

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCX.

1913

---

SERIE QUINTA

---

RENDICONTI

---

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

---

VOLUME XXII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1913

zero micrometrico si trovi nelle vicinanze della parte centrale fra i due tratti, o nelle vicinanze di un tratto. Che se si prende in considerazione anche l'errore di divisione, ancor meglio si vedrà in questo caso l'opportunità di attenersi il più possibile alla media delle letture ai due tratti.

Parrebbe dunque di dover concludere in generale, quando si tratti di *run attuale*, nei seguenti consigli pratici, lasciando a ciascun osservatore il criterio di applicarli ai singoli casi secondo la loro adattabilità, con riguardo alla grandezza degli altri errori d'osservazione e, in ispecie, di quello di puntata col cannocchiale collegato al cerchio:

*Quando lo zero micrometrico trovasi sopra un tratto divisorio del cerchio, o vicinissimo ad esso, sarà opportuno di fare due puntate sullo stesso tratto e fare la media di queste due puntate, qualunque possa essere l'errore di run attuale.*

*Quando lo zero micrometrico è ad eguale o quasi eguale distanza dai due tratti divisorii, sarà opportuno di puntare ai due tratti e fare senza altro la media delle due puntate, qualunque sia l'errore di run attuale.*

*Quando lo zero micrometrico è un po' distante dai tratti divisorii, e quando le differenze  $l_1 - l_2$  risultino inferiori agli errori di puntata, sarà opportuno di puntare ai due tratti e fare la media delle due puntate.*

*Quando lo zero micrometrico è un po' distante dai tratti divisorii, e quando non sia stato assolutamente possibile di aggiustare il microscopio micrometrico in modo da avere differenze  $l_1 - l_2$  di ordine inferiore od almeno eguale all'errore di lettura, così che si possa attribuire al run una forte differenza  $l_1 - l_2$ , sarà opportuno di applicare la correzione del run alla media delle letture ai due tratti.*

*Quando si ha motivo per credere che una forte differenza  $l_1 - l_2$  debba attribuirsi ad errore di divisione del cerchio, sarà opportuno di fare la media delle puntate ai due tratti divisorii.*

Fisica. — *La scrittura delle vibrazioni acustiche per mezzo dell'elettrometro bifilare del Wulf.* Nota del dott. GIUSEPPE GIANFRANCESCHI, presentata dal Socio P. BLASERNA (1).

L'uso dell'elettrometro bifilare come oscillografo fu suggerito dallo stesso Wulf (2), il quale dimostrò anche come l'istrumento corrispondeva alle condizioni che, secondo il Blondel, si richiedono perchè un oscillografo tracci esattamente le oscillazioni rapide (3). Lo stesso autore accenna anche alla

(1) Pervenuta all'Accademia il 26 luglio 1913.

(2) T. Wulf, *Nouvel électromètre pour charges statiques*, Annales de la Société scientifique de Bruxelles, tom. XXXI, 2<sup>e</sup> partie.

(3) T. Wulf, *L'électromètre bifilaire et ses applications*. Relation à la Société scientifique de Bruxelles (Louvain, Imprimerie F. e R. Centerik), 1910, pp. 74 e segg.

applicazione che se ne può fare per scrivere le vibrazioni sonore, prodotte avanti ad un microfono; ma questo problema non era stato finora, per quanto io sappia, nè studiato nè applicato.

*Il metodo.* — Il metodo consiste sostanzialmente in questo: la corrente di un microfono si fa passare nel primario di un forte rocchetto di Ruhmkorff senza interruttore; le variazioni di resistenza del microfono si trasformano così in variazioni di potenziale ai morsetti del secondario. Queste variazioni si possono studiare e scrivere mediante l'elettrometro bifilare, collegando questo con uno dei poli del rocchetto, mentre l'altro polo è collegato con la terra.

*L'oscillografo.* — L'elettrometro del Wulf consta, come è noto, di due fili sottilissimi, connessi insieme alle due estremità, e nella parte superiore applicati ad uno stilo metallico isolato e fisso nella cassa metallica che racchiude i fili, e inferiormente tesi con un peso o con un filo elastico di quarzo fisso nella base della cassa metallica. Quando si comunica una carica al conduttore superiore, i due fili si allontanano fra loro e prendono un aspetto fusiforme. L'allontanamento dei fili è, entro un campo che va dai 20 volta fino ai 300 o ai 400 volta, sensibilmente proporzionale al potenziale.

L'apparecchio porta due conduttori laterali posti in vicinanza dei fili in modo tale che comunicando ai conduttori una determinata carica, i fili stessi risultano caricati per induzione. Questo permette di ottenere deviazioni di senso opposto quando si comunicano ai fili cariche di segno opposto: e quindi un potenziale alternato produrrà nei fili movimenti oscillatorii intorno alla posizione di equilibrio. I due fili, quando sono esattamente disposti, si muovono sempre simmetricamente intorno all'asse mediano del loro fuso in modo che il movimento di uno è l'immagine speculare di quello dell'altro.

Lo spostamento dei fili viene osservato per mezzo di un microscopio diretto verso la parte centrale del fuso dei due fili. Questi appaiono nel campo del microscopio come due tratti rettilinei paralleli verticali. Per la scrittura dei movimenti il microscopio funziona da apparecchio di proiezione. Il campo luminoso circolare che ne risulta, viene limitato ad una sottile fessura luminosa orizzontale, nella quale i due fili sono ridotti a due punti oscuri, che sulla fessura stessa si muovono con oscillazioni longitudinali. Allora, facendo scorrere verticalmente dinnanzi a questa fessura una lastra o un foglio sensibile, si può scrivere il moto ondulatorio risultante.

*Studi preliminari.* — Importava di conoscere separatamente il modo di funzionare dell'oscillografo che adoperavo, del microfono, del rocchetto, e infine il funzionamento complessivo.

Per l'oscillografo cominciai dalla scrittura delle curve della corrente alternata della città, collegando direttamente con l'elettrometro uno dei fili di corrente. Le curve che ottenni furono sottoposte ad analisi. Mi servivo,

per questo, dell'analizzatore armonico della casa « Coradi » di Zurigo, che possiede questo ufficio del corista, e che può dare i primi sei coefficienti della serie di Fourier. Le curve della corrente alternata a 50 volta diedero all'analisi risultati pienamente concordanti con quelli che si conoscevano per altra via; ma le curve della corrente a 100 volta accusano l'esistenza di un secondo armonico che nella corrente non poteva esistere. Fra le cause che si potevano assegnare alla presenza di questo armonico, una era la non buona ortogonalità delle due direzioni: quella del moto oscillatorio del punto considerato dei fili dell'elettrometro, e quella del moto traslatorio della lastra fotografica. Il quesito mi porse occasione di studiare l'influenza di questo errore; il risultato a cui giunsi, e che fu pubblicato in una Nota presentata a questa R. Accademia dei Lincei <sup>(1)</sup>, fu questo: che se le due direzioni  $y$  del moto oscillatorio ed  $x$  di quello traslatorio non sono perfettamente ad angolo retto ma ammettono un errore  $\alpha$ , e precisamente formano un angolo eguale a  $90^\circ - \alpha$ , allora un moto sinusoidale semplice, la cui curva sarebbe del tipo

$$y = \text{sen } x.$$

si trasforma nell'altro del tipo

$$y = \text{sen } x - \frac{\alpha}{2} \text{sen } 2x.$$

Nel caso presente, l'ampiezza del secondo armonico era troppo grande per potersi attribuire ad errore di ortogonalità.

Un'altra causa probabile era la tensione dei fili. Nell'elettrometro che adoperavo, i fili sono tenuti distesi da un filo di quarzo fissato ad arco nella base dello strumento. È dunque una tensione elastica: e perciò, all'allontanarsi dei fili fra loro per effetto di una carica, la tensione cresce. La variazione periodica della tensione all'estremità di una corda elastica, come è noto, introduce appunto un secondo armonico nella vibrazione principale. E che tale fosse appunto il fenomeno del caso presente poté esser dimostrato dal fatto che, facendo variare la tensione, come l'apparecchio permette, si poteva accrescere o diminuire ad arbitrio l'intensità del secondo armonico. Nelle curve della corrente a 50 volta l'ampiezza della oscillazione dei fili era abbastanza piccola, e perciò non si rendeva sensibile la variazione di tensione.

La scrittura di queste curve di corrente mostrò dunque che non conveniva tender troppo i fili, nè adoperare l'elettrometro per oscillazioni molto ampie.

Per ciò che riguardava l'uso del microfono, mi sembrò sufficiente la prova, che si poteva fare, della fedeltà e della purezza dei suoni. Mi parve

<sup>(1)</sup> *L'errore di ortogonalità nella scrittura di moti periodici*, Rend. d. Acc. dei Lincei, vol. XXII, serie 5<sup>a</sup>, pag. 24.

molto soddisfacente il microfono Angelini che possiede appunto queste qualità e, di più, anche una forte sensibilità.

L'influenza del trasformatore lasciava dubbî sulla conservazione dei rapporti delle ampiezze per vibrazioni di frequenze varie. Per studiare sperimentalmente l'influenza della frequenza, ho proceduto così. Ho scritto dapprima le vibrazioni dovute a due canne d'organo di diversa altezza, alimentate da una corrente d'aria di intensità costante ed eguale nei due casi. Ma le dimensioni molto diverse delle due canne rendono troppo difficile di mantenere l'eguaglianza della pressione.

Son ricorso perciò all'uso di due coristi, l'uno di 72 v. s., l'altro di 360 v. s. Facevo vibrare un corista avanti al microfono, e sullo stesso foglio fotografico in cui facevo scrivere le vibrazioni dell'elettrometro, facevo anche cadere quelle di un filo metallico connesso con uno dei rebbi del corista. Il rapporto fra l'ampiezza di queste vibrazioni che mi misuravano l'intensità del suono prodotto, e quella delle vibrazioni dell'oscillografo, mi rappresentava un « coefficiente di trasformazione ». Si richiede che questo coefficiente resti costante. Ebbene: adoperando successivamente i due coristi, di cui il secondo dava il quinto armonico dell'altro, ponendoli esattamente alla stessa distanza dal microfono e adoperando lo stesso filo metallico, ho ottenuto la piena eguaglianza dei due coefficienti per quanto lo permetteva la esattezza delle misure, cioè fino ai decimi di millimetro per vibrazioni che andavano dai due agli otto millimetri. E, precisamente, le vibrazioni dei fili dell'elettrometro risultarono, nelle esperienze, esattamente il doppio di quelle del rebbi del corista.

Finalmente, per l'uso complessivo del microfono, del rocchetto e dello oscillografo, ricorsi allo studio della riproduzione di suoni semplici. Facevo vibrare un corista dinnanzi al microfono. La corrente del microfono passava per il primario del rocchetto. Un polo del secondario a terra, l'altro all'elettrometro. Le curve ottenute sono esattamente delle sinusoidi semplici entro i limiti stessi nei quali sono semplici i suoni del corista, e nei quali è possibile l'analisi, cioè trascurando armonici la cui ampiezza sia inferiore ad un centesimo dell'ampiezza del suono fondamentale. In qualche punto le curve presentano delle rapide deformazioni che durano per qualche vibrazione, e riprendono poi l'andamento regolare. Queste sono evidentemente dovute ad un assettamento dei granuli del microfono. In ogni modo, si distinguono subito le vibrazioni deformate per il movimento dei granuli, e le vibrazioni che seguono riprendono esattamente tutte le caratteristiche delle precedenti.

Adoperai coristi di varie altezze, e in nessun caso ho riscontrato l'introduzione di alcun armonico. Ciò vuol dire che nel campo sperimentato non si fanno sentire vibrazioni estranee. Del resto, il Wulf ha dimostrato che col suo elettrometro si può andare anche al di là di 1000 vibrazioni complete al secondo, senza che le vibrazioni proprie dei fili si facciano sentire.



*Applicazione del metodo alle curve vocali.* — Compite queste ricerche preliminari, che mi sembravano aver dato risultati soddisfacenti, ho applicato il metodo allo studio delle curve vocali. Mandavo nel microfono la corrente di due pile Grenet di media grandezza. Una corrente più forte sarebbe stata dannosa pel microfono che adoperavo. Il rocchetto era dei più grandi che avevo a disposizione, e capace di una scintilla di 30 cm. di lunghezza all'incirca. In queste condizioni, parlando innanzi al microfono con voce ordinaria (quella intensità che si suol tenere parlando in una piccola scuola), si hanno già vibrazioni molto sensibili. La sensibilità del sistema

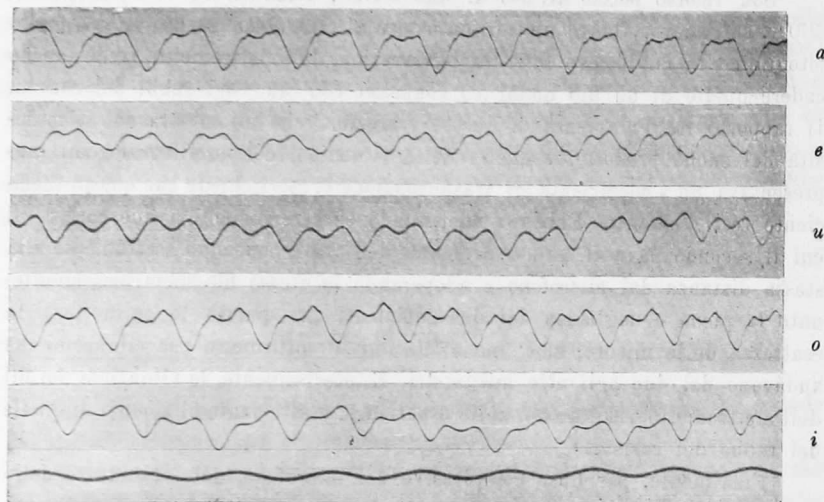


FIG. 1. — Studio delle vocali. Le 5 vocali cantate nella stessa nota  $do_2$ .

è tale che si ottengono vibrazioni ben visibili anche facendo schioccare le dita dinnanzi al microfono. Naturalmente, vengono facilmente scritti anche i movimenti meccanici comunicati al microfono; bisogna quindi evitarli mentre si vogliono scrivere curve vocali. Le curve venivano scritte fotograficamente, ora sulla carta sensibile avvolta in un cilindro, ora su lastre che cadevano verticalmente davanti alla fessura. Nella carta si ha una linea bianca su fondo scuro; nella lastra, una linea trasparente.

Mi limito a dare qui un esempio delle curve ottenute, rimandando ad altro tempo il parlare dei risultati ottenuti per lo studio delle vocali e delle consonanti. La fig. 1 rappresenta le 5 vocali *a e u o i* cantate sulla stessa nota  $do_2$ , ed è la riproduzione di curve ottenute su lastre; la fig. 2 rappresenta la consonante *b* ed è la riproduzione di una curva ottenuta su carta. La consonante era pronunciata nelle sillabe *aba*.

Per ciò che riguarda i vantaggi che può avere questo metodo sugli altri adoperati fin qui, mi pare che il principale consista nella sensibilità del sistema. Questo permette di scrivere facilmente la voce ordinaria di conversazione, anche senza avvicinarsi al microfono. Con ciò si evita l'alterazione che subisce il timbro nel dare alla voce una forza esagerata, ed evita la influenza delle trombe di risonanza. Inoltre, se si considera la complicazione

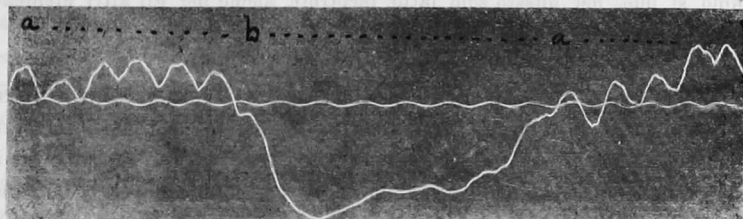


FIG. 2. — Studio di una consonante muta (esplosiva sonora).

che, nel metodo che oggi è più in uso, porta l'ingrandimento meccanico delle vibrazioni ottenute dalla membrana del fonautografo, il dispositivo nel caso presente è, relativamente, molto semplice.

**Chimica.** — *Nuovo procedimento per l'analisi elettrolitica dei metalli bianchi da cuscinetti* <sup>(1)</sup>. Nota del dott. I. COMPAGNO, presentata dal Corrispondente A. PERATONER <sup>(2)</sup>.

L'analisi elettrolitica di quei metalli bianchi per cuscinetti, nei quali predomina lo stagno, non ostante le numerose ricerche in proposito, presenta notevoli difficoltà tecniche che ne possono compromettere l'esattezza, ed, in ogni modo, date le lunghe manipolazioni che essa esige, non può, il più delle volte, riuscire così spedita come è desiderabile in pratica.

Nei metalli bianchi in parola, lo stagno è associato, in proporzioni variabili, ad antimonio e rame, ed è accompagnato, talvolta, da altri elementi come piombo, arsenico, ferro, zinco, nichel, ecc., introdotti per frode, o contenuti, come impurezze, nei metalli su detti.

La ricerca e il dosaggio di questi diversi componenti si suole per lo più eseguire secondo il metodo già proposto da A. Classen <sup>(3)</sup>, e di cui si deve una descrizione molto particolareggiata a R. Belasio <sup>(4)</sup>.

<sup>(1)</sup> Lavoro eseguito nel Laboratorio chimico dell'Istituto Sperimentale delle Ferrovie dello Stato.

<sup>(2)</sup> Pervenuta all'Accademia il 12 agosto 1913.

<sup>(3)</sup> Quantit.: anal. d. Elektrolyse, V Aufl., pag. 306 (1908).

<sup>(4)</sup> Ann. Lab. Chim. Gabelle, vol. VI, pag. 285.