

Nuovo motore

Cap. I

Il P. Eugenio Barsanti delle Scuole Pie, ripetendo ai suoi scolari di fisica del Collegio di Volterra l'esperienza della famosa pistola del Volta, concepiva nel 1843 l'idea di applicare come forza motrice l'espansione di un miscuglio composto di gas idrogeno e di aria atmosferica incendiato dalla scintilla elettrica.

L'apparecchio che serviva a questa esperienza era un ellissoide a grosse pareti di rame, munito da una parte del solito conduttore isolato e dall'altra di un lungo collo destinato a lasciare introdurre il miscuglio detonante, e ad essere poi chiuso con un turacciolo di sughero. Il Padre Barsanti aveva ripetutamente osservato che l'apparecchio subiva al momento dell'esplosione un riscaldamento tanto maggiore quanto più fortemente era calcato il turacciolo e che questo riscaldamento giungeva al maximum allorché il turacciolo stesso veniva così fortemente calcato che l'esplosione della mescolanza detonante non valeva a cacciarlo via.

Da queste osservazioni deduceva che la forza esplosiva dei miscugli composti di idrogeno e di aria non era così violenta come l'avrebbe fatto supporre il rumore che si ode quando il turacciolo viene slanciato, e che si poteva regolarne gli effetti dinamici obbligandola a trasformarsi in parte od anche totalmente in calorico.

Chiamato a Firenze ad insegnarvi la filosofia e le matematiche pure, il Barsanti fu distratto da quell'idea finché nominato professore di meccanica ed idraulica nell'Istituto Ximeniano ed iteratamente eccitato dal suo amico e collega cav. prof. Giovanni Antonelli, al quale l'aveva comunicato, si decise sul cominciare del 1852 ad intraprendere una serie di esperimenti per attuarla.

E siccome nella sua posizione non trovava quella opportunità e comodità che a questo effetto eragli necessaria, colla creduta di facilitare ed affrettare un qualche resultamento, associavasi fino dal bel principio il sig. Felice Matteucci col quale aveva già divisi studi relativi al regime delle acque ed alle strade ferrate.

Prima cura del Barsanti e del Matteucci fu quella di esplorare diligentemente la natura, l'indole e l'intensità della forza che trattavasi di applicare alla produzione di un moto regolare e continuo e che fino allora era coperta da un oscurissimo velo che niuno ardiva sollevare. A questo effetto fecero costruire un cilindro di ghisa, lungo un metro ed internamente spartito in maniera che per novanta centimetri di lunghezza aveva un diametro di 10 cm e di 5 soltanto nella parte rimanente.

Quest'ultima sezione munita di una valvola di aspirazione e di un fi-lo isolato, conduttore dell'elettricità, costituiva la camera detonante, men-tre la sezione maggiore, nella quale introducevasi uno stantuffo ed era aperta all'estremità, formava la camera di espansione.

Disposto il cilindro orizzontale, portato lo stantuffo al punto di riunione delle due sezioni, introdotta ed incendiata nella camera detonante la mescolanza di aria e di gas che d'ora in poi chiameremo la "carica", osservarono che lo stantuffo percorreva rapidamente una piccola parte della gran camera e ritornava immediatamente, e quasi con la stessa velocità, vicino al punto da cui era partito; e presso questo punto acquistava un movimento oscillatorio che andava ben presto a cessare.

Il primo di questi movimenti era evidentemente prodotto dalla forza espansiva del miscuglio detonante e bastava a provare che questa forza era assai limitata, dacché non riusciva, nonché ad espellere il detto stantuffo dal cilindro, nemmeno a fargliene percorrere una gran parte. Il secondo movimento dovevasi manifestamente attribuire al vuoto lasciato dietro di sé dallo stantuffo ed alla conseguente pressione dell'aria atmosferica sopra la faccia esterna del medesimo, e non avendo velocità minore del primo mostrava di non esser dovuto ad una forza minore.

Restava a rendersi conto delle oscillazioni osservate nello stantuffo nel momento che stava per raggiungere il punto di partenza; queste furono attribuite alla gran velocità colla quale lo stantuffo stesso andava a comprimere i residui gassosi della combustione producendo un effetto analogo a quello che si verifica facendo cadere dall'alto un grave sopra un corpo elastico. Del resto, questo primo apparecchio non poteva prestarsi ad esperienze così precise come si volevano, tanto più che la carica non poteva farsi in giuste proporzioni, e che era difficile sbarazzare interamente il cilindro dai residui e dai prodotti della combustione. Fu costruito perciò un cilindro di dimensioni più grandi cioè un diametro interno di 0m,16 e della lunghezza di 1m,20. Questo cilindro aperto ad una delle sue estremità, per la quale introducevasi uno stantuffo, era chiuso dalla parte opposta mediante un coperchio forato nel suo centro per lasciar passare l'asta di uno stantuffo secondario, che distingueremo col nome di controstantuffo, destinato ad espellere i prodotti della combustione ed a rinnovare le cariche; al quale effetto era munito egualmente che il coperchio di una valvola che si apriva dal di dentro al di fuori del cilindro.

La camera detonante era variabile a volontà e veniva costituita da una porzione del cilindro limitata per una parte dal controstantuffo portato a contatto col coperchio, e per l'altra dalla faccia interna dello stantuffo principale, spinto ad una distanza più o meno grande verso il controstantuffo a seconda dell'altezza che volevasi dare alla carica. Alla camera detonante facevano capo due condotti che servivano rispettivamente all'introduzione dell'aria e del gas. Infine, all'incendio delle cariche erasi provveduto colla scintilla proveniente dallo sfregamento dei reofori dell'apparecchio di De La Rive, sfregamento che effettuavasi nella camera detonante per mezzo di un congegno opportunamente applicato all'esterno del cilindro.

Questo nuovo apparato riprodusse in più grandi proporzioni e con maggiore regolarità e costanza i fenomeni osservati nel primo, ed attesa la facilità di variare in qualsivoglia misura tanto la grandezza della carica come la proporzione del gas e dell'aria, si prestò mirabilmente a far

conoscere la durata e l'intensità della forza prodotta dalla detonazione dei miscugli gassosi, nel modo che ora brevemente esporremo, riserbandosi a pubblicare in seguito con maggiore particolarità gli importanti risultati ottenuti da numerosissimi esperimenti.

Essendosi proposti il Barsanti ed il Matteucci di conoscere per prima cosa la relazione esistente fra l'altezza della carica, contata lungo l'asse del cilindro, e la lunghezza della corsa dello stantuffo, cominciarono dall'esperimentare l'effetto di cariche piccolissime che furono poi gradatamente portate al "maximum", determinato dalla lunghezza del cilindro.

In principio il gas adoperato era idrogeno puro, mescolato con aria atmosferica nella proporzione di 1 a 5, proporzione che, come ognuno sa, è necessaria affinché la combustione dell'idrogeno risulti completa. Così si venne a scoprire che le piccole cariche davano un risultato.....

Esaurito questo primo ordine di esperimenti, all'aria atmosferica fu sostituito il gas ossigene per conoscere cosa sarebbe avvenuto sbarazzando la carica dalla presenza di un gas estraneo alla combustione, qual è il gas azoto contenuto nella proporzione un poco maggiore di 1 a 4.

Ne risultò che tanto la corsa di andata dello stantuffo come quella di ritorno erano visibilmente più violente e più rapide; ma al tempo medesimo rimanevan più corte, per guisa che un medesimo volume di gas idrogene produceva, bruciando con l'aria, una corsa notabilmente più lunga di quella prodotta bruciando col gas ossigeno. Ne fu concluso che la presenza di un gas estraneo alla combustione compensava l'inconveniente di restare ad ingombrare il cilindro e quindi ad impedire la formazione di un vuoto perfetto dietro lo stantuffo rendendo la corsa di questo più ampia e meno violenta.

Anzi dopo questa osservazione furono intrapresi altri esperimenti diretti a far noto fino a qual segno potesse giovare sotto l'indicato punto di vista, un aumento nella dose dell'aria al di là di quella che è necessaria per la completa combustione dell'idrogene, e fu trovato che per la massima corsa dello stantuffo la miglior proporzione era quella di 1 a 7.

Sostituito all'idrogene puro l'idrogene bicarbonato, ossia l'idrogene che serve all'illuminazione della città di Firenze e ripetuta quasi la medesima serie di esperimenti, si trovò che questo gas aveva maggiore efficacia, cioè che sotto uno stesso volume dava corse più lunghe dell'idrogene puro, e che richiedeva una dose d'aria notabilmente maggiore. Il massimo effetto veniva prodotto da una carica composta di un volume di gas con dodici volumi di aria.

Importava conoscere esattamente non meno la velocità che la lunghezza delle corse dello stantuffo. A questo scopo fu applicato il tamburo di Morin, di una lunghezza un poco maggiore di quella della massima corsa, parallelamente all'asse del cilindro, e precisamente in maniera che un pennello fissato all'asta dello stantuffo ne strisciasse le pareti nelle corse di andata e ritorno.

Esaminate le curve tracciate dal pennello sopra un foglio di carta che ad ogni esperimento si avvolgeva sotto il tamburo, si trovarono somigliantissime alla parabola, cioè alla curva che descrivono i proiettili slanciati obliquamente da una forza istantanea. Ciò stava appunto a provare che lo stantuffo nella corsa di ritorno era animato da una forza acceleratrice, quasi equivalente alla forza istantanea producente la corsa di andata. Le ordinate del principio e del termine della curva, che misuravano la durata della corsa di andata e ritorno erano pressoché uguali e così indicavano come anche la durata delle due corse era sensibilmente la stessa. Le corse più ampie erano sempre proporzionalmente più celeri delle più piccole, e le massime, che giungevano a 0m,70 non duravano che una piccola frazione di un minuto secondo.

In tutti questi esperimenti lo stantuffo che riceveva l'impulso dall'esplosione non presentava altra resistenza fuorché quella della sua inerzia. Era importantissimo il conoscere quali effetti sarebbero risultati opponendogli qualche resistenza da vincere. La resistenza in discorso poteva essere istantanea o continua: e fu trovato che mentre le resistenze del primo genere venivano superate con straordinaria facilità senza scemare notabilmente la lunghezza della corsa, le resistenze continue la diminuivano e la riducevano quasi a nulla benché molto limitate.

Se la Chimica e la Fisica di quel tempo, che, per quanto non lontano da noi che poco più di due lustri, può dirsi antico in grazia dei grandi progressi che quelle scienze ogni giorno vanno facendo, avessero dato qualche barlume per rischiarare le tenebre misteriose in cui era avvolto il fenomeno della combustione delle materie detonanti, il Barsanti ed il Matteucci avrebbero potuto risparmiarsi una gran parte delle loro fatiche. Ma il fenomeno di cui parliamo non era conosciuto a quell'epoca sennonché per il terrore che ispirava

Soltanto nel 1858, cioè quando il Barsanti e Matteucci non solo avevano terminata la lunga serie dei loro studi ed esperimenti ma di più avevano ultimata una delle loro macchine, seppero che altri avevano tentato di utilizzare la forza esplosiva dei miscugli gassosi. Ma le ricerche motivate

da questa notizia non riuscirono a far conoscere nulla di più che il cattivo successo di quei tentativi. Ne ciò valse a scoraggiarli; imperciocché le indicazioni vaghe ed oscure che potettero procacciarsi su questo proposito concorrevano tutte a provare che si voleva ottenere direttamente ed immediatamente un moto regolare continuo da una forza naturalmente violenta ed istantanea, il che da loro stessi veniva dichiarato impossibile.

Le cognizioni teorico-pratiche adunque delle quali abbisognavano relativamente alla natura della forza esplosiva, alla durata sempre brevissima ma pur variabile di questa forza, alla tensione acquistata dal miscuglio gassoso al momento della accensione, alla rapidità con cui alla forza espansiva succede una forza contraria dovuta alla condensazione delle materie incendiate alla immensa varietà degli effetti provenienti dalla forma delle camere detonanti e dalla temperatura delle loro pareti, dalle resistenze più o meno forti momentanee o continue, opposte alla forza dell'esplosione ed infine dalle diverse specie di gas e dalle quantità d'aria mescolata con ciascuna di queste, il Barsanti e il Matteucci ebbero a procacciarsele tutte a forza di studi e di esperimenti, nei quali ebbero il vantaggio di essere coadiuvati dal chiar.mo professore di Fisica P. Filippo Cecchi delle Scuole Pie.

L'indole e lo scopo di questa Memoria non comportando che si riferiscano né i metodi praticati in tali ricerche né tutti i numerosissimi e svariati risultati cui questi condussero, e dei quali sarà reso conto in altra occasione, ci limiteremo a citare quelli soltanto che poi servirono di ... e di guida agli inventori per raggiungere lo scopo finale che si erano proposto.

La fragorosa detonazione che immediatamente succede alla combustione dei miscugli di gas infiammabile ed aria quando i recipienti in cui si effettua o si rompono o si aprono farebbe e fa generalmente supporre che la forza esplosiva delle mescolanze gassose sia molto maggiore che in fatto non è. Al contrario se la camera detonante è di pareti abbastanza solide da non venire spezzata o se sono capaci di estendersi senza che si aprano, ogni rumore venendo a mancare, si sarebbe indotti a credere che la forza pure si riduca a pressoché nulla. Il vero si è che la forza espansiva delle miscele gassose detonanti, comunque e dovunque succeda, non raggiunge la tensione di 7 atmosfere, vale a dire che la forza in discorso, al momento che si produce, equivale a quella del vapore elevato alla temperatura di gr. ..., temperatura che il vapore stesso ha nelle macchine ad alta pressione.

Avvi per altro una differenza grandissima, e che devesi qui constatare, fra la tensione di un miscuglio gassoso incendiato e quella del vapore riscaldato, poiché la prima non dura che un istante impercettibile di tempo e scende con rapidità prodigiosa al di sotto di una atmosfera mentre la tensione del vapore si mantiene finché la temperatura di esso non viene abbassata per la sottrazione del calorico, operata dalle pareti del recipiente, e tale abbassamento richiede sempre un tempo più o meno lungo, che per essere abbreviato esige l'applicazione di un qualche artificio, come suole praticarsi nelle macchine munite di condensatore. Affinché poi l'elasticità del miscuglio detonante raggiunga quella del vapore condensato a 7 atmosfere fa di mestieri adoperare gas idrogeno bicarbonato puro e mescolato con quella quantità d'aria che è necessaria per la completa combustione dell'idrogeno e del carbonio in esso contenuto.

Alterando le proporzioni dell'aria e del gas, adoperando idrogeno puro, ossido di carbonio, idrogeno protocarbonato oppure un miscuglio di tutti questi gas, e i gas stessi essendo più o meno puri, la forza esplosiva va gradatamente abbassandosi sotto quel limite eccettuato il caso dell'idrogeno puro mescolato all'aria atmosferica nel rapporto di 1 a 5, va anche perdendo della sua istantaneità in grado per altro appena sensibile. Così veniva a chiarirsi che almeno per le

materie gassose la forza esplosiva era così limitata e così suscettibile di moderazione da dileguare il timore di qualsivoglia pericolo nell'uso di essa ed anzi, avuto riguardo all'eccessiva prontezza con la quale si distrugge appena formata, faceva sorgere il dubbio di poterla applicare alla produzione di effetti molto potenti.

L'apparecchio del quale si valsero quasi esclusivamente nelle loro esperienze il Barsanti ed il Matteucci era un cilindro del diametro interno di 0m,16 sopra una lunghezza di 1m,20. Era chiuso ad una delle sue estremità e per l'altra, che restava sempre aperta, introducevasi uno stantuffo munito di un'asta un poco più lunga del cilindro. Le cariche si facevano spingendo lo stantuffo fino a toccare il fondo del cilindro all'oggetto di cacciare dalla parte inferiore di essa per un'apertura opportunamente praticata nel fondo e munita di rubinetto, l'aria e gas di già bruciati, e ritirandolo indietro per aspirare la voluta quantità di aria e di gas.

Una volta chiusi i condotti pei quali l'aria ed il gas erano stati aspirati nella camera detonante costituita dalla porzione di cilindro compresa fra il fondo e la faccia esterna dello stantuffo.

L'accensione si produceva prima nello stesso modo della pistola del Volta, in seguito facendo sfregare nell'interno della camera i reofori del condensatore di De La Rive, talvolta si faceva uso di una fiammella di gas ed in ultimo si adottava l'apparecchio Ruhmkorff senza che questi producessero una sensibile varietà di effetti, eccettuati alcuni casi dei quali si darà conto a tempo più opportuno.

Infine l'asta dello stantuffo che volendo poteva fissarsi in modo che l'esplosione non bastasse a muoverlo era munita di un pennello che strisciando sopra un tamburo di Morin vi tracciava delle curve indicanti la lunghezza delle corse di andata e di ritorno dello stantuffo stesso, non meno che la repentina e la legge del moto di questo e di quello.

Tenendo libero lo stantuffo da qualsivoglia resistenza, fuorché quella della sua inerzia, la scarica lo slanciava verso la estremità aperta del cilindro ad una distanza circa otto volte maggiore dell'altezza della carica, contando quest'altezza lungo l'asse del cilindro, dimodoché una carica p. es. alta sei centimetri produceva nello stantuffo una corsa di circa 50 cm.

La durata di questa corsa era di qualche centesimo di minuto secondo, ad essa succedeva immediatamente una corsa di ritorno quasi ugualmente veloce, ed il passaggio dall'uno all'altro di questi moti contrari era così istantaneo che l'occhio il più attento non avrebbe potuto distinguere, senza l'aiuto del tamburo di Morin, qual porzione dell'asta fosse venuta fuori dal cilindro. Opponendo allo stantuffo una resistenza momentanea, legandolo per esempio con una fune che una volta strappata lo lasciasse libero, le corse di andata e ritorno non ne restavano notabilmente alterate dal lato della lunghezza e molto meno da quello della velocità. Volendo infine obbligarlo a vincere una resistenza continua, cioè a sollevare un peso, a comprimere dell'aria ed a girare un volante, la lunghezza della corsa di andata e conseguentemente anche l'altra diminuivano tanto da ridursi quasi che a nulla anche quando le resistenze in discorso erano proporzionalmente piccolissime in confronto delle resistenze momentanee; ed in questo caso, per non perdere affatto la forza conveniva adoperare idrogeno bicarbonato, mescolato con una dose d'aria assai maggiore di quella richiesta per la completa combustione.

Osservavano poi gl'Inventori che le resistenze tanto momentanee come continue producevano nel cilindro una scallio violento e che le pareti della camera detonante si riscaldavano incomparabilmente più che nel caso dello stantuffo libero.

Erano questi fatti importantissimi dei quali bisognava rendersi esatto conto. Lo stantuffo libero ed anche vincolato dalle resistenze momentanee trovandosi in condizioni pressoché uguali a

quelle di un proiettile in un pezzo di artiglieria, perché non veniva scagliato fuori dal cilindro? Chi ne arrestava così prontamente e potentemente lo slancio? Chi infine l'obbligava a retrocedere con tanta forza e prestezza? Qui interviene l'azione di una forza occulta, che paralizzava, o, per dir meglio, raccoglieva ed invertiva l'effetto dell'esplosione. Non si poteva attribuire il fermarsi così presto e ad un tratto dello stantuffo all'attrito da esso sofferto strisciando contro le pareti del cilindro, né la rapidità del ritorno si sarebbe spiegata in modo soddisfacente facendola intieramente dipendere dalla condensazione dei prodotti e di residui della combustione.

Il Barsanti e il Matteucci prima supposero e poi trovarono confermato dall'esperienza, che la mescolanza detonante imprimesse allo stantuffo tanta quantità di moto da fargli percorrere uno spazio maggiore di quello dovuto all'espansione della carica, e quindi a lasciare un vuoto dietro di sé, col quale si spiegava agevolmente il subitaneo fermarsi ed il rapidissimo retrocedere dello stantuffo medesimo.

Praticato nelle pareti laterali del cilindro a poca distanza dalla camera detonante un'orificio munito di una valvola che si apriva dall'interno all'esterno perché per esso si aprisse un'uscita al miscuglio detonante appena che lo stantuffo avesse cominciato la sua corsa di andata, osservarono gli Inventori che detta valvola restava chiusa. Toltala di mezzo e sostituitole la fiammella di un lume che attesa la somma facilità di muoversi era tanto più opportuna, videro non senza qualche sorpresa che la fiammella invece di ricevere un soffio dal di dentro al di fuori veniva aspirata nel cilindro con tanta forza che si spengeva.

Per tal modo restava provato:

- 1° Che la forza espansiva della carica incendiata non accompagnava lo stantuffo neppure per un quarto della sua corsa.*
- 2° Che la durata dell'espansione non poteva valutarsi nemmeno in due centesimi di minuto di secondo, giacché la durata di tutta la corsa era soltanto di sette centesimi.*
- 3° Che lo stantuffo effettuava la massima parte della sua corsa in grazia della quantità di moto impressagli nel primo istante dall'esplosione; ed essendo per tal guisa obbligato a formare un vuoto non tardava ad essere arrestato dalla colonna atmosferica incidente sulla faccia esterna di esso.*
- 4° Che a questa pressione doveva attribuirsi la corsa di ritorno.*