

# SULLA APPLICAZIONE DEL MICROFONO NELLE RICERCHE D'INGEGNERIA

(Con due figure nel testo)

1. — Nel maggio del 1883, in unione ai colleghi ing. Chiazzari e ing. Tonta, veniva dal Tribunale incaricato dalla perizia, avente per mandato di determinare le cause dello scoppio della caldaia della fabbrica Mazzucchetti e Rabbi in Borgo Dora, nel quale oltre altre persone rimasero vittime anche due nostri colleghi: l'ing. Elia e l'ing. Ceresole.

La caldaia della quale la fig. 3 rappresenta una sezione longitudinale, era costituita da tre bollitoi longitudinali A. B. C., sovrapposti l'uno all'altro, e comunicanti per mezzo dei canali E ed F; da due bollitori trasversali H ed L collocati nel focolare sopra la graticola O. Sul bollitoio C stava il duomo D dal quale partivano le prese di vapore.

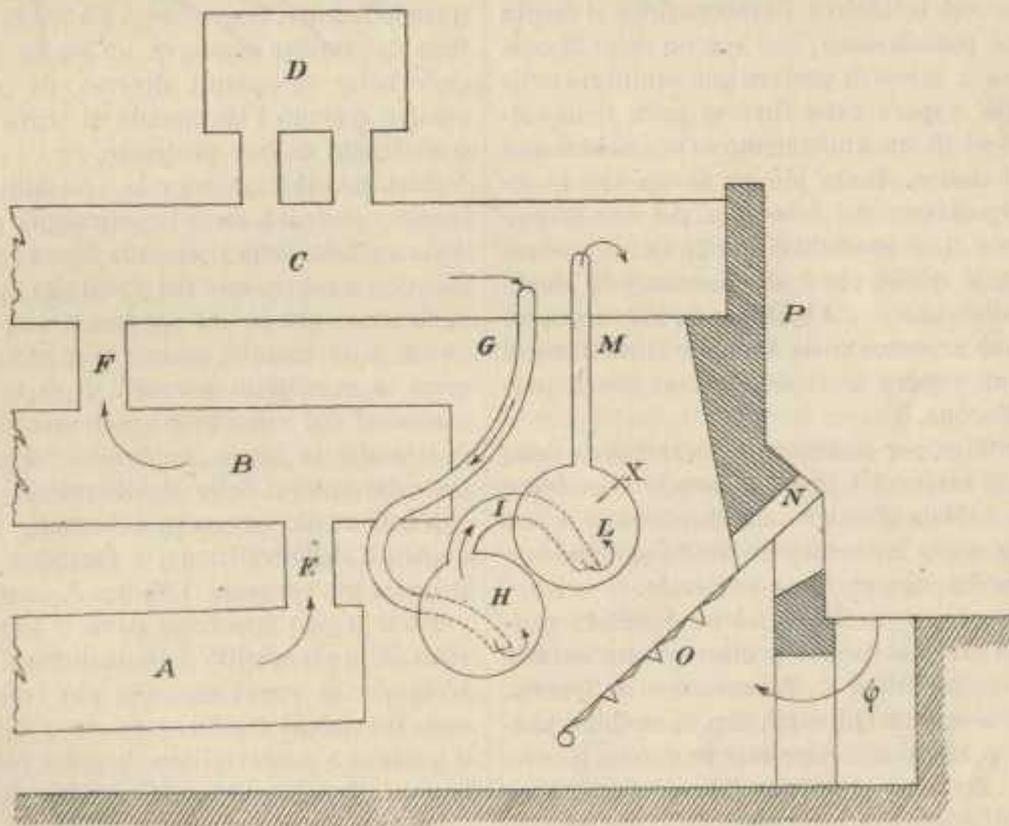


Fig. 3.

La circolazione dell'acqua era così disposta: l'acqua fredda era introdotta nel bollitoio inferiore A; da questo saliva nel bollitoio B e quindi nel superiore C, dal quale pel tubo incurvato G discendeva nel bollitoio H d'onde pel tubo incurvato I saliva nel bollitoio L e quindi pel tubo M risaliva al bollitoio C. Come si scorge da questa disposizione, l'ebollizione più viva si faceva nei due bollitoi trasversali H ed L, e più particolarmente in quest'ultimo, il quale era lambito dalla fiamma

che saliva verso il bollitoio C. Notisi che la combustione era attivata da un getto d'aria per mezzo del canale N. Il bollitore scoppiato è appunto l'L che si squarciò sul davanti a partire dal punto X. Il fatto successe mentre si facevano le prove di collaudo. Dietro minuto esame della caldaia e dalle circostanze rilevate sul suo funzionamento al tempo dello scoppio, era in noi venuta la persuasione che questo fosse dovuto a vuotamento del bollitore, per cui le sue pareti avevano così

potuto arroventarsi e perciò perdere della loro tenacità: arroventamento facile per essere il bollitoio esposto all'azione energica di una fiamma intensa, prodotta da una viva combustione attivata dal getto d'aria del canale N e da una potente aspirazione del camino. Ma come mai era potuto succedere il vuotamento del bollitoio L se per la sua posizione al disotto del bollitoio C si trovava nella condizione di dover esser sempre alimentato d'acqua? e qualora questa fosse mancata doveva prima vuotarsi il bollitoio G e non l'L. Era quindi il primo che avrebbe dovuto arroventarsi e non il secondo.

Questo ragionamento sarebbe stato valevole se il funzionamento della caldaia fosse stato normale, cioè con regolare e limitata produzione e consumo di vapore; poichè in tal caso la circolazione dell'acqua poteva farsi senza gravi disturbi. Ma se si bada che la caldaia funzionava a produzione forzata di vapore; che l'erogazione di questo doveva essere assai grande, facendosi a bocca libera; che nel bollitoio L l'evaporazione si faceva certamente potentissima; che questo stato di cose non poteva a meno di portare uno squilibrio nella tensione del vapore nelle diverse parti della caldaia, l'ipotesi di un vuotamento aveva abbastanza ragione di essere. Tanto più se si osserva la difettosa disposizione del tubo G e del suo sbocco nel bollitoio H, e soprattutto quella difettosissima del tubo I, il quale, oltre al presentare la stessa difficoltà allo sbocco nel bollitoio L, aveva poi un risvolto così accentuato da favorire l'arrestarsi di una bolla di vapore in modo da impedire il passaggio all'acqua.

Il costruttore, per sostenere la correttezza della sua caldaia, invitava i periti a fare le esperienze sopra una caldaia identica nelle disposizioni, e che funzionava senza inconvenienti nello stabilimento tipografico dei signori Roux e Favale.

Ma siccome per arrivare ad un risultato conclusivo si sarebbe dovuto portare questa caldaia nelle stesse condizioni di funzionamento forzato, come quella scoppiata, perciò non si credette prudente dai periti di accettare tale proposta. E nemmeno dal funzionamento regolare della caldaia dello stabilimento Roux si poteva ricavare qualche indizio che potesse rischiarare la questione; perchè lavorando essa in modo continuo, non eravi possibilità di procedere all'esame dell'interno dei bollitoi, onde riconoscere se anche nelle condizioni normali si produceva qualche piccola bolla. In questa condizione di cose veniva a mancare ogni mezzo diretto che valesse a stabilire l'esattezza o non dell'ipotesi del vuotamento.

Ma quest'ipotesi originata dalla viziosa disposizione dei tubi di circolazione, si era così fortemente radicata nella mia mente, che mi fece nascere il sospetto che anche nella caldaia della

tipografia, benchè essa lavorasse in condizioni modestissime, pur tuttavia doveva formarsi qualche bolla di vapore. Ma come fare per accertarsi dell'esistenza o non di essa dall'esterno senza impiegare mezzi compromettenti?

Si fu allora che partendo dalla supposizione, che nel caso di un vuotamento parziale le bollicine di vapore quando vengono a scoppiare a fior d'acqua devono dare un suono diverso da quello che danno quando si muovono in seno al liquido, oppure vengono a colpire contro la parete, mi venne l'idea di applicare il microfono all'esplorazione della caldaia. Mi costrussi quindi un microfono adatto all'uso che volevo farne; poscia, onde riconoscere se l'ipotesi di diversità di suono prodotto dalle bollicine fosse giusta, eseguii una serie di esperienze facendo bollire l'acqua entro tubi di vetro e di metallo ed applicandovi il microfono lungo le pareti.

In queste esperienze ebbi la soddisfazione di veder confermata pienamente la mia ipotesi; poichè quando il microfono arrivava a livello della superficie del liquido accusava un suono caratteristico delle bolle scoppianti diverso da quello che si sentiva quando l'istrumento si trovava al disopra o al disotto di tale posizione.

Accertata la capacità e la sensibilità dello strumento mi recai a farne l'applicazione al bollitoio L della caldaia della tipografia Roux: collocando il microfono contro uno dei fondi che sporgeva fuori della muratura in cui era incastrato. L'esperienza venne fatta mentre caldaia e macchina si trovavano in condizioni normali di esercizio. I suoni trasmessi dal microfono erano ascoltati per mezzo di telefono in luogo appartato del cortile e lontano dai rumori dello stabilimento.

L'istrumento accusava nettamente tutte le accidentalità dell'ebollizione, e facendolo salire lungo il diametro verticale VV, fig. 4, quando arrivava verso il lembo superiore dava il suono caratteristico dello scoppiettio delle bollicine a fior d'acqua. L'esperienza venne eseguita più volte e da persone diverse al telefono; fra le quali il fuochista, il quale era meravigliato di poter così da lontano *tastare il polso* alla sua caldaia.

In tutte le esperienze il microfono accusò il livello d'acqua sempre alla stessa altezza; livello che segnai con un graffietto sulla lamiera.

La linea ZZ, fig. 4, del livello dell'acqua indicato dall'istrumento si trovava a 7 centimetri dal lembo superiore del bollitoio. La bolla, ossia vuotamento parziale del bollitoio esisteva dunque in esso, anche nella semplice condizione di un moderato e regolare funzionamento; ed il sospetto che m'era venuto in mente restava così accertato.

Le mie supposizioni ed i risultati delle esperienze ricevettero poco tempo dopo una conferma assoluta. Quindici giorni dopo l'esperienza il meccanico

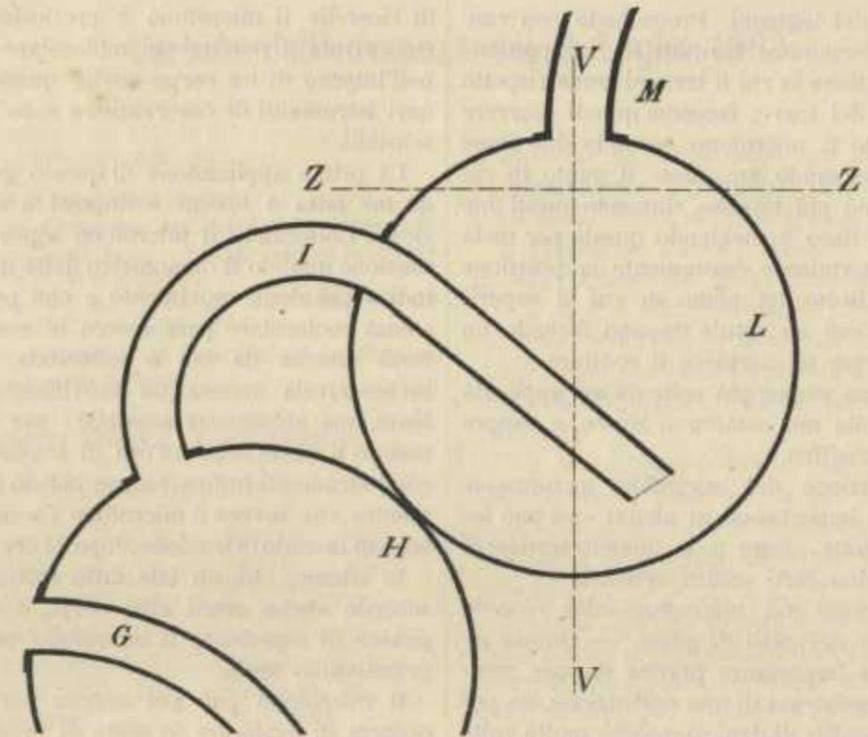


Fig. 4.

venne a casa ad invitarmi ad andare a vedere la caldaia. Siccome era accaduto un guasto alla macchina, se ne era dovuto sospendere l'esercizio ed il meccanico aveva profittato di questo riposo per vuotare la caldaia e visitarla: avendo aperto il bollitoio L aveva trovato le tracce della bolla che il microfono aveva indicata. Infatti questa era nettamente visibile e ben segnata da una patina bianchiccia di incrostazione.

Determinata la sua posizione rispettivamente all'esterno essa corrispondeva perfettamente alla traccia che dietro l'indicazione del microfono aveva tracciata sulla lamiera. Le mie ipotesi e le esperienze che le avevano associate erano quindi completamente confermate.

La deduzione da questi risultati era semplice: se in questa caldaia che funzionava in condizioni così moderate esisteva una bolla permanente per quanto fosse limitata, era più che probabile che, nelle condizioni in cui funzionava il bollitoio scoppiato, la bolla si fosse estesa a tutta o quasi la capacità; cioè che esso si fosse vuotato e per conseguenza il metallo essendosi arroventato avrebbe perduto della sua resistenza e ceduto alla pressione, dando luogo allo scoppio colle terribili sue conseguenze.

**2. Applicazione del microfono in una questione di vicinato.** — Circa tre anni fa, in unione ai colleghi ing. Meano ed ing. Enrico venivo dal Tribunale chiamato a giudicare sull'entità delle vibrazioni e traballamenti che il proprietario di una casa lamentava cagionati a questa dai magli

e macchine di un'officina attigua. In una questione d'apprezzamento di tale natura è difficile dare un giudizio corretto perchè, eccetto che si possano constatare cedimenti o dislocamenti nella struttura dell'edificio, se si deve giudicare solo dalle vibrazioni l'effetto che esse possono produrre, è cosa molto ardua. Nel caso concreto noi non riscontrammo questi dati positivi, e dall'apprezzamento delle vibrazioni non credemmo che potessero essere nocive. Per mia soddisfazione però volli fare un'esplorazione col microfono, collocandolo sopra una trave del tetto e rilevandone i suoni trasmessi.

Badisi però che il microfono essendo un istrumento di esplorazione e non di misura, occorre procedere per confronti. Io paragonai quindi le vibrazioni accusate dal microfono nella casa in questione per causa dei magli con quelle che esso accusava nella mia camera al Museo Industriale, posta al secondo piano, prodotte dal passaggio di una carrozza nella via.

Ora le vibrazioni rilevate nella casa ove lamentavansi i danni erano press'a poco eguali a quelle sentite nella mia camera al Museo, prodotte da una vettura corrente nella via alla distanza di circa 50 metri.

Da questo paragone mi parve quindi giusto il ritenere che le lamentate vibrazioni erano contenute in limiti tollerabili, perchè altrimenti si dovrebbe anche vietare il passaggio delle vetture nelle vie.

**3.** — Un'applicazione del microfono, che può parere un po' strana, venne da me fatta alla ricerca del

tarlo roditore dei legnami. Procedendo con cautela si può determinare anzitutto in via approssimativa la posizione in cui il tarlo si trova rispetto ad una faccia del trave, facendo quindi scorrere in questo punto il microfono secondo due linee ortogonali e segnando su queste il punto in cui si sente il suono più intenso, riunendo questi due punti con una linea e dividendo questa per metà si arriva a determinare esattamente la posizione del tarlo al disotto del piano su cui si sperimenta: allora con un sottile trapano facendo un forellino si arriva ad uccidere il roditore.

Questa ricerca venne più volte da me applicata al palchetto della mia camera al Museo, e sempre con risultato positivo.

Quest'applicazione del microfono quantunque sembri di poca importanza, in alcuni casi può invece averne molta, come p. e. quando trattasi di salvare da rovina certi soffitti artistici.

4. *Applicazione del microfono alla ricerca delle soffiature nei getti di ghisa.* — Questa ricerca ha molta importanza pratica sia per assicurarsi della resistenza di una costruzione, sia per evitare delle perdite di danaro, poichè molte volte una soffiatura non si rivela che quando il pezzo è già stato completamente lavorato, per cui si ha grave perdita di tempo e di danaro.

Il procedimento da me seguito consisteva nel trasportare lentamente un orologio da tasca seguito da vicino e ad una distanza costante dal microfono. Quando l'orologio veniva a passare sopra una soffiatura il microfono manifestava una variazione di tono nel suono.

Per determinare poi la profondità a cui trovasi la soffiatura è necessario far l'esperienza su due facce contigue. Le esperienze eseguite mi dimostrarono la possibilità e la precisione dei risultati, ma mi dimostrarono pure che per rendere pratico il procedimento occorreva ridurre al minimo la superficie d'appoggio dell'organo che produce le vibrazioni, e quella del microfono che ne riceve le impressioni.

Distratto da altre occupazioni non ho più avuto il tempo di fabbricarmi un istrumento adatto per continuare le esperienze.

5. *Applicazione del microfono alla ricerca del limite di elasticità dei corpi sottoposti a sforzi di estensione e compressione.* — In tale genere

di ricerche il microfono è preziosissimo perchè esso rivela il movimento molecolare che succede nell'interno di un corpo anche quando gli ordinari istrumenti di osservazione sono muti od insensibili.

La prima applicazione di questo genere venne da me fatta a tessuti sottoposti a sforzi di trazione. Collocando il microfono sopra l'oggetto in tensione quando il manometro della macchina non indica più alcun movimento e che perciò la resistenza molecolare pare essere in equilibrio colla forza esterna da cui è sollecitata, l'istrumento invece rivela ancora un movimento molecolare lento, ma abbastanza sensibile: per modo che il tessuto il quale dopo un'ora di tensione non dava cogli istrumenti ordinari alcun indizio di cedimento, mentre che invece il microfono l'accusava, questo tessuto lasciato in tensione, dopo 24 ore era sfasciato.

Io ritengo che un tale fatto molto importante succede anche negli altri corpi, e quindi in tal genere di esperienze il microfono può essere di grandissimo aiuto.

Il microfono può poi ancora servire quando occorra di esplorare lo stato di tensione molecolare dei corpi soggetti a sforzi; i quali corpi essendo in posizione nelle strutture non se ne può più altrimenti riconoscere le condizioni di stabilità in cui essi si trovano.

Il microfono può ancor ricevere molte altre applicazioni nelle ricerche che occorrono nell'ingegneria: io mi sono qui limitato a far cenno di quelle che avevo sperimentato.

Aggiungerò infine che il microfono da solo è un istrumento di sola esplorazione e non di misura, perchè l'apprezzamento delle sue indicazioni dipende dall'esperimantatore; ma aggiungendovi il sonometro del prof. Hugues esso diventa un istrumento misuratore di precisione.

Se nelle prossime ferie autunnali avrò tempo a proseguire le ricerche mi permetterò in qualche sera di quest'inverno di rivolgermi ancora alla compiacenza dei Colleghi per comunicare loro i risultati ottenuti.

Torino, 31 giugno 1893.

Ing. CESARE THOVEZ.