INTORNO AD UNA MODIFICAZIONE DELLA MACCHINA D' *HOLTZ* DI
SECONDA SPECIE: NOTA DEL PROF. FRANCESCO PIE-
RUCCI.

1. Considerando il modo d'agire e la teoria della macchina d'Holtz di 2^a specie, di quella cioè che ha due dischi coibenti girevoli in senso contrario e quattro pettini riuniti due a due in coppie separate, nasce facilmente l'idea che moltiplicando queste coppie, purchè sempre in numero pari e riunite metà ad un elettrodo e metà all'altro, la macchina abbia pure a funzionare in modo simile e possa anzi fornire quantità maggiori d'elettricità. Venutami quest'idea volli sottometterla alla prova dell'esperienza e ne ottenni favorevoli risultati.

2. Alla macchina d'Holtz (modello del Tecnomasio italiano a dischi orizzontali di cent. 43,4 di diametro) sono tolti tutti i pettini che le appartengono e le rispettive colonne di vetro, per sostituirli con altri che possono fissarsi in corrispondenza dei differenti raggi dei dischi per mezzo di morsetti uniti alle basi delle loro colonnette isolanti, i quali si stringono alla periferia di una tavola circolare, posata stabilmente sulla base della macchina. Per mezzo di aste metalliche i pettini comunicano metà coll'uno e metà coll'altro di due piattelli conduttori, che sono al di sopra della macchina bene isolati, disposti orizzontalmente uno sopra l'altro, a una certa distanza tra loro e coi centri sul prolungamento dell'asse di rotazione dei dischi di vetro. Ciascun piano contenente un pettine e l'asta che lo fa comunicare col rispettivo piattello è verticale e perciò passa per l'asse di rotazione dei dischi, essendo però l'asta alquanto inclinata sull'asse medesimo, poichè essa parte dall'estremità periferica del pettine e va fino all'orlo del relativo piattello sovrastante, il cui diametro è alquanto minore di quello dei dischi: in ma-

niera che quelle aste rimangono convenientemente discoste tra loro.

Intendiamo per coppia di pettini, quella costituita da due pettini consecutivi, uno dei quali sta sopra ai dischi e perciò ha le sue punte rivolte in basso, l'altro sotto e quindi colle punte rivolte all'insù; il primo a destra, il secondo a sinistra di chi, stando presso questi pettini, dirige lo sguardo sulla linea mediana della coppia, dall'esterno verso l'asse di rotazione della macchina, e comunicanti ambedue col medesimo piattello. Tutte le coppie hanno questa medesima disposizione, ma due qualunque consecutive di esse comunicano l'una col piattello superiore e l'altra coll'inferiore. Inoltre i pettini sono sempre messi ad uguali distanze angolari sebbene ciò non sia necessario affinchè la macchina agisca. I dischi poi, come nella macchina d'Holtz di 2^a specie (modello del Tecnomasio) girano l'uno in verso contrario dell'altro e il superiore va da sinistra a destra, passando dinanzi, di chi lo guarda.

Con queste condizioni si vede che l'apparato non differisce in sostanza dalla macchina d'Holtz di 2^a specie, se non in ciò che mentre questa ha due sole coppie di pettini, quali ora sono state definite, quella invece ne può avere di più, disposte nello stesso modo e sempre in numero pari.

3. Si può la macchina attuare nella stessa maniera, tanto se ha due sole coppie di pettini quanto se ne ha di più, mediante una lamina coibente elettrizzata, posta in corrispondenza di un pettine, quasi in contatto del disco al quale questo pettine non appartiene, e facendo girare i dischi nel modo anzidetto coll'avvertenza di tener chiuso, durante l'attuazione, il circuito esterno degli elettrodi; i quali sono qui costituiti dai piattelli a cui fanno capo le aste che partono dai pettini. Per chiudere ed aprire quel circuito, i piattelli portano al loro centro due aste metalliche, scorrevoli in maniera da poterne accostare ed allontanare tra loro le estremità munite di palline.

Stando alla nota teoria della macchina d'Holtz di 2^a specie, e che si può esattamente applicare alla nuova macchina

a più di due coppie, s'intende come i due pettini della medesima coppia riescano d'ugual nome, cioè lascino sfuggire dalle loro punte sui dischi una medesima elettricità, e ambedue spingano l'elettricità a questa contraria nell'elettrodo con cui comunicano per mezzo delle aste metalliche; ed anche come due coppie consecutive riescano di nome contrario, per lo che i due piattelli o elettrodi, coi quali esse sono rispettivamente collegate, ricevano elettricità l'una all'altra contrarie: e come, in fine, il positivo sia l'elettrodo comunicante con i pettini che lasciano sfuggire l'elettricità negativa sui dischi.

Tutte queste particolarità vennero facilmente verificate col nuovo apparato, tanto con *due* quanto con *quattro* e con *sei* coppie di pettini; sicchè rimaneva stabilito che colla nuova disposizione e la moltiplicazione dei pettini (almeno fino al numero di dodici), fatta a quella guisa, l'elettromotore d'Holtz non alterava punto il suo modo di funzionare. Rimaneva però a verificarsi se coll'aumentare il numero delle coppie di pettini si otteneva realmente un aumento nella quantità d'elettricità spinta nel circuito esterno, o in altri termini se l'intensità della corrente elettrica prodotta si accresceva colle coppie medesime. A questo scopo ecco come furon disposte le esperienze.

4. La macchina, affinchè possa mantenersi in condizioni di umidità determinate, costanti o variabili a piacere entro certi limiti, sta chiusa in un armadio a cristalli, contenente calce viva in diverse cassette, e nel quale lo stato igrometrico si rileva dalle indicazioni di un igrometro a capello, mediante una tavola di riduzione costruita precedentemente, paragonandolo ad uno psicrometro. Per mettere in movimento la macchina dall'esterno, lasciando chiuso l'armadio, è infilata sull'asse che porta il disco superiore una ruota a scanalatura, la quale è abbracciata da una corda senza fine che, passando al di fuori dell'armadio per due piccoli fori praticati nella sua parete, è tesa da un'altra ruota di diametro assai più grande, girevole a mano attorno a un asse verticale stabilmente fissato. Così facendo girare la ruota esterna questa

trasmette direttamente il moto al disco superiore, il quale alla sua volta mette in movimento il secondo disco in senso opposto e colla medesima velocità, per mezzo dell'altra corda continua che passa sulle due grandi ruote verticali della macchina stessa e su altre due più piccole applicate agli assi dei dischi.

L'attuazione della macchina, non potendosi far qui come ordinariamente colla lamina elettrizzata, perchè l'armadio deve star chiuso, si ottiene invece nel modo seguente. In corrispondenza di uno dei pettini superiori della macchina ed alla colonnetta che lo porta è fissato un altro pettine uguale, parallelo ad esso e dal lato opposto dei dischi, colle punte rivolte e molto vicine al disco inferiore. Se mentre girano i dischi e il circuito degli elettrodi è chiuso, si elettrizza quel pettine *ausiliare* l'elettricità che sfugge dalle sue punte attua la macchina al modo stesso di una lamina elettrizzata di ebanite, messa al suo posto. Per comunicare al pettine una sufficiente quantità di elettricità e con la voluta tensione, le cose son disposte così. Nell'armadio si trova una macchinetta di Ramsden di piccole dimensioni (col disco di centimetri 25 circa di diametro), la quale si può fare agire dall'esterno, perchè la sua manovella sta fuori dell'armadio, per un foro del quale passa l'asse a cui essa è applicata e che porta il disco di vetro. I conduttori di questa macchinetta sono in comunicazione permanente talvolta con un conduttore isolato di capacità assai maggiore degli stessi e talvolta con l'armatura interna d'una grossa boccia di Leida. Una leva metallica isolata, mobile attorno al suo fulcro, e che si sposta dall'esterno per mezzo di una cordicella isolante, serve a stabilire la comunicazione tra il pettine ausiliare e i conduttori della macchinetta, e a permettere così da questi a quello il passaggio dell'elettricità, che attua la macchina; mentre riportandola indietro nel luogo di riposo, interrompe quella comunicazione e lascia isolato il pettine ausiliare, che allora è come se non esistesse più.

5. Le misure dell'intensità relativa della corrente prodotta dalla macchina, a circuito chiuso, in diverse circostanze,

si ricavano dalle indicazioni di un galvanometro, che non differisce dagli ordinarii che per avere il telaio fatto con laminette d'ebanite per assicurare meglio l'isolamento del filo. Queste indicazioni sono date in numeri di divisioni di una scala su cui si proietta la punta dell'indice unito all'ago, e che si riducono in intensità relative con una tabella di graduazione, costruita mediante una pila a forza costante (una pila termoelettrica) ed un reostato. Questo galvanometro è collocato fuori dell'armadio a una distanza di circa 1^m,50 dalla macchina e i capi del suo filo possono comunicare cogli elettrodi di essa, per mezzo di grossi fili di rame, isolati con tubi di vetro, nei quali essi sono introdotti, e che terminano ai piattelli metallici della macchina. Però uno di quei fili, quello che corrisponde all'elettrodo negativo della macchina, sta sempre in comunicazione col suolo, mediante una catena metallica. In tali condizioni facendo agire la macchina, e sempre in maniera che riesca positivo l'elettrodo isolato, l'ago del galvanometro devia sensibilmente dallo zero e sempre dalla medesima parte della scala graduata.

6. Ordinando i varii risultati delle esperienze fatte si possono formare le tre seguenti tavole.

TAVOLA I.
Macchina con due coppie di pettini.

Stato igrometrico I	Numero di giri dei dischi per secondo V	Intensità della corrente S
0,850	2,4207	3,1
»	3,333	4,7
»	4,859	6,3
0,851	4,859	6,0
»	6,138	7,9
0,852	3,333	4,7
»	4,859	6,3
0,865	1,666	1,5
»	2,4207	2,5
»	3,333	3,5
»	4,859	5,8
»	6,138	7,8
0,870	1,666	1,2
»	2,4207	2,2
»	3,333	3,1
»	4,859	5,8
»	6,138	8,5
0,873	2,4207	2,2
0,875	1,666	1,1
»	3,333	3,1
»	4,859	5,8
0,880	6,138	6,6

TAVOLA II.
*Macchina con 4 coppie
di pettini.*

Stato igrometrico I	N. di giri dei dischi V	Intensità della corr. S
0,856	4,974	12,5
0,860	1,666	3,2
»	3,333	7,8
»	4,859	13,4
»	5,192	14,0
»	6,138	18,0

TAVOLA III.
*Macchina con 6 coppie
di pettini.*

Stato igrometrico I	N. di giri dei dischi V	Intensità della corr. S
0,826	3,333	12,3
»	6,138	24,5
0,829	3,333	14,9
»	4,859	19,2
»	6,138	25,0
0,830	4,974	18,1

I numeri delle colonne segnate V, che indicano i giri fatti dai dischi in ogni secondo, sono ottenuti determinando la durata di ogni giro della manovella che mantiene in moto la macchina, durata che si regola e si misura dalle oscillazioni d'un pendolo di lunghezza variabile, applicato a un movimento d'orologeria. I numeri delle altre colonne, per ciò che precede, s'intende come sono ottenuti.

Se si costruiscono delle curve prendendo per ascisse le velocità e per ordinate le corrispondenti intensità della corrente, relative tutte al medesimo stato igrometrico, si può intanto vedere che l'intensità della corrente data dalla macchina, con una qualunque delle tre disposizioni sperimentate, cioè o con due, o con quattro o con sei coppie di pettini, aumenta colla velocità di rotazione, e più che proporzionalmente a questa velocità; risultato che è d'accordo con quello già ottenuto dal Prof. Rossetti con una macchina d'Holtz di 1^a specie (1). Inoltre con l'aiuto di queste curve si potranno ricavare i valori dell'intensità della corrente per le tre disposizioni della macchina, corrispondenti a una medesima velocità di rotazione. Così facendo si trovano i numeri seguenti:

V	I.		II.		III.	
	S	I	S	I	S	I
1,666	1,5	0,865	3,2	0,850	?	0,829
2,4207	3,1	0,850	5,8	0,860	12,6	0,829
3,333	4,7	0,850	7,8	0,860	14,9	0,829
4,974	6,1	0,851	12,5	0,856	18,1	0,830
6,138	7,9	0,851	18,0	0,860	25,0	0,829

Nella prima colonna segnata V sono indicate le velocità di rotazione dei dischi espresse in giri di questi ad ogni secondo, e nelle colonne I^a, II^a, III^a, nella suddivisione S e in linea orizzontale colla corrispondente velocità, si trovano i numeri che esprimono le grandezze relative della corrente

(1) Uso della macchina di Holtz in alcune ricerche elettrometriche. *N. Cimento*, Tomo VII-VIII, Serie 2. p. 23-24.

data rispettivamente dalla 1., 2. e 3. disposizione della macchina, cioè rispettivamente da due, da quattro e da sei coppie di pettini. Accanto alle intensità della corrente, nella suddivisione I delle colonne I^a, II^a, III^a son riportati gli stati igrometrici a quelle corrispondenti. Da quei numeri si può avere un'idea dei rapporti che passano fra i tre poteri elettromotori della macchina adoperata con le tre suddette combinazioni di pettini. Difatti, sebbene per un esatto confronto si richiederebbe che le tre correnti da paragonarsi, corrispondenti a una medesima velocità, fossero anche riferite al medesimo stato igrometrico; tuttavia stando a quei numeri stessi ed avvertendo che la corrente è più intensa a stato igrometrico minore, non si andrà forse troppo lungi dal vero se si conclude che l'intensità della corrente cresce quasi in ragione diretta del numero delle coppie dei pettini. È però da tenere questa conclusione con molta riserva, finchè esperienze più complete non la vengano a confermare o a modificarla.

7. Volendo stabilire un dato per la misura assoluta della corrente fornita dalla macchina, fu fatta passare la corrente stessa per un voltmetro, dove l'acqua veniva scomposta e si misurava l'idrogeno sviluppato nell'elettrolisi. Così colla macchina a 4 coppie di pettini, allo stato igrometrico 0,856 e con una velocità di 4,974 giri dei dischi al secondo, sicchè si aveva dal galvanometro l'intensità 12,5 della corrente, si ottenne 0,0703 di centimetro cubo d'idrogeno con 23333,33... giri dei dischi; che corrisponde ad un centimetro cubo d'idrogeno con 331910,85... dei medesimi giri. Inoltre con la macchina a sei coppie di pettini, allo stato igrometrico 0,82, colla velocità stessa che sopra, cioè di 4,974 giri dei dischi per secondo, ed avendosi una corrente d'intensità 20,5 dedotta dal galvanometro, si ebbe 0,0351 di centimetro cubo di idrogeno con 9333,32 giri dei dischi, lo che corrisponde ad un centimetro cubo d'idrogeno con 265906,55 di quei giri. In questo secondo caso, siccome ogni giro dei dischi si fa in 0,67 di secondo, si vede che per svolgere un centimetro cubo di idrogeno la macchina con quella velocità impiegherebbe ore 16,33, e che per ogni secondo essa è capace di svolgere 0,00000561 di centimetro cubo d'idrogeno.

8. Colla macchina a 6 coppie di pettini fu anche misurato il lavoro motore necessario a mantenerla attiva, cioè il lavoro meccanico che si deve spendere in più da quando la macchina è in movimento con una data velocità ed è scarica affatto, a quando invece essa è carica e produce la corrente all'esterno, movendosi colla stessa velocità e con le medesime condizioni nel resto. A quest'uopo la macchina era tenuta in movimento da un peso cadente, attaccato ad una corda che si svolgeva da un grosso rocchetto, il cui asse orizzontale portava una ruota conica dentata. Questa ingranava con un'altra pure conica e dentata, e quest'ultima aveva per asse quello stesso che porta la ruota a manovella con cui in tutte le altre esperienze si faceva muovere la macchina. Con un peso motore di chilogrammi 5,290 la macchina scarica si muoveva, verso la fine della caduta del peso, con una velocità di un giro dei dischi in 0,666 di secondo. Attuata poi la macchina, per ottenere la medesima velocità occorreva invece un peso motore di chilogrammi 7,115, essendo lo stato igrometrico 0,829. Il peso motore efficace era dunque di chilogrammi 1,825, e siccome con quella velocità esso cadeva di metri 0,316 per ogni secondo, così il lavoro meccanico che si deve spendere al secondo per mantenere attiva la macchina con quelle condizioni, escluso il lavoro dovuto alle resistenze ed agli attriti, è di chilogrammetri 0,577166. Siccome poi l'intensità relativa della corrente dedotta dal galvanometro sarebbe 19,9 per quelle condizioni, e ad essa per ciò che precede si può calcolare che corrisponde una quantità d'idrogeno sviluppata nel voltmetro pari a 0,000005445 di centimetro cubo in ogni secondo; si ha dunque che tale quantità d'idrogeno è prodotta spendendo il lavoro meccanico $0^{\text{km}},577166$. Difatti all'intensità di 20,5 corrispondeva 0,00000561 di centimetro cubo al secondo, quindi all'intensità 19,9 corrisponderà $\frac{0,00000561 \times 19,9}{20,5} = 0,000005445$ di centimetro cubo.

Pisa, 10 Settembre 1877.