

G 66

DISSERTAZIONE E TESI

presentate

ALLA COMMISSIONE ESAMINATRICE

della Regia Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri

IN TORINO

DA

TORRA GIOVANNI

da BRUSNENGO (Biella)

PER ESSERE DICHIARATO

INGEGNERE LAUREATO

—
1869
—

TORINO

TIPOGRAFIA C. FAVALE E COMP.

EXHIBIT 1

ALBA GONZALEZ, FERNANDEZ

THE NEW YORK UNIVERSITY

VOID

TORRA GONZALEZ

LAUREATO

ALL O THE WORLD

THE NEW YORK UNIVERSITY

UNIVERSITY OF TORONTO

THE NEW YORK UNIVERSITY

1991

4020

AI MIEI GENITORI

ALLO ZIO PATERNO
ARCIPRETE DI S. MAURIZIO A ROASIO
QUESTO PRIMO TENUE SEGNO
DI AFFETTO E RICONOSCENZA

GRANDI STATI ECONOMICI E POLITICI

LA RIFORMA POLITICA

La riforma politica è un problema che si presenta in ogni Stato moderno e che si risolve in modi diversi a seconda delle condizioni storiche, sociali ed economiche di ogni paese. In Italia, la riforma politica ha assunto un'importanza particolare a causa della situazione di crisi in cui versa lo Stato e della necessità di una riorganizzazione delle istituzioni per far fronte alle nuove esigenze della vita democratica.

Il problema della riforma politica si presenta in Italia in modo particolarmente acuto a causa della situazione di crisi in cui versa lo Stato e della necessità di una riorganizzazione delle istituzioni per far fronte alle nuove esigenze della vita democratica. La riforma politica è un problema che si presenta in ogni Stato moderno e che si risolve in modi diversi a seconda delle condizioni storiche, sociali ed economiche di ogni paese.

In Italia, la riforma politica ha assunto un'importanza particolare a causa della situazione di crisi in cui versa lo Stato e della necessità di una riorganizzazione delle istituzioni per far fronte alle nuove esigenze della vita democratica. La riforma politica è un problema che si presenta in ogni Stato moderno e che si risolve in modi diversi a seconda delle condizioni storiche, sociali ed economiche di ogni paese.

In Italia, la riforma politica ha assunto un'importanza particolare a causa della situazione di crisi in cui versa lo Stato e della necessità di una riorganizzazione delle istituzioni per far fronte alle nuove esigenze della vita democratica. La riforma politica è un problema che si presenta in ogni Stato moderno e che si risolve in modi diversi a seconda delle condizioni storiche, sociali ed economiche di ogni paese.

CENNI SULLE MACCHINE LOCOMOTIVE



Celerità ed economia sono le essenziali condizioni, a cui debbono soddisfare i mezzi di trasporto; da ciò chiara emerge la necessità di usare su tutta la distesa di una via ferrata un solo genere di motori. Ora fra i motori, che ordinariamente si impiegano sulle strade ferrate, le sole macchine locomotive son acconce alle lunghe e rapide corse, epper ciò non fa meraviglia l'impiego, che oggidì si fa quasi esclusivo di tali macchine, mentre l'impiego dei cavalli è oramai ristretto al servizio delle strade ferrate d'interesse particolare, e su cui è cosa di poco rilievo la celerità dei trasporti, mentre l'impiego delle macchine fisse a sistema funicolare già limitato alle forti salite va perdendo di importanza dopo l'invenzione delle locomotive ad aderenza artificiale, mentre il sistema di trazione detto atmosferico o pneumatico, riguardato, forse a torto, come strano, o almeno poco pratico, non ha mai ricevute importanti applicazioni, e i piani automotori sono ancora oggidì come sempre rilegati al servizio delle miniere. Del resto l'uso delle locomotive è così generalmente conosciuto, che superflua sarebbe ogni parola tendente a dimostrarne l'utilità pratica. Pertanto tralasciando ogni discussione sopra un fatto da tutti ammesso, tralasciando la minuta descrizione delle singole parti, onde si compone una locomotiva, nelle poche pagine, che seguono, per quanto la strettezza del tempo

e la scarsa dei mezzi, di cui mi è dato poter disporre, me lo acconsentono, mi propongo di dare semplici e brevi cenni sul modo, con cui gli organi più essenziali, che compongono il maraviglioso congegno delle locomotive, concorrono a produrre l'effetto per cui queste macchine sono ordinate e sul modo di condurre i calcoli per ottenerne la potenza.

I.

Chi considera una locomotiva trova in essa quattro parti principali: 1° il generatore del vapore, 2° il motore, 3° il treno, 4° il carro di provvigione o scorta, detto *tender*.

1° Dipende la potenza d'una locomotiva ed in generale di qualunque macchina a vapore dalle quantità di vapore, che essa può generare in un dato tempo e dalla forza elastica del medesimo e per altra parte non può una caldaia somministrare una data quantità di vapore in un tempo pure dato se non a condizione, che la sua superficie di riscaldamento abbia un'area proporzionale. La difficoltà di soddisfare questa condizione nella costruzione delle caldaie per le locomotive, il cui ufficio è di trasportare se stesse e rimorchiare un carico, rese per lungo tempo infruttuosi i conati dei costruttori, nè l'arduo problema ebbe una felice soluzione prima dell'anno 1828, in cui il Seguin ideò per il primo, e Stephenson in seguito applicò alle macchine quell'apparato generatore del vapore, a cui è dovuta la maravigliosa potenza delle moderne locomotive. L'invenzione del Seguin a buon diritto riputata la più importante, che finora si sia introdotta nella costruzione delle locomotive consiste in ciò, che il focolare si trova da ogni parte circuito dalle pareti della caldaia e i gas caldi della combustione partendo dal focolare attraversano un grande numero di tubi disposti parallelamente l'uno all'altro nel senso della lunghezza della caldaia e immersi nella massa d'acqua contenutavi.

Per questa disposizione la superficie riscaldata diretta o rag-

giante resta costituita dalla superficie delle pareti laterali e dal cielo del focolare e l'indiretta dal complesso delle superficie dei tubi bollitori, onde questa si può aumentare ad arbitrio senza variare il diametro della caldaia, nella qual cosa appunto sta il principale vantaggio dell'invenzione del Seguin.

Qui parmi opportuno d'avvertire, che non tutta la quantità d'acqua evaporata viene realmente trasmessa ai cilindri motori allo stato di vapore attivo, ma una parte di essa viene meccanicamente trasportata nei cilindri allo stato liquido, e non produce nessun effetto utile; un'altra parte sfugge allo stato di vapore per le valvole di sicurezza, onde la quantità di acqua, che si trasmette ai cilindri allo stato di vapore attivo non può essere, che una frazione, circa $\frac{3}{4}$, del peso totale dell'acqua evaporata. Senza entrare in dettagli circa le capacità da assegnarsi alle camere dell'acqua e del vapore, noterò solamente, che per diminuire la quantità d'acqua trasportata dal vapore entro i cilindri con pura perdita di calore, conviene dare alla camera del vapore una capacità assai maggiore del volume di vapore consumato ad ogni colpo degli stantuffi a questo scopo si usa aggiungere alla detta camera un'ampia cupola, che si sovrappone alla caldaia dalla parte del focolare. Da questa cupola o serbatoio del vapore parte un tubo, che percorre longitudinalmente la caldaia e giunto all'estremità anteriore della locomotiva si biforca per alimentare di vapore i due cilindri.

Pongo fine a questi cenni sul generatore del vapore ricordando, che il vapore dopo avere adempiuto al suo ufficio di spingere gli stantuffi, viene da questi medesimi risospinto attraverso tubi, che sboccano alla base del camino soprastante alla camera, in cui si raccolgono i gas prodotti dalla combustione del focolare e riproducendosi ad ogni istante i getti del vapore, viene attivata la corrente dell'aria, epperò la combustione nel focolare.

2° Il vapore generato in gran copia nella caldaia ad una tensione, che raggiunge talvolta le 10 atmosfere, viene introdotto nei cilindri motori, che ora suppongo, sieno solamente due e situati nella parte anteriore della locomotiva. In ciascun cilindro si trova uno stantuffo, che sotto l'azione del vapore può eseguire dei va-e-vieni alternativi e coll'intromessa di un tirante trasmette

il suo moto, trasformato in moto rotatorio, alle ruote motrici. È necessario pertanto, che la comunicazione del vapore colle due camere di un cilindro motore possa essere stabilita ed interrotta alternativamente e che in ciascuna di queste fasi la camera opposta a quella, in cui viene introdotto il vapore, sia messa in comunicazione con un mezzo di pressione minore di quella del vapore stesso, affinché predominando questa ne risulti un effetto utilizzabile, nel quale è sostanzialmente riposta la potenza della locomotiva. Quindi i canali, che conducono il vapore alle camere del cilindro devono essere alternativamente aperti e chiusi e deve essere a sua volta aperta ed interrotta la comunicazione delle stesse camere col mezzo neutro, in cui deve sfuggire il vapore, dopo che ha esercitata la sua azione. L'organo, a cui è affidato l'adempimento della delicata funzione, che è la distribuzione del vapore, è la valvola a cassetto, pezzo di grande semplicità rispetto al meraviglioso ufficio, che deve compiere. Questa valvola consta di una scatola capovolta contro il cilindro, al quale è fermata con viti e nella quale affluisce il vapore proveniente dalla caldaia, e della valvola di distribuzione propriamente detta, che è pure un cassetto capovolto sulla parete del cilindro e mosso da un eccentrico circolare calettato sull'albero delle ruote motrici, in guisa che le due camere del cilindro vengono simultaneamente messe in comunicazione una col condotto del vapore, che deve spingere lo stantuffo, l'altra coll'orifizio destinato a condurre nell'atmosfera il vapore, che ha terminata la sua azione.

Lo stantuffo pertanto spinto ora sull'una ora sull'altra faccia dalla forza elastica del vapore prende a muoversi con moto rettilineo di va-e-vieni. Questo fatto succede per tutti due i cilindri, cosicchè in realtà si hanno sopra una stessa locomotiva due macchine a vapore a doppio effetto. Il gambo di ciascuno stantuffo è articolato coll'estremo di un tirante, che all'altro estremo afferra un bottone stabilito sopra una delle ruote motrici ad una certa distanza dal centro, per cui fa funzione da manovella, che trasforma il moto rettilineo del tirante in moto rotatorio, cui trasmette alle ruote motrici. La macchina quindi e con essa il carreggio, che le sta dietro progrediranno se l'aderenza delle ruote motrici colle rotaie sarà sufficiente ad impedire, che le stesse

ruote girino a vuoto attorno al loro centro. Siccome però importa rendere la locomotiva atta a camminare in ambedue i sensi, così si mette a disposizione di chi governa la macchina, un congegno, che permette di modificare la distribuzione del vapore in guisa da determinarla a proprio talento sia al moto diretto sia al moto retrogrado. Come ciò si possa ottenere, non è difficile intendere, chi consideri, che quando lo stantuffo è a metà della sua corsa deve sopportare la pressione del vapore sulla faccia anteriore, o sulla faccia posteriore, secondo che la corsa della locomotiva deve essere diretta in un senso ovvero nell'altro e che nel primo caso la valvola di distribuzione del vapore deve essere prossima al fondo posteriore e nel secondo caso prossima al fondo anteriore della scatola del vapore. Per la qual cosa volendo invertire il moto, basterà fare dominare la valvola da un secondo eccentrico calettato sull'albero delle ruote motrici in modo diverso del primo.

Quindi a ciascuna valvola di distribuzione corrispondono sull'asse delle ruote motrici due eccentrici, le cui aste sono fra loro collegate da un arco detto *guida* o *settore di Stephenson*, con esso viene articolato in un punto qualunque il gambo della valvola. Tale apparecchio permette al macchinista non solamente di invertire il moto, ma ancora di fare agire il vapore con espansione variabile entro dati limiti e quindi di proporzionare convenientemente il lavoro motore al lavoro resistente. Basta infatti per questo scopo porre il gambo della valvola in posizione tale, che riceva un movimento dipendente dai due eccentrici e che sarà diverso da quello, che può imprimere un eccentrico solo.

Parti importanti del motore sono ancora le trombe alimentatrici della caldaia, mentre la macchina cammina, e i tiranti di accoppiamento. Questi servono ad accoppiare le ruote della macchina, quando si ha bisogno di accrescere l'aderenza tra le ruote stesse e le rotaie. Le trombe alimentari servono a mantenere costante nella caldaia il livello dell'acqua, che attingono dal serbatoio collocato sul carro di scorta. Di queste trombe se ne costruisce una per ciascuno stantuffo e il moto viene loro impresso talvolta direttamente dal gambo stesso dello stantuffo, talvolta da eccentrici stabiliti sull'albero delle ruote. Nelle fermate l'alimen-

tazione si fa con trombe speciali automotrici dette *piccolo cavallo*, ovvero coll'iniettore Giffard.

3° Tra le parti costituenti il treno si distinguono principalmente l'intelaiatura, le ruote e le molle di sospensione. L'intelaiatura essendo destinata a trasmettere al convoglio lo sforzo di trazione e a reggere gli urti prodotti dal convoglio stesso, allorchè si arresta o si rallenta il moto, deve presentare una grande robustezza; è composta essenzialmente di due lungarine di ferro opportunamente collegate da traverse di testa e intermedie e rinforzate da travi diagonali.

Le ruote sono tutte fermate colle rispettive sale e girano con esse. Questa disposizione è necessaria, perchè altrimenti nel caso non impossibile, che sopra ciascuna ruota venisse a gravitare un peso diverso, risulterebbe una diversa intensità della resistenza d'attrito tra la sala e i mozzi girevoli intorno ad essa, epperò le ruote assumerebbero velocità angolari diverse e il loro asse si inclinerebbe rispetto alla normale all'asse della strada rendendo possibili le deviazioni del veicolo.

Collo scopo di meglio impedire gli spostamenti laterali della macchina e quindi lo sviamento dalla posizione fissata dalle rotaie si usa munire i cerchioni, che fasciano le ruote, nel lembo interno della loro superficie convessa di un orlo sporgente o risalto; così pure collo scopo di controbilanciare in qualche modo l'effetto della forza centrifuga, che si spiega nel rapido passaggio sulle linee curve ed impedire lo strisciamento, che necessariamente dovrebbe aver luogo tra la ruota e la rotaia esterna si assegna alla superficie convessa dei cerchioni una leggera conicità (variabile tra $\frac{1}{10}$ e $\frac{1}{20}$) col diametro maggiore dalla parte dell'orlo suddetto.

4° Il carro di scorta, che viene dietro alla locomotiva propriamente detta, porta il combustibile e l'acqua necessaria per l'alimentazione della macchina, come pure gli oggetti necessari alla manutenzione e alle riparazioni delle piccole avarie possibili lungo il viaggio. L'acqua si contiene in una cassa di lamiera di ferro, tanto forte da poter resistere alle continue ondulazioni dell'acqua stessa e alle iniezioni di vapore, che vi si fanno nelle fermate,

ovvero quando si scalda la macchina per prepararla al moto. In questa massa d'acqua pescano i tubi aspiranti degli apparecchi, cui è affidata l'alimentazione della caldaia.

Sulle parti costituenti il meccanismo delle locomotive non aggiungo parola, parendomi sufficiente quanto ho fin qui brevemente accennato a dare un'idea del modo, con cui queste macchine producono l'effetto, che da loro si attende, cioè la locomozione, e passo tosto all'altra parte del mio compito.

II.

Una locomotiva, qualunque sia il tipo a cui appartiene, cioè fatta astrazione dalle dimensioni, dalle proporzioni, dal numero e dalle disposizioni di alcune sue parti si riduce a questo semplice ed essenziale principio: Un cilindro, nel quale il vapore agisce sopra uno stantuffo, che poi trasmette la sua potenza ad un asse girevole. Quindi manifestamente risulta, che la potenza motrice di una locomotiva risiede essenzialmente nella quantità di vapore, che essa può generare in un dato tempo e nella forza elastica del medesimo. Perciò questa potenza si può accrescere quasi senza limiti aumentando la superficie di riscaldamento e la pressione del vapore. Ma, perchè questa potenza motrice si eserciti utilmente a muovere la locomotiva e rimorchiare un carico, è necessario, che vi sia almeno equilibrio dinamico tra l'aderenza delle ruote motrici colle rotaie e la forza media, che gli stantuffi trasmettono tangenzialmente alla manovella, non compresa la parte di forza richiesta dal servizio delle pompe alimentari e dalle resistenze passive della locomotiva stessa; poichè se questa condizione non è soddisfatta, le ruote girano a vuoto intorno al loro asse. Segue da ciò, che la potenza di trazione non potrà mai essere maggiore di una frazione del peso della macchina, la quale frazione a pari circostanze avrà il suo valore massimo, quando tutte le ruote della locomotiva siano accoppiate.

Prescindendo dalla condizione dell'aderenza, che suppongo in

ogni caso soddisfatta, considero una locomotiva all'origine del movimento: il vapore entra nel cilindro, spinge lo stantuffo con un eccesso di forza e lo determina al moto vincendo, oltre alle resistenze d'attrito e dell'aria, anche l'inerzia propria della macchina, che non fa ancora funzione di volante; ma continuando il vapore ad affluire nel cilindro, cresce la velocità del moto e in pari tempo diminuisce gradatamente la pressione, che il vapore deve esercitare sullo stantuffo; a questo modo si procede fino a tanto che questa pressione giunge ad uguagliare la resistenza permanente dovuta agli attriti e all'aria e che si oppone al moto dello stantuffo. Cessa allora di crescere la velocità dello stantuffo; il moto si fa equabile e la velocità costante dipende dalla rapidità, con cui si forma il vapore nella caldaia.

Si stabilisce pertanto una prima relazione tra la potenza e la resistenza, esprimendo che vi ha equilibrio tra la resistenza, che si oppone al moto e la pressione del vapore nel cilindro.

Siccome poi, oltre all'intensità dello sforzo esercitato dalla potenza, si deve considerare anche la velocità, con cui questa si esercita, così una seconda relazione si deduce tosto dal fatto incontrastabile, che la quantità di vapore prodotto deve essere uguale alla quantità di vapore speso. In ambedue queste relazioni entra la tensione del vapore, ed eliminata questa si ottiene un'equazione unica, che racchiude la soluzione di tutte le questioni relative agli effetti delle locomotive.

Ciò posto, suppongo di volere la velocità del moto equabile di una locomotiva, rimorchiante un carico, della quale si conosce la quantità di vapore, che consuma in ogni colpo di stantuffo, e la prontezza, con cui il medesimo si forma.

Sieno pertanto:

M il peso del carreggio compreso il *tender* in tonnellate;

m peso della locomotiva in tonnellate;

k resistenza, prodotta dagli attriti, che si oppongono al moto dei veicoli, per ogni tonnellata, ed espressa in chilogrammi;

g la componente parallela al piano inclinato, su cui cammina il convoglio e che si otterrebbe, quando si scomponesse una forza verticale equivalente al peso d'una

- tonnellata in due forze: una perpendicolare al piano suddetto; l'altra, la g , parallela allo stesso piano;
- v velocità di locomozione in chilometri;
- uv^2 resistenza dell'aria corrispondente alla velocità v ; il coefficiente u dipende dal numero dei carri;
- X la forza esercitata dalla macchina, quando il convoglio è in moto ed ha acquistata una velocità costante, per trascinare dietro di sé il carreggio, compreso il *tender*;

Si ha:

$$X = kM \pm g(M + m) + uv^2, \quad (a)$$

in cui il segno positivo corrisponde al caso della salita, e il negativo al caso della discesa. Rigorosamente parlando, invece di calcolare l'attrito in funzione del peso totale del convoglio, si dovrebbe calcolare solo in funzione della sua componente normale al piano inclinato della strada, ma le leggerissime pendenze ammesse sulle strade ferrate ordinarie rendono inutile questa distinzione, poichè è sempre affatto insensibile la differenza fra il peso del convoglio e la sua componente normale al piano.

La macchina poi, oltre la resistenza X , deve ancora vincere la resistenza passiva prodotta dai proprii attriti e che indico con F , espressa in chilogrammi, nel caso in cui la macchina sia isolata dal convoglio. Ma l'intensità di questi attriti aumenta proporzionalmente al carico, che la macchina rimorchia, onde detto δ , un coefficiente costante, la resistenza prodotta dagli attriti della macchina, sarà espressa da:

$$F + \delta X.$$

Dunque detta Y la forza totale, che si oppone al moto del convoglio, si ha:

$$Y = F + (1 + \delta) X \quad (b)$$

Resta ora a vedersi come la pressione del vapore possa fare equilibrio a questa resistenza, quando il moto sia già pervenuto allo stato di equabilità.

Suppongo, che siano in metri

D diametro delle ruote motrici,

d diametro dei cilindri, in cui si muovono gli stantuffi,

l corsa degli stantuffi.

Sia ancora T la forza effettiva in chilogrammi, che agisce sugli stantuffi.

Suppongo, come si suol fare in pratica, che la manovella condotta in giro dal tirante assuma un moto strettamente equabile e prodotto da un momento di rotazione costante, medio tra il massimo ed il minimo, che hanno luogo realmente, e suppongo, come fa il Pambour, che la forza trasmessa dallo stantuffo al tirante e da questo alla manovella sia in ogni istante impiegata a produrre la rotazione, e quindi considero il circolo descritto dalla manovella come eguale in semicirconferenza alla corsa dello stantuffo. Perciò il braccio di leva della potenza T sarà $\frac{l}{\Pi}$ ed il momento di rotazione $\frac{l}{\Pi} T$.

Riguardo alla resistenza poi si osserva, che essa può riguardarsi come applicata al punto di contatto della ruota colla rottaia e nella direzione di questa e quindi ha un braccio di leva $\frac{D}{2}$.

Quando il moto sarà diventato equabile si dovrà avere

$$\frac{l}{\Pi} T = \frac{D}{2} Y$$

onde

$$T = \frac{\Pi D}{2l} Y.$$

Ora si nota, che la T non è propriamente la pressione esercitata dal vapore sullo stantuffo, ma vale questa pressione diminuita delle resistenze, che direttamente si oppongono al moto dello stantuffo, quali sono la pressione atmosferica e il vapore, che per la rapidità del moto non ha avuto tempo di sgombrare il cilindro dopo che vi ha compiuta la sua azione.

Detta pertanto R la pressione reale in chilogrammi per metro quadrato esercitata dal vapore attivo e detta p la pressione atmosferica per metro quadrato e $p'v$ la pressione dovuta al vapore passivo in chilogrammi per metro quadrato e crescente col crescere della velocità del moto, la pressione effettiva sullo stantuffo sarà $R - p - p'v$.

Osservando poi, che la pressione T agisce sul complesso dell'area dei due stantuffi, che è $\frac{\Pi d^2}{2}$ si ha

$$T = \frac{\Pi d^2}{2} (R - p - p'v)$$

Sostituendo per T il suo valore in funzione di Y si ricava

$$R = \frac{D}{d^2 l} Y + p + p'v \quad (e)$$

Determinata così la resistenza totale, che si oppone al moto degli stantuffi passo a cercare la forza del vapore, che deve farle equilibrio.

Sia S la quantità d'acqua trasmessa in un'ora ai cilindri allo stato di vapore attivo, espressa in metri cubi; sia S' anche in metri cubi la quantità totale di acqua evaporata nello stesso tempo. A cagione delle perdite di vapore per le valvole di sicurezza e dell'acqua trasportata nei cilindri allo stato liquido si suole prendere $S = 0,75 S'$. Il valore di S' dipende dalla superficie di riscaldamento, e stando alle esperienze istituite dal Pambour sulle locomotive di Liverpool si può ritenere, che l'evaporazione sia di 0,054 metri cubi di acqua per metro quadrato di superficie di riscaldamento e per ora, essendo la velocità di locomozione di 32 chilometri all'ora. La stessa evaporazione totale, secondo il citato autore, sarebbe indipendente dalla tensione del vapore generato e varierebbe col variare della velocità con tale legge che se sia S_1 l'evaporazione corrispondente alla velocità v_1 , l'evapo-

razione S corrispondente alla velocità v è data da

$$S = S_1 \left(\frac{v}{v_1} \right)^{\frac{1}{4}}$$

Indicando ora con μ il volume relativo del vapore nel cilindro, ossia il rapporto tra il volume del vapore s alla pressione R ed il volume dell'acqua S , che lo ha generato, si ha $s = \mu S$. Tra μ ed R il Pambour ha stabilita la relazione empirica

$$\mu = \frac{1}{n + q R} \quad (d)$$

in cui n e q sono costanti, onde conoscendo R si potrà determinare μ .

Ora detta c la libertà del cilindro (si suol fare $c = \frac{l}{20}$) la dispensa di vapore per ogni colpo di stantuffo è data da

$$\frac{1}{4} \Pi d^2 (l + c)$$

Quindi il numero dei colpi di stantuffo corrispondente al volume di vapore consumato μS , sarà

$$\frac{\mu S}{\frac{1}{4} \Pi d^2 (l + c)}$$

il numero dei giri delle ruote motrici si osservi, che ad ogni due colpi di ciascuno stantuffo corrisponde un giro delle ruote) sarà pertanto:

$$\frac{\mu S}{\Pi d^2 (l + c)}$$

il cammino percorso espresso in metri sarà:

$$\frac{\mu S D}{d^2 (l + c)}$$

e finalmente la velocità in chilometri all'ora sarà

$$v = \frac{1}{1000} \cdot \frac{\mu S D}{d^2 (l + c)} \quad (c)$$

Ora se dalle relazioni (a), (b), (c), (d), (e) si eliminano le quantità X , Y , μ ed R si giunge alla equazione

$$v = \frac{1}{1000} \cdot \frac{l}{q (l + c)} \cdot \frac{S}{(1 + \delta) [(k \pm g) M \pm g m + uv^2] + F + \frac{d^2 l}{D} \left(\frac{n}{q} + p + p'v \right)} \quad (1)$$

che risolve il problema: determinare la velocità colla quale una locomotiva può rimorchiare se stessa e un carico utile M . Si nota però, che siccome entrano nel secondo membro i termini uv^2 , $p'v$ ed S , che sono funzioni di v , così nelle applicazioni bisognerà fare delle ipotesi sul valore di v e procedere per tentativi, finchè si giunga ad un risultato sufficientemente esatto.

Dalla stessa equazione (1) si ricava

$$M = \frac{1}{(1 + \delta) (k \pm g)} \left[\frac{1}{1000} \cdot \frac{l}{l + c} \cdot \frac{S}{qv} - \frac{d^2 l}{D} \left(\frac{n}{q} + p + p'v \right) - F \right] - \frac{1}{k \pm g} (uv^2 \pm gm) \quad (2)$$

che dà la soluzione del problema: determinare il peso, che una locomotiva può rimorchiare con una data velocità; ma anche in questo caso bisogna ricorrere ai metodi approssimativi.

Le formole (1) e (2) furono dal Pambour ridotte a formole pratiche sostituendo alle lettere, che rappresentano quantità indipendenti dalle dimensioni della macchina i loro valori costanti.

Ponendo adunque

k attrito per ogni tonnellata dei veicoli = 3 chilog.;

p pressione atmosferica eguale a 10333 chilog. per metro quadrato;

p' pressione dovuta al vapore passivo eguale a 76,62 chilogr.

F attrito proprio della locomotiva si ritiene eguale a $7m$

$$n = 0,0001421 \text{ e } q = 0,0000000471,$$

c libertà del cilindro eguale ad $\frac{1}{20}$ della corsa dello stan-

$$\text{tuffo, onde si ha } \frac{l}{l+c} = \frac{20}{21}$$

Sostituiti questi valori nelle equazioni (1) e (2), si ha successivamente

$$v = \frac{20,220,40 S}{(1+\delta)[(3\pm g)M \pm gm + uw^2] + 7m + \frac{d^3 l}{D}(13352 + 76,62v)} \quad (1')$$

$$M = \frac{1}{(1+\delta)(3\pm g)} \left[20,220,40 \frac{S}{v} - \frac{d^3 l}{D}(13352 + 76,62v) - 7m \right] - \frac{1}{3\pm g} (uw^2 \pm gm) \quad (2')$$

A questo punto, chi voglia l'effetto utile della locomotiva nell'unità di tempo non avrà da fare altro che il prodotto Mv .

Si deve ricordare però, che il carico M è misurato in tonnellate lorde, che cioè esso comprende il tender colla provvisione e il peso proprio degli altri veicoli: se pertanto si dice P il peso del tender carico, e $\frac{1}{e}$ il rapporto del carico effettivo di ogni veicolo al suo peso totale, il carico rimorchiato dalla locomotiva si potrà intendere in tonnellate lorde compreso il tender e sarà M , oppure, in tonnellate effettive non compreso il tender e questo sarà $\frac{1}{e}(M - P)$ e consta dei viaggiatori o delle merci ed è il carico veramente utile, perchè di esso viene pagato il trasporto. Per tal modo anche l'effetto utile si può esprimere con Mv in tonnellate lorde e con $\frac{1}{e}(M - P)v$ effetto utile in tonnellate effettive.

Si suole ancora rappresentare l'effetto utile delle locomotive col numero di cavalli, che lo produrrebbero nello stesso tempo. Perciò si è supposto, che un cavallo camminando colla velocità creduta più vantaggiosa di 4000 metri all'ora possa esercitare uno sforzo permanente di chilogr. 67,50, e si è convenuto di chiamare forza di cavallo il prodotto $4000 \times 67,50 = 270000$. Ritenendo poi, che sopra una via ferrata orizzontale la forza necessaria per tirare una tonnellata sia di chilogr. 2,70 all'incirca, si è dedotto, che un cavallo può effettivamente in un'ora tirare un peso di 100 tonnellate e si è quindi stabilito, che la forza di un cavallo sopra una strada ferrata orizzontale vale 100 tonn. tirate alla distanza di 1 chilometro in un'ora. Quindi l'effetto utile della locomotiva espresso in cavalli vale $\frac{Mv}{100}$

Si osserva, che le precedenti espressioni dell'effetto utile dipendono dalla velocità e dal carico, epperò nell'enunciare il valore numerico dell'effetto utile di una locomotiva è necessario esprimere nello stesso tempo la velocità, colla quale questo effetto è prodotto, oppure il carico corrispondente.

Se ancora si voglia l'espressione dell'effetto utile sotto il rapporto della spesa necessaria per produrlo detto C il numero di chilogr. di combustibile consumato in un'ora, ossia la quantità di combustibile necessaria per trasportare Mv tonn. alla distanza di 1 chilometro, per trasportare alla stessa distanza 1 tonn. saranno necessari $\frac{C}{Mv}$ chilogr. Reciprocamente per ogni chilogr.

di combustibile si avrà un effetto utile espresso da $\frac{Mv}{C}$ in tonn. lorde, compreso il tender, trasportate ad 1 chilom. Nelle applicazioni di queste formole conviene determinare C mediante apposite esperienze sopra ogni macchina, ove non si voglia ritenere il risultato medio delle esperienze del Pambour, espresso da chilogr. 171,34 di coke per metro cubo di acqua evaporata.

The first of these is the fact that the
 number of deaths in the year 1848 was
 10,000, which is a very high number
 for a year of this kind. The second
 is the fact that the number of deaths
 in the year 1849 was 12,000, which
 is also a very high number. The third
 is the fact that the number of deaths
 in the year 1850 was 15,000, which
 is the highest number of deaths in
 any year of this kind.

THE HISTORY OF THE

The history of the...
 The first of these is the fact that the
 number of deaths in the year 1848 was
 10,000, which is a very high number
 for a year of this kind. The second
 is the fact that the number of deaths
 in the year 1849 was 12,000, which
 is also a very high number. The third
 is the fact that the number of deaths
 in the year 1850 was 15,000, which
 is the highest number of deaths in
 any year of this kind.

The second of these is the fact that the
 number of deaths in the year 1849 was
 12,000, which is also a very high number
 for a year of this kind. The third
 is the fact that the number of deaths
 in the year 1850 was 15,000, which
 is the highest number of deaths in
 any year of this kind.

TESI LIBERE



MECCANICA APPLICATA E IDRAULICA PRATICA

Dei volanti — Loro ufficio — Calcolo del peso da assegnarsi ad un volante per ottenere l'effetto voluto.



MACCHINE A VAPORE E STRADE FERRATE

Iniettore Giffard — Principio su cui si fonda — Quantità di acqua somministrata — Temperatura dell'acqua d'alimentazione.



CONSTRUZIONI CIVILI, IDRAULICHE E STRADALI

Resistenza delle murature al rovesciamento.

GEOMETRIA PRATICA

Determinazione analitica di un punto trigonometrico per mezzo di tre altri punti dati di posizione.

