trovandosi sempre collegato coll'asse motore. Il suo principale ufficio consiste nell'aspirare la miscela gasosa; riceve poi anche gli impulsi della forza esplosiva.

Nell'angusto spazio che rimane fra i due stantuffi ravvicinati, viene introdotta la miscela mediante cassettoino avente due canali, uno in comunicazione col gasometro, l'altro coll'atmosfera, ambedue muniti di valvola che si apre dall'infuori all'indentro per aspirazione. Questo cassettoino è messo in moto da un eccentrico infisso sull'albero di un volante, e la miscela si accende con scintille tratte da un apparato elettromagnetico di Ruhmkorff. All'atto della infiammazione, lo stantuffo superiore, trovandosi affatto libero, cede prontamente e senza scosse perniciose all'impulso della forza esplosiva, e si allontana dall'altro fino al termine della sua corsa, ove per un semplicissimo congegno (la cui costruzione lascia però desiderare maggior finitezza di lavoro fabbrile, per evitare affatto anche i piccoli urti dell'incastro) va subito ad impegnarsi colla resistenza.

E come avviene che il corpo della tromba presto si scalda, così va esso munito di un involuppo, in cui circola

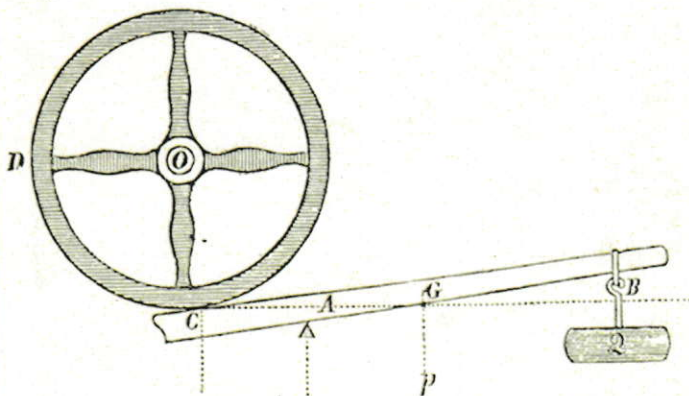
l'acqua fredda, che manda sprazzi continui anche nell'ampia camera formata dai due stantuffi. Ivi si condensano i gas e i vapori: ivi si genera per conseguenza una rarefazione, che rende operativa sui medesimi stantuffi buona parte della pressione atmosferica, divenuta la forza motrice dell'apparato.

Un secondo cassettoino, mosso da altro eccentrico infisso sull'albero del secondo volante, perfettamente uguale al primo, espelle dal corpo della tromba i prodotti della combustione. Si comprende che la forza motrice cessa di agire, appena i due stantuffi ritornano alla minore distanza, ove di nuovo s'introduce la miscela detonante; e per l'avvicinarsi di questo loro *va e viene* si riproduce sempre l'effetto di raccogliere sui due volanti gl'impulsi successivi, facendoli cospirare, ossia trasformandoli in un moto continuo circolare, suscettibile di essere versato in qualunque strumento produttore.

Dobbiamo peraltro notare, che nella macchina Barsanti di tratto in tratto andava mancando qualche esplosione: nondimeno la velocità del trasmettitore non appariva sensibilmente alterata; il che prova, che la quantità di moto acquistata dai volanti vale a compensare, oltre i punti morti, anche i falli, mantenendosi abbastanza regolare il movimento.

Per determinare poi la potenza dinamica di questo motore, l'abbiamo assoggettato a diverse prove nei giorni 5 e 6 giugno, praticando il seguente metodo.

La struttura speciale della macchina non permettendo d'impiegare il freno di Prony, vi abbiamo sostituita una leva di primo genere, la quale col braccio minore premendo sulla periferia di un volante, veniva tenuta nello stato prossimo al moto, mediante un peso applicato al suo braccio più lungo, come viene espresso dalla figura che segue.



Il fulcro è in *A*, il centro di gravità della leva in *G*, il punto di applicazione del peso *Q* aggiunto in *B*, e il centro di pressione *C*.

Il peso *p* della leva fu trovato di chil. 8, 8; la distanza

$AC = 0^m,180$; la distanza $AG = 0^m,196$; la distanza $AB = 0^m,373$; il peso aggiunto $Q = \text{chil. } 18, 5$; e il raggio del volante $DO = 0^m,752$.

Si è inoltre riconosciuto che il volante compiva, in via media, 48 giri al minuto primo.

Ora, calcolando la pressione P della leva sul volante in C colla equazione $P \cdot AC = Q \cdot AB + p \cdot AG$, si avrà nel caso attuale (α) $P = \frac{45,5 \times 0,575 + 5,8 \times 0,196}{0,18} = 55, \text{ch. } 83$.

E la velocità V per un minuto secondo, espressa da (β) $\frac{2\pi \cdot 0,01 \times 48}{60} = \frac{3,14 \times 0,752 \times 8}{5}$, risulta di $5^m,778$.

La pressione della leva sul volante essendo pertanto equivalente a chilogrammi $55,83$ (α), e la velocità computata di metri $5,778$ (β), se ne potrà stimare il lavoro col tener conto dell'attrito.

E dacchè questo lavoro viene espresso da fPV , basterà prendere il coefficiente f d'attrito (pel legno sopra metallo in moto), eguale a $0,42$; e si troverà che il lavoro in $1''$ vale (γ) $0,42 \times 55,83 \times 5,778 = 88^{\text{ch}}, 39$; dal quale calcolo la potenza dinamica del motore Barsanti risulterebbe di cavalli $1,48$.

Essendosi con altro esperimento misurata la resistenza di attrito R sulla periferia del secondo volante, connesso invariabilmente col primo, cui era appoggiata la leva, e avente lo stesso raggio, si è trovato $R = 21^{\text{ch}}$.

Moltiplicando R per V ($5^m,778$), si ottiene il lavoro in un secondo, espresso da $79^{\text{ch}}, 54$, che corrisponde alla potenza dinamica di cavalli $1,06$.

E qui giova notare, che essendo $R = Pf$, se ne dedurrebbe $f = 0,576$, invece di $0,42$, valore introdotto nel precedente computo (γ).

Qualora poi si consideri che, in questa specie di lavori, i dati sperimentali variano per circostanze che non possono tutte assoggettarsi a misure dirette e precise, i supposti due risultati, non molto fra loro diversi, sono da riguardarsi abbastanza soddisfacenti per ammettere che la media di cavalli $1,12$ possa assumersi come misura effettiva del lavoro che produce il modello Barsanti.

Se non che, per fondare un giudizio comparativo sui due motori Barsanti e Lenoir, fa d'uopo riconoscere la quantità di gas infiammabile consumata nelle diverse prove di lavoro; al che serve la tabella che segue.

MODO DI LAVORO	Durata del lavoro	Numero dei giri del volante in $1''$ in media	Gas erogato litri	Gas andato disperso per fughe litri	Gas adoperato nel lavoro litri	Gas che si adopererebbe in un'ora litri	Temperatura dell'acqua refrigerante all'orificio dello scaricatore T. C.
<i>Esperimento I, 8 giugno 1863.</i>							
Appoggiando la leva alla periferia del volante.	13', 8	48	144	18, 8	128, 8	497	57° c.
<i>Esperimento II, dello stesso giorno.</i>							
Tolta la leva ed applicato un ventilatore	28', 8	48	270	28, 8	241, 8	808	38° c.
<i>Esperimento III, 6 giugno.</i>							
Ancora col ventilatore, come nel precedente esperimento.	41', -	55	492	41. -	451. -	660	46° c.

Dai surriferiti dati sperimentali si rileva: 1.° che la dispersione del gas per fughe è costante, effettuandosi in ragione di un litro al minuto secondo; 2.° che colla velocità di metri $5,778$ si ha il consumo di mezzo metro cubo circa di gas per ora e per cavallo; 3.° che colla velocità di metri $4,551$ si consumano due terzi di metro cubo, ottenendosi una potenza di oltre sei quinti di cavallo.

Ne deriva, che quest'ultimo modo di operare riesce più vantaggioso degli altri, in quanto che, aumentando di $\frac{1}{6}$ il consumo del gas, cresce di oltre $\frac{1}{3}$ la potenza dinamica.

Del resto, la minore velocità ottenuta nei due primi

sperimenti potrebbe essere dipendente, come sosteneva il professore Barsanti, dall'acqua introdottasi nel tubo della presa del gas, la quale doveva di tratto in tratto impedire il pronto accorrere della miscela detonante nella camera interna del cilindro motore, e dar luogo ai falli, che si notarono più frequenti nel giorno 8 che nel giorno successivo, in cui il sullodato professore ebbe cura di far vuotare il condotto della presa; così è che i falli divennero più rari, e la velocità crebbe in una proporzione ancora maggiore.

Mettendo a confronto questi risultati del modello Bar-

santi con quelli ottenuti (secondo i rapporti più autentici) dalla macchina Lenoir, non si può non riconoscere che il professore delle Scuole Pie fece fare un passo innanzi al nuovo motore; giacchè il consumo del gas infiammabile sarebbe ridotto alla quinta parte di quello richiesto dall'apparecchio Lenoir.

E ammesso pure che il meccanico francese sia riuscito recentemente a perfezionare il suo congegno in modo, che non impieghi più di un metro cubo di gas per ora e per cavallo, e che la forza espansiva di 6 atmosfere non cagioni nè più grande nè più subitaneo urto di quello che produce il vapore alla stessa pressione nell'atto, in cui si precipita in un corpo di tromba, come assevera Daguin, il motore Barsanti avrebbe tuttavia il vantaggio di risparmiare la metà del gas infiammabile, ottenendo una potenza dinamica non minore di quella di Lenoir.

Con tutto ciò la invenzione Barsanti non ha per anco raggiunto lo sviluppo necessario per fare concorrenza colle macchine a vapore; tanto più che non abbiamo potuto accertarci, se in un lavoro diurno il motore a gas possa mantenersi sempre in uguali condizioni.

Ma se si consideri che per generare un gas infiammabile possono adottarsi metodi più semplici, più spediti e quindi più economici di quelli praticati pel gas illuminante, e nelle grandi officine può fabbricarsi a basso prezzo, non avendosi a sostenere le spese di canalizzazione, nè a preoccuparsi delle sue qualità illuminanti; se si consideri che l'idrogeno può essere sostituito dai vapori di oil es-

senziali, procedenti dalla distillazione dei catrami e degli schisti bituminosi, e il calore a ciò necessario può essere somministrato in parte dall'acqua che ha circolato nel corpo di tromba; se si consideri che il nuovo motore, per la facilità e comodità della sua applicazione, può essere richiesto dalla piccola industria in quelle circostanze, in cui l'uso del vapore non è opportuno; che può essere alimentato da un generatore a qualunque distanza, introdotto nelle miniere, nelle officine e in ogni sorta di laboratori, senza timore di esplosioni, d'incendj, senza l'incomodo del soverchio calore e del fumo, col vantaggio di poterne eccitare e sospendere l'azione senza preparativi, e senz'altra manovra che quella di aprire e chiudere un robinetto, la vostra Commissione crede di dover far plauso agli studj dei signori Barsanti e Matteucci, e proporvi d'incoraggiarli a perseverare in queste ricerche, che promettono utili innovazioni nella meccanica pratica, conferendo ad essi la medaglia d'argento, con giudizio sospeso per premio maggiore dopo l'esito di ulteriori esperienze.

CODAZZA.

HAJECH.

MAGRINI, *relatore*.

Letto e approvato nell'adunanza ordinaria del 23 luglio 1863.

Il Segretario,

G. CURIONI.

SULL'INGRANDIMENTO E LE INNOVAZIONI INTRODOTTE NELLA FERRIERA DI DONGO

DALLA DITTA RUBINI E SCALINI

La ditta Rubini, Falk e Comp. riportò al concorso del 1844 il premio della medaglia d'oro per avere la prima in Lombardia introdotto i laminatoj ad uso della lavorazione del ferro, e per altre innovazioni allora assai importanti.

Succeduti nel 1851 i signori Giuseppe Rubini e ingegnere G. Scalini nella proprietà della ferriera di Dongo, vi introdussero diverse riforme, sopprimendo alcune operazioni non vantaggiose; attendendo con indefesse cure a migliorare i prodotti, a moltiplicare il numero dei cilindri pei ferri speciali; e alla lenta azione del maglio per dare forma alle masse di ferro che si estraggono dai for-

ni a *puddler* sostituendo lo *squizer*, specie di grossa massella a forma di tanaglia, che converte rapidamente le dette masse informi in masselli parallelepipedi; ma riconoscendo che per reggere alla concorrenza bisognava smerciare a buon mercato molta mercanzia, aggiunsero, tre anni or sono, alla vecchia una nuova ferriera al di sotto della prima, approfittando di una altra caduta della stessa acqua impiegata in questa, le quali cadute in complesso forniscono una forza viva di circa 450 cavalli-vapore mediante turbine e ruote idrauliche.

La vecchia ferriera è ancora destinata a produrre col l'alto forno ferraccio, che si modella parte in prima