

IL  
NUOVO CIMENTO

FONDATO DA C. MATTEUCCI E R. PIRIA

E CONTINUATO DA E. BETTI E R. FELICI

---

ORGANO DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

---

DIRETTORI

A. BATTELLI, A. RÒITI, V. VOLTERRA.

DELEGATI DELLA SOCIETÀ

M. CANTONE, A. GARBASSO.

REDATTORE

O. M. CORBINO.

---

*Serie VI. — Tomo V*

---

PISA

STABILIMENTO TIPOGRAFICO TOSCANO

Ditte: Vannucchi-Galileiana-Pieraccini

1913

# ANTONIO PACINOTTI

---

## COMMEMORAZIONE

letta dal Socio

GUIDO GRASSI <sup>1)</sup>.

Antonio Pacinotti nacque in Pisa (via S. Maria, n. 14) il 17 giugno 1841; fece i suoi primi studi nell'Istituto Guadagnoli e nelle Scuole del Collegio di S. Caterina, e, come, ancora giovinetto, dimostrava singolare attitudine allo studio delle scienze sperimentali, vi fu avviato dal padre, che era professore di Fisica tecnologica e di Meccanica sperimentale in quella Università; e dal padre apprese pure i primi elementi di matematica, cosicchè nel 1856-57 potè essere ammesso ai corsi di matematiche applicate dell'Università. Le lezioni di fisica dell'insigne professor Riccardo Felici lo interessarono particolarmente e l'opportunità di poter eseguire esperimenti nel gabinetto di fisica tecnologica diretto dal padre fu un'altra circostanza favorevole, che lo invogliò a dedicarsi a questo ordine di studi. Ne lo distolse per breve tempo la guerra del 1859. Educato a generosi sentimenti di patriottismo dal genitore, che nel 1848 aveva lasciato la famiglia per correre a combattere sui campi Lombardi, il giovane Antonio nel 1859 si arrolò nella divisione Toscana del Genio Militare, dove il 10 maggio 1859 ebbe il grado di sergente nella 2.<sup>a</sup> compagnia, e marciò in Lombardia col 5.<sup>o</sup> corpo d'armata.

<sup>1)</sup> Estr. dalle *Memorie della R. Accademia delle Scienze di Torino*, Ser. II, T. LXIII.

Notevole è il fatto che già prima di partire pel campo, egli aveva iniziato alcuni esperimenti per produrre la corrente raddrizzata in un anello elettromagnetico fatto rotare fra i poli di una calamita, ed egli stesso lasciò scritto che al campo, in un momento di riposo, ripensando a quell'esperimento ebbe l'idea di modificare la forma dell'apparecchio per ottenere migliori effetti; come infatti fece di poi con pieno successo, giungendo alla costruzione di quella macchina a corrente continua che ne rese celebre il nome.

Ma se anche vogliamo far risalire la sua invenzione, anzichè a cotesti primi tentativi, all'epoca in cui egli per la prima volta costruì un modello della sua macchina, certo è che dobbiamo rimontare almeno all'anno 1860, poichè, come si desume da una lettera indirizzata dallo stesso Pacinotti al Prof. Jamin dell'Accademia delle Scienze di Parigi nel 1871, quella macchina costruita nel 1860 comprendeva già tutti gli organi essenziali ed era già stata da lui sperimentata in modo da mostrare che poteva agire tanto da motore elettrico, quanto da generatore di corrente continua.

Però è da notare che il Pacinotti non fece conoscere subito la sua invenzione. La descrizione della sua macchina non fu resa pubblica che cinque anni più tardi circa, nel *Nuovo Cimento* per l'anno 1864, e il fascicolo che contiene la Memoria del Pacinotti, è bene avvertirlo, uscì soltanto nel maggio del 1865; ciò è confermato da quanto racconta il Pacinotti in una lettera al direttore del periodico *L'Elettricista*, che cioè quando egli si recò a Parigi nel luglio 1865 la pubblicazione della sua memoria nel *Nuovo Cimento* era avvenuta appena da due mesi.

Non è senza interesse il ricordo di questi particolari, che, a mio parere, servono a provare due cose.

Anzitutto il Pacinotti, affatto alieno dall'idea di approfittare immediatamente della sua invenzione per farne una speculazione industriale, evidentemente dovette trovar necessario di meditarvi sopra, di ripetere esperimenti, di perfezionare insomma la sua macchina; nè è improbabile che abbia avuto in principio qualche dubbio; certo è che dovette aver di mira soprattutto di accertarsi che la sua invenzione fosse

in tutto conforme ai suoi desideri, che i risultati ne fossero sicuri. Dubbi e desideri naturalissimi, se si pensa che era l'epoca in cui, ancora studente, stava per addottorarsi in scienze ed avviarsi alla carriera dell'insegnamento. Scolaro di Riccardo Felici, fisico eminente, maestro nell'arte di sperimentare, doveva il Pacinotti, educato a quella scuola, aver l'abitudine di andar guardingo prima di azzardarsi a rendere pubblici i risultati di quei primi esperimenti.

In secondo luogo il fatto che dopo cinque anni il Pacinotti si decide a riassumere nella Nota inviata al *Nuovo Cimento* la descrizione e la spiegazione della sua nuova macchina, dimostra che l'autore da cotesta lunga meditazione, dal risultato delle prove ripetute, si era convinto d'aver fatto cosa buona; e appunto perchè quelle poche pagine vanno considerate come il frutto di una lunga meditazione, dobbiamo credere che ciò che vi è scritto fu molto pensato, e ogni particolare di quella Nota acquista perciò maggior valore.

Le macchine che allora si conoscevano per trasformare in energia elettrica la energia meccanica mediante il fenomeno della induzione magnetoelettrica, non davano che una corrente alternata ovvero una corrente raddrizzata pulsante fra un valor massimo e zero; le macchine per produrre la trasformazione inversa, cioè i motori elettrici, dove si utilizzavano i fenomeni di attrazione e ripulsione prodotti da elettrocalamite, alimentate da correnti variabili od interrotte, avevano il grave difetto di dar luogo a un movimento irregolare, perchè l'impulso non vi era continuo e costante ma interrotto e diseguale.

Il Pacinotti ebbe l'idea genialissima di costituire l'organo mobile del motore con ciò che egli chiamò una *elettrocalamita trasversale*, e che noi oggi chiamiamo *l'anello Pacinotti*. Esso comprende diversi organi essenziali, tutti opportunamente ideati e fra loro combinati: il nucleo anulare di ferro a superficie dentata o scanalata; la spirale continua di filo isolato che lo ricopre su tutta la periferia e suddivisa in un gran numero di sezioni, o gruppi di spire; il collettore formato di tanti segmenti conduttori fra loro isolati, quanti sono quei gruppi: le connessioni fra questi e i segmenti del

collettore; e finalmente i due conduttori fissi che apportano o raccolgono la corrente, appoggiandosi sul collettore mentre esso gira insieme coll'anello. È tutto questo complesso che costituisce la parte assolutamente nuova della macchina, e nuova non solo nel suo complesso ma in tutti i suoi particolari. Per effetto della immissione della corrente mediante i due contatti fissi l'anello diventa una elettrocalamita coi poli in corrispondenza dei punti di contatto, comunque esso ruoti intorno al suo asse. Posti i contatti all'estremità di un diametro, e affacciati i poli di una calamita nella direzione di un altro diametro, l'anello alimentato da una corrente gira, e la coppia motrice è costante. Il massimo effetto si ha collocando i contatti fissi su di un diametro normale alla linea dei poli.

Ora il Pacinotti ci dà nella sua Memoria del 1864 una spiegazione completa ed esattissima, una interpretazione rigorosamente scientifica del funzionamento di tutte le parti essenziali della sua macchina; egli dimostra di avere compreso perfettamente non solo la funzione di ogni organo della macchina, ma anche l'importanza degli effetti che se ne ottengono.

È vero che spesse volte, guidati e illuminati da studi e applicazioni più recenti, si pecca nel voler trovare negli scritti dei precursori più di quello che essi intesero di porvi, specialmente se una corrente di simpatia ci muove in loro favore.

Ma nel caso del Pacinotti ciò non accade; quanto più si rilegge il suo scritto, senza alcuno sforzo, più si rafferma in noi la persuasione che l'opera sua fu veramente assai più completa e importante di quanto forse poteva apparire al primo giudizio; e tanto più se si riflette alle circostanze che accompagnarono i suoi studi.

Nello scorso anno, in occasione del Congresso internazionale delle Applicazioni Elettriche in Torino, il Pacinotti si trovò un giorno davanti ad una imponente assemblea che lo applaudiva, ed egli si schermiva dicendo: « Se ben ora vi rifletto, ben poca cosa è stato quello che io ho fatto, e ben poca l'importanza che io vi diedi ». E terminava domandando venia all'umanità per aver fatto tanto poco.

Quest' ultima frase si riferiva al fatto che, com' egli diceva, circostanze particolari l' avevano costretto ad abbandonare i diletti studi, e perciò egli poco aveva fatto in seguito per perfezionare la sua prima invenzione. Ma quelle prime parole facevano l' impressione di esser dettate soltanto dalla commozione che il plauso dei presenti destava nell' animo suo avvezzo ad obbedire istintivamente ad un sentimento di modestia veramente ammirevole; egli non poteva pronunciarne altre senza correre il rischio di lasciar credere a un sentimento d' orgoglio di cui l' animo suo era assolutamente incapace.

Basta leggere i primi periodi della sua Nota del 1864 per convincersi che il Pacinotti conosceva perfettamente i pregi della sua macchina; e le proprietà fondamentali di questa son messe poi in evidenza nel modo più chiaro e rigoroso. A me fa appunto l' impressione che il Pacinotti, educato, come dissi, ad ottima scuola, volle attendere a pubblicare la sua invenzione quando, compiuti i suoi studi, la sua coltura scientifica gli permise di apprezzarne con sicurezza il valore.

Bisogna anche riportarsi a quei tempi, un mezzo secolo fa, per comprendere la difficoltà di intravedere addirittura il successo industriale di una invenzione di questo genere, quando, di quella scienza, che ora chiamiamo elettrotecnica, non esisteva neppure il nome, inventato vent' anni dopo. Eppure il Pacinotti comprese certamente l' importanza della sua macchina. Pochi mesi dopo la pubblicazione della sua Memoria nel 1865, egli fu incaricato di un viaggio in Francia, nel Belgio e in Inghilterra, per studiare e riferire poi al professor Matteucci circa l' ordinamento dei servizi meteorologici in quei paesi; ed egli ne approfittò, non solo per far conoscere la sua macchina, distribuendo copie della sua pubblicazione a persone tecniche, ma cercò pure di invogliare qualche abile costruttore a far applicazione su più vasta scala della sua invenzione.

E fu in quell' epoca che nell' officina del sig. Dumoulin, successore del Froment, egli diede spiegazione della sua macchina davanti a un capotecnico, che il Pacinotti alcuni anni più tardi affermò di aver riconosciuto nel Gramme, autore di

quella macchina dinamo-elettrica, che, salvo qualche differenza di forma, è una copia della macchina Pacinotti.

Nel frattempo il Pacinotti, che era stato prima assistente di Fisica tecnologica all'Università di Pisa, poi nel 1862 nominato aiuto al professore di Astronomia G. B. Donati, era passato alla fine del 1864 professore di Fisica all'Istituto tecnico di Bologna.

Quando comparve nel 1870 la macchina Gramme, ben pochi ricordavano il Pacinotti; pare invece che molti fossero coloro che avevano interesse, o semplicemente desiderio di nascondere la priorità. Ne nacque ben presto una polemica vivace, a cui presero parte uomini insigni, italiani e stranieri, e la priorità del Pacinotti fu riconosciuta. Ma siccome credo che ancora oggi non manchi qualcuno che dubita, o sembra almeno dubitare di tale priorità, io debbo soggiungere che la questione come si pone da taluni è semplicemente assurda.

Che la macchina Gramme sia identica a quella del Pacinotti e che questi abbia preceduto il Gramme di 9 o 10 anni, nessuno lo mette in dubbio; soltanto si può discutere se il Gramme abbia ideato l'anello di sua iniziativa o se invece abbia preso l'ispirazione dal Pacinotti. Si tratta cioè di valutare il merito del Gramme; mentre sul fatto che il Pacinotti sia l'inventore del suo motore e della prima dinamo a corrente continua non è possibile alcuna discussione. Ora io osservo che in tutti i casi simili, quando cioè si scopre che una invenzione, che ci si presenta come nuova, era già stata fatta prima da un altro, e parecchi anni avanti, a nessuno viene in mente mai di togliere un po' di merito al primo inventore per attribuirne al secondo. Invece nel caso del Pacinotti e del Gramme si è cercato appunto, e da alcuni si continua a tentare di invertire le parti; il fatto (dubbio, ma che potrebbe anche esser vero) che il Gramme nel 1870 ha inventato la stessa macchina che il Pacinotti aveva già inventato nel 1860, e per giunta senza saperne riconoscere la proprietà di funzionare come motore, già messa in evidenza dal Pacinotti, per taluni è un demerito del Pacinotti e un motivo sufficiente per metterne il nome in seconda linea dopo quello del Gramme.

Come ho già accennato, è degno di nota che l'invenzione Pacinotti fu più completa di quella del Gramme. L'ordine che solitamente si segue nei trattati di elettrotecnica fa sì che spesse volte si fa la storia della dinamo al rovescio.

Nel 1873, nove anni dopo che il Pacinotti aveva fatto conoscere la sua invenzione, il Fontaine, riferendo sulle macchine Gramme esposte alla mostra di Vienna, dopo aver detto che la macchina Gramme era stata ideata per produrre elettricità mediante una forza motrice, viene a parlare della sua reversibilità, e soggiunge: *Les machines Gramme ont donné lieu à Vienne à une expérience des plus curieuses*, e sembra sorpreso di vedere una dinamo, che, alimentata da una corrente, *agissait en véritable moteur électrique*. Il fatto era veramente di capitale importanza; ma non era affatto una novità, perchè era contenuto integralmente nella invenzione Pacinotti; quel *véritable moteur électrique* non era altro che il motore costruito dal Pacinotti 13 anni prima ed il solo paese dove il Pacinotti si era dato gran pena 8 anni prima di far conoscere il suo motore era appunto quello che ora aveva mandato a Vienna la macchina Gramme.

Il prof. Silvanus Thompson, nel suo notevole Trattato sulla dinamo, insistette su questo punto, riproducendo il disegno della macchina Pacinotti, riportandone la completa descrizione e citando le parole testuali colle quali l'autore spiega la reversibilità della sua macchina, parole alle quali lo stesso Thompson dava una grandissima importanza.

Del resto basta dire che il Pacinotti ha cominciato col l'inventare il motore; ed anzitutto egli si preoccupa di mettere in evidenza la proprietà essenziale dell'anello di dar luogo ad una *coppia motrice costante*, e il primo esperimento ebbe lo scopo di riconoscere se, come egli si credeva autorizzato a prevedere, il nuovo motore avesse un rendimento migliore in confronto dei motori elettromagnetici fin allora conosciuti.

Nella sua qualità di insegnante di fisica si comprende che il Pacinotti dovesse trovarsi, specialmente nel primo periodo della sua carriera, in un ambiente piuttosto scientifico che tecnico; tuttavia egli mostra ben spiccata la tendenza a ricercare la soluzione di problemi di carattere pratico.

La sua invenzione fondamentale è essenzialmente tecnica; non è la scoperta di un fenomeno, e neppure lo studio di una legge fisica; è una ingegnosa combinazione e applicazione di fenomeni noti, e lo scopo è puramente tecnico; non si ottiene un effetto nuovo, ma un effetto noto in condizioni così favorevoli da acquistare una importanza pratica enorme. D'indole tecnica è pure un lavoro pubblicato nel 1873 (*Nuovo Cimento*) dal titolo: *Dell'uso delle elettrocalamite trasversali per la riproduzione elettromagnetica degli angoli*; il Pacinotti fa un'altra proposta ingegnosa di una applicazione del suo anello elettromagnetico a scopo pratico. È una specie di telegrafo a quadrante per trasmettere segnali, e l'autore ne suggerisce diverse applicazioni, tutte plausibilissime: per esempio, a trasmettere le indicazioni di un molinello di torsione, a indicare a distanza la posizione di una valvola, di un registro, il numero di giri di una macchina, le escursioni di un meccanismo qualunque. Nel 1900 prese un brevetto per una *macchina elettrodinamica traslatoria*, ch'egli intitolò *viale elettromagnetico*, e che si può considerare come una derivazione della sua prima invenzione.

Nella sua lunga carriera di professore il Pacinotti attese anche a ricerche scientifiche su svariati argomenti, sempre però di carattere sperimentale. Così nel 1863 e 1864 pubblicava una Memoria nel *Nuovo Cimento*: *Sulle correnti elettriche generate dall'azione del calore e della luce*, che contiene i risultati di esperienze assai interessanti; nel 1871 un lavoro: *Sulla permanenza di liquidi volatili in tubi manometrici anche a pressioni negative e sul fenomeno della vaporizzazione*, e son degni di nota per copia di risultati gli studi intrapresi nel 1874 e 1875 quando era professore a Cagliari: *Sulla elettricità data per attrito delle coppie* (*Nuovo Cimento*, 1874 e 1875). Infine si occupò negli ultimi anni anche di macchine agricole e di questioni meccaniche e fece molte interessanti esperienze sull'adesione e sull'attrito di sfregamento fra vari corpi.

Però di quando in quando, come s'è visto, egli ritornava volentieri alla sua prima invenzione per studiarne qualche variante o qualche applicazione. Oltre quelle già ricordate, non

vogliamo dimenticare che nel 1874 ideò e costruì il cosiddetto *Comitolo elettromagnetico*, che corrisponde, per il modo come vi son disposte le spire, a quello che oggi si chiama *Indotto a tamburo* di una dinamo a corrente continua; ma in ciò era stato prevenuto dall'Heiner Alteneck; nè egli si trovava in condizioni da poter attendere a perfezionamenti di carattere costruttivo e d'altronde il disegno della sua invenzione era completo e così rimase.

La dinamo si venne perfezionando per merito di un gran numero di studiosi e di tecnici costruttori; se ne produssero tipi svariatissimi, distinti per mille particolari ingegnosi, dei quali però moltissimi non resistettero alla prova pratica, e di tante varianti che si credettero perfezionamenti la maggior parte ebbe vita effimera e scomparve per lasciar omai un tipo quasi unico padrone del campo; ciò che rimase invariato fu il dispositivo ideato dal Pacinotti, che costituisce l'organo essenziale.

E l'importanza di esso appare, oltre che nella generatrice e nel motore a corrente continua, anche in altre macchine, cioè nel convertitore e in diversi tipi di motori a corrente alternata, i quali trovarono, per così dire, nel collettore Pacinotti un organo capace di correggere alcuni loro difetti. È il collettore Pacinotti che permette, ad esempio, di avviare i motori monofasi a induzione, che da soli non si avviano, o come motori in serie, o come motori a ripulsione; ed è parimenti l'indotto a circuito chiuso munito di collettore Pacinotti, che ha reso possibili i perfezionamenti più recenti nei motori a corrente alternata semplice per migliorarne il fattore di potenza.

Il Pacinotti, che nel marzo 1873 in seguito a concorso era stato nominato professore ordinario di fisica nella Università di Cagliari, passò poi nel dicembre del 1881 alla Università di Pisa come professore di Fisica Tecnologica e per parecchi anni vi tenne anche l'incarico dell'insegnamento dell'Architettura ed Idraulica rurale. Ebbe alte onorificenze, fu Socio dell'Accademia dei Lincei e della Società dei XL, e nel 1905 fu nominato senatore.

Ma il più solenne riconoscimento dell'alta estimazione di cui godeva il Pacinotti nel mondo degli elettricisti si ebbe nello scorso anno, nella occasione ch'egli compiva il settantesimo anno di età e quando la sua invenzione compiva un mezzo secolo di vita. Dopo le onoranze che gli furono tributate a Pisa, l'Associazione Elettrotecnica Italiana, di cui il Pacinotti era Presidente Onorario, deliberò di tenere una riunione generale in Torino per offrirgli un Album ed una pergamena come attestato di ammirazione di tutti gli elettrotecnici italiani. Fu in quella occasione che, trovandosi fra noi per partecipare al Congresso Internazionale delle Applicazioni Elettriche ed alla Commissione Elettrotecnica Internazionale molti elettricisti stranieri, questi spontaneamente chiesero di associarsi a quella nostra manifestazione, presero parte a quella adunanza, che era stata indetta unicamente fra i nostri soci e che d'un tratto si trasformò in una riunione internazionale, e vollero tutti iscrivere i loro nomi nell'Album commemorativo, che in quella occasione la nostra Associazione offriva al Pacinotti insieme ad una pergamena che riproduceva la sua classica Memoria del 1864.

E fu anche una delle più belle soddisfazioni per noi udire le nobili parole pronunciate in quella occasione dall'insigne elettricista inglese prof. Silvanus Thompson, che già più volte aveva contribuito co' suoi scritti e con le sue dichiarazioni a mettere in evidenza l'incontestabile merito del Pacinotti; ed ora per dimostrare come già da tempo l'opera del Pacinotti fosse tenuta in alto pregio anche fuori d'Italia, ci ricordava come la *Institution of Electrical Engineers* di Londra nel 1902 ascriveva a suo onore di nominare suo socio onorario il Pacinotti, soggiungendo che in quell'epoca l'elenco dei soci onorari di quell'Istituto comprendeva soltanto altri tre nomi, quelli di Lord Kelvin, di Mascart e di Wilde.

E davvero il nome del Pacinotti deve esser caro a tutti per i benefici che sgorgarono dalla sua invenzione; carissimo a noi italiani che lo ricordiamo con vivo compiacimento e con sincera ammirazione, come altra affermazione dell'efficace contributo che il nostro paese ha portato ai progressi della Elettrotecnica.

---