

DIRETTORE: **RICCARDO SONZOGNO** — REDATTORE-CAPO: **CESARE ENRICO AROLDI**

# LA SCIENZA PER TUTTI

Rivista quindicinale di volgarizzazioni scientifiche

*In questo numero:*

GUGLIELMO MARCONI:

## LA RADIOTELEGRAFIA

Conferenza letta alla Royal Institution of Great Britain di Londra.

Prof. L. DE CESARI:

## I risultati della selezione artificiale

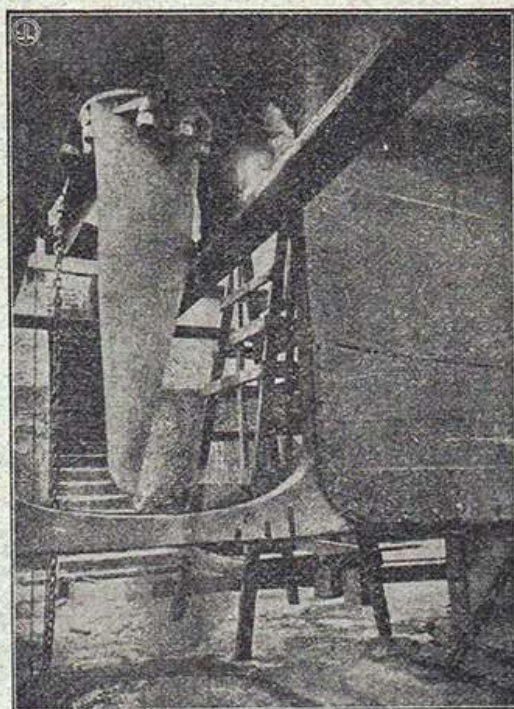
GUGLIELMO MARCHI:

## Lo stato attuale dell' Elettrotecnica

## RASSEGNE BIBLIOGRAFICHE

Piccoli Apparecchi — Domande e Risposte  
— Varietà e Curiosità Scientifiche.

LA SALDATURA AUTOGENA DEI METALLI



Dritto di poppa del vapore australiano *Rockton*, rotto in tre punti, a.

Prezzo d'abbonamento: FRANCO NEL REGNO: { Anno L. 6 — ESTERO: { Anno Fr. 8 50  
Sem. > 3 — Sem. > 4 50

Un numero, nel Regno Cent. 30 — Estero Cent. 40

Milano - SOCIETÀ EDITRICE SONZOGNO



LA NOSTRA APPENDICE

# LA RADIOTELEGRAFIA

Conferenza di GUGLIELMO MARCONI alla Royal Institution of Great Britain di Londra

L'APPLICAZIONE pratica delle onde elettriche alla trasmissione telegrafica senza fili a lunga portata, si è andata continuamente estendendo negli ultimi anni in maniera notevole; ed un gran numero di difficoltà le quali al principio erano sembrate insormontabili, sono state a poco a poco vinte. Ciò è avvenuto specialmente a causa dei progressi compiuti dalle nostre conoscenze intorno a questo argomento sia considerato nel suo insieme, sia considerato in rapporto ai principi che ne costituiscono il fondamento.

Le esperienze su larga scala, che io sono stato ben felice di poter compiere in condizioni impossibili a realizzarsi nei

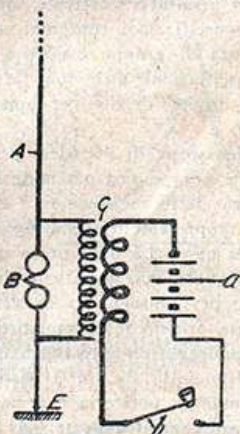


Fig. 1.

laboratori, hanno permesso di studiare dei fenomeni spesso nuovi e certamente impreveduti.

Quantunque noi possediamo — o crediamo di possedere — tutti i dati necessari per produrre e ricevere convenientemente le onde elettriche, siamo ancora lontani dall'aver raggiunta una conoscenza completamente esatta delle condizioni che regolano la trasmissione di queste onde attraverso lo spazio e specialmente attraverso le grandi distanze.

*Fatti non ancora spiegati.*

Benchè sia oggi facilissimo formare il progetto delle stazioni adatte ad assicurare un lavoro commerciale soddisfacente per distanze che raggiungono 2500 miglia (4000 chilometri), dotarle del materiale necessario ed assicurarne il funzionamento, non è stata data alcuna spiegazione veramente chiara dei numerosi fatti assolutamente autentici concernenti queste onde. Io ricordo brevemente, sorvolando, qualcuno di questi fatti, considerati finora come anomalie.

Perchè, quando si usano le onde corte, le distanze attraversate durante la notte sono enormemente più grandi di quelle attraversate durante il giorno, mentre che con onde molto più lunghe gli spazi superati durante il giorno e quelli superati durante la notte sono sensibilmente eguali, se non avviene anche che le distanze attraversate durante il giorno siano qualche volta più grandi?

Quale spiegazione è stata finora avanzata del fatto che, durante la notte, le distanze di trasmissione contate in una direzione nord-sud sono notevolmente più grandi di quelle attraversate in una direzione est-ovest?

Perchè la propagazione delle onde corte è in generale più disturbata dalla terra e dalle montagne quando brilla il sole, anzichè durante le ore di oscurità?

I principi generali sui quali è fondata la radiotelegrafia pratica sono attualmente così ben conosciuti, che mi è necessario soltanto ricordarli molto succintamente.

*I principi generali della radiotelegrafia.*

La telegrafia senza fili, che è stata resa possibile dai lavori compiuti in seguito a quelli Faraday, Maxwell ed Hertz, è attuata a mezzo delle onde elettriche create da correnti alternate di altissima frequenza, indotte in fili elevati o in capacità superficiali convenientemente disposte.

Queste onde vengono ricevute a distanza da altri conduttori elevati ed accordati sul periodo di esse e quindi rivelate ai nostri sensi da *detector* adatti.

Il sistema primitivo che io ho utilizzato nel 1896 era costituito dal dispositivo rappresentato schematicamente dalla figura 1. Era adoperato un filo elevato o verticale che terminava ad una *capacità* o che era congiunto alla terra attraverso una interruzione a scintilla.

A mezzo di una bobina di induzione o di qualsiasi altra sorgente di elettricità a tensione sufficientemente alta si facevano scoccare le scintille attraverso l'interruzione; queste scintille determinavano oscillazioni di alta frequenza nel conduttore elevato e nella terra, ed una certa quantità di energia veniva così irradiata nello spazio sotto forma di onde elettriche.

Alla stazione ricevitrice (fig. 2) queste onde producevano, per induzione, correnti oscillanti in un circuito conduttore

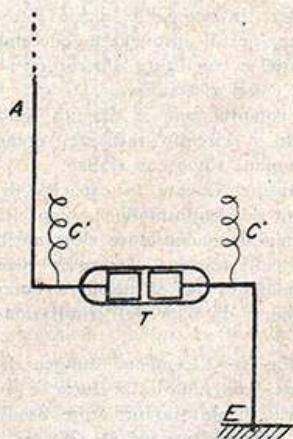


Fig. 2.

comprendente un *detector* del genere dei *coherer*, il quale era ordinariamente situato fra il conduttore elevato e la terra.

Questo dispositivo, benchè efficacissimo dal punto di vista della irradiazione dell'energia elettrica, presentava numerosi inconvenienti.

La capacità elettrica del sistema era piccolissima, e da ciò derivava che la piccola quantità di energia veniva irradiata attraverso lo spazio per un intervallo di tempo eccessivamente breve. In altri termini, l'energia, invece di produrre un seguito di onde, veniva completamente esaurita solo dopo poche oscillazioni e per conseguenza era praticamente impossibile accordare il trasmettitore ed il ricevitore.

Si potrebbero citare molte analogie meccaniche le quali mostrano che, per ottenere la sintonizzazione, l'energia usata deve essere fornita sotto forma di un numero sufficiente di



piccole oscillazioni o impulsioni convenientemente spaziate nel tempo.

L'acustica ci offre numerosi esempi di questo fatto; per dirne uno, la risonanza manifestata dalla ben nota esperienza del diapason.

Si possono citare altre illustrazioni di questo principio: così se noi desideriamo di mettere in movimento un pendolo pesante a mezzo di piccole spinte, queste debbono essere

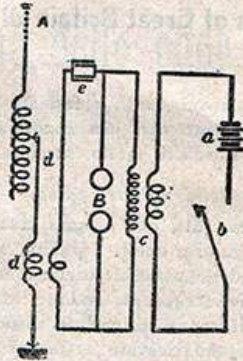


Fig. 3.

regolate sul periodo del pendolo, diversamente le oscillazioni di quest'ultimo non potrebbero acquistare un'ampiezza apprezzabile.

Nel 1900 io ho adottato per il primo il dispositivo che è oggi più generalmente usato e che è formato, come lo mostra la fig. 3, dall'associazione induttiva del filo radiante elevato e di un circuito condensatore che può immagazzinare una quantità considerevole di energia elettrica, per cederla in seguito lentamente al filo radiante.

#### La sintonizzazione.

Si sa oggi che in un circuito dotato di una determinata capacità, le oscillazioni possono persistere per un tempo considerato come lungo dal punto di vista elettrico, e che inoltre, a mezzo di fili aerei o antenne adatte, queste oscillazioni possono essere inviate nello spazio sotto forma di una serie di onde che, per il loro effetto cumulativo, sono eminentemente proprie a facilitare l'accordo o sintonizzazione del trasmettitore e del ricevitore.

I circuiti che comprendono il circuito condensatore ed il filo aereo elevato o circuito radiante, erano più o meno strettamente accoppiati l'uno con l'altro.

Regolando convenientemente la capacità di induzione del conduttore elevato ed aggiustando la capacità e la potenza induttrice del circuito condensatore esattamente al valore richiesto, i due circuiti possono entrare in risonanza elettrica, condizione del quale io fui il primo a notare l'importanza essenziale, dal punto di vista dell'irradiazione utile e della sintonizzazione.

Il ricevitore (fig. 4) si compone dunque di un conduttore elevato o antenna, congiunto alla terra o ad una capacità per l'intermediario di un trasformatore oscillante. Quest'ultimo contiene il condensatore ed il detector. I circuiti ricevitori sono costruiti in maniera che possiedano approssimativamente il medesimo periodo dei circuiti trasmettitori.

Alla stazione a lunga portata di Clifden, in Irlanda, il dispositivo che ha dato i migliori risultati è basato sul mio sistema sintonizzato del 1900, al quale sono stati apportati numerosi perfezionamenti.

Una innovazione importante, dal punto di vista delle applicazioni, fu l'adozione a Clifden e a Glace Bay, di condensatori ad aria formati da placche metalliche isolate e sospese nell'aria alla pressione ordinaria. Noi abbiamo così ridotta considerevolmente la perdita di energia per l'hysteresis dielettrica che si produceva nel caso del vetro o di qualsiasi altro dielettrico solido. Ne risulta anche una grandissima economia in seguito alla eliminazione delle rotture dei dielettrici durante il funzionamento, perchè se si producesse una supertensione anche seguita da una scarica fra le placche nel condensatore, il dielettrico non ne rimar-

rebbe influenzato in maniera permanente, poichè l'aria ricostituisce da sè stessa la sua continuità ed è uno dei suoi vantaggi quello di poter essere rimpiazzata con un minimo di spesa.

Svariati dispositivi sono stati proposti ed esperimentati allo scopo di ottenere delle serie di onde continue e molto lunghe, ma l'esperienza mi ha dimostrato che, utilizzando i migliori ricevitori che esistano attualmente, non è nè economico, nè efficace il cercare di rendere le onde troppo continue. Si raggiungono migliori risultati quando vengono emessi gruppi di onde ad intervalli regolari, in maniera che il loro effetto cumulativo si traduca nel ricevitore in una nota musicale pura; il ricevitore deve allora essere accordato non soltanto sul periodo delle onde elettriche trasmesse, ma anche sulla frequenza del loro gruppo.

In questa maniera il ricevitore può essere l'oggetto di una doppia sintonizzazione, il che permette di realizzare una selezione molto più larga di quanto non sia concesso dal ricorrere al solo unisono.

Infatti è facilissimo ricevere simultaneamente più messaggi trasmessi con la medesima lunghezza d'onda, ma sintonizzati su più frequenze di gruppi differenti.

Per quanto lontano si possa spingere la sintonizzazione delle onde, si ottengono risultati eccellenti, quasi equivalenti a quelli forniti dalle oscillazioni continue, con gruppi di onde di cui la decrescenza di gruppo è 0,03 a 0,04; cioè a dire di cui 30 a 40 oscillazioni utili sono irradiate prima che l'ampiezza divenga troppo debole per impressionare sensibilmente il ricevitore.

Il circuito condensatore di Clifden possiede una decrescenza compresa fra 0,015 e 0,03 per onde nettamente lunghe.

Questa persistenza delle oscillazioni è stata ottenuta dall'uso del sistema rappresentato dalla fig. 6, che io ho descritto per il primo in un brevetto preso nel settembre 1907. Questo procedimento elimina quasi completamente l'interruzione a scintilla, e per conseguenza la sua resistenza che è, come si sa, la causa principale di ammortamento o di indebolimento delle onde nel circuito trasmettitore ordinario.

L'apparecchio visto sulla fig. 6, è costituito da un disco metallico *a*, del quale la periferia è armata di caviglie trasversali in rame, solidamente fissate ad intervalli regolari. Questo disco può girare rapidissimamente fra due altri dischi *b*, a mezzo di un motore elettrico ad alta velocità o di

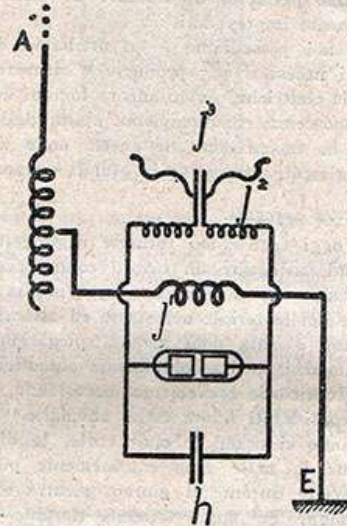


Fig. 4.

una turbina a vapore. I dischi laterali sono animati da un movimento lento il quale si effettua in un piano perpendicolare a quello del disco medio. Le connessioni sono stabilite come si vede nella figura. La lunghezza delle caviglie trasversali è tale che passando esse strisciano leggermente sui dischi laterali fra i quali stabiliscono così dei ponti temporanei. Con la frequenza impiegata a Clifden, cioè a dire 45000 e quando il condensatore è caricato sotto 15000 volts,



l'interruzione è praticamente chiusa solamente durante una oscillazione completa, allorchè la velocità periferica del disco è di circa 180 metri al secondo. Il circuito primario può così continuare ad oscillare, senza perdita sensibile nella resistenza dell'interruzione. Va da sè che il numero delle oscillazioni che si producono dipende dalla larghezza o dallo spessore dei dischi laterali, poichè il circuito primario è bruscamente aperto appena le caviglie del disco medio lasciano i dischi laterali.

L'apertura subitanea del circuito primario tende ad ammortare rapidissimamente le oscillazioni che potrebbero persistere nel circuito condensatore, e questo fatto importa un vantaggio ulteriore assai importante; perchè se l'accoppiamento del circuito condensatore e dell'antenna presenta un valore conveniente, l'energia del circuito primario sarà praticamente passata tutta quanta nel circuito aereo durante il tempo che il circuito condensatore primario si sarà trovato chiuso dalla caviglia che riunisce i dischi laterali; ma in seguito l'apertura dell'intervallo dei dischi impedirà all'energia dell'antenna di ritornare al condensatore, il che accade allorchè si fa uso di una interruzione ordinaria. La reazione che si produce ordinariamente fra l'antenna ed il condensatore è dunque evitata; donde segue che con questo

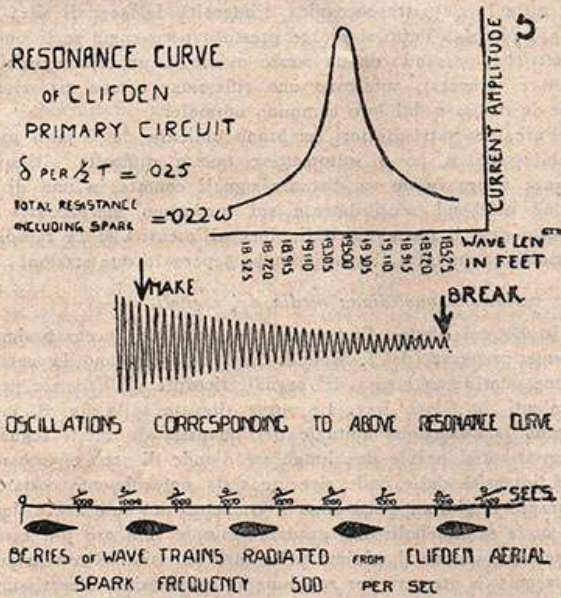


Fig. 5.

sistema di scaricatore ed un grado di accoppiamento conveniente, l'energia è irradiata dall'antenna sotto forma di un'onda pura, la perdita dovuta alla resistenza della interruzione a scintilla essendo ridotta al minimo.

Sulla fig. 5 si vede una curva di risonanza ottenuta a Clifden a mezzo delle oscillazioni del solo circuito primario.

#### Come funziona la stazione di Clifden.

Un carattere dell'installazione di Clifden, particolarmente interessante dal punto di vista pratico ed industriale, è l'uso regolare della corrente continua ad alta tensione per caricare il condensatore. La corrente continua, di cui il potenziale può essere elevato fino a 20000 volts, è fornita da generatrici speciali; queste macchine caricano una batteria di 6000 accumulatori montati in serie; questa batteria è la più grande fra quelle di questo genere che esistono attualmente. La capacità di ciascun elemento è di 40 ampère-ora. Adoperati isolatamente, gli accumulatori possono fornire una differenza di potenziale da 11000 a 12000 volts; ma quando si utilizzano contemporaneamente le generatrici a corrente continua e la batteria, la differenza di potenziale può raggiungere 15000 volts. Gli accumulatori funzionano allora sotto il loro massimo voltaggio.

Durante una grande parte della giornata la sola batteria è sufficiente; e durante 16 ore su 24 nessuna macchina è in

movimento per assicurare il servizio della stazione, tranne il piccolo motore che mette in movimento il disco.

Il potenziale di carica del condensatore raggiunge 18000 volts quando quello della batteria o dei generatori è a 12000. Questo valore è dovuto all'accrescimento di potenziale che si determina alle placche del condensatore ad ogni carica, durante la circolazione della corrente nelle bobine induttrici. Queste bobine *C* sono situate fra la batteria o il generatore ed il condensatore (fig. 6).

Non si è incontrata alcuna difficoltà pratica a Clifden o a Glace Bay per quanto riguarda l'isolamento ed il funzionamento di queste batterie ad alta tensione. Un isolamento soddisfacente è stato ottenuto con la divisione della batteria in piccoli gruppi di accumulatori situati su sostegni separati. Questi sostegni sono sospesi ad isolatori fissati alle travi in ferro del soffitto della sala degli accumulatori. A mezzo di un sistema di interruttori che possono essere tutti manovrati simultaneamente mediante l'elettricità, la batteria può essere divisa in sezioni, il potenziale di ognuna delle quali è abbastanza basso per permettere la manutenzione degli elementi senza inconvenienti o pericoli.

Il genere di antenna adottato a Clifden e a Glace Bay è rappresentato dalla fig. 7. Questo sistema che è basato sul

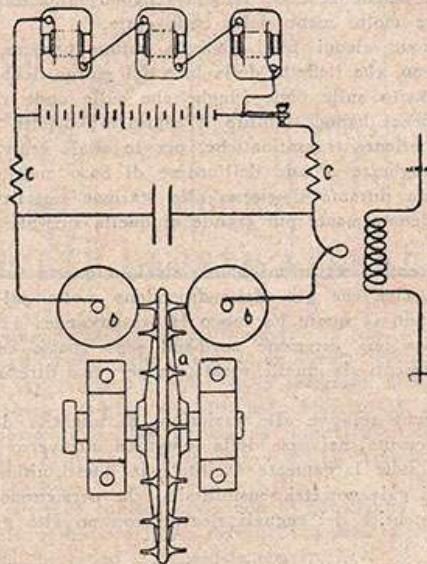


Fig. 6.

risultato di esperimenti che io feci conoscere da prima alla Società Reale di Londra nel giugno 1906, non solo permette di mandare e di ricevere delle onde di qualsiasi lunghezza, ma contribuisce anche a concentrare la maggior parte dell'irradiazione nella direzione che si vuole. La concentrazione delle onde in una direzione unica non è molto ben definita, pure i risultati ottenuti sono interessantissimi dal punto di vista dell'applicazione pratica.

In maniera analoga si può, a mezzo di questi fili orizzontali, definire la direzione di una stazione corrispondente e non lasciare impressionare il ricevitore che dalle onde provenienti da una direzione determinata.

#### L'influenza della luce.

Lo sfruttamento commerciale della radiotelegrafia e l'applicazione estesissima del sistema a terra ed a bordo delle navi in quasi tutte le parti del mondo, ha largamente contribuito a renderci padroni dei fenomeni ed all'osservazione corretta degli effetti. Un gran numero di questi, come ho già ricordato, attendono ancora una spiegazione soddisfacente.

Un fatto curioso, ch'io fui il primo a mettere in evidenza or sono più di nove anni, durante gli esperimenti a lunghe distanze eseguiti a bordo del piroscalo *Philadelphia*, e che costituisce ancora uno dei fenomeni più importanti della telegrafia nello spazio a lunga portata, è l'influenza nega-



tiva esercitata dalla luce del giorno sulla propagazione delle onde elettriche a grandi distanze.

Si ammette generalmente che la causa di questa neutralizzazione delle onde durante il giorno sia dovuta alla ionizzazione supposta delle molecole gassose dell'aria sotto l'azione della luce ultravioletta; e siccome i raggi ultravioletti mandati dal sole sono considerevolmente assorbiti dall'atmosfera superiore della terra, la porzione dell'atmosfera terrestre rivolta verso il sole contiene probabilmente maggiore quantità di ioni o di elettroni di quella che rimane nell'oscurità; in conseguenza, così come lo ha stabilito sir J. J. Thomson (1), quest'aria illuminata o ionizzata assorbirà una frazione dell'energia delle onde elettriche.

La lunghezza d'onda delle oscillazioni impiegate ha una grande importanza dal punto di vista di questo interessante



Fig. 7.

fenomeno, perchè le onde lunghe vengono influenzate dalla luce solare molto meno delle onde corte.

Quantunque alcuni fisici abbiano potuto pensare, alcuni anni or sono, che l'effetto della luce del giorno debba essere più accentuato sulle onde lunghe che sulle onde corte, le mie esperienze hanno stabilito il contrario; infatti, durante alcune esperienze transatlantiche, per le quali venivano impiegate lunghezze d'onde dell'ordine di 8000 metri, l'energia ricevuta durante il giorno alla stazione ricevatrice lontana era generalmente più grande di quella ricevuta durante la notte.

Pure recenti osservazioni hanno rivelato questo fatto interessante e cioè che gli effetti dipendono molto dalla direzione secondo la quale ha luogo la trasmissione: i risultati ottenuti per una direzione nord-sud sono spesso completamente differenti da quelli constatati per una direzione est-ovest.

Le ricerche relative alle variazioni di intensità delle radiazioni ricevute, nel caso della telegrafia attraverso l'Atlantico, sono state largamente facilitate in questi ultimi tempi dall'uso di galvanometri sensibilissimi che permettono di misurare l'intensità dei segnali ricevuti con un alto grado di precisione.

Per quanto concerne le stazioni di potenza media, come quelle installate a bordo delle navi e che, conformemente alla Convenzione Internazionale, fanno uso di lunghezze di onde di 300 e 600 metri, le distanze di comunicazione durante il giorno sono sensibilmente le stesse qualunque sia la direzione delle navi l'una relativamente all'altra o per ri-

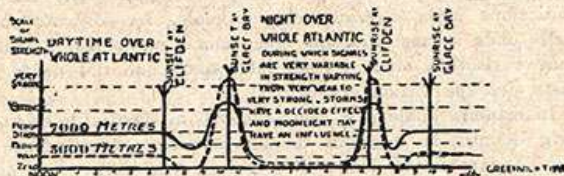


Fig. 8.

spetto alle stazioni terrestri, mentre che, durante la notte i risultati ottenuti sono evidentemente curiosi ed interessanti. Navi situate a più di 1000 miglia (1600 chilometri) dal sud della Spagna, o lungo le coste d'Italia, possono quasi sempre comunicare durante le ore di oscurità con le stazioni del Post Office stabilite sulle coste d'Inghilterra e d'Irlanda; mentre che queste stesse navi se si trovano nell'Atlantico ad una distanza analoga all'ovest di queste isole e sulla rotta ordinaria dall'Inghilterra in America, non possono quasi mai

(1) *Philosophical Magazine*, agosto 1902, serie 6, vol. 4, pag. 253.

mettersi in relazione con le stazioni costiere suddette, a meno di ricorrere ad apparecchi specialmente potenti.

Si noterà anche che per giungere alle navi situate nel Mediterraneo, le onde elettriche debbono traversare una grande parte dell'Europa e spesso passare al disopra delle Alpi. Simili estensioni di terra, specialmente quando vi si incontrano montagne altissime, costituiscono, come si sa, un ostacolo insormontabile alla propagazione delle onde corte durante il giorno. Benchè non esista alcun ostacolo di questo genere fra le stazioni inglesi ed irlandesi e le navi che sono, nell'Atlantico del nord, in rotta per il Nord dell'America, una trasmissione di notte fino a 1000 miglia è in queste condizioni un avvenimento eccezionalmente raro. Si osservano totalmente i medesimi fenomeni quando le navi comunicano, nell'Atlantico, con la costa americana.

Attualmente, per telegrafare attraverso l'Atlantico, si impieghino delle stazioni potentissime e dei messaggi possono essere scambiati così durante il giorno come di notte; pure vi sono ancora dei momenti, la periodicità regolare dei quali è nettamente quotidiana e durante i quali l'intensità dei segnali ricevuti passa per un valore minimo. Così nella mattinata e nella serata quando, in seguito alla differenza di longitudine, la luce o l'oscurità non si stende uniformemente su tutta la rotta transoceanica, l'intensità dei segnali ricevuti è più piccola. Tutto si svolge presso a poco come se le onde elettriche, passando da un mezzo oscuro in un mezzo rischiarato e viceversa, subiscano una riflessione o una rifrazione che le deviasse dal loro cammino normale.

Pure, risultati ulteriori sembrano indicare che è poco probabile che si possa sottomettere questa difficoltà all'esperienza telegrafando su distanze uguali contate in una direzione nord-sud sensibilmente sul medesimo meridiano: in questo caso il passaggio dalla luce all'oscurità si fa rapidissimamente su tutta l'estensione che separa le due stazioni.

#### La variazione quotidiana media dei segnali.

Io ho qui alcuni diagrammi che sono stati accuratissimamente preparati da J. Round. Essi rappresentano la variazione quotidiana media dei segnali ricevuti a Clifden e provenienti da Glace Bay. Le curve rilevate sulla fig. 8, mostrano la variazione abituale dell'intensità di questi segnali transatlantici per le due lunghezze d'onde di 7000 e 5000 m.

L'intensità delle onde ricevute resta notevolmente costante durante il giorno. Poco dopo il tramonto del sole a Clifden, le onde si indeboliscono gradatamente, e due ore più tardi esse raggiungono il minimo della loro intensità. Ricominciano in seguito a crescere per raggiungere un massimo elevatissimo che corrisponde approssimativamente al tramonto del sole a Glace Bay. Poi ritornano progressivamente verso la loro intensità normale, ma durante la notte sono variabilissime. Poco prima del levar del sole a Clifden, i segnali cominciano a crescere costantemente fino ad un altro massimo elevato che è raggiunto poco dopo il levar del sole a Clifden. L'energia ricevuta decresce allora di nuovo d'una maniera continua fino ad un minimo pronunziatissimo che si produce qualche istante prima del levar del sole a Glace Bay. Infine i segnali riprendono gradualmente l'intensità normale che hanno durante il giorno.

È notevole che se l'onda più corta fornisce in media i segnali più deboli, le sue variazioni massima e minima sorpassano sensibilmente quelle dell'onda più lunga.

Io ho effettuato una serie di esperimenti su distanze anche più grandi di quelle che erano state sperimentate precedentemente, fra le stazioni di Clifden e di Glace Bay ed un posto ricevitore sul piroscalo italiano *Principessa Mafalda*, durante un viaggio dall'Italia in Argentina, nel settembre e nell'ottobre dell'anno scorso. (La fig. 9 mostra il percorso della *Carlo Alberto* e della *Principessa Mafalda*.)

In queste esperienze il filo ricevitore era sostenuto da un aquilone, come nei miei primi esperimenti transatlantici del 1901, l'altezza dell'aquilone era variabile fra 1000 e 3000 piedi (300 e 900 metri). Vennero scambiati senza difficoltà i segnali ed i messaggi, sia in pieno giorno che a notte alta, fino ad una distanza di 4000 miglia legali (6400 chilometri) da Clifden.



Al di là di questa distanza la ricezione non poteva aver luogo che durante la notte. A Buenos Aires, cioè a più di 6000 miglia (9600 chilometri) da Clifden, i segnali di notte da Clifden e da Glace Bay erano generalmente soddisfacenti, ma la intensità di essi era dipendente da alcune variazioni.

È un fatto curiosissimo che le radiazioni mandate da Clifden abbiano potuto essere raccolte a Buenos Aires in maniera nettissima durante la notte e in nessun modo durante il giorno; mentre che al Canada i segnali da Clifden (3800 chilometri di distanza) non riescono più intensi durante la notte di quello che siano durante il giorno.

Esperimenti ulteriori sono stati eseguiti recentemente per conto del Governo italiano fra una stazione situata a Massaua, nell'Africa Orientale e un'altra stabilita a Coltano, in Italia. Un grandissimo interesse è legato a queste esperienze per il fatto che la linea che passa per queste due stazioni, traversa una contrada estremamente arida e vaste estensioni desertiche che comprendono alcune parti dell'Abissinia, il Sudan e il deserto della Libia. La distanza delle due stazioni è di circa 2600 miglia (4200 chilometri).

La lunghezza d'onda adottata per la stazione africana era troppo debole per permettere una trasmissione conveniente durante il giorno, ma i risultati ottenuti nelle ore di oscurità furono buonissimi; i segnali ricevuti erano completamente regolari e leggibilissimi.

*La registrazione dei segnali.*

I perfezionamenti apportati alle stazioni di Clifden e di Glace Bay hanno per effetto di diminuire considerevolmente le interferenze alle quali la telegrafia senza fili a lunga portata era, al principio, particolarmente esposta.

Generalmente si leggono con facilità i segnali che arrivano a Clifden provenienti dal Canada, malgrado le perturbazioni elettriche ordinarie dell'atmosfera.

Il rinforzamento dei segnali trasmessi ha inoltre permesso l'uso di apparecchi registratori che non solo assicurano la conservazione del messaggio ricevuto, ma offrono anche il vantaggio di funzionare con una velocità molto più grande di quella che abbia potuto mai essere ottenuta da un operatore che legga ad orecchio o ad occhio. La registrazione dei segnali si compie a mezzo della fotografia, nel modo seguente: un galvanometro Einthoven, a filo, sensibilissimo, è congiunto al *detector* magnetico o valvola ricevitrice; e le deviazioni del filo, prodotte all'arrivo dei segnali vengono proiettate su una pellicola sensibile che si sposta con una velocità conveniente. In molte di queste prove, che io posso mostrarvi, si osservano insieme ai segnali, i segni e le tracce caratteristiche dovute alle onde elettriche naturali ed alle altre perturbazioni elettriche dell'atmosfera: in grazia alla loro origine dubbia, questi segni sono stati designati con « X ».

*La propagazione delle onde radiotelegrafiche.*

Benchè la teoria matematica della propagazione d'un'onda elettrica nello spazio sia stata formulata da Clerk Maxwell, più di cinquant'anni or sono, e malgrado tutti i risultati sperimentali ottenuti nei laboratori circa la natura di queste onde, noi non siamo ancora completamente in possesso dei veri principi fondamentali che regolano il modo di propagazione delle onde radiotelegrafiche.

Agli inizi della telegrafia senza fili, per esempio, si credeva comunemente che la convessità della terra costituisse un ostacolo insormontabile alla trasmissione delle onde elettriche fra due stazioni lontanissime. Per molto tempo pure nessuno si è reso conto sufficientemente dell'effetto della messa a terra, specialmente nel caso della propagazione delle oscillazioni a lunga distanza.

Per molti anni è parso che i fisici ammettessero che la telegrafia senza fili non era basata su altro che sulle proprietà delle radiazioni di Hertz supposte libere nello spazio, ed è passato molto tempo prima che venisse considerato e discusso quale potesse essere la funzione probabile della conducibilità della terra.

A proposito della radiotelegrafia transatlantica, lord Rayleigh dice, in una memoria letta alla Società Reale nel mag-

gio 1903, che i risultati che io avevo ottenuti cercando di trasmettere dei segnali attraverso l'Atlantico, mostravano « che le onde dovevano subire una inflessione o una diffrazione intorno alla convessità della terra, molto più pronun-

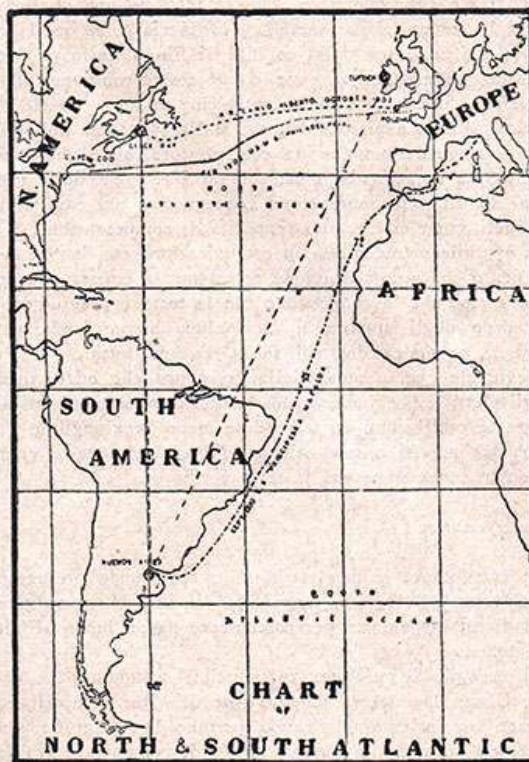


Fig. 9.

ziata di quella che era stata preveduta », e più tardi egli aggiunse che questo fatto dava al problema teorico un vivo interesse (1). Nella sua opera sulla telegrafia a mezzo delle onde elettriche, il prof. Fleming ha pubblicato dei diagrammi che si possono considerare come la rappresentazione figurata delle linee di forza elettrica emesse da un semplice filo verticale (fig. 10).

Come si vede, queste onde non si propagano allo stesso modo della radiazione libera dell'oscillatore classico di Hertz; esse scivolano lungo la superficie terrestre.

Il prof. Zebeck (2) ha studiato accuratamente l'effetto della comunicazione con la terra delle antenne trasmettitrice e ricevitrice e si è sforzato di stabilire analiticamente che, quando le linee di forze elettriche costituenti il fronte di un'onda, passano lungo una superficie di potere induttore specifico debole — la terra per esempio — esse si inclinano in avanti, le loro estremità inferiori trovandosi ritardate dalla resistenza del conduttore che esse seguono. Sembrerebbe dunque

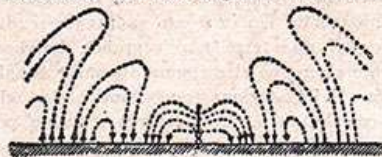


Fig. 10.

che la telegrafia senza fili, tale com'è attualmente stabilita, dipenda almeno fino ad un certo punto, dalla conducibilità della terra, e che la differenza osservata nelle trasmissioni a lunghe distanze sul mare e sulla terra, trovi una spiegazione sufficiente nel fatto che l'acqua di mare è molto più conduttrice che la terra.

(1) Proceedings of the Royal Society, vol. 72, 28 maggio 1903.

(2) Vedere J. Zebeck: *Annalen der Physik.*, 23, 5, pagina 846, settembre 1908. — *Physikal Zeitschrift*, n. 2, pagina 50; n. 17, pag. 553.



L'importanza o l'utilità della comunicazione con la terra è stata più volte discussa, ma secondo me in tutti i sistemi pratici di telegrafia senza fili che esistono attualmente, gli strumenti sono in un modo o nell'altro in relazione col suolo. In ogni caso per connessione con la terra io non voglio intendere la comunicazione metallica ordinaria come quella che si stabilisce nella telegrafia coi fili. Il filo di terra può contenere un condensatore in serie, o può essere congiunto ad un dispositivo che ne sia l'equivalente, cioè ad una capacità superficiale situata a piccola distanza dalla superficie del suolo. Oggi si sa benissimo che un condensatore, se è abbastanza grande, non oppone alcun ostacolo al passaggio delle oscillazioni ad alta frequenza e per conseguenza, nel caso in cui si adoperi, come si dice, una capacità di compensazione, l'antenna è praticamente messa in comunicazione con la terra.

Io penso che questa opinione recentemente emessa e propugnata, e cioè che la connessione con la terra è pregiudicabile all'accordo degli apparecchi, non abbia alcun fondamento, purché la comunicazione col suolo sia ben fatta.

È evidente che a causa della resistenza che offre, quella che gli elettricisti chiamano una *cattiva terra*, tenderà ad ammortire le oscillazioni ed a rendere meno raggiungibile l'accordo; ma non si osserva alcuna difficoltà di questo genere quando la connessione con la terra è efficace.

#### Le interferenze.

Per concludere, io non credo di essere troppo presuntuoso dicendo che la telegrafia senza fili è in via di sconvolgersi i mezzi di cui disponiamo per comunicare da un luogo all'altro della terra.

Per esempio i messaggi commerciali scambiati fra Clifden e Glace Bay dal 1.° maggio 1910 alla fine di aprile 1911 formano un insieme di 812.200 parole; la telegrafia senza fili ha già fornito alle navi il mezzo di comunicare fra loro e con le coste, il che era per lo innanzi assolutamente impossibile. Il fatto che deve formare oggetto di discussione alla Conferenza Imperiale che si riunisce attualmente a Londra, mostra tutta l'importanza che ha acquistata la radiotelegrafia a lunga portata nel breve spazio di una decina di anni. Dai punti di vista commerciale, navale e militare questa importanza si è considerevolmente accresciuta durante gli ultimi anni, perchè innumerevoli stazioni sono state impiantate, o sono in corso di costruzione su diverse coste, all'interno delle regioni continentali e a bordo delle navi, in tutte le parti del mondo. Malgrado queste molteplicità di stazioni e il loro funzionamento quasi continuo, io posso affermare, in seguito alla esperienza, che l'interferenza reciproca fra apparecchi convenientemente montati ed efficacemente accordati non si è quasi mai prodotta fino ad oggi. Ma alcune interferenze debbono assolutamente aver luogo fra le navi, perchè le due lunghezze d'onda adottate secondo la Convenzione Internazionale non sono sufficienti per la trasmissione conveniente del grandissimo numero di dispacci mandati dalle navi che usano la telegrafia senza fili, il numero delle quali cresce continuamente. Un immenso vantaggio risulterebbe dall'utilizzazione di una terza e più grande lunghezza d'onda, esclusivamente riservata alle comunicazioni a lunghe distanze.

A proposito delle stazioni transatlantiche ad alta potenza, la facilità con la quale le interferenze hanno potuto essere evitate ha sorpassato fino ad un certo punto anche le mie previsioni. Durante una recente dimostrazione effettuata dall'Ammiragliato, da una stazione situata ad 8 miglia (km. 12,8) soltanto di distanza dai possenti apparecchi trasmettitori di Clifden, sono stati ricevuti dei dispacci di Glace Bay e senza che si producesse alcuna interferenza con i dispacci inviati dalla stazione di Clifden, che funzionava in quel momento in piena potenza e con una lunghezza d'onda che non si differenziava per più del 25% da quelle irradiate da Glace Bay. I massimi registrati a Clifden e alla stazione che ne era lontana di 8 miglia, avevano un rapporto eguale a quello di 750 ad 1.

Delle disposizioni debbono essere prese per effettuare in maniera permanente la trasmissione e la ricezione simultanea in queste stazioni, le quali, allorchè verranno così completate,

costituiranno un sistema di comunicazioni radiotelegrafiche doppio fra l'Irlanda e il Canada.

L'ultimo risultato che ho menzionato tende anche a dimostrare che si potrebbero far funzionare simultaneamente e con lunghezze d'onde leggermente differenti, un gran numero di stazioni per lunghe distanze situate in Inghilterra ed in Irlanda, senza paura di interferenze reciproche.

L'estensione della telegrafia senza fili dipende principalmente dalla facilità con la quale un certo numero di stazioni possono funzionare normalmente nei limiti del raggio d'azione di ciascuna.

Se si osserva che le lunghezze d'onda attualmente usate vanno da 60 metri fino a 7000 metri e che si può utilizzare l'accordo così dei gruppi di onde che dei sistemi di concentrazione di onde, non è difficile di prevedere che questo metodo di comunicazione relativamente nuovo, è destinato a compiere una funzione di grandissima importanza, contribuendo a moltiplicare le relazioni mondiali.

#### Il valore pratico della telegrafia senza fili.

Al di fuori delle comunicazioni a grandi distanze, il valore pratico della telegrafia senza fili potrebbe essere considerato da due punti di vista, secondo che è usata per mare o per terra.

Un gran numero di paesi, fra i quali sono l'Italia, il Canada e la Spagna, hanno già aggiunto ai loro sistemi di telegrafi ordinari, degli impianti di telegrafia senza fili; ma passerà ancora un certo tempo prima che questo modo di comunicazione sia largamente usato per terra, in Europa specialmente, perchè la rete delle linee terrestri attualmente esistente è sufficiente a tutti i bisogni e rende inutili i nuovi mezzi di comunicazione. Sembra dunque probabile, almeno per ora, che le più importanti applicazioni della telegrafia senza fili si faranno in contrade al di fuori dell'Europa, alcune delle quali non possono essere dotate di linee telegrafiche ordinarie, perchè le condizioni climatiche o altre cause vi si oppongono assolutamente. E ciò che deprime a favore di questa maniera di vedere è il successo che hanno ottenuto le stazioni recentemente fondate al Brasile sull'Amazzone superiore.

Quasi tutto il mondo considera le comunicazioni in mare come l'applicazione più meravigliosa della telegrafia senza fili. Fino al momento che ne erano in vista, le navi situate ad una certa distanza dalle coste non avevano alcun mezzo di tenersi in relazione con la terra durante tutto il tempo del loro viaggio. Ma le persone che fanno oggi dei lunghi viaggi per mare, non rimangono più isolati dal resto del mondo; gli uomini d'affari non cessano di corrispondere, a prezzi ragionevoli, con i loro uffici d'America o d'Europa; i passeggeri possono scambiare le corrispondenze sociali ordinarie con i loro amici rimasti a terra; un giornale quotidiano, pubblicato a bordo dei principali piroscafi, comunica le notizie più importanti della giornata. In più di una occasione la telegrafia senza fili si è mostrata un aiuto prezioso per la giustizia: — una illustrazione ben nota di questa funzione è l'arresto di un noto assassino che poté essere compiuto, a mezzo di essa, al momento in cui sbarcava al Canada. Pure il più prezioso beneficio della radiotelegrafia è dato dal mezzo che essa offre alle navi in pericolo, di far conoscere la loro situazione alle navi vicine o alle stazioni costiere; per questo scopo la telegrafia senza fili è indispensabile, e ciò risulta dal fatto che molti Governi hanno compiuto un accordo secondo il quale un impianto di telegrafia senza fili deve obbligatoriamente esistere su tutte le navi che prendono passeggeri destinati ai loro porti.

G. MARCONI.

999.645

lire, giacciono nelle Casse dei prestiti: Bari, Barletta, Milano, Venezia, Bevilacqua, Croce Rossa, ecc., perchè possessori di Obbligazioni trascurano verifica. — Mandate lista Serie numeri posseduti: **Giornale "L'UTILE"**, Milano, avrete **gratuita** verifica e risposta.



# Lo stato attuale dell'Elettrotecnica

## I.

### LA TECNICA DELLE DEBOLI CORRENTI E DELL'ELETTROSTATICA

L'estensione delle applicazioni elettriche è dovuta principalmente alla possibilità di ottenere l'elettricità sotto le forme più svariate. Dalla scintillina, che si produce nell'elettroforo, alle fragorose scariche dei potenti trasformatori ad alto potenziale; dalla insensibile corrente di un elemento voltaico ai torrenti di elettricità che si usano nell'elettrochimica industriale, è tutta



Fig. 1. — Pila Daniell.

una gradazione di effetti che variano coi caratteri particolari del flusso in azione. Ciò appunto costituisce una particolarità che si riscontra in questa forma di energia; negli altri fenomeni naturali, nei quali predomini un altro agente qualunque, non è così evidente come per l'elettricità, la varietà dell'effetto in rapporto alle dimensioni o grandezze che caratterizzano il fenomeno.

Facendo il confronto, ad esempio, fra la corrente di una pila e la scarica di una macchina elettrostatica, ci troviamo in presenza di due apparenze così diverse, da far ritenere, ad un primo esame, che nei due casi agiscano entità fisiche essenzialmente differenti. Si tratta invece, come è noto, di una semplice diversità di combinazione delle grandezze, che caratterizzano il flusso elettrico. Nella pila si ha una piccola differenza di potenziale o tensione ed una grande quantità di elettrico in movimento, mentre nella scarica della macchina è piccolissima questa quantità e grande la tensione. Da ciò ne consegue che nei due casi, nonostante la diversità di effetto e di aspetto, le quantità di energia possono equivalersi, giacché queste quantità non dipendono dal valore della *tensione* o delle *intensità* considerate separatamente, ma risultano dal prodotto di tali fattori, come il lavoro che è possibile ottenere da una cascata d'acqua, risulta dal prodotto della *differenza di livello* per la quantità di liquido che precipita nell'unità di tempo, cioè per l'*intensità* della corrente fluida.

Il prodotto della differenza di potenziale o tensione (che corrisponde ai *volta* nel sistema di misure pratiche) per la intensità (*ampère*) equivale al lavoro elettrico (*watt*), e si può avere un flusso corrispondente ad una diecina di watt, tanto con una corrente di uno o due ampère con tensione di 10 o 5 volta (che corrisponde a quella sufficiente per mettere in azione una suoneria elettrica), quanto da una scarica a 100 000

volta e un decimillesimo di ampère, che è capace di dare una scintilla di sei o sette centimetri ed una scossa non indifferente.

## II.

Queste condizioni determinano la necessità di variare i sistemi per l'utilizzazione delle correnti elettriche a seconda della quantità di esse, e ne derivano due criteri per la classificazione, l'uno dipendente dall'effetto che si ottiene, l'altro subordinato alle qualità del flusso elettrico adoperato. Nei riguardi dell'effetto si possono considerare separatamente i sistemi, che servono semplicemente per trasmettere segnalazioni o azioni sussidiarie, e quelli che consistono in veri trasporti, distribuzioni ed utilizzazioni dell'energia; nei riguardi delle grandezze messe in azione si distinguono le applicazioni delle deboli correnti, quelle dell'elettrostatica e le utilizzazioni delle forti correnti. A ciascuna di queste suddivisioni corrispondono nozioni tecniche particolari dipendenti dalle condizioni nelle quali deve essere condotto il lavoro nei diversi casi, quindi si divide l'elettrotecnica generale, in queste tre classi:

1. Tecnica delle deboli correnti.
2. Tecnica dell'elettrostatica.
3. Tecnica delle forti correnti.

Per ogni classe, poi, vi ha luogo di considerare separatamente il gruppo di regole generali che riflettono un tipo speciale di applicazione o un sistema particolare di impianto; così, per le forti correnti si riscontra

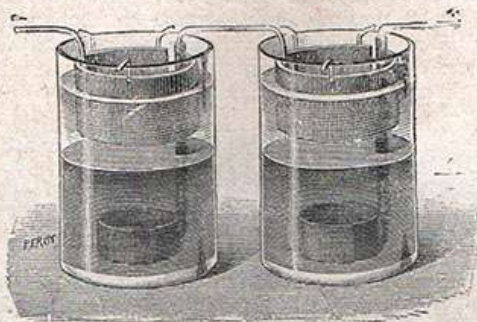


Fig. 2. — Pila Callaud.

una grande diversità fra la tecnica delle correnti continue e quella delle correnti alternate, fra gli impianti a bassa tensione e quelli ad alto potenziale, ecc.

## III.

Per riassumere rapidamente le regole generali che devono seguirsi nelle applicazioni delle deboli correnti, occorre ricordare che i principali effetti dell'elettricità sono calorifici, luminosi e magnetici. I calorifici ed i luminosi sono più specialmente preponderanti quando è elevata l'intensità, quindi per le correnti deboli sono quasi sempre trascurabili, oppure hanno una influenza che viene facilmente compensata dalla irradiazione.



La tensione poi non è mai molto elevata e raramente supera una cinquantina o il centinaio di volta sulle grandi linee telegrafiche; nelle applicazioni domestiche si mantiene inferiore a 10 volta. Perciò gli isolamenti delle condutture e degli apparecchi riescono facili ed il legno secco, il cotone, il cuoio, ecc., rappresentano dei buoni isolanti.

Per la debole tensione di esercizio le condutture non possono però avere una resistenza troppo elevata, perciò vengono adoperati a preferenza i fili di rame e di bronzo: soltanto in qualche caso si impiegano fili di ferro o di acciaio di diametro non inferiore a due millimetri. Le comunicazioni fra i vari fili e gli apparecchi devono essere fatte fra superfici metalliche ben pulite, perchè anche il più sottile strato di ossido ostacola il passaggio della corrente.

Le correnti deboli si producono generalmente con le pile, e, nelle varie applicazioni vengono adoperate quelle che per le loro proprietà meglio rispondono allo scopo. Così per la telegrafia, e simili si impiegano gli elementi a corrente costante del tipo Daniell (fig. 1).

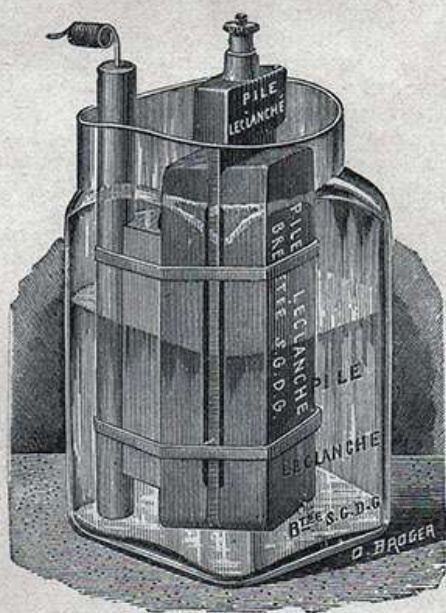


Fig. 3. — Pila Leclanché ad agglomerati.

oppure i sistemi da essa derivati, come la pila Callaud (fig. 2), che è molto simile a quella italiana nella quale la separazione dei liquidi è facilitata da una strozzatura mediana del vaso di vetro. Tali elementi sono costituiti essenzialmente da un pezzo di rame (polo positivo) immerso in una soluzione di solfato di rame e da un pezzo di zinco (polo negativo), che trovasi nella soluzione di solfato di zinco. Nell'elemento Daniell i due liquidi sono separati dal vaso poroso, mentre negli altri due tipi la separazione ha luogo per la diversa densità dei liquidi stessi.

Per le suonerie elettriche e gli apparecchi telefonici sono adoperate le pile tipo Leclanché, costituite da una lamina di carbone, che è contornata da carbone di storta in pezzetti, mischiato a perossido di manganese, il tutto contenuto in un vaso poroso; lo zinco è nel vaso di vetro e bagna in una soluzione di cloridrato di ammoniaca. In alcuni sistemi, il vaso poroso è abolito e il miscuglio di carbone e biossido viene compresso in due pani che aderiscono alla lamina di carbone (fig. 3), oppure è contenuto in un sacchetto di tela, e ciò allo scopo di diminuire la resistenza interna dell'elemento.

La caratteristica dell'elemento Leclanché è di poter dare una corrente energica per brevi istanti e di ricu-

perare tale proprietà stando un poco a circuito aperto; è perciò impiegato in tutti quei casi nei quali occorre adoperare la corrente ad intervalli di tempo, come ad esempio, per le suonerie elettriche ed i telefoni.

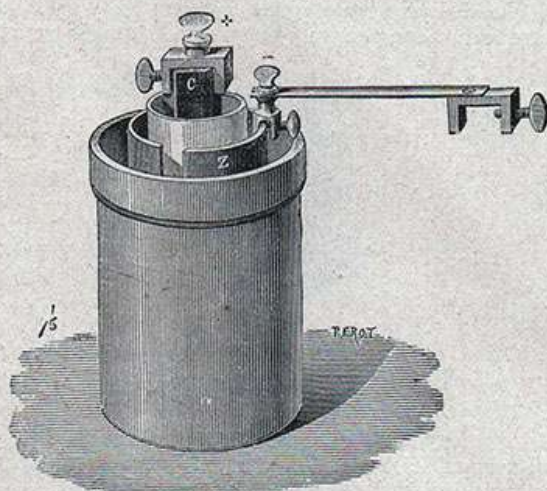


Fig. 4. — Pila Bunsen.

Quando occorre disporre di intensità costanti ed elevate, si adoperano le pile tipo Bunsen, nelle quali il depolarizzante è acido nitrico e il positivo, carbone di storta (fig. 4). La Bunsen, però, non è di uso domestico, a causa delle esalazioni nocive dell'acido azotico, perciò essa viene adoperata soltanto in casi speciali, come per doratura ed argentatura galvanica di piccoli pezzi.

Per l'illuminazione elettrica con piccole lampade, e per gli usi di laboratorio, è molto adattata la pila al bicromato di potassio, costituita da carbone, zinco e soluzione di bicromato con acido solforico. Ponendo lo zinco in un vaso poroso contenente soluzione di acido solforico, e formando il positivo di quattro la-

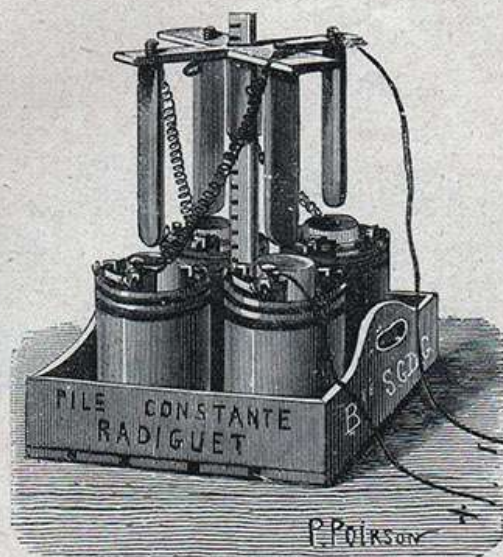


Fig. 5. — Pila al bicromato di potassa (tipo Radiguet).

stre di carbone collegate con un nastro metallico, si ottiene un elemento capace di dare corrente per diverse ore, specialmente quando il vaso esterno destinato a contenere i carboni e la soluzione di bicromato è sufficientemente grande. La fig. 5 rappresenta la disposizione data dal Radiguet ad una batteria di queste



pile, con la quale resta facile alzare gli zinchi dal liquido quando la pila non è adoperata.

La soluzione di bicromato si prepara sciogliendo cento grammi di bicromato di potassa per ogni litro d'acqua, ed aggiungendo 200 grammi di acido solforico, che si deve versare goccia a goccia nella soluzione mentre essa viene agitata con una bacchetta di vetro.



Fig. 6. — Electrocalamita.

Le costanti delle pile descritte, costruite di dimensioni normali, cioè con vasi esterni di circa  $20 \times 15$  cm., sono, approssimativamente, le seguenti:

	Forza elettromotrice in volts	Intensità di corrente in ampères
Pila Daniell . . .	1.10	1.—
» Italiana . . .	0.95	0.3
» Bunsen . . .	1.90	3.—
» al bicromato (tipo Radiguet)	1.95	5.—

#### IV.

L'organo più importante che entra nella costruzione degli apparecchi a debole corrente, è l'electrocalamita, la quale è formata da un nucleo di ferro internato al centro di una bobina di filo di rame isolato. Quando il filo è percorso dalla corrente, il ferro si magnetizza fortemente e perde tale qualità non appena la corrente sia interrotta.

La forma più comune che vien data all'electrocalamita è quella ad U, rappresentata dalla fig. 6.

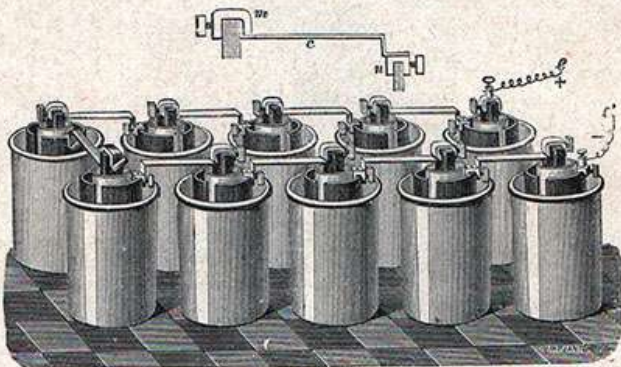


Fig. 7. — Disposizione delle pile in serie.

Nella costruzione delle electrocalamite per piccole intensità di corrente, il ferro, generalmente, occupa meno della metà del diametro totale del rocchetto, ed il filo di rame è sottilissimo (da 0,1 a 0,5 mm.), e si avvolge per un gran numero di giri. L'isolamento di questo filo viene fatto preferibilmente con seta o cotone fine, in maniera da ridurre al minimo il volume occupato dall'isolante. La resistenza elettrica del filo costituente

l'avvolgimento deve essere in relazione con quella della linea, perciò tanto sarà più lungo e fine il filo dell'elettromagnete, quanto più grande la distanza che deve superare la conduttura.

In rapporto a queste variabili condizioni, anche il numero degli elementi di pila risulta vario; in generale occorrono molte pile disposte in serie, cioè collegate unendo successivamente i poli di nome contrario, come indica la fig. 7, quando la resistenza del circuito è elevata, mentre si adotta il sistema di collegamento in parallelo, cioè unendo tutti i positivi ad un nodo e tutti i negativi ad un altro (fig. 8) quando la erogazione di corrente deve essere molto elevata e la resistenza del circuito è piccola. La combinazione dei due sistemi dà luogo ad un gran numero di varianti, che si ottengono collegando in parallelo diversi gruppi di pile montate in serie; si possono cambiare così le condizioni di resistenza interna e di forza elettromotrice in molti modi. La fig. 9 offre un esempio di collegamento di sei pile in due serie di tre ed in tre serie di due elementi.

Quando le electrocalamite devono esercitare un grande sforzo di attrazione sulla loro armatura, è necessario che abbiano un nucleo in ferro di grande sezione e la armatura, od ancora, deve esser collocata ad una distanza di pochi millimetri dalle faccie polari. In questi casi la corrente deve avere una intensità elevata e l'eccitazione risulterà quindi di pochi giri di filo grosso. In via approssimativa queste electrocalamite si costruiscono con uno spessore di avvolgimento di circa la metà del diametro del nucleo; la sezione del ferro che unisce i due nuclei e quella dell'armatura, deve essere almeno uguale alla superficie di una faccia polare.

#### V.

Gli apparecchi ausiliari per questi impianti sono di piccole dimensioni e possono esser montati su materiale isolante comune. Gli interruttori, commutatori, ecc., risultano generalmente costituiti da piccole superfici di contatto striscianti, o da viti che si avvicinano od allontanano da un pezzo fisso, secondo che si voglia chiudere od aprire il circuito. L'uso delle viti riduce però ai minimi termini la superficie di appoggio, la quale, di conseguenza, si ossida con facilità sotto l'azione delle scintilline che scoccano all'atto della interruzione. Tali scintille sono specialmente forti quando il circuito contiene delle electrocalamite, perciò, in questi casi, è indispensabile di munire le viti ed il pezzo sul quale esse si appoggiano per chiudere il contatto, di punta e piano di platino, che è inossidabile ed assicura indefinitamente la bontà della comunicazione.

L'installazione delle linee è in generale facile, specialmente trattandosi di impianti domestici o in locali asciutti e riparati. È sufficiente, in casi simili, di assicurare i conduttori, muniti di copertura di ottone, su piccoli isolatori di porcellana o di legno. Per le comunicazioni a grandi distanze, i conduttori di rame, di ferro o di bronzo vengono assicurati, con l'intermediario di grossi isolatori di porcellana, a pali di legno o ai fabbricati.

Quando le condizioni dell'impianto lo permettano e specialmente nel caso di comunicazioni a grande distanza, si può adoperare la terra come conduttore di ritorno. A tal uopo, nelle due località da collegare, viene presa una buona comunicazione col suolo interrando, a qualche metro di profondità fino a raggiungere il livello delle acque sotterranee, delle grandi lastre di rame contornate da carbone in pezzi. A queste lamine vengono uniti i conduttori, che servono per completare il circuito, il quale risulta disposto come è indicato schematicamente sulla fig. 10.

In molte applicazioni poi, e specialmente in telegrafia, quando le linee sono assai estese ed i circuiti molto



resistenti, ne risulta un indebolimento della intensità, che non conviene compensare aumentando la tensione d'esercizio. Si adottano invece i soccorritori (*relais*),

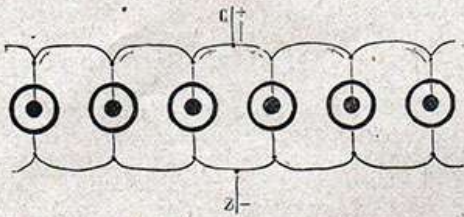


Fig. 8. — Disposizione delle pile in parallelo.

costituiti da una elettrocalamita munita di armatura mobile, la quale, con le sue oscillazioni, determinate dalla corrente di linea, apre e chiude un circuito alimentato da una batteria locale. Se il soccorritore è molto sensibile, basta la più piccola intensità a farlo funzionare, mentre sul circuito locale si ottengono emissioni di corrente molto forti ed atte al funzionamento degli apparecchi.

La fig. 11 indica la disposizione schematica di un circuito munito di soccorritore S.

Le grandi linee, che si sviluppano per molti chilometri all'aperto, sono sottoposte a ricevere le scariche atmosferiche che, senza speciali protezioni, verrebbero guidate agli apparecchi, determinando dei guasti; perciò esse vengono munite di appositi scaricatori a terra, formati generalmente di due conduttori massicci, che hanno, ciascuno, una serie di punte: le due serie risultano affacciate l'una contro l'altra con un brevis-

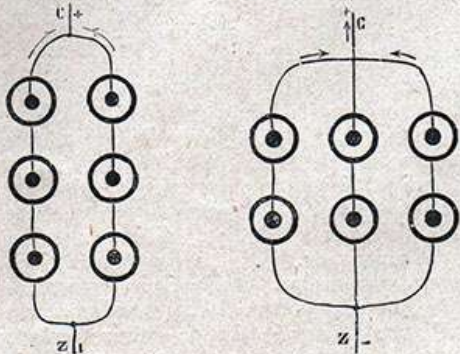


Fig. 9. — Disposizioni miste in serie-parallelo.

simo intervallo, tale però da impedire il passaggio della corrente di servizio, ma di non ostacolare la via alle scariche, che vengono guidate a terra.

VI.

Le regole generali per eseguire ed assicurare il funzionamento delle installazioni a corrente debole, si riassumono, dunque, nel principio della continuità del circuito e della proporzione fra la forza elettromotrice agente e la resistenza complessiva. La continuità si assicura con la perfezione degli apparecchi e con le norme generali accennate più sopra, e la proporzione fra intensità e tensione, si ottiene preventivando la resistenza del circuito.

A questo scopo bisogna fissare l'intensità minima di corrente che è indispensabile pel funzionamento degli apparecchi. Con questo dato, applicando la nota legge di *Ohm*, si calcola la resistenza necessaria se è stata fissata la tensione, oppure quest'ultima grandezza se è la resistenza che si vuol determinare a priori.

Occorre però tener conto anche della resistenza interna degli elementi, avvertendo che col collegamento

in serie la resistenza totale è la somma di quelle parziali e con quello in parallelo, la batteria risulta di una resistenza tante volte più piccola di quella di un solo elemento, quanti sono gli elementi montati in parallelo. Per calcoli approssimati valgono i dati esposti al § 2; per le condutture poi si possono assumere i valori seguenti:

1 ohm di resistenza equivale a	10 metri di filo di rame di 0.5 mm.
»	» 50 » » » 1 »
»	» 100 » » » 1.5 »
»	» 200 » » » 2 »

Stabilita la lunghezza della linea e il diametro del filo, si può determinare la resistenza, che moltiplicata per l'intensità darà la differenza di potenziale utile, che è necessario avere ai poli della batteria. Con tale valore si calcolerà il numero di elementi e la maniera più conveniente di accoppiarli.

Questo calcolo è abbastanza semplice ed è da applicarsi in tutti i casi di impianti a corrente continua, perciò ne diamo un esempio dal quale si possono fa-



Fig. 10. — Trasmissione con circuito a terra.

cilmente dedurre i procedimenti per le applicazioni più varie.

Si voglia alimentare con pile Daniell al solfato di rame, una lampadina elettrica a filamento metallico da dieci candele, per la quale occorra una differenza di potenziale di 15 volta ed una intensità di corrente di 1 ampère circa. Per ridurre al minimo la resistenza interna delle pile, bisogna adottare elementi di grandi dimensioni e sviluppare su una grande superficie il polo positivo, ossia il rame. Con elementi aventi il vaso esterno di circa 30 x 20 centimetri, si può ritenere che la resistenza interna di ciascuno non superi 0,3 ohm, perciò, dovendo l'intensità essere di 1 ampère, avremo una caduta di potenziale in ciascun elemento di  $0,3 \times 1 = 3$  volta. La differenza di potenziale disponibile ai poli di ciascuna pila sarà quindi  $1,10 - 0,3 = 0,8$  volta. Ma pel funzionamento della

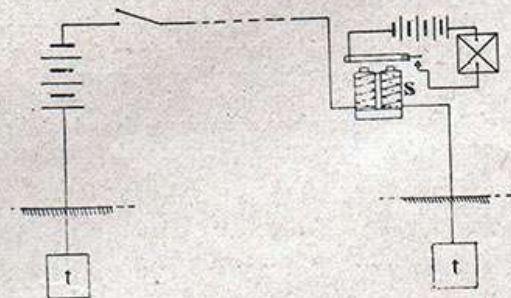


Fig. 11. — Trasmissione con soccorritore.

lampada occorrono 15 volta, quindi dovremo disporre un numero di elementi in serie dato dal quoziente  $15 : 0,8$ , ossia 19 circa.

In tali condizioni però sarà necessario collocare la lampada in vicinanza della batteria, in maniera da



ridurre la lunghezza dei fili di comunicazione al minimo; se ciò non fosse consentito, occorrerebbe tener conto anche della caduta di tensione, che si produce nei conduttori di collegamento. Se la lampada, ad esempio, dovesse esser collocata a venti metri di distanza dalle pile, e se adoperiamo per la conduttura, filo di rame di 1 mm. di diametro, ne risulterebbe aumentata la resistenza del circuito di circa 0,8 ohm, e sarebbe necessario portare a 20 il numero delle pile in serie, per assicurare il funzionamento della lampada.

Questo sistema di calcolo si adopera, con poche varianti, in tutti i casi di distribuzione a corrente continua, e si riduce a valutare la caduta di potenziale che ha luogo nelle diverse parti del circuito, quando esse sono attraversate dalla intensità stabilita; questa caduta di potenziale è uguale alla resistenza moltiplicata per l'intensità. La condizione che deve essere soddisfatta perchè una data intensità di corrente percorra un circuito, è che la somma delle cadute di potenziale nelle diverse parti del circuito medesimo — cioè generatore, linea e apparecchi utilizzatori — deve uguagliare la forza elettromotrice agente. Vi è modo, quindi, di prevenire sia la resistenza del circuito nelle parti che si possono variare, sia il valore della forza elettromotrice. Tale scelta è limitata soltanto dalle condizioni relative al massimo rendimento delle pile, il quale si ottiene quando la resistenza complessiva interna della batteria è eguale o poco differente a quella del circuito esterno, e dalla condizione di massima economia per l'installazione della linea. È evidente che la linea tanto meno costerà, quanto minore sarà il valore del filo impiegato; quindi con fili di ferro di piccolo diametro si dovrebbe raggiungere il costo più ridotto. Ma il ferro ha una resistenza specifica sei volte più grande di quella del rame, perciò, a parità di resistenza totale, occorre un maggior peso di ferro, che supera l'economia nel prezzo. Per tale ragione, salvo casi eccezionali, nei quali il ferro viene preferito per l'alta resistenza meccanica, si adotta il rame od il bronzo. Negli impianti, laddove la lunghezza della linea è assai ridotta, può accadere che il diametro del filo da adottare per la conduttura risulti, dal calcolo, troppo sottile, rispetto alle necessità evidenti che rendono facile la installazione.

In questi casi si adopera filo di rame di 1 mm. circa, salvo ad intercalare nel circuito una resistenza ausiliaria se ciò fosse necessario.

#### VII.

Questa rapida rassegna dei concetti e principi fondamentali che devono guidare la tecnica delle installazioni a debole corrente, dimostra che tali impianti offrono la facilità di iniziare lo studio delle applicazioni elettriche in un campo di possibilità alla portata di tutti. D'altra parte, nell'esercizio del più semplice apparecchio elettrico si vedono in azione le principali caratteristiche dell'elettricità e si ha modo così di farsi un'idea generale delle combinazioni dei circuiti, ecc. È perciò da raccomandare, a coloro che si dedicano allo studio dell'elettrotecnica, di non trascurare questo

mezzo efficace e poco dispendioso per esercitarsi ed acquistare idee pratiche preziose. Lo studioso dovrà però aver sempre presente che la tecnica di ciascun gruppo di applicazioni differisce ed è in relazione con le differenze di potenziale e le intensità che vengono adoperate. Passando quindi alle installazioni a forti correnti e da queste a quelle ad alta tensione, occorrerà non solo cambiare i criteri che servono di base per eseguire le manovre, ma correggere le stesse abitudini manuali che una lunga esercitazione con deboli correnti fa quasi inconsapevolmente acquisire. Soltanto con tali riguardi possono essere evitati gli inconvenienti e gli infortuni che purtroppo sono frequenti nell'uso degli alti potenziali.

A facilitare però questa adattabilità dell'operatore, giova aver cognizione dei fenomeni che si verificano con l'alta tensione, sperimentando con le scariche elettrostatiche, le quali, in genere, non sono pericolose e possono prodursi con tutta facilità. In tal modo si acquista immediatamente il senso pratico della relatività dell'isolamento rispetto alla tensione, mentre si imparano nuovi principi, che poi sono utilissimi per rendersi ragione dei complicati fenomeni che avvengono anche nell'uso delle correnti industriali.

Oltre a ciò, la constatazione della varietà di effetto pel solo cambiamento relativo delle grandezze che entrano in funzione, giova come esempio fondamentale per intendere e rendersi conto di una quantità di fatti che costituiscono un altro gruppo di fenomeni nel campo dell'elettricità e della meccanica degli immensamente piccoli. Così, studiando le correnti variabili e le scariche oscillanti, si giunge a concepire un modo del tutto nuovo di propagazione dell'energia quale è quello delle onde elettromagnetiche; passando poi dall'osservazione di una comune scintilla allo studio delle scariche nei gas rarefatti, si rivelano, insieme ai comuni raggi luminosi e calorifici, altri raggi oscuri, i quali godono di particolari proprietà, ecc. Tutte queste manifestazioni non dipendono dalla quantità totale di energia messa in azione, ma dal modo particolare nel quale essa agisce e dalle dimensioni degli elementi, che subiscono questa azione. Non mai così chiaramente come in tali studi appare la connessione intima fra la realtà dei fenomeni e l'ordine di grandezza che ad essi si riferisce; la dimensione diviene anch'essa una entità modificatrice dell'effetto, in quanto tale effetto si determina agendo appunto in limiti ristretti di grandezza. E questo concetto della *grandezza*, che pare così inafferrabile quando devesi definire isolatamente, acquista una proprietà nuova, e si consolida con un senso più pratico, quando si vede che non soltanto la proporzione delle quantità stabilisce la legge di un fenomeno, ma anche il valore assoluto di una sola dimensione può servire a renderlo possibile.

Vedremo come la tecnica dell'elettrostatica offra la maniera di chiarire a poco a poco queste idee, le quali, se pur apparentemente teoriche, si affermano eloquentemente nel dominio dei fatti e servono poi di regola per orientarsi nell'immensa varietà di effetti che lo studio dell'elettricità mette in luce.

GUGLIELMO MARCHI.

*Rimandiamo al prossimo numero la pubblicazione dell'articolo:*

## LA CURA DELLA TUBERCOLOSI

*del nostro collaboratore Dott. Prof. E. MONTI. — Come sanno i nostri lettori l'articolo \*fa parte della Serie dedicata a*

## LE MALATTIE DELL'UOMO E LA LORO CURA.



:: SOCIETÀ EDITRICE SONZOGNO in MILANO ::

È iniziata la **TERZA SERIE** della **Rivista**

# TRIPOLI-CIRENAICA

Rassegna settimanale della

## Guerra colla Turchia

che comprenderà altre 20 dispense (dalla 41 alla 60) di questa Rivista che sarà la più fedele cronistoria del valore italiano.

Prezzo d'abbonamento alla **TERZA SERIE** (dispensa 41 a 60) nel Regno L. **1,80**, all'estero Fr. **2,50**.

Al prezzo complessivo di L. **3.60** in Italia, e L. **5.—** all'Estero, vengono inviati i numeri arretrati delle **DUE PRIME SERIE** dal N. 1 al 40, unitamente al dono della splendida

**Carta Generale del Teatro della Guerra Italo-Turca** Compilata dal CAP. PACCHIONI

a colori, che si trova in vendita a Cent. **75**.

**VOLETE LA SALUTE ? ?.....**



tonico ricostituente del sangue.

**ACQUA - NOCERA - UMBRA**

"Sorgente Angelica,"

Vendita annua **10.000.000** di bottiglie.

Milano — Stab. Grafico Matarelli — Via Passarella, 13-15.

**CLICHÉS**

**GALVANI**

**TRICROMIE**

**UNIONE ZINCOGRAFI**

PRIMARIO STABILIMENTO ARTISTICO

MILANO VIA SPONTINI, 5  
TELEFONI 30-036 e 30-049

Lavori accuratissimi e perfezionati  
Artistici e commerciali.

RIPRODUZIONI FOTOMECCANICHE D'OGNI SISTEMA

3 GRAND PRIX - 10 MEDAGLIE D'ORO

**GRATIS**

la Società Editrice Sonzogno in Milano, Via Pasquiolo, 14, spedisce a semplice richiesta, numeri di saggio ed il **Catalogo Generale Illustrato** di tutte le sue pubblicazioni.

Bozzi PIETRO, gerente responsabile.