

## STORIA DEL TRASFORMATORE

### **La corrente elettrica**

La corrente elettrica si può presentare continua, ovvero con positivo e negativo sempre sugli stessi elettrodi, come nella pila, od alternata con i poli che si invertono, 50 volte al secondo nel caso della attuale rete elettrica.

### **L'illuminazione**

La prima utilizzazione a larga scala della corrente elettrica è stata l'illuminazione

Con l'industrializzazione, sviluppatasi in Inghilterra nel 1700, nacque anche l'esigenza di una razionale illuminazione elettrica pubblica e privata.

Ma all'inizio era il Gas:

Nel 1798 William Murdoch illuminò a gas Soho

Nel 1818 l'illuminazione a gas del teatro La Scala di Milano

Nel 1825 illuminazione a gas a Parigi

L'avvento dell'illuminazione elettrica, anche quando la tecnologia la consentì, fu molto osteggiata dalle società del Gas. Nella metà degli anni '30 del '900 in Inghilterra ancora resisteva l'illuminazione a Gas.

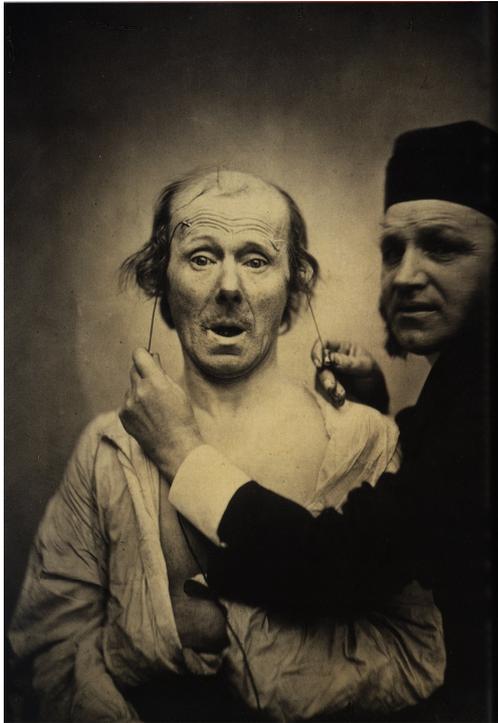
Invece per l'illuminazione elettrica:

1803 lampada ad arco di Davy

1841 prima illuminazione ad arco

1847 Filadelfia e Parigi illuminate ad arco

Per la sua violenta luce la lampada ad arco non era adatta per l'illuminazione domestica, ma piuttosto per grandi sale od estensioni.



Gullaume Duchenne si accorse nel 1855 che l'alternata era migliore della continua per curare con scariche elettriche le malattie nervose

L'arco funzionava in corrente continua, ma in seguito fu usata anche la corrente alternata, che dava il vantaggio di un consumo simmetrico degli elettrodi a spese della elevata rumorosità.

All'apparizione della lampada ad incandescenza nel 1880, adatta anche ad illuminazione domestica, si potette pensare ad adottare la corrente alternata.

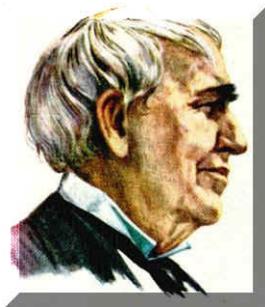
L'uso delle lampade incandescenti:

Nel 1880 Illuminazione a lampade a filamento incandescente a New York

Nel 1884 idem in piazza Duomo a Milano

**La c.a.**

I generatori rotanti potevano fornire solo corrente alternata che, per i primi tempi, non serviva a niente. Per renderli funzionali occorre applicarci un commutatore a collettore. Ma apparvero le lampade ad incandescenza (1880), il trasformatore (1882)

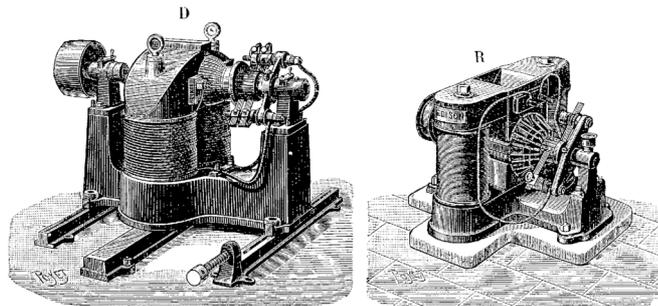


Edison

ed il motore asincrono (il brevetto è del 1888), che capovolsero la situazione.

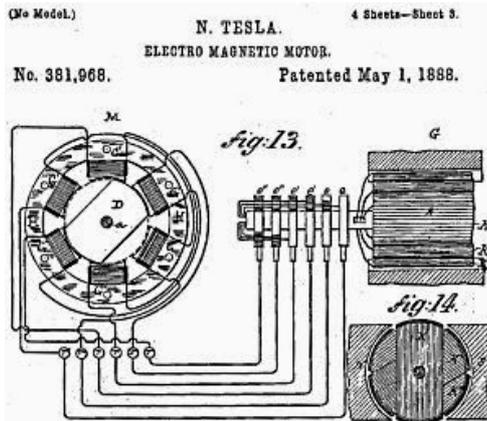
### La guerra delle correnti

A quel punto iniziò la guerra delle correnti. Edison aveva investito nella corrente continua, che poteva servire all'illuminazione ed al funzionamento dei motori elettrici in c.c., elettrolisi, galvanizzazione e lampade ad arco inoltre, a



Generatrice per la distribuzione c.c. e dinamotor ricevitore d'utente.

differenza della corrente alternata, si poteva accumulare. Il problema era la distribuzione della corrente continua, che non poteva andare lontano senza cadute di



Brevetto del motore asincrono trifase

potenziale e necessitava di forti sezioni di conduttore. Erano state realizzati reti di distribuzione a maglia, ma non si poteva andare oltre i 5Km da un unico impianto. È vero che si potevano costruire dinamo ad alta tensione che necessitavano di linee con conduttore di sezione più conveniente, ma per utilizzarle a bassa tensione occorrevano convertitori

rotanti di alto costo e basso rendimento.

A sollevare le sorti della c.a. venne il trasformatore che permetteva alla tensione elettrica di salire o scendere a piacere. Per esempio si possono fare linee elettriche a 380000 volt che giunte a destinazione è trasformato prima a 10000 poi a 380 o 220 come la nostra attuale rete per illuminazione. Il colpo di grazia fu dato pochi anni dopo dalla realizzazione del motore asincrono in c.a., da parte di Tesla, semplice ed economico.

Edison non demorse: sacrificò cani e gatti in presenza di giornalisti per dimostrare la pericolosità della corrente alternata ed addirittura il mito popolare dice che ideò la sedia elettrica: in c.a., prima esecuzione 6 agosto 1898 " La Commissione per le Esecuzioni Umane aveva chiesto ad Edison i dati, ma questi rifiutò (non credeva nella pena capitale). In seguito, pensando che perorasse la sua causa, diede il suo pieno appoggio a questa richiesta, affermando con forza che si trattava del tipo di punizione più umano".

## IL TRASFORMATORE

Tutte le fonti concordano sull'attribuzione del primo trasformatore operativo alla coppia Lucien Gaulard (inventore) John Dixon Gibbs (finanziatore) che si erano messi in società, nel 1882. sarebbe servito per l'illuminazione di cinque stazioni della Metropolitana di Londra, che era stata inaugurata venti anni prima. Si parla del 1882. La presentazione fu all'Acquario Reale di Londra nel 1883 Non esisteva ancora il termine "trasformatore" e Gaulard lo chiamò "generatore secondario" ed anche "convertitore".



Primo trasformatore di Gaulard



Lucien Gaulard

### Lucien Gaulard e John Dixon Gibbs

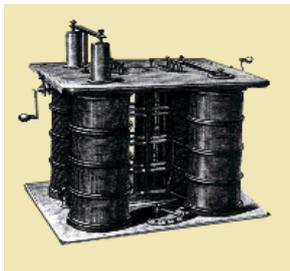
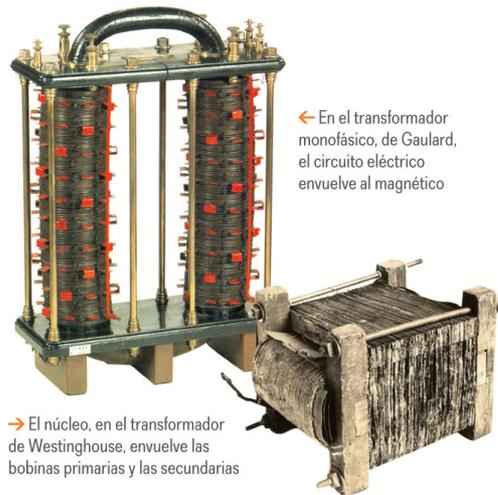
Lucien Gaulard nacque a Parigi nel 1850 e vi morì pazzo nel 1888. Scienziato francese, dopo essersi interessato di esplosivi, si dedicò allo studio dell'elettrotecnica, in cui si distinse per importanti scoperte, fra cui una pila termochimica e i "generatori

secondari" per le correnti alternate (trasformatori).

Il loro impiego ha risolto il problema del trasporto dell'energia a distanza. Il Gaulard nel 1884 in occasione dell'Esposizione Internazionale di Torino smontò contro il parere dei suoi superiori alcuni trasformatori degli impianti della metropolitana, e l'installò a Torino, gli stessi vennero poi al termine dell'Esposizione, portati a Tivoli dove rimasero in servizio fino al 1912.

A ricordo del Gaulard rimangono una lapide nella stazione ferroviaria di Lanzo (TO), e una Via a Parigi.

Niente di notevole da dire su John Dixon Gibbs ingegnere inglese, 1834-1912 coinventore dell'apparato

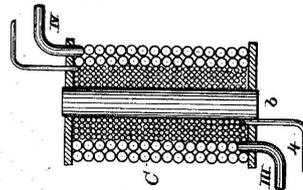


Trasformatori di Gaulard potevano essere riuniti con primari e secondari in serie o parallelo

L'invenzione e attirò l'attenzione della compagnia Westinghouse Electric Corporation.

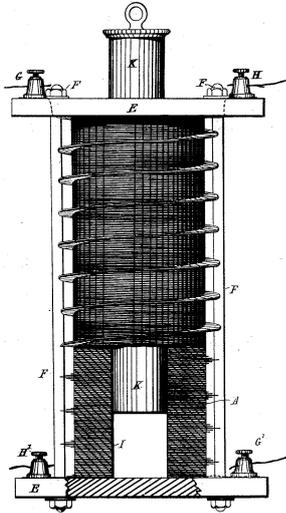
Attrasse anche l'attenzione e di Sir Coutts Lindsay

**Trasformatore Gaulard a nucleo chiuso e la versione Westinghouse**



Gaulard nel brevetto 351589 del 1886

che lo usò per illuminare la Grosvenor Gallery, uno dei primi sistemi di illuminazione in Inghilterra alimentato da una stazione generatrice



Dal brevetto US  
316354

Edison.

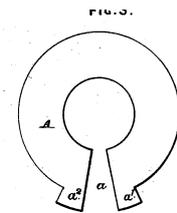
### Costituzione del Primo trasformatore

Si parla di 450+450 dischi per colonna, dischi di rame sottili 0,25 mm isolati tra loro con carta paraffinata, diametro 9 cm, con foro da 2 cm e con una spaccatura radiale che consente di collegare un lato del disco superiore con l'altro lato di quello inferiore formando un avvolgimento a spirale. Il nucleo è

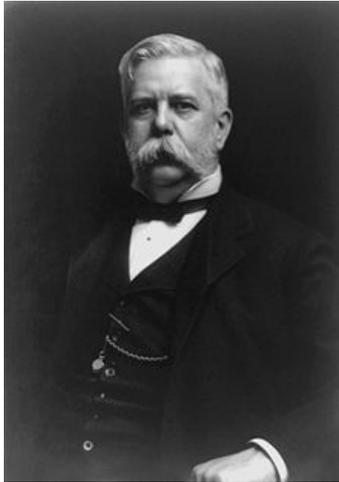
Negli anni successivi agli esperimenti di Londra e di Torino il Gaulard si persuase dell'utilità di usare un nucleo di ferro chiuso e seguendo un consiglio di Mr. Esson e costruì un Generatore Secondario costituito da due generatori dai quali si otteneva una potenza di 1 kW e oltre.

Al successo di quei trasformatori contribuì il fatto di essere acquistati da George Westinghouse, propenso alla distribuzione in

corrente  
alternata in  
contrasto ad



aperto, scorrevole, in filo di ferro. Ai dischi corrispondono delle sporgenze che appaiono a spirale lungo la colonna, il nucleo è regolabile. I dischi sono collegati tra loro uno si uno no . Il primario è costituito dai dischi dispari, il secondario da quelli pari Si potevano connettere colonne in serie o in parallelo.



George Westinghouse

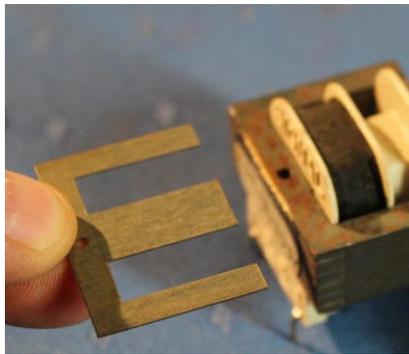
**George Westinghouse**

George Westinghouse (New York 1846-1914) seppe dell'esibizione del trasformatore a Torino, nell'estate 1885 acquistò i diritti dell'invenzione ed ordinò vari



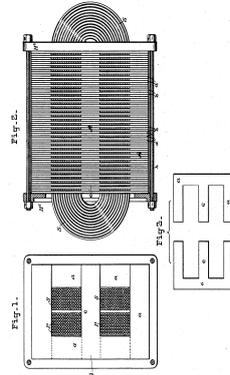
William Stanley

trasformatori per i suoi laboratori di Pittsburg.



Nucleo ad E di Stanley

Chiese allora a William Stanley di progettare un sistema di illuminazione che li utilizzasse. Stanley perfezionò



Brevetto US428575, -

molto quei trasformatori. Ne nacque la centrale

idroelettrica di Niagara Falls.

### **William Stanley**

William Stanley Jr. (Brooklyn, 1858—Great Barrington 1916)

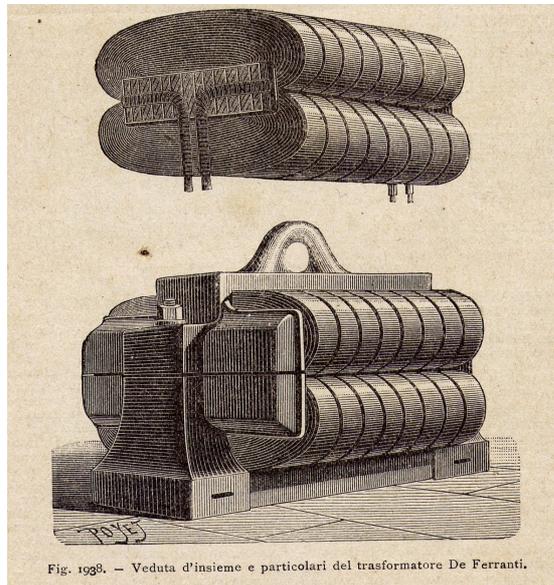
Ottenne 129 brevetti coprenti una grande gamma di dispositivi..Stanley realizzò i suoi trasformatori col nucleo ad E, come gli attuali.

### **Il dramma.**

Gibbs ottenne il brevetto Tedesco n°28947, riconosciuto in Gran Bretagna. Ci fu una disputa da parte di Sebastian Zani de Ferranti e Gibbs e Goulard perdettero il brevetto. Appellatisi alla Huse of Lord di Londra persero di nuovo. Ne seguì una rovina finanziaria.



Sebastian Ziani Ferranti



\*\*\*ferrantiW\*Trasformatore Ferranti

### **Sebastian Ziani de Ferranti**

Sebastian Ziani de Ferranti, (Liverpool 1864 Zurigo

1930), di famiglia italiana, fu impiegato della Siemens Brothers in Londra. Nel 1882 fondò la Ferranti gestendola prima insieme a William Thomson con Robert Hammond.

Si era schierato a favore della corrente alternata e nel 1887 fu incaricato di progettare una centrale di produzione elettrica a Depford, che fu completata nel 1890. Nel 1901 fu creata la Ferranti Limited

## I TRASFORMATORI ZDB

Nel frattempo dobbiamo mettere in evidenza i lavori di Zipernowsky, Deri e Blaty della Società Ganz di Budapest. La



Da destra Zipernowsky poi Deri e Blaty e Gibbs.

La società Ganz fu fondata nel 1844, ma nel 1878, ormai di nuova proprietà, si dette all'elettromeccanica. Il successo dei tre (che si auto denominarono. Appunto, ZDB), fu nel ridisegnare i trasformatori di Gaulard

Il mondo occidentale, USA Inghilterra Francia, ignorava assolutamente quanto avvenisse nell'impero austroungarico, allora nemico. Persino brevetti provenienti da colà venivano



First transformer by Otto Bláthy, Miksa Déry, & Károly Zipernowsky Budapest 1885  
Displayed at the Deutsches Museum, Munich, Germany

**Trasformatore Zipernowsky a nucleo interno**

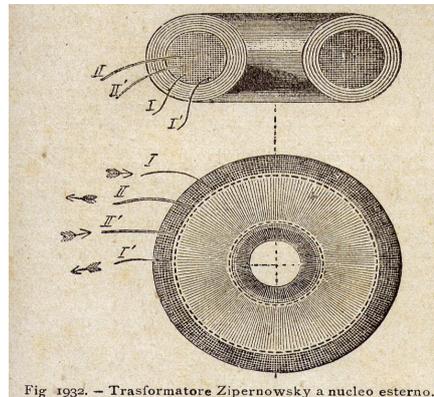


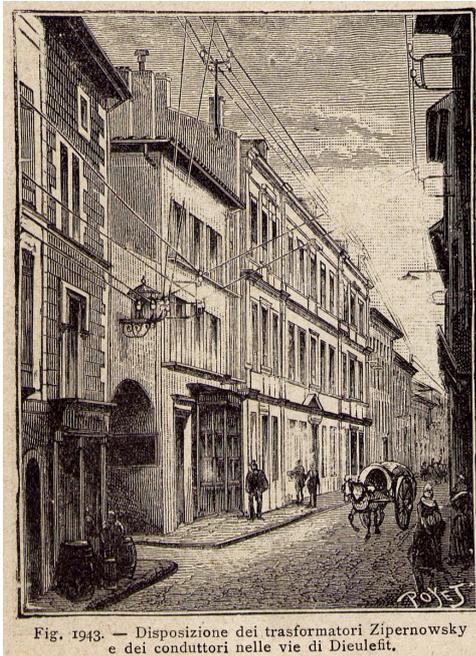
Fig. 1932. - Trasformatore Zipernowsky a nucleo esterno.

**Lo stesso a nucleo esterno**

ignorati. Addirittura colà non c'era la corsa al brevetto come in USA, valga l'esempio di Von Siemens che per primo aveva realizzato i cavi in guttaperca quando ancora la Germania era divisa in staterelli ed al quale non è stato riconosciuto il merito.

Certamente ZBD stavano già lavorando sulla distribuzione dell'energia elettrica in alternata, per la Società Ganz, ungherese, ancor prima di quanto ci risulta.

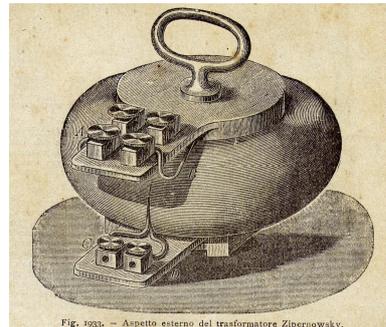
Tra il 1884 e il 1885. ed i tre avevano notato che i dispositivi a nucleo aperto erano impraticabili. Nella loro richiesta di brevetto per i trasformatori Z.DB, descrivevano il progetto di due trasformatori senza poli: il trasformatore a nucleo chiuso,



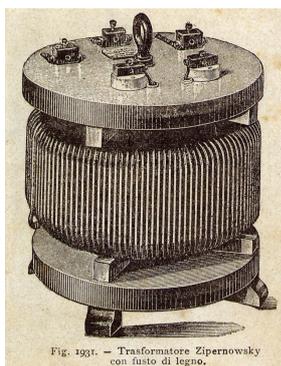
**Disposizione dei trasformatori Zipernowsky**

guscio venivano fatti passare nel nucleo di ferro. In entrambi i

l'utilizzazione di lamierini di ferro dolce oppure il trasformatore con nucleo a guscio. I conduttori degli avvolgimenti primario e secondario venivano avvolti



**Zipernowsky a nucleo esterno**  
attorno a un anello di ferro chiuso e nel tipo a nucleo a guscio venivano fatti passare nel nucleo di ferro. In entrambi i



**Altra versione del trasformatore Zipernowsky**

progetti, il flusso magnetico che collega l'avvolgimento primario con l'avvolgimento secondario si propaga quasi interamente all'interno del nucleo di ferro, senza nessun tratto nell'aria. Impiegato nelle reti di distribuzione elettrica, questo concetto progettuale rivoluzionario rese alla fine tecnicamente ed economicamente fattibile fornire energia elettrica per l'illuminazione delle abitazioni, degli spazi pubblici e commerciali. Bláthy aveva suggerito l'impiego di nuclei chiusi, e trovò

pure la formula del trasformatore,  $V_s/V_p = N_s/N_p$  e i sistemi elettrici ed elettronici in tutto il mondo continuano a dipendere dai principi dei trasformatori originali ZBD. Gli inventori divulgarono pure la parola trasformatore per descrivere tale

dispositivo per modificare la forza elettromotrice di una corrente elettrica.

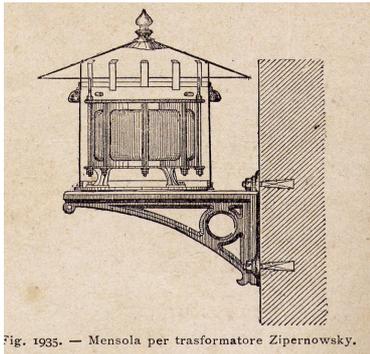


**Otto Blatty**

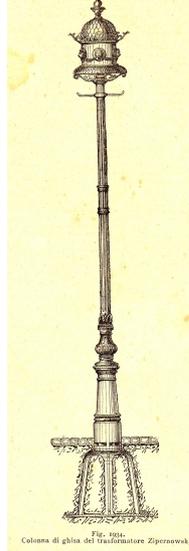
Ábrahám Ganz (Unter Embrach 1814, Pest 1867.). morto suicida, fondò la Ganz a Budapest.

Karoly Zipernowsky (Vienna 1853, Budapest 1942), ingegnere elettrotecnico. A 25 anni era direttore della sezione elettronica della Società Ganz.

Miksa Déri, ingegnere ungherese, (Bač, 24 ottobre 1854 - Budapest, 3 marzo 1938).

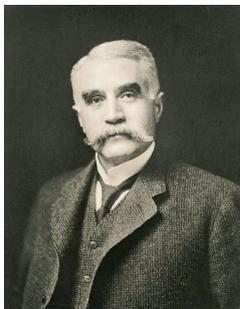


**Mensola e palo di supporto per i suddetti trasformatori**



Otto Blaty, ingegnere elettrotecnico, (Tata, Ungheria 11 agosto 1860, Budapest 12 sett. 1939).

## RIVENDICAZIONE



**Charles Brush  
pioniere dei  
generatori eolici**

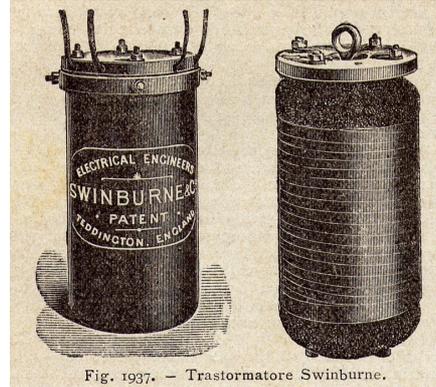
La società Brush Transformer sostiene che nel 1881 Charles F. Brush a Cleveland sviluppò un suo progetto di trasformatore. Brush fu pioniere dei generatori eolici realizzandone fin dal 1888.

## IL TRASFORMATORE DI JAMES SWINBURNE

Di grande importanza per migliorare l'affidabilità dei trasformatori è stata l'introduzione di raffreddamento ad olio. I primi trasformatori Swinburne (1858-1958. Nel 1934 divenne 9° Baronet of Capheton) detti a riccio o porcospino (Hedgehog), erano collocati in un contenitore in ceramica riempito di olio, che aumentava l'affidabilità dell'isolamento avvolgimenti. Il nucleo era aperto di filo di ferro ripiegato all'estremità a disegnare

\*\*\*Swinburne\* Trasformatori di Swinburne

due semisfere. In seguito i trasformatori "Hedgehog" avevano il filo di ferro più lungo in modo che si potesse ripiegare incrociandone l'estremità. Furono usati in audio negli anni '20 del '900.



## ULTERIORI SVILUPPI

L'ingegnere russo Michail Dolivo-Dobrovolskij sviluppò il primo trasformatore trifase nel 1889. Nel 1891 Nikola Tesla inventò la bobina di Tesla, un trasformatore in aria risonante, a doppio accordo, per generare delle tensioni molto elevate ad alta

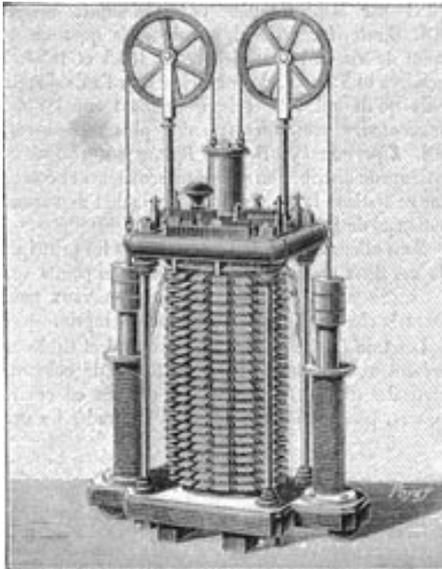


frequenza. Trasformatori ad audio frequenza vennero usati per i primissimi esperimenti di sviluppo del telefono.

### **IL PRESENTE**

Attualmente la situazione si sta capovolgendo, prima con efficienti diodi di potenza che potevano trasformare la alternata in continua ed ora con dispositivi elettronici che possono convertire con efficienza la c.c. in c.a., applicarla ad un trasformatore che la elevasse per il trasporto e poi farla tornare continua.

Carlo Bramanti ottobre 2015



### **APPENDICE**

#### **La mostra di Torino del 1884**

Eccoci intanto arrivati ai generatori secondari dei signori Gaulard e Gibbs. È la prima volta che si presentano ad una

Esposizione di elettricità, abbenchè la loro applicazione all' illuminazione di cinque stazioni della ferrovia Metropolitana di Londra abbia fatto già grande rumore, e più ancora ne abbiano fatto coloro che si schierarono e pro e contro di questa invenzione. Ciò che è importante per noi di notare si è che i signori Gaulard e Gibbs, credettero di interrompere le loro prove di illuminazione elettrica sulla Metropolitana di Londra, le quali durarono parecchi mesi, per venire a Torino a prender posto alla Esposizione internazionale di elettricità, e concorrere al grande premio di lire 15 mila, destinate dal governo e dal Municipio di Torino per la migliore delle applicazioni della elettricità a vantaggio delle industrie I signori Gaulard e Gibbs si proposero di risolvere il problema della distribuzione dell' energia elettrica alle più grandi distanze e nella forma che si conviene ai molteplici impieghi a cui può essere destinata. Essenzialmente il principio di costruzione dei generatori secondari, vuole un circuito primario di lunghezza qualsiasi, ed alimentato da una dinamo a correnti alternate, sul quale circuito vengono a porsi i generatori secondari, così denominati perché attraversati dalla corrente del circuito primario danno luogo a loro volta a correnti di induzione o secondarie le quali possono venire subordinate al servizio che debbono prestare. Trasmettere l'energia elettrica a grandi distanze, fosse anche a 50 chilometri dal luogo di produzione, ma nel modo pratico e nelle condizioni più economiche per ciò che si riferisce alla spesa dei conduttori, ed alle perdite dell' energia ad un tempo; in altre parole, trasmettere a grandi distanze una corrente di piccola intensità e di grande forza elettromotrice, e poi nei punti in cui una o più prese di energia elettrica possono occorrere collocare sul circuito primario i loro generatori secondari, i quali permettano di cambiare i fattori dell'energia col massimo ricupero possibile dell' energia derivata, e che i signori Gaulard e Gibbs; asseriscono essere persino del 90 per cento; ecco il problema che codesti generatori secondari sono chiamati a risolvere, e che l'Esposizione internazionale di Torino avrà l'altissimo e difficile mandato di esaminare.

