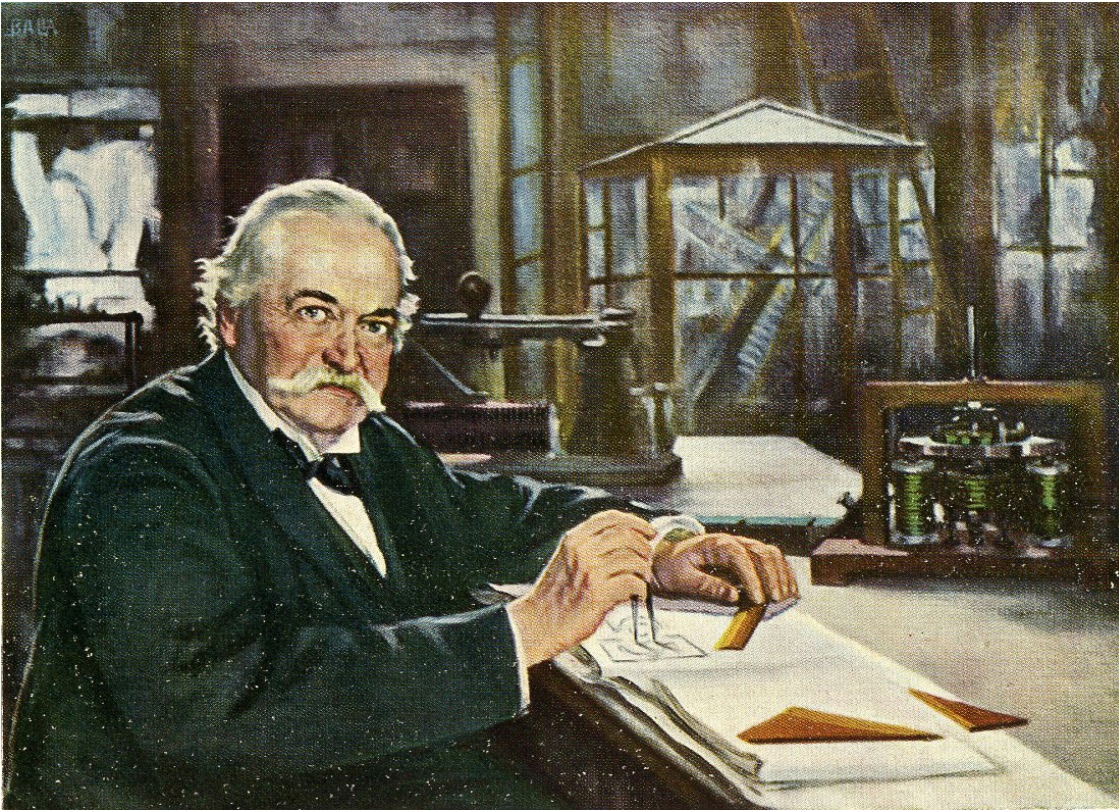


La vita e l'opera di Antonio Pacinotti

PISA, 4 DICEMBRE 2018

Claudio Luperini, Paolo Rossi – Dipartimento di Fisica, Università di Pisa



Quadro del pittore Giacomo Balla (1871-1958) raffigurante Pacinotti nel 1911, si riconoscono una copia della macchinetta e la macchina a gomito.

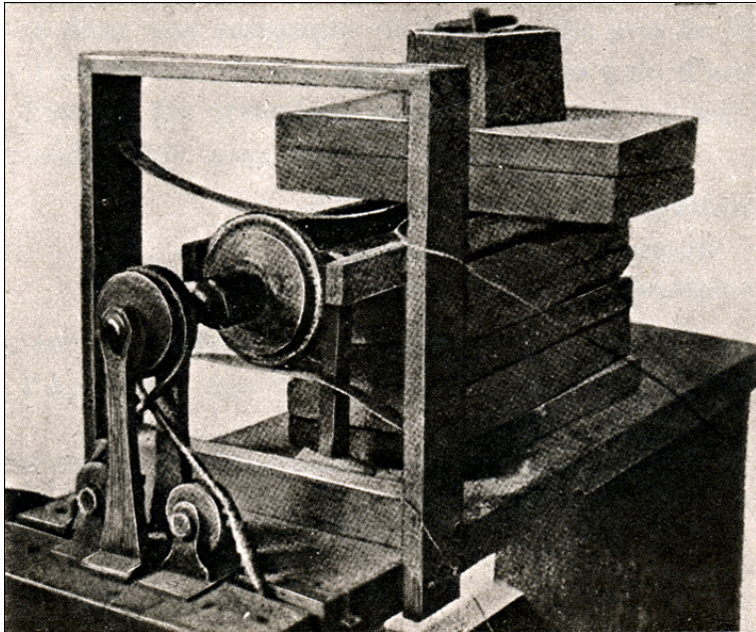
Antonio nacque a Pisa il 17 giugno 1841 da Luigi Pacinotti di Pistoia e dalla contessa Caterina Catanti di Calci.

I suoi studi si svolsero interamente a Pisa: Istituto Guadagnoli, collegio di Santa Caterina ed esami di ammissione all'Università nel 1856.

Durante l'anno scolastico 1857/58 studiò a fondo e in maniera autonoma il *Traité d'électricité théorique et appliquée* di Auguste de La Rive (I-III, Parigi, 1851-58).

Nel primo dei suoi quaderni di appunti (quaderni che poi avrebbe scritto per l'intero arco della sua vita), denominato *Sogni*, alla data del 10 gennaio 1859 si trova descritto un apparato sperimentale che realizzava la **prima dinamo-motore a corrente continua**. Più avanti, nello stesso quaderno, è scritto che la macchina funziona bene sia come dinamo sia come motore.

Alla data del **10 Gennaio 1859** quando ancora non aveva compiuto i 18 anni, si trova descritto nel primo quaderno dei Sogni l'esperimento con il quale realizzò il **primo prototipo di una dinamo-motore a corrente continua**: una spirale di filo conduttore chiusa su se stessa e avvolta attorno ad un anello di ferro dolce che, fatto ruotare all'interno di un campo magnetico esterno passante per il suo diametro, generava una corrente continua estraibile con degli elettrodi appoggiati sulla spirale chiusa e posti lungo la perpendicolare al campo magnetico esterno. Se l'apparato veniva fatto girare a mano si generava una corrente continua, mentre se si applicava tensione continua agli elettrodi il dispositivo si metteva a ruotare.



Ricostruzione del primo esperimento con l'anello chiuso realizzata da Pacinotti nel 1911



L'Anello chiuso di Pacinotti



DA UN AUTOGRAFO COMPOSTO FRA IL 1860 E IL '62 SI TROVA ANCHE UN TENTATIVO DI TEORIA SULLE MACCHINE ELETTROMAGNETICHE, TEORIA CHE FINO AD ALLORA ERA STATA SCRITTA SOLAMENTE DA M. JACOBI, TEORIA ALLA QUALE PACINOTTI ACCENNERÀ ANCHE NELLA RELAZIONE INVIATA AI GIURATI DELL'ESPOSIZIONE DI TORINO DEL 1884.



Antonio vestito da sergente volontario nell'arma del genio

Desideroso di prendere parte alla seconda guerra di indipendenza (il padre Luigi aveva combattuto nel 1848 a Curtatone, come capitano della 2^a compagnia del battaglione universitario pisano), Pacinotti abbandonò le sue ricerche e l'università e il 10 maggio 1859 partì per la Lombardia come sergente del genio militare. Vi arrivò però a ostilità concluse e fu congedato il 21 luglio.

Ritornato ai suoi studi, insieme al meccanico del gabinetto di fisica tecnologica Giuseppe Poggiali, costruì e sperimentò quella che egli stesso denominò **macchinetta**, la prima macchina elettrica dinamo-motore a corrente continua: **era l'aprile 1860**.

Questa **macchinetta** risolveva i due principali problemi delle macchine costruite fino a quel momento: la corrente alternata raddrizzata e il basso rendimento.

Antonio, sperando di trovare finanziamenti per realizzare questo modello in più grandi dimensioni, non rese pubblica la scoperta.



FIN DAL 1832 ESISTEVANO LE DINAMO MA PRODUCEVANO TUTTE UNA CORRENTE ALTERNATA, EVENTUALMENTE RADDRIZZATA CON DISPOSITIVI CHIAMATI COMMUTATORI E CON UN BASSO RENDIMENTO. LA NECESSITÀ DI QUEL PERIODO ERA INVECE OTTENERE A BASSO COSTO UNA CORRENTE CONTINUA PER IMPIEGHI INDUSTRIALI, IMPOSSIBILI, SE NON IN RARI CASI, CON I COSTOSI APPARATI DERIVATI DALLA PILA DI ALESSANDRO VOLTA. ESISTEVANO ANCHE MACCHINE ELETTRICHE FUNZIONANTI COME MOTORI NON REVERSIBILI MA IN QUEL PERIODO NON ERANO DI INTERESSE INDUSTRIALE.



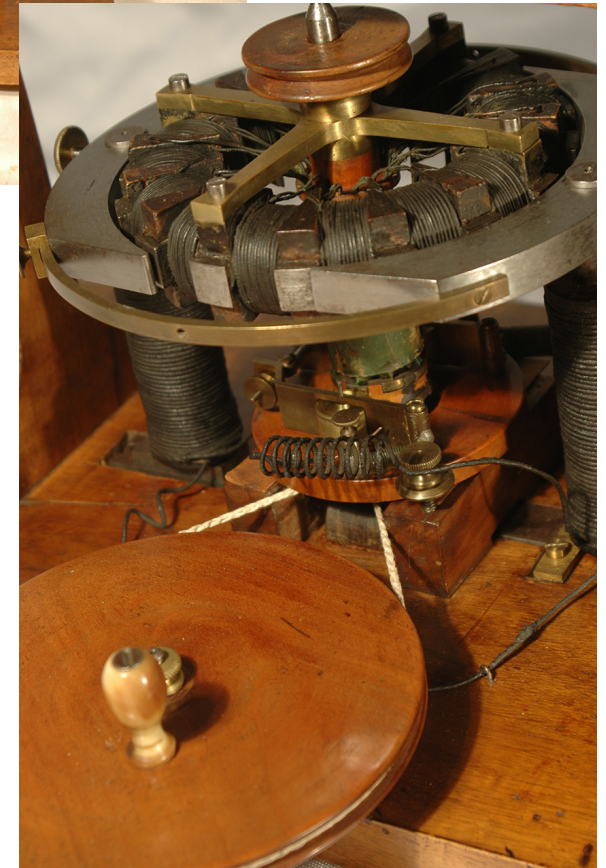
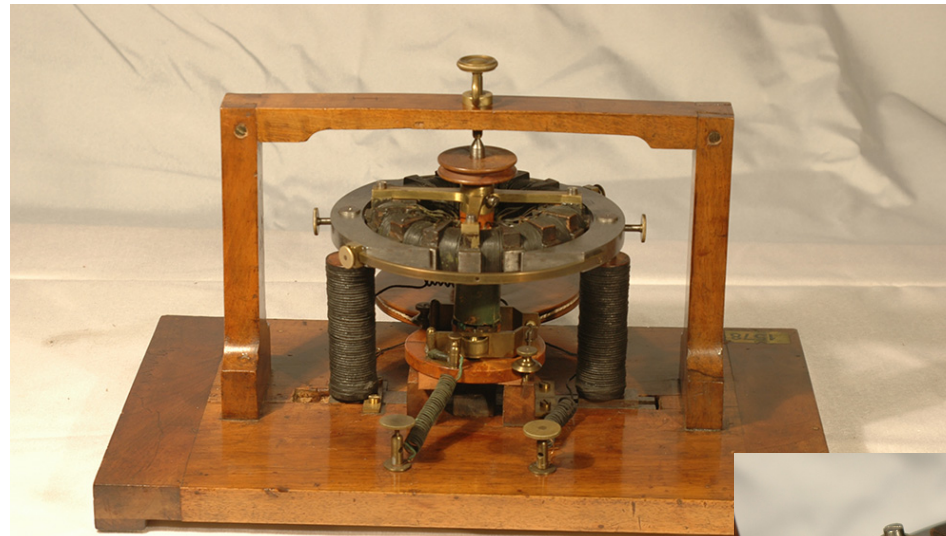
Il 28 giugno 1861 conseguì il **dottorato in matematiche applicate**.
Per l'anno accademico 1861-62 fu assistente del padre e il 9 maggio 1862 fu nominato aiuto del professore di astronomia Giovan Battista Donati nell'Istituto di studi superiori di Firenze.
Nel 1863 accettò l'insegnamento di fisica nel collegio Cicognini di Prato per rinunciarvi dopo breve tempo.
In questo periodo si occupò di astronomia e di strumenti ottici, partecipando, tra l'altro, come socio fondatore insieme a Donati, all'avvio di un'officina per la produzione di strumenti ottici di precisione che, nel 1870, divenne l'**Officina Galileo**.

Il 4 dicembre 1864 si trasferì a Bologna quale vincitore della cattedra di fisica e chimica del Regio istituto tecnico. Non avendo ricevuto a distanza di cinque anni dalla scoperta l'attenzione né dell'ambiente industriale né tanto meno di quello universitario si decise finalmente a pubblicare un articolo intitolato **Descrizione di una macchinetta elettro-magnetica** sulla rivista Il Nuovo cimento che uscì il 3 Maggio 1865 (Tomo XIX, 1863, pp.378-384).

378

**DESCRIZIONE DI UNA MACCHINETTA ELETTRICO-MAGNETICA
DEL DOTT. ANTONIO PACINOTTI.**

Nel 1860 ebbi occasione di far costruire per conto del Gabinetto di Fisica Tecnologica dell'Università di Pisa un modello di macchina elettro-magnetica da me immaginata, e che ora mi risolvo a descrivere specialmente per far conoscere una elettro-calamita di genere particolare usata nella costruzione di quella, la quale oltre la novità che presenta, mi sembra adattata a dar maggior regolarità e costanza di azione in tali macchine elettro magnetiche, come anche la sua forma mi sembra conveniente per raccogliere la somma delle correnti indotte in una macchina magneto-elettrica.





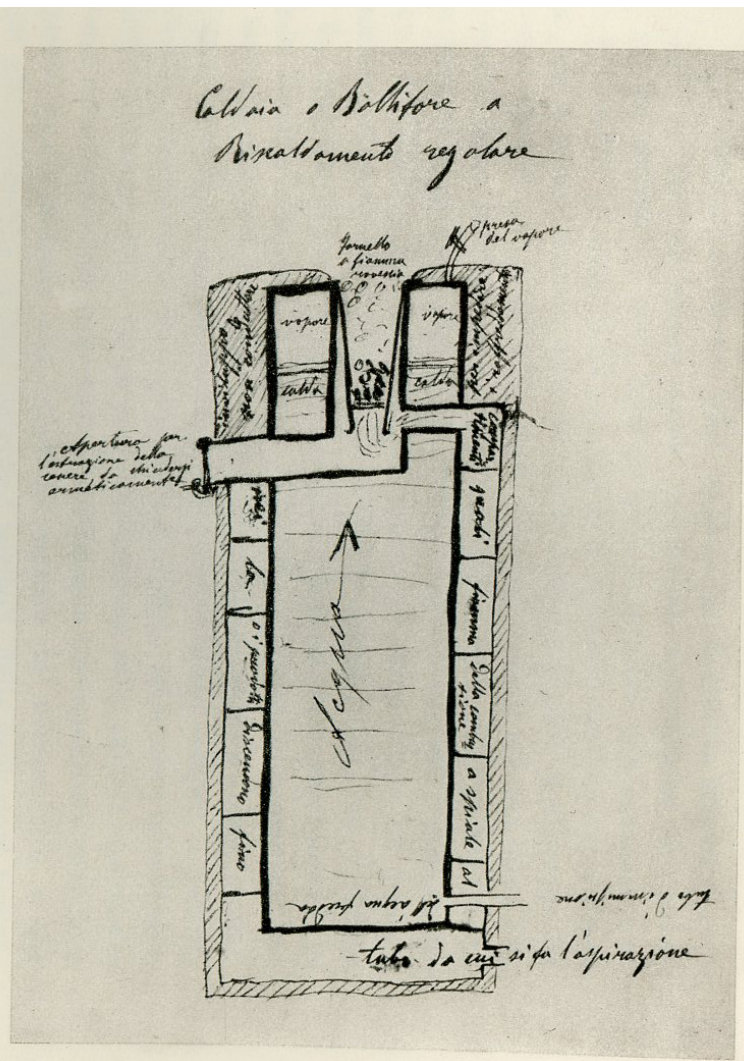
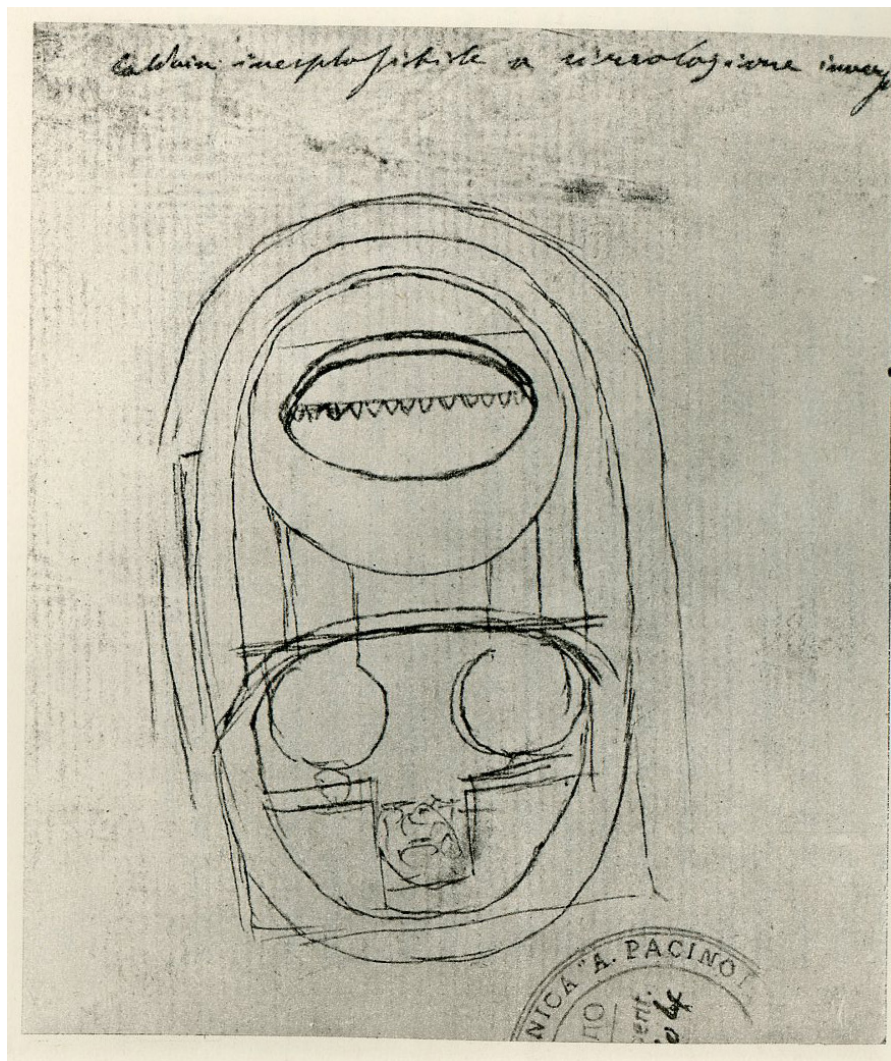
Dal 1° luglio al 30 settembre 1865 fu distaccato presso il ministero della Marina **per compiere un viaggio in Europa allo scopo di visitare i servizi meteorologici attivi nelle principali città**. Obiettivo del viaggio era acquisire le conoscenze e la strumentazione necessaria per impiantare un servizio meteorologico anche in Italia; Pacinotti aveva ricevuto questo incarico da Carlo Matteucci, responsabile del programma.

Nella speranza che il viaggio potesse costituire l'occasione di trovare finanziatori per la costruzione in dimensioni più grandi della sua 'macchinetta', portò con sé una cinquantina di copie dell'articolo che la descriveva, per distribuirle lungo il viaggio. La partenza avvenne il 14 luglio e Pacinotti fu accompagnato dal fratello Giacinto. Fecero tappa a Parigi, Londra, Bruxelles, poi di nuovo a Parigi e infine a Ginevra, per rientrare in Italia i primi di settembre.

Come documenta il carteggio con il padre, durante la prima sosta a Parigi – e non durante la seconda, come lo stesso Pacinotti affermò nei suoi scritti e nelle sue interviste – **visitò le officine Froment e vi incontrò Zenobio Gramme, l'autore dell' "usurpazione" (come la definì Werner Siemens in una lettera a Pacinotti del 12 febbraio 1875) dell'idea della 'macchinetta'**.

Tornato a Bologna, continuò il suo insegnamento di fisica e chimica presso il Regio istituto tecnico, diventando nel 1868 professore reggente di fisica generale e applicata e nel 1871 professore titolare.

BENCHÉ IL SUO MAGGIOR IMPEGNO FOSSE L'IDEAZIONE E LA REALIZZAZIONE DI MACCHINE ELETTROMAGNETICHE, I SUOI INTERESSI SPAZIARANO DALL'ASTRONOMIA ALL'OTTICA, DALL'INTERAZIONE FRA CALORE SOLARE E CORRENTI ELETTRICHE ALLE APPLICAZIONI TECNICHE IN CAMPO AGRARIO. SU TUTTI QUESTI ARGOMENTI GIÀ NEL 1873 ERANO DISPONIBILI 28 PUBBLICAZIONI A SUO NOME. NEL SETTORE DELLA TECNOLOGIA AGRARIA, IN PARTICOLARE, CUI SI ERA ACCOSTATO PER INTERESSI PERSONALI E FAMILIARI, IDEÒ E REALIZZÒ IL 'TUBO CALEFATTORE' PER IL RISCALDAMENTO DELLE BOTTI, I 'TINI A CONDUETTURA' PER LA FERMENTAZIONE DELL'UVA E ALCUNI APPARECCHI PER I SISTEMI DI VINIFICAZIONE. PRESENTÒ TUTTI QUESTI SUOI DISPOSITIVI IN VARIE MOSTRE, DAL 1868 AL 1886, RICEVENDO SPESSE RICONOSCIMENTI UFFICIALI.



Schizzi di caldaie

Nel periodo bolognese iniziò la querelle sulla priorità dell'invenzione della dinamo-motore a corrente continua.

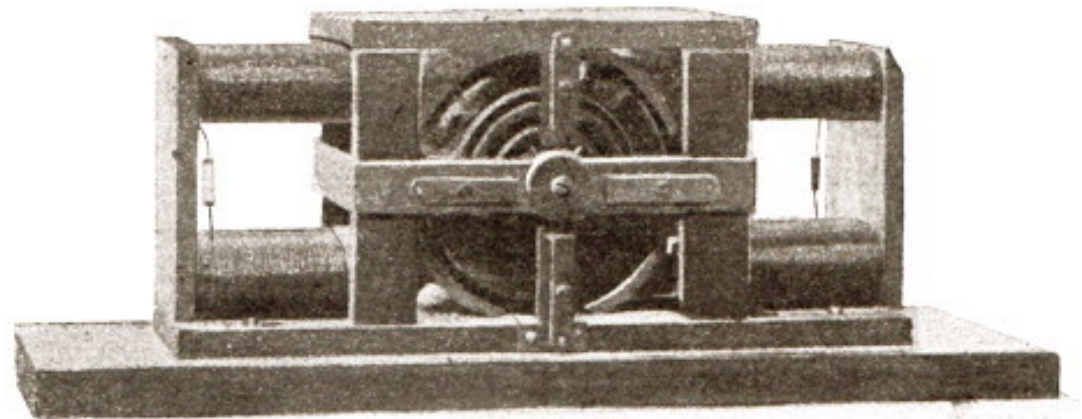
Nel 1871 lesse nei Comptes rendus dell'Accademia delle Scienze di Parigi che Jules-Célestin Jamin aveva presentato una memoria di Zenobio Gramme riguardo a una macchina dinamo-elettrica a corrente continua da lui ideata e realizzata (tale macchina era il risultato di una serie di brevetti richiesti da Gramme fin dal 1867 e dal 1872 le macchine da lui prodotte furono introdotte sul mercato).

In questo articolo Pacinotti riconobbe la sua 'macchinetta', si ricordò del suo incontro a Parigi con Gramme nelle officine Froment nell'estate del 1865 e si rese conto di aver sbagliato a lasciare in giro la sua memoria e averne dato approfondite spiegazioni orali. Scrisse dunque all'Accademia delle Scienze e a Jamin, ricordando la storia della 'macchinetta' e la sua lettera fu pubblicata favorevolmente e quasi per intero sui Comptes rendus.

Negli anni successivi (fino al 1905) si succedettero diversi articoli pro e contro il punto di vista di Pacinotti e diverse furono le sue repliche. Fu, comunque, all'Esposizione internazionale e mondiale di elettricità di Parigi del 1881 che ebbe il riconoscimento definitivo come ideatore della prima dinamo-motore a corrente continua e tale riconoscimento fu suggellato dal presidente della Repubblica francese che gli conferì la decorazione di cavaliere dell'Ordine nazionale della Legione d'onore.

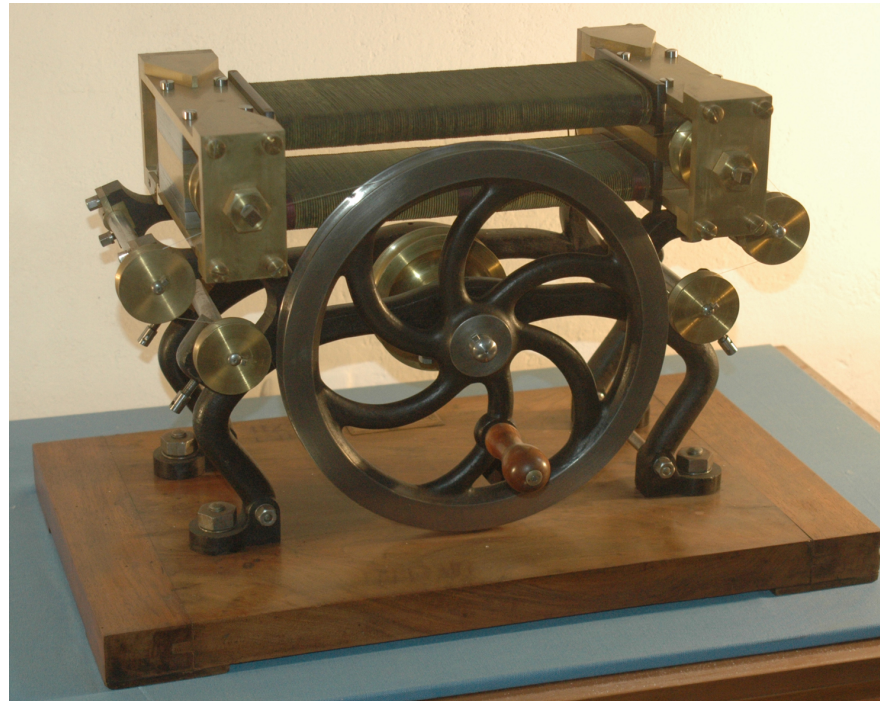


La macchinetta di Pacinotti (1860)



La prima macchina dinamo-elettrica di Gramme presentata nel 1871

La prima macchina fatta costruire dopo la macchinetta fu una **macchina magneto-elettrica a sistema Ladd**, che Antonio descrisse in un articolo su Il Nuovo Cimento del 1870. La macchina fu ordinata dal padre Luigi nel 1867 ma fu Antonio che ne diresse la costruzione a Bologna con il tecnico dell'istituto Francesco Pizzorno.



Questa macchina fu presentata all'esposizione di Bologna del 1869, probabilmente insieme alla Macchinetta del 1860. Nell'articolo si legge:

Nella esposizione di Bologna del 1869 la macchina dinamo-elettrica era in comunicazione con un piccolo motore elettro-magnetico collocato all'altro estremo del banco, e bastava girare un poco la macchina per veder funzionare il motore. Così era messa in evidenza una trasmissione di movimento assai curiosa, [...].



DALL'ALTRA PARTE DEL BANCO PROBABILMENTE C'ERA LA MACCHINETTA E COSÌ QUESTA PICCOLA ESPERIENZA FORNIVA SIA UN ESEMPIO DI **TRASMISSIONE A DISTANZA DELL'ENERGIA MECCANICA** SIA LA REVERSIBILITÀ DELLA MACCHINETTA, CIOÈ IL SUO FUNZIONAMENTO COME **MOTORE ELETTRICO**.

Il 30 marzo 1873 Antonio vinse il concorso per la cattedra di professore ordinario di fisica sperimentale e direttore del relativo gabinetto all'Università di Cagliari e di questo anno sono le realizzazioni di due macchine elettromagnetiche: il **Deviatore angolare** e la **Macchina dinamo-elettrica a gomito elettromagnetico**.



Il **Deviatore angolare**, presentato su Il Nuovo Cimento del 1873

IL DEVIATORE ANGOLARE CONSISTEVA NELL'ELETTROCALAMITA TRASVERSALE E DEL COLLETTORE DELLA MACCHINETTA MONTATI SEPARATEMENTE SU DUE PIANI DI LEGNO CHE PERMETTEVANO DI RILEVARE SPOSTAMENTI ANGOLARI IN POSTI INACCESSIBILI ALLA VISTA.



COSÌ QUANDO ALL'ASSE DEL CILINDRO ERA CONNESSO UN APPARATO ESTERNO CHE COMPIVA UNA ROTAZIONE, IL CILINDRO RUOTAVA DI CONSEGUENZA E LA ROTELLA A POTENZIALE PIÙ ALTO MANDAVA UN SEGNALE ELETTRICO ALL'ALTRO ELEMENTO SU CUI RUOTAVA L'AGO MAGNETICO INDICANDO LA DEVIAZIONE DELL'APPARATO STESSO.



La macchina a gomitolo

La macchina a gomitolo, illustrata su *Il Nuovo Cimento* in un articolo del 1874, presentava una nuova calamita trasversale costituita da un cilindro di ferro pieno con il filo avvolto intorno in maniera simile ad un gomitolo di lana. Antonio iniziò a costruire questa macchina presso la Villa di Caloria (Pistoia) e la concluse a Cagliari.



SECONDO PACINOTTI LA MACCHINA, NONOSTANTE LE SUE PICCOLE DIMENSIONI, AVREBBE POTUTO PRODURRE UNA DISCRETA QUANTITÀ DI CORRENTE CON UN NOTEVOLE LAVORO MECCANICO, CHE PERÒ LUI NON RIUSCÌ A RAGGIUNGERE CON L'AIUTO DI TRE UOMINI. QUESTA MACCHINA PARTECIPÒ ALLE ESPOSIZIONI DI PARIGI DEL 1881 E 1900 E A QUELLE DI TORINO DEL 1884 E DEL 1898.

Inizialmente per Pacinotti il periodo cagliaritano si presentò come un esilio, tanto più che il laboratorio non era attrezzato adeguatamente per le sue ricerche. Nell'anno accademico 1874-75 ritornò a Pisa per aiutare il padre malato di cuore ma poi, tornato a Cagliari l'anno successivo, con il passare del tempo si adattò talmente bene alla vita dell'isola che, quando il 15 dicembre 1881 fu nominato professore ordinario di fisica tecnologica a Pisa, nomina (a sua insaputa) caldeggiata fortemente dal padre che voleva lasciare la cattedra per limiti di età, provò perfino a far annullare tale incarico, anche se costituiva un ottimo avanzamento di carriera. Nonostante i suoi sforzi, ottenne solamente di poter rimanere a Cagliari per finire le lezioni dell'anno in corso.



IL MUTAMENTO FU DOVUTO PROBABILMENTE A DUE FATTORI: PRIMO, IL LABORATORIO DI FISICA ERA STATO ATTEZZATO, GRAZIE A VARI FINANZIAMENTI STRAORDINARI E A UN ATTEGGIAMENTO FAVOREVOLE DA PARTE DELL'UNIVERSITÀ DI CAGLIARI; SECONDO, L'INCONTRO CON LA DICIANNOVENNE MARIA GRAZIA SEQUI-SALAZAR, SPOSATA DA PACINOTTI A CAGLIARI IL 29 APRILE 1882 E MORTA DI PARTO A PISA IL 25 FEBBRAIO DELL'ANNO SUCCESSIVO.

La ricerca più importante di questo periodo fu lo studio dell'elettricità generata dallo sfregamento di materiali diversi che gli valse ben 4 corpose pubblicazioni su Il Nuovo Cimento fra il 1874 e il 1875. Per questi esperimenti ideò e realizzò anche dei dispositivi denominati «tripodi» che furono esposti a Parigi nel 1881 e a Torino nel 1884 e nel 1898.



Dalla primavera del 1875 Antonio iniziò a studiare i volani elettromagnetici e il primo lo costruì a Cagliari con l'aiuto dell'officina Doglio e del meccanico G. Dessì nella primavera del 1878 [...]

IL «VOLANO ELETTROMAGNETICO» ERA, DOPO IL «GOMITOLO», UN ALTRO MODO DI AVVOLGERE I FILI PER OTTENERE L'INDOTTO, QUESTA VOLTA PERÒ NON C'ERANO PARTI FERROSE ALL'INTERNO DEL «VOLANO», SUL SUO ASSE POI SI TROVAVA IL SOLITO COMMUTATORE PACINOTTIANO CHE INSIEME A DELLE CALAMITE FISSE COSTITUIVANO LA MACCHINA MAGNETO-ELETTRICA CON VOLANO ELETTRO-MAGNETICO TRASVERSALE.

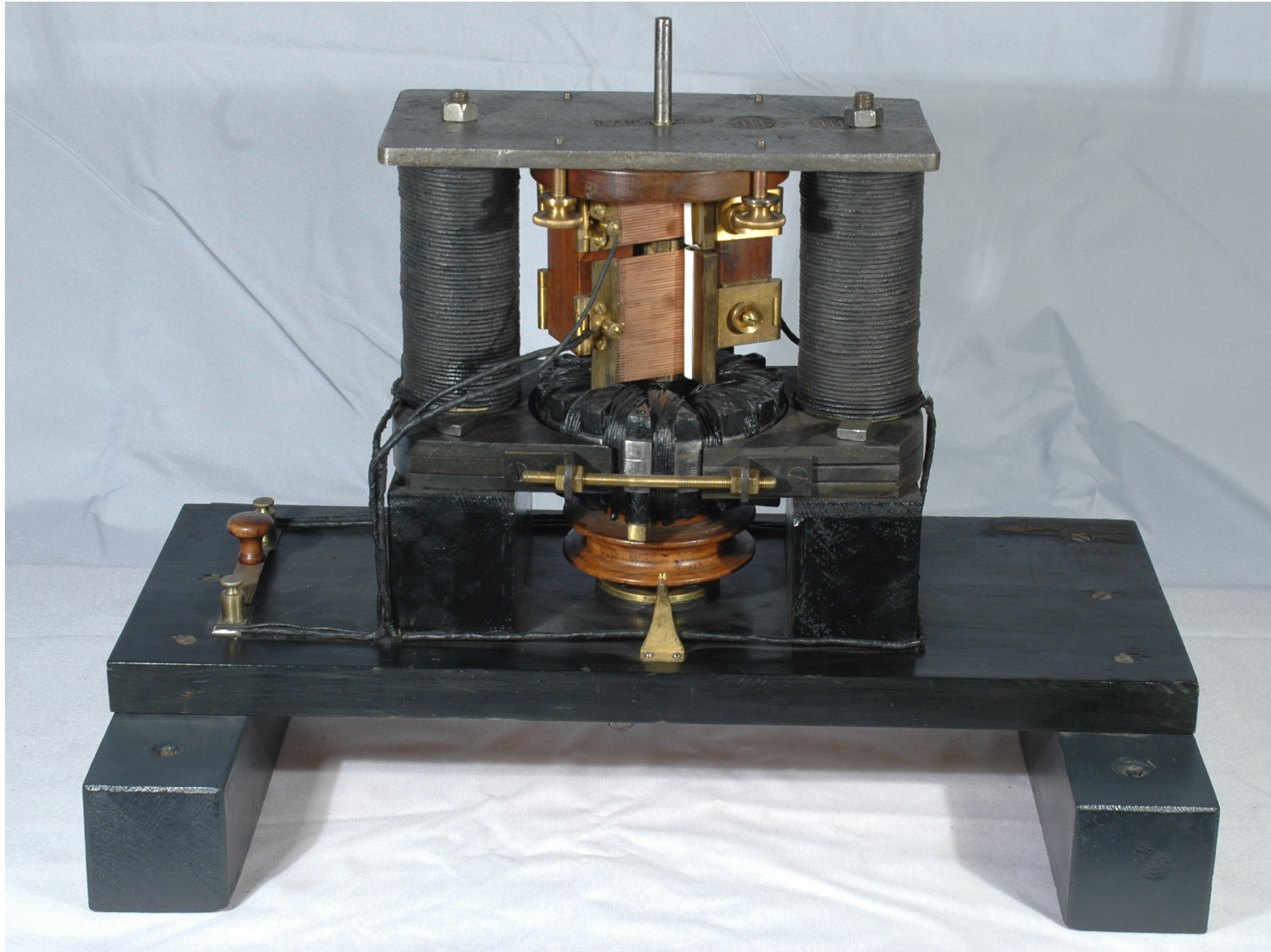


Pacinotti credeva particolarmente in questa macchina, in quanto considerava il volano un dispositivo stabile e capace di girare velocemente. Per questo riteneva che una costruzione in grande di questo modello potesse avere un futuro come macchina industriale.

Macchina magneto-elettrica con volano elettro-magnetico

L'altra macchina che Antonio costruì a Cagliari fu la **Macchina con «sopraeccitatore»**: una Macchina ad anello con il collettore posto in alto e con un circuito di supporto che, quando attivato, aumenta la resa della macchina. Costruita nel 1879, Antonio ne parlò nella Lettera ai giurati dell'Esposizione di Torino del 1884 in cui venne esposta:

[...] Quest'interruttore, quando le sue laminette di contatto lo accostano, funziona da sopraeccitatore della calamita fissa, perché due volte ad ogni giro chiude direttamente e torna ad aprire una comunicazione [...]



DOPO LA 'MACCHINETTA', PACINOTTI IDEÒ E REALIZZÒ ALTRE MACCHINE ELETTROMAGNETICHE MA FURONO ALTRI, CHE LE AVEVANO REALIZZATE INDIPENDENTEMENTE, A BREVETTARLE E A SFRUTTARLE A LIVELLO INDUSTRIALE.

PROBABILMENTE CIÒ DIPESSE DAL DISINTERESSE VERSO I BREVETTI SUSCITATO INIZIALMENTE DALLA VICENDA GRAMME. DIFATTI, PACINOTTI INIZIÒ A BREVETTARE LE SUE INVENZIONI SOLAMENTE ALLA FINE DEL SECOLO.

COSÌ, PER ESEMPIO, LA 'MACCHINA A GOMITOLO' NON ERA ALTRO CHE L'AVVOLGIMENTO BREVETTATO NEL 1873 DA HEFNER VON ALTENECK E SUCCESSIVAMENTE CONOSCIUTO COME 'AVVOLGIMENTO A TAMBURO'.

LO STESSO DISCORSO VALE PER LA 'MACCHINA A VOLANO': SI TRATTAVA DELL'AVVOLGIMENTO A DISCO' BREVETTATO NEL 1878 E GIÀ MONTATO SULLE MACCHINE DI FRITSCHÉ & DESRÓZIERS

Trasferitosi a Pisa nel 1882, Pacinotti non si allontanò più dalla città natale.

Appassionato dell'insegnamento e abnegato al dovere fino alla fine dei suoi giorni, presso l'Università tenne successivamente i corsi di **meccanica applicata all'agricoltura**, di **fisica tecnologica**, di **architettura e idraulica rurale** e infine di **fisica tecnologica per la meccanica applicata all'agricoltura**.

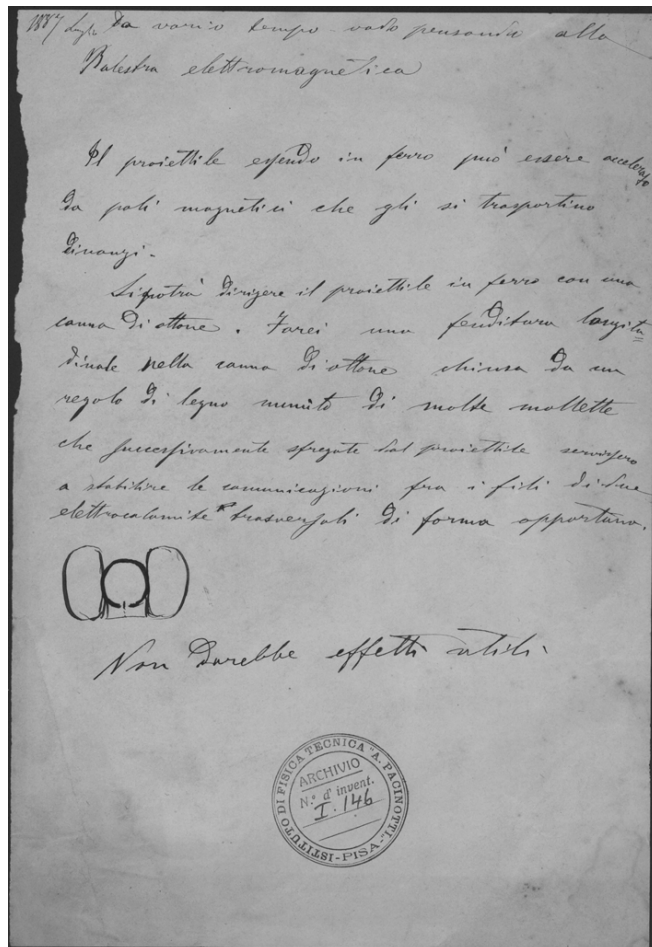
In questo periodo prese parte a diverse mostre nazionali e internazionali e pubblicò 28 lavori riguardanti le scienze agrarie, la fisica e le macchine elettromagnetiche.

Non si fermò neanche la sua produzione di macchine, per le quali iniziò a chiedere brevetti sia in Italia sia all'estero, ma senza risultati.

DI NOTEVOLE INTERESSE SCIENTIFICO E TECNICO FURONO ALCUNE SUE REALIZZAZIONI A CAVALLO DEL NUOVO SECOLO: **LE MACCHINE A TRAZIONE ELETTROMAGNETICA.**

QUESTI PROTOTIPI REALIZZAVANO LA SUA IDEA ORIGINALE (TESTIMONIATA DA UN DOCUMENTO AUTOGRAFO DEL 1887) DI **SPOSTAMENTO RETTILINEO PER ATTRAZIONE MAGNETICA.** PACINOTTI NE BREVETTÒ TRE MODELLI DAL 1899 AL 1901: IL 'VIALE ELETTROMAGNETICO', IL 'CARRO VIALE ELETTROMAGNETICO' E IL 'CARRO CON VIALE ELETTROMAGNETICO PER TRANVIA' (INSIEME CON I RISPETTIVI BINARI COSTITUIVANO POSSIBILI ALTERNATIVE AL TRENO E ALLA TRANVIA).

NONOSTANTE L'ORIGINALITÀ, ANCHE QUESTA NUOVA PROPOSTA TECNOLOGICA NON RISCOSSE ALCUNA ATTENZIONE. A DIMOSTRAZIONE DI CIÒ, L'ANNO SUCCESSIVO AL PRIMO BREVETTO DI PACINOTTI, SUL PERIODICO LA TRIBUNA ILLUSTRATA (24 GIUGNO 1900) USCÌ UN ARTICOLO IN CUI SI PARLAVA DI UN CANNONE COSTRUITO IN AMERICA CON UNA TECNOLOGIA DI NUOVA CONCEZIONE: LA TRAZIONE ELETTROMAGNETICA.

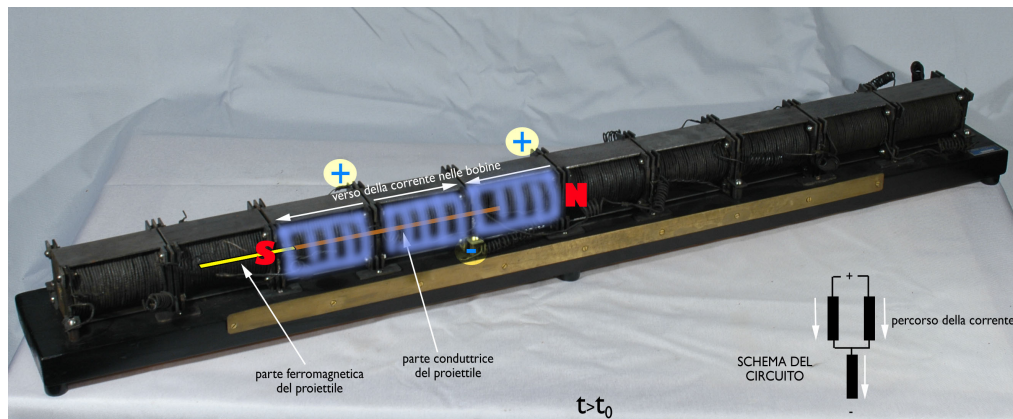
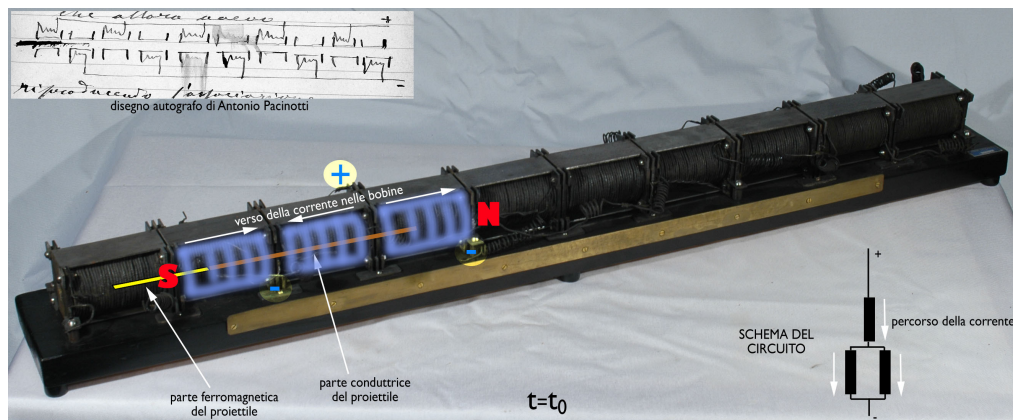


In appunto del Luglio 1887 si legge:

[...] Da vario tempo vado pensando alla balestra elettromagnetica. Il proiettile essendo in ferro può essere accelerato da poli magnetici che gli si trasportino dinanzi. Si potrà dirigere il proiettile in ferro con una canna di ottone. Farei una fenditura longitudinale nella canna di ottone chiusa da un regolo di legno munito di molte mollette che successivamente sfregate dal proiettile servissero a stabilire le comunicazioni fra i fili di due elettrocalamite trasversali di forma opportuna. [...]

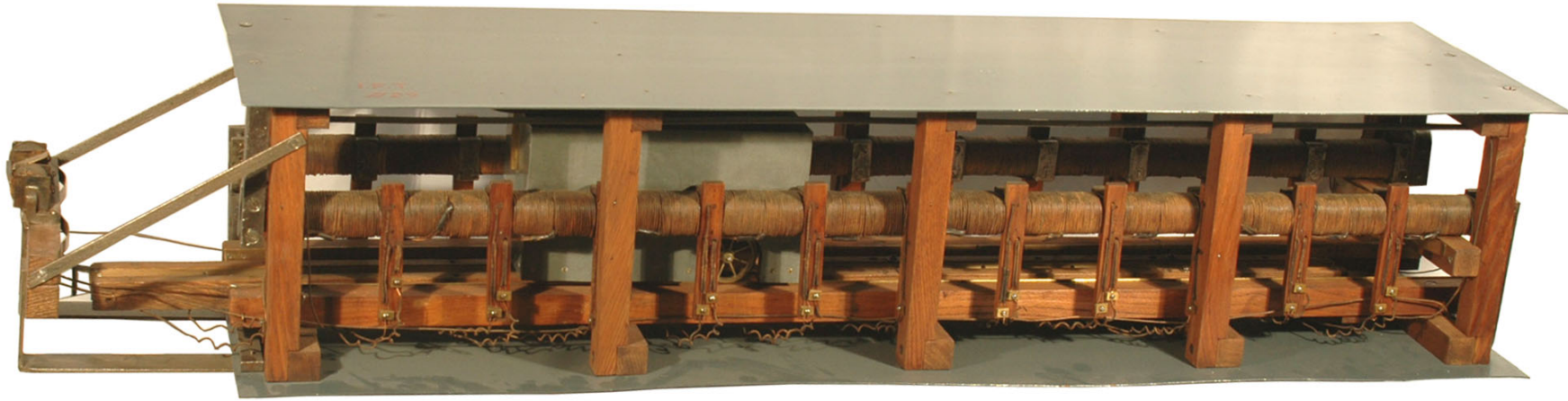
Inizia da qui l'idea di Pacinotti di utilizzare l'attrazione magnetica per ottenere movimento rettilineo.

Il 21 febbraio 1899 Antonio Pacinotti presentò agli uffici competenti del Regno d'Italia una richiesta di brevetto: «Descrizione del trovato avente per titolo: **Macchina elettro-dinamica traslatoria, detta Viale Electro-Magnetico**». Il brevetto gli fu rilasciato l'11 Agosto 1899, con il numero 50770.



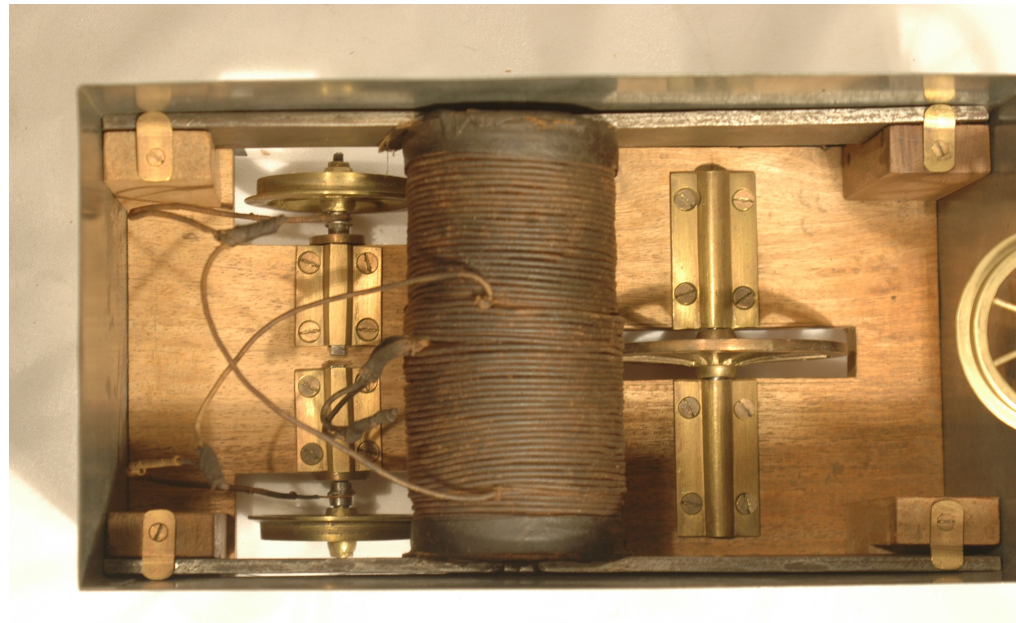
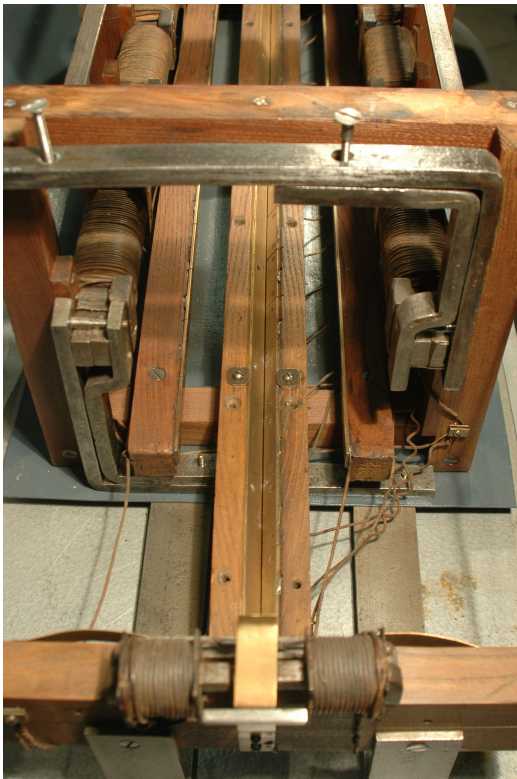
I **rocchetti pari** (il secondo, il quarto, ...) sono collegati ad un polo della tensione e a terra mentre **quelli dispari** all'altro polo e a terra e gli avvolgimenti sono avvolti in modo tale che ciascun rocchetto, al passaggio della corrente, generi un campo magnetico sempre nello stesso verso. Il **proiettile** (lungo circa 30 cm) ha come parte anteriore un tubo di ottone, con delle alette per favorire il contatto elettrico, e come parte posteriore un cilindro di ferro infilato per qualche centimetro nel tubo di ottone. **Inserito il proiettile nel Viale**, appena la sua parte anteriore conduttrice mette in contatto le prime due bobine inizia a girare corrente che genera un campo magnetico longitudinale. Spingendo avanti il proiettile quando la parte ferromagnetica entra nella prima bobina del Viale, la parte anteriore conduttrice mette in contatto la seconda e la terza bobina e il campo magnetico così generato (che può essere considerato quello di un solenoide lungo come tre bobine del Viale) attira il proiettile all'interno del Viale. In seguito **l'avanzamento della parte conduttrice commuta i contatti fra le bobine** in modo da far avanzare il campo magnetico e mantenere l'effetto di attrazione che accelera continuamente il proiettile.

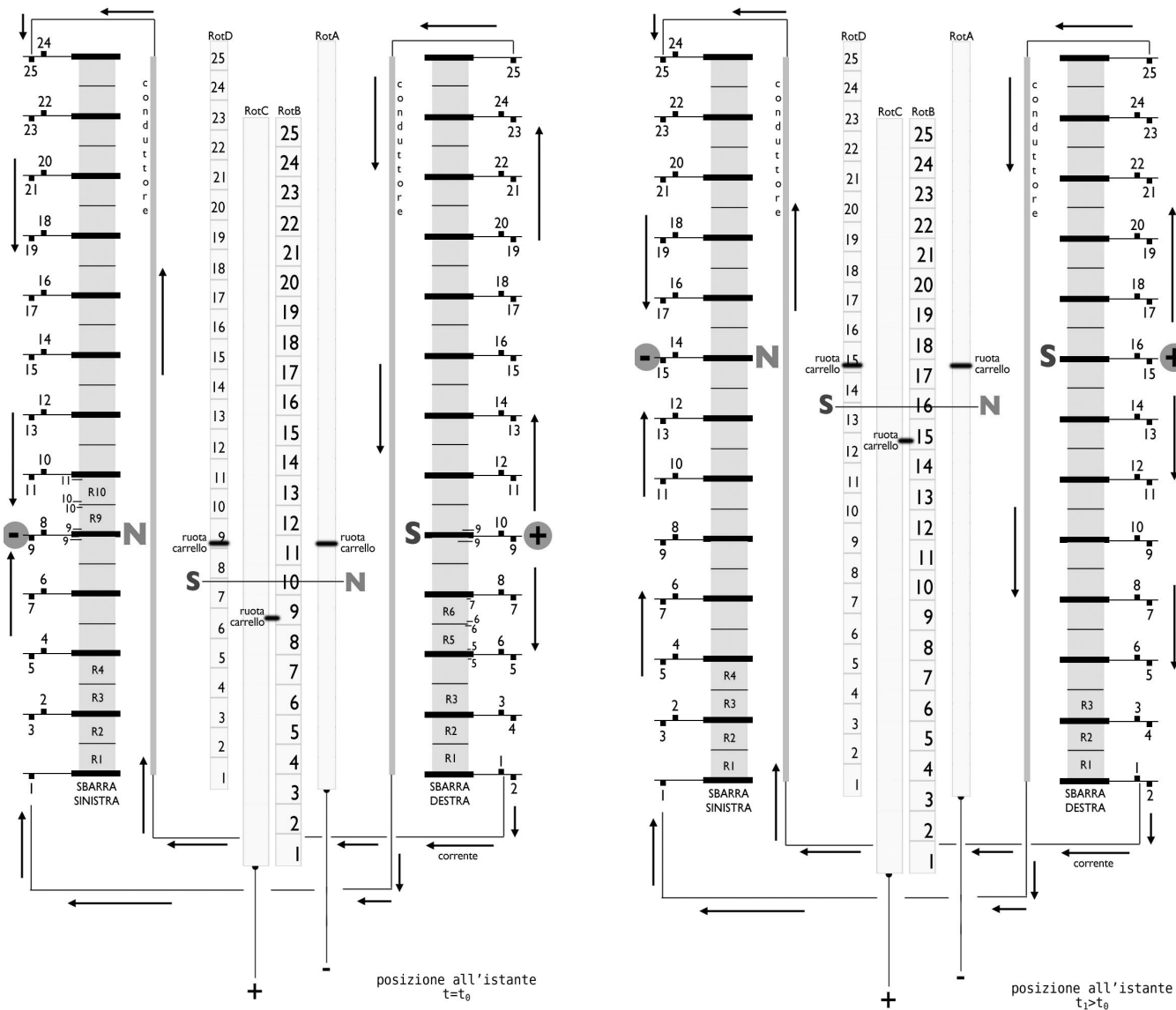
Pacinotti lavorò alla sua seconda macchina a trazione elettromagnetica nella Primavera del 1899.



MACCHINA TRASLATORIA A LACCIO ELETTROMAGNETICO

Si tratta di una macchina che fa uso di un viale elettromagnetico costituito da due serie di bobine poste lateralmente ai binari su cui si muove un carrello, la cui funzione è analoga a quella del proiettile nel Viale elettromagnetico.





Nelle due figure a lato viene schematizzato il funzionamento di questa macchina nel caso che la corrente giri nell'elettrocalamita del carrello in maniera da avere movimento per attrazione magnetica.

La tensione viene applicata alle due rotaie non sezionate. Sono le ruote del carrello che mettono in comunicazione queste due rotaie con le sezioni delle altre due; ciascuna sezione è collegata ad un filo delle bobine laterali. Nel disegno i numeri della rotaia di destra, ad esempio, indicano che la sezione corrispondente è collegata al punto con lo stesso numero sulla destra; questi punti numerati rappresentano le viti che stringono a due a due gli estremi dei fili delle bobine. Lo stesso discorso vale per la parte sinistra. Così la corrente che si instaura in tutto il circuito produce poli magnetici sulle bobine che attirano i poli magnetici che si vengono a creare agli estremi della bobina del carrello, che di conseguenza procede per trazione elettromagnetica.

Con l'avanzare del carrello avanzano pure i poli magnetici laterali in modo tale che la trazione non si esaurisca.

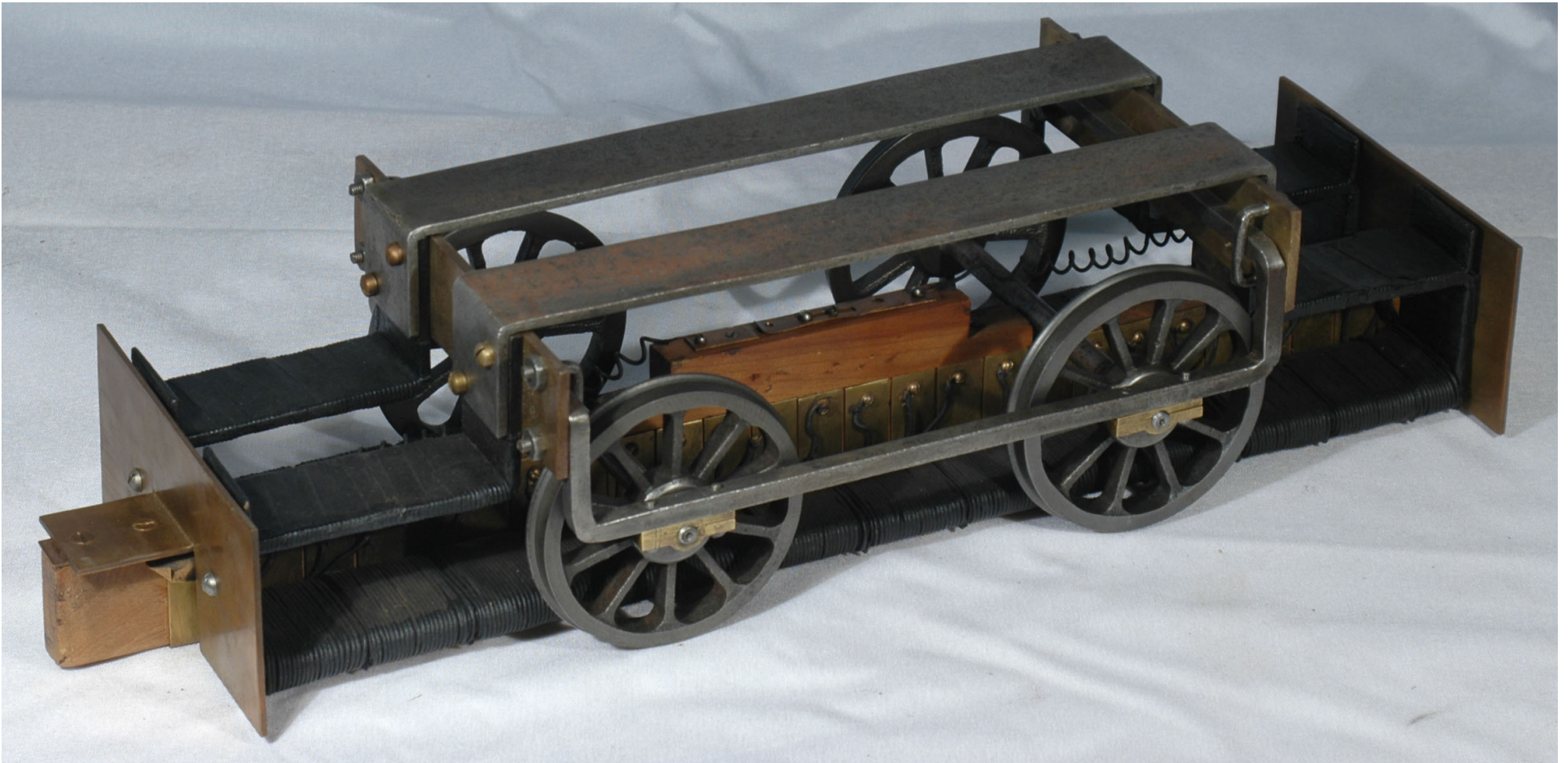


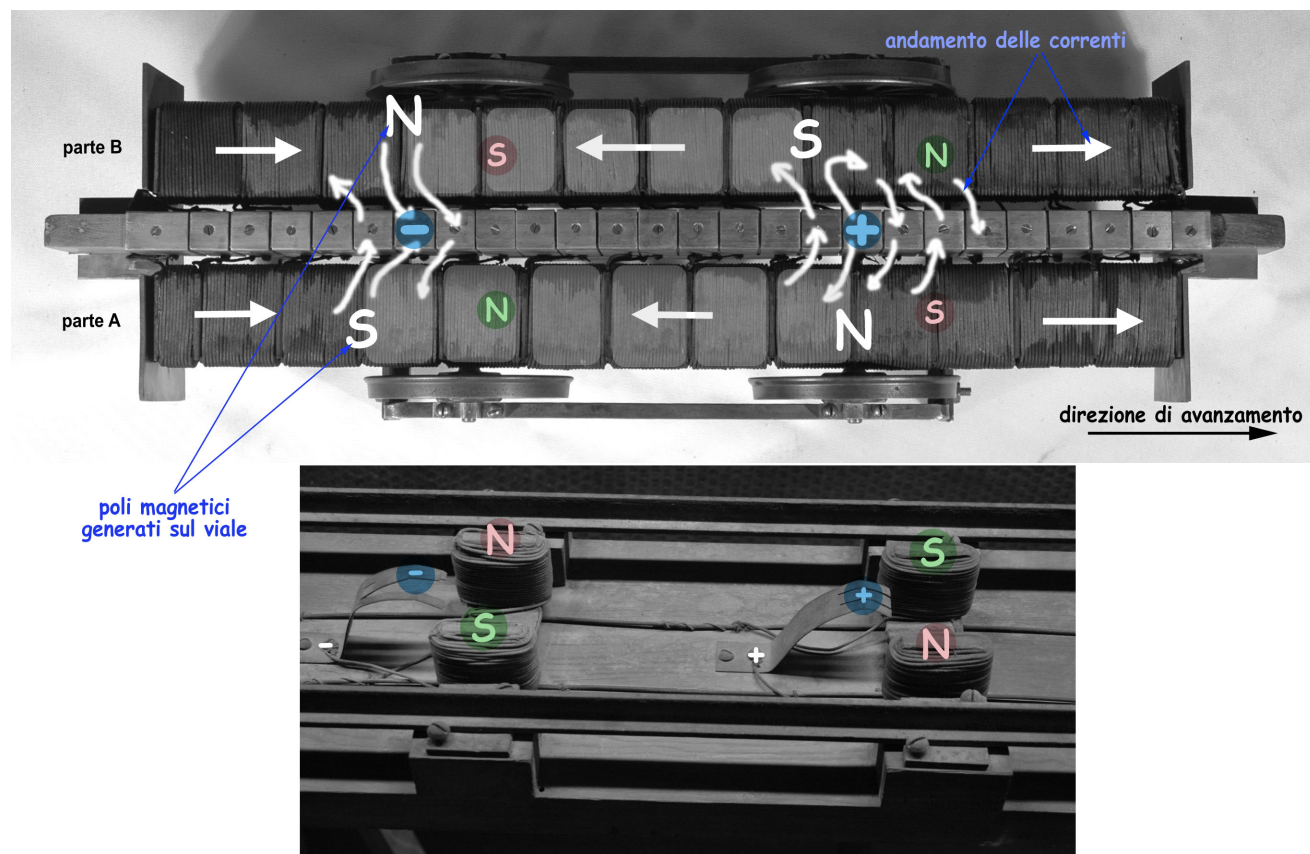
È IN QUESTA MACCHINA CHE APPARE PER LA PRIMA VOLTA IL "LACCIO ELETTROMAGNETICO" CHE ALTRO NON È CHE IL PROLUNGAMENTO DI ALCUNI FERROMAGNETI INTORNO AL DISPOSITIVO PER CONFINARE I CAMPI MAGNETICI AFFINCHÉ NON INTERFERISCA CON LE ALTRE PARTI DEL DISPOSITIVO.

CARRO VIALE ELETTRICOMAGNETICO

È un modellino di carro che può viaggiare su un binario costruito ad hoc. Pacinotti ne suggerisce l'uso come macchina particolarmente utile per le ferrovie. Le parti essenziali di questo prototipo sono la parte sottostante del carro e le traversine del binario.

Pacinotti chiese ed ottenne, fra il 1900 e il 1903, i brevetti per questo modello in Italia, in Belgio, in Francia, in Germania e in Inghilterra.





È come se, percorrendo il binario in una direzione, ci fossero - trasversalmente al binario - calamite a ferro di cavallo con i poli rivolti verso l'alto, disposte una volta in un modo e una volta nell'altro.

Poiché le due staffe del Viale sono a potenziale diverso, nel circuito la corrente si biparte dal polo positivo andando in parte verso sinistra e in parte verso destra; quest'ultima attraversa il filo che passa sulla parte superiore del Carro e ritorna verso il polo negativo dall'estremità sinistra del Viale. Vicino ai poli positivo e negativo si formano poli magnetici (indicati con "N" ed "S" senza cerchietto) generati dalla corrente che circola nei rocchetti. Si è cercato di dare un accenno all'andamento di queste correnti disegnando il loro percorso, con un segno simile al pennello, vicino ai poli "+" e "-". In questa situazione i poli magnetici dei rocchetti verticali - disegnati anche sopra il Viale con le lettere "N" e "S" con il cerchietto - vicino alle molle attirano i poli magnetici del Viale facendo procedere il Carro. **Man mano che il Carro va avanti i contatti "+" e "-" si spostano lungo il Viale in modo tale che l'effetto attrattivo continui;** e anche quando una molla abbandona il contatto ce n'è già un'altra dello stesso segno che ha preso il suo posto, come illustrato in figura.

CARRO CON VIALE ELETTROMAGNETICO PER TRANVIA



Questo modello di tranvia, insieme al suo binario, rappresenta un'altra delle proposte pacinottiane riguardanti le possibili applicazioni della trazione elettromagnetica. Il funzionamento è simile a quello del Carro Viale. Anche per questo prototipo Pacinotti ottenne il brevetto italiano nel 1902.

Nel 1911, cioè un anno prima della sua morte, Pacinotti ottenne in Italia altri due brevetti per il **Commutatore particolare ad alto potenziale per l'elettro-calamita trasversale a ruota magnetica composta** (brevetto rilasciato col n.117953 il 25 novembre 1911) e per l'**Elettro-calamita trasversale ad anello spezzabile e ricomponibile** (brevetto rilasciato col n.118772 il 16 dicembre 1911).

IL 24 OTTOBRE 1892, DOPO QUASI DIECI ANNI ANNI DALLA MORTE DELLA PRIMA MOGLIE, ANTONIO SI SPOSÒ CON LA TRENTE NNE CAROLINA CARLOTTA ANGELINI, DA CUI EBBE DUE FIGLI: ANTONIA, NEL 1894, E GIOVANNI, NEL 1898.

MOLTIS SIME FURONO LE SUE ONORIFICENZE E LE NOMINE ACCADEMICHE E SOCIALI. FRA L'ALTRO FU NOMINATO: COMMENDATORE DELL'**ORDINE DELLA CORONA D'ITALIA** (1882); SOCIO CORRISPONDENTE (1883) E POI SOCIO NAZIONALE (1898) DELL'**ACCADEMIA DEI LINCEI**; SOCIO CORRISPONDENTE (1885) E POI SOCIO ORDINARIO (1898) DELL'**ACCADEMIA DELLE SCIENZE FISICHE E MATEMATICHE DELLA SOCIETÀ REALE DI NAPOLI**; SOCIO NAZIONALE DELLA **SOCIETÀ ITALIANA DELLE SCIENZE DETTA DEI XL** (1886); CAVALIERE DELL'**ORDINE CIVILE DI SAVOIA** (1888); SOCIO ONORARIO DELLA **SOCIETÀ OPERAIA DI PISA** (1890); MEMBRO ONORARIO DELLA **INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS DI LONDRA** (1902); SOCIO CORRISPONDENTE (1903) E POI SOCIO ORDINARIO (1906) DELLA **REALE ACCADEMIA ECONOMICO-AGRARIA DEI GEORGOFILI**; PRESIDENTE ONORARIO DELL'**ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA** (1905); CAVALIERE DI GRAN CROCE (1911); MEMBRO ONORARIO DELL'**AMERICAN INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS** (1912) DI NEWYORK.

IL 3 DICEMBRE 1905 FU NOMINATO **SENATORE** DEL REGNO E NEL GENNAIO 1906 FU ELETTO **CONSIGLIERE** DEL COMUNE DI PISA (RICONFERMATO NEL LUGLIO 1910).

NEL 1906 PACINOTTI PUBBLICÒ QUATTRO LAVORI SPERIMENTALI SULLE SCIENZE AGRARIE RIGUARDANTI LO STUDIO DELLO SFREGAMENTO FRA CORPI, LO STUDIO DEL FUNZIONAMENTO DI ALCUNI ARATRI, ALCUNI METODI PER COLTRARE IL TERRENO E LA TRAZIONE POLISPATICA (SU CUI GIÀ AVEVA PUBBLICATO NEL 1904). DA SEGNALARE IL DISCORSO TENUTO ALLA CAMERA DEI SENATORI, NELLA TORNATA DEL 13 MARZO 1906, CIRCA IL DISEGNO DI LEGGE "SULLO STATO GIURIDICO DEGLI INSEGNANTI DELLE SCUOLE MEDIE, REGIE E PAREGGIATE".

NEL 1911 FU CELEBRATO, A LIVELLO NAZIONALE, IL 50° ANNIVERSARIO DELL'INVENZIONE DELLA DINAMO.

MORÌ A PISA, NELLA CASA NATALE DI VIA SANTA MARIA, LA NOTTE FRA IL 24 E IL 25 MARZO 1912.

In una lettera scritta da Pacinotti il 30 Marzo 1911 per la rivista universitaria "Studium", in occasione delle onoranze che gli furono tributate a Genova nella primavera di quell'anno si legge:

Ho trascorso la vita facendo l'insegnante e non l'industriale costruttore di macchine magnetico-elettriche; ma da ciò, a me sembra che non sarebbe esatto l'indurre che io non intedessi l'importanza industriale della macchina ad anello elettromagnetico, e di quelle a gomito e a volano.

Di tali macchine feci ed esperimentai i modelli, e pubblicai la descrizione e gli effetti, appunto perché mi sembrarono industrialmente importanti. Non provenne dalla mancanza di qualunque idea della convenienza delle macchine da me proposte il non aver ricavato per me profitto dalle loro costruzioni; provenne da altre deficienze almeno in parte non rimproverabili a me.