

siamo calcolare per mezzo della equazione (50) i valori di g che le nostre esperienze calorimetriche avrebbero dato corrispondentemente a valori di r' uguali a quelli con cui sperimentò il sig. Uzel, e confrontare coi numeri trovati da questo sperimentatore quelli calcolati. Fra le esperienze del sig. Uzel sul generatore secondario grande disposto in tensione sono comprese nei limiti fra cui si aggirarono le misure calorimetriche le cinque ultime; noi facciamo quindi il confronto per queste: calcoliamo colla (50) i valori di g corrispondenti ai valori 5,50, 7,53, 9,00, 10,60, 12,60 di $r' - \rho'$ e li scriviamo di fronte a quelli trovati dal sig. Uzel pei medesimi valori di $r' - \rho'$. Abbiamo così il quadro seguente:

$r' - \rho'$	g Uzel	(g) Calcolato	δ
5,50	0,898	0,868	0,030
7,53	0,893	0,859	0,034
9,00	0,889	0,848	0,041
10,60	0,867	0,835	0,032
12,60	0,854	0,817	0,037
		MEDIA	0,035

il quale fa vedere che, a meno di una differenza sensibilmente costante ed uguale in media a 0,035, i valori di g trovati per mezzo dell'elettrometro e dell'elettrodinamometro seguono l'andamento di quelli trovati colle misure calorimetriche. Le esperienze elettrometriche del sig. Uzel, come tutte quelle finora eseguite, si accordano colle misure calorimetriche nell'indicare l'esistenza di un massimo di g per un valore di r' compreso tra 5 e 6 ohm; e ciò aveva fatto credere che a tale valore di r' corrispondesse il massimo di rendimento.

Ma risulta dalle considerazioni teoriche che noi abbiamo premesso, che la frazione g non rappresenta in nessun modo il coefficiente di rendimento del generatore secondario; coefficiente che noi dobbiamo ancora determinare, e che varia, come vedremo, secondo una legge completamente diversa.

La differenza 0,035 esistente fra i valori di g ricavati dalle esperienze di Uzel e quelli calcolati per mezzo delle esperienze

calorimetriche dipende essenzialmente dalla diversità fra i nuclei dei due apparecchi su cui si fecero le esperienze, uno dei quali è, come si è detto, tutto di ferro e l'altro è di legno ricoperto di uno strato di fili di ferro. Tale differenza tra i valori di g non implica necessariamente una differenza nei valori del coefficiente di rendimento, valori che noi saremo condotti a riconoscere esattamente uguali.

§ 11°. *Coefficiente di rendimento.*

Il calcolo che abbiamo fatto dei valori di m e di g ed i confronti ai quali esso ha dato occasione hanno unicamente lo scopo di fare un primo confronto fra i risultati delle esperienze calorimetriche e quelli delle esperienze anteriori. Per lo studio dell'efficacia del generatore secondario esso ha poca importanza giacchè i rapporti m e g non rappresentano nè il coefficiente di rendimento, nè qualche altra grandezza che per l'uso pratico dell'apparato importi conoscere. La questione che veramente ci interessa ed alla soluzione della quale dobbiamo far servire i risultati delle nostre esperienze è quella di sapere quale sia il rapporto tra il coefficiente di rendimento effettivo, pratico, dell'apparecchio ed il coefficiente di rendimento teorico, che abbiamo imparato a calcolare colle formole (36) e (37) nella prima parte della presente Memoria.

Un modo di risolvere tale questione consiste nel calcolare per mezzo dei valori di m or ora trovati e coll'aiuto della formola (44), ossia della

$$(44) \quad \mu = \frac{m}{\sqrt{1 - \left(\frac{r'm}{C}\right)^2}}$$

i valori corrispondenti del coefficiente di rendimento μ , e poi paragonare i valori di μ così dedotti dalle esperienze con quelli calcolati colla formola teorica (36). Alla determinazione del valore di C , che bisogna conoscere per far uso della formola, può servire la (18), oppure la (27), oppure ancora, e più comodamente, la (28'), la quale sussiste quando si esperimenta col circuito secondario aperto. E di questo procedimento noi ci serviremo più avanti.

Ma pel calcolo delle nostre esperienze calorimetriche tale procedimento, benchè, come vedremo, sia perfettamente servibile, non è il più conveniente. Bisogna infatti ricordare una osservazione che abbiamo dovuto fare nel descrivere le esperienze. Abbiamo notato nel descrivere le esperienze, che il motore che metteva in movimento la macchina dinamoelettrica di Siemens, la quale generava la corrente primaria, metteva in movimento contemporaneamente molte altre macchine dinamoelettriche le quali funzionavano nella galleria della Esposizione. E siccome tali macchine, funzionanti davanti al pubblico, ora erano attive, ed ora venivano fermate, così il lavoro assorbito dal loro complesso variava continuamente. Conseguenza inevitabile di questo fatto era che la velocità della dinamo e quindi i valori di T , di C e di i_m subivano variazioni repentine e talora piuttosto grandi. L'inconveniente si è notato specialmente nelle esperienze dei giorni 15 e 16 novembre, giacchè essendo quelli gli ultimi giorni della Esposizione non si sarebbero potuti obbligare i vari espositori che ricevevano la forza motrice dalla nostra macchina a vapore a tenere inoperosi i loro apparati. Lo stesso espositore dei generatori secondari utilizzava, in quei giorni, mentre si facevano le esperienze, la sua macchina dinamoelettrica, la quale, come abbiám detto, poteva assorbire sessanta cavalli, a far funzionare altri generatori secondari. Siccome adunque per evitare le difficoltà delle misure calorimetriche assolute si facevano le misure sul circuito secondario e sul primario in due esperienze successive, così poteva accadere che i valori di i_m e di r_1 misurati non fossero esattamente quelli che si sarebbero trovati se si fossero potuti determinare nel momento in cui si faceva la misura calorimetrica sul circuito secondario. Quindi un errore, che sebbene cogli artifizi che abbiamo descritto più sopra si cercasse di rendere minimo, non sarebbe stato possibile evitare completamente.

Ora un errore fatto nella determinazione di i_m si riproduce, collo stesso valore relativo, nel valore di m dedotto dalle esperienze, e quindi, come mostra la formola (44), dà luogo nel calcolo di μ ad un errore relativo ancora più grande. Al quale errore si sovrappone quello che per la variazione di I e di T si fa nella determinazione della costante C , errore che, come vedremo, è ordinariamente considerevole.

Convieni adunque che noi non ci serviamo del descritto procedimento se non dopo di aver risolto la questione con un metodo, nel caso attuale, migliore.

Noi possiamo risolvere meglio la questione servendoci di una formola nella quale figurano tutte le grandezze misurate in ciascun esperimento e vi figurano combinate in modo che gli errori dovuti ad una eventuale variazione della intensità i_m si compensano quasi completamente.

Poniamo, adottando le solite notazioni,

$$(51) \quad i_m^2 = \frac{I^2}{2} .$$

Se nell'apparecchio non avesse luogo perdita alcuna di energia, la corrente primaria i_m genererebbe una corrente secondaria della quale il quadrato della intensità media sarebbe $\frac{I'^2}{2}$, ed I' avrebbe quel valore che, pel dato valore di I , si può determinare colle formole che abbiamo stabilito nello studio teorico suesposto. Se invece c'è, come dobbiamo sospettare, una perdita di energia, al valore dato di i_m , o, ciò che val lo stesso, al valore dato di I corrisponde un valore minore di i_m' ; e se con I' seguitiamo a rappresentare il valore teorico corrispondente al dato I , abbiamo

$$(52) \quad i_m'^2 = u \frac{I'^2}{2} .$$

ove u è una frazione. Il problema nostro si riduce a determinare questa frazione.

Ora le uguaglianze (51) e (52) danno

$$\left(\frac{i_m}{i_m'}\right)^2 = \frac{1}{u} \left(\frac{I}{I'}\right)^2 ;$$

e quindi la (46)

$$(53) \quad \left(\frac{I}{I'}\right)^2 = u \frac{t-t_0}{t'-t'_0} .$$

Intanto $\left(\frac{I}{I'}\right)^2$ si può pure esprimere in funzione delle resistenze per mezzo della formola (27'') che qui trascriviamo:

$$(27'') \quad \left(\frac{I}{I'}\right)^2 = \frac{r'(r'+2\rho)}{r'^2-\rho^2} ;$$

e se uguagliamo questi due valori, noi otteniamo l'equazione

$$u \frac{t-t_0}{t'-t'_0} = \frac{r'(r'+2\rho)}{r_1^2-\rho^2};$$

la quale non contiene altro che l'incognita u colle temperature e colle resistenze misurate nelle esperienze. Essa ci dà:

$$(54) \quad u = \frac{r'(r'+2\rho)}{r_1^2-\rho^2} \frac{t'-t'_0}{t-t_0},$$

od anche

$$(55) \quad u = \frac{r'(r'+2\rho)}{(r_1+\rho)(r_1-\rho)} \frac{t'-t'_0}{t-t_0},$$

formola comoda pei calcoli coi logaritmi.

Ora io dico che il valore di u così calcolato varia pochissimo anche quando tra una parte e l'altra dell'esperimento l'intensità media i_m della corrente primaria varia sensibilmente.

Supponiamo infatti che l'intensità media della corrente primaria, la quale durante la prima parte dell'esperienza, vale a dire durante la misura di $t' - t'_0$, era i_m , abbia variato tra la prima e la seconda parte dell'esperienza, ed abbia preso il valore ki_m quando si fanno le misure di $t - t_0$ e di r_1 sul circuito primario. Vediamo come in questo caso si debba modificare la (54) acciocchè essa dia ancora il vero valore di u .

Se con una corrente di intensità media ki_m si è letta nel calorimetro una variazione di temperatura $t - t_0$, con una corrente di intensità media uguale ad i_m , quale si aveva durante la prima parte dell'esperienza, si sarebbe ottenuta evidentemente una differenza di temperatura uguale a $\frac{t-t_0}{k^2}$. E se con una corrente

di intensità media ki_m è stata necessaria una resistenza $r_1 = \frac{v_m}{ki_m}$ per ottenere una media caduta di potenziali v_m , sarebbe stata necessaria una resistenza $r_2 = \frac{v_m}{i_m} = kr_1$, quando l'intensità media della corrente avesse avuto il valore i_m .

Da ciò si deduce che per calcolare in questo caso u colla

formola (54) bisogna in essa sostituire $\frac{t-t_0}{k^2}$ a $t-t_0$ e kr_1 ad r_1 .

Fatta tale sostituzione, la formola diventa

$$u = \frac{r'(r'+2\rho)}{k^2 r_1^2 - \rho^2} k^2 \frac{t-t_0'}{t-t_0},$$

ossia

$$(54') \quad u = \frac{r'(r'+2\rho)}{r_1^2 - \frac{\rho^2}{k^2}} \frac{t-t_0'}{t-t_0}.$$

La quale formola dimostra che la correzione da farsi al valore (54) quando k non è uguale all'unità, si riduce a dividere per k^2 il termine ρ^2 del denominatore; e siccome negli apparecchi del Gaulard ρ è molto piccola, così la correzione è minima. Nel caso delle nostre esperienze si aveva $\rho^2 = 0,078$, mentre il minimo valore che si sia dato ad r_1^2 è stato $(4,8)^2$, ossia 23,04; quindi il termine su cui cade la correzione non era mai, nemmeno nel caso più sfavorevole, maggiore di $\frac{1}{500}$ del totale denominatore. La correzione diventava adunque assolutamente trascurabile se, come si faceva effettivamente, si aveva cura di fare in modo che k fosse sempre, per quanto era possibile, prossimo all'unità.

Ora ecco i valori di u che si trovano portando nella formola (55) i valori di r' , r_1 , t , t_0 , t' , t'_0 ricavati dalle nostre esperienze calorimetriche:

N.º d'ordine	r'	u	δ	δ^2
1	4,70	1,03	+0,04	0,0016
2	5,09	1,00	+0,01	0,0001
3	6,10	0,98	-0,01	0,0001
4	6,80	0,99	0	0
5	7,73	1,00	+0,01	0,0001
6	10,02	1,00	+0,01	0,0001
7	10,02	0,97	-0,02	0,0004
8	12,12	1,01	+0,02	0,0004
9	15,43	1,02	+0,03	0,0009
10	17,70	0,95	-0,04	0,0016
11	17,73	0,96	-0,03	0,0009
12	19,80	1,01	+0,02	0,0004
13	21,50	1,00	+0,01	0,0001
	MEDIA	0,99	$\Sigma\delta^2 =$	0,0067

