

Mario Guidone

TEMISTOCLE CALZECCHI ONESTI (1853-1922), IL COHERER, L'ALFABETIZZAZIONE SCIENTIFICA DELL'ITALIA UNITA

La scoperta

Non sembra che Hertz si sia mai interessato ad una nuova tecnologia delle telecomunicazioni, anche se i suoi esperimenti avevano dischiuso la possibilità di trasmettere segnali a distanza, senza fili, interessando una comunità operante più vasta di quella strettamente scientifica.

In verità, si è tentato di addurre come prova di un suo interessamento una lettera scritta nel 1899 ad un ingegnere di Monaco, che lo aveva interrogato sulla possibilità di trasmettere suoni per mezzo di onde e.m. Il fisico replicò che le vibrazioni acustiche sono eccessivamente lente per poter essere irradiate direttamente sotto forma di onde elettriche: alla frequenza di 1000 cicli al secondo, che corrisponde una lunghezza d'onda di 300 Km, si richiederebbero riflettori capaci di coprire un'area di qualche milione di metri quadrati, quasi un continente come l'Europa.

Hertz non affrontò affatto la questione più generale della realizzazione di un sistema di telegrafia senza filo (T. S. F.)

Si può pensare che avrebbe risposto negativamente anche a questa domanda, e non solo perchè aveva portato a termine il suo compito, che era quello di risolvere scientificamente un problema posto da altri scienziati. Il risonatore di Hertz era di una attraente e armoniosa semplicità; ma era fatto a misura del suo laboratorio, e le scintille della ricezione non si potevano osservare che entro quel perimetro. Rivelatori delle onde elettriche assai più sensibili esistevano già, ma la loro peculiare funzione non era stata ancora riconosciuta. Si comprende così che la creatività tecnologica doveva far seguito alla creatività scientifica, affinché la possibilità indicata dalla scienza divenisse concreta realizzazione di un sistema di T.S.F.

Il funzionamento dei rivelatori cui si è accennato era basato sulla variazione della conducibilità di varie specie di contatti elettrici imperfetti, che hanno sede nei giunti di microfoni o nel corpo di polveri e limature metalliche, quando sono sottoposti ad azioni elettriche di vario tipo, ma principalmente all'azione di onde hertziane.

Si tratta di dispositivi scoperti e riscoperti più volte, prima di giungere all'attenzione generale. Già nel 1835 P. S. Munk af Rösenschold, dell'Università di Lund, aveva dato notizia dell'improvviso aumento della conducibilità di una mescolanza di sottili limature metalliche, carbone ed altri conduttori, posta tra un elettrodo di ferro e uno di piombo e attraversata dalla corrente di scarica di una bottiglia di Leida.

Sorvoleremo sui lavori dell'americano S.A. Varley, che nel 1852 osservò una repentina caduta dell'elevata resistenza di polveri metalliche, sotto l'azione di scariche temporalesche, e dell'altro americano (trapiantato in Inghilterra) D. Hughes. Ci basta ricordare qui che Hughes, professore di musica e valente tecnologo, autore di un telegrafo scrivente che fu ben accolto in Francia (1860), nel 1877 apportò alla nascente telefonia un fondamentale contributo: il dispositivo che poi fu detto 'microfono'. Il dispositivo di Hughes finì per sostituire il microfono a carbone di Edison; e inoltre quel microfono era un sensibile rivelatore di onde e.m., in virtù dei due contatti imperfetti fatti in M ed N dal bastoncino C che vi è alloggiato con un certo gioco (fig. 1).

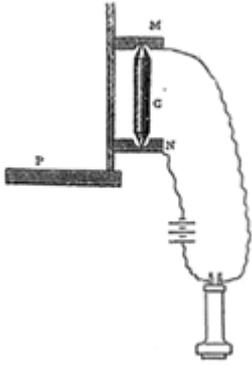


Fig.1 - Il microfono di Hughes

Nel circuito della pila è visibile, insieme con il microfono descritto nel testo, il ricevitore telefonico brevettato da Graham Bell (1876) . La corrente modulata dal microfono giunge al ricevitore, e percorre le spire di un'elettrocalamita posta di fronte a sottile lamina di ferro. Le vibrazioni indotte in quest'ultima riproducono il suono che ha generato la corrente microfonica. Nel sistema Bell il ricevitore funziona anche da microfono.

Secondo Bernard Dessau[609] "il merito, se non della prima scoperta, almeno di una indagine sistematica ed eseguita indipendentemente dai suoi predecessori, spetta all'italiano professor Calzecchi Onesti, le esperienze del quale furono pubblicate nel 1884 e nel 1885"[610]

Si può condividere l'affermazione di Dessau circa il fatto che il professor Calzecchi non fosse al corrente delle scoperte dei suoi predecessori: li avrebbe, altrimenti, citati. Conosceva bene, invece, il microfono di Hughes, che nel suo primo lavoro scientifico (pubblicato nel 1881 sul "Nuovo Cimento") descriveva così:

"Il carbone, mobilissimo fra i due cuscinetti di carbone, muovendosi insensibilmente e diversamente per tutti i suoni, anche estremamente piccoli, che si producono attorno a lui, è cagione di continuo cambiamento nella resistenza del circuito e per conseguenza nell'intensità di corrente..." .

E' la chiara prosa con cui riferisce di un lavoro fatto nel Laboratorio di Fisica del Regio Istituto Tecnico dell'Aquila[611]. Calzecchi vi era giunto nel 1879, dopo essersi laureato in Fisica Matematica nell'ateneo di Pisa, e dopo un breve periodo di assistentato presso il fisico Riccardo Felici. Felici è conosciuto per le sue ricerche sperimentali sull'induzione elettromagnetica; e la familiarità mostrata in seguito da Calzecchi con i fenomeni dell'induzione si può ascrivere per qualche parte alla frequentazione del professor Felici.

Dalle considerazioni fatte sul funzionamento del microfono il giovane insegnante e ricercatore dedusse che qualunque corpo, a un tempo sonoro e conduttore, e disposto allo stesso modo dell'asticella di carbone di Hughes, in stato di vibrazione avrebbe trasmesso i suoni prodotti dal suo stesso vibrare. Il comportamento di una corda metallica sonora confermò le sue previsioni; così pure la trasmissione della musica di un'arpa, le cui corde aveva inserito nell'usuale circuito telefonico.

Poté così dichiararsi fiducioso di realizzare un fedele trasmettitore di tutti i suoni, e in particolare della voce, seguendo il procedimento di Graham Bell.

Quel che abbiamo detto può spiegare il successivo programma di ricerche sulla conduzione delle limature metalliche, realizzato da Calzecchi nel Gabinetto di Fisica del Regio Liceo di Fermo, dove egli si era trasferito nel 1883.

Il francese M. Ader aveva modificato con successo il microfono di Hughes, moltiplicando le asticelle di carbone e i contatti (fig. 2) ; il professor Calzecchi può aver pensato di aumentare analogamente la sensibilità del microfono attraverso i numerosissimi contatti imperfetti che si formano nelle polveri metalliche.

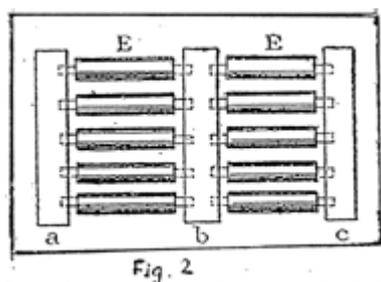


fig. 2 - microfono ad asticelle di Ader

E' anche possibile che intendesse proseguire le ricerche di Augusto Righi, sugli effetti modulanti delle polveri conduttrici[612]; le due ipotesi non sono incompatibili, se Calzecchi intendeva veramente realizzare un microfono di elevate prestazioni.

Nella prima *Memoria* inviata al "Nuovo Cimento" nel 1884, descrisse accuratamente, in minuzioso stile sperimentalistico, i risultati della sua indagine. In un cannellino chiuso alle estremità da due identiche ghiere metalliche, aveva posto della limatura di rame e di altri conduttori distribuita con continuità tra i due elettrodi, in modo che conservasse una certa libertà di movimento. Due colonnine metalliche di sostegno erano in diretto contatto con le ghiere, ed erano collegate a due pozzetti di mercurio per mezzo di fili conduttori (fig.3).

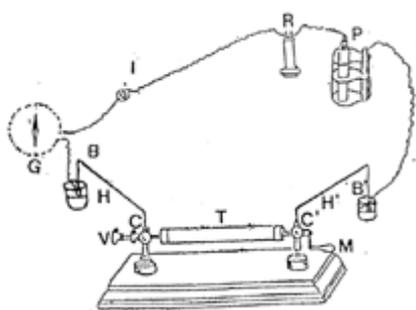


Fig.3

Prima esperienza di Calzecchi

Descrizione : T è un cannellino di ebanite o di vetro chiuso all'estremità da due cappelletti cilindrici C,C', il primo dei quali può togliersi girando la vite V. Per mezzo di una manovella M il cannellino può girare attorno all'asse C C' ed è messo nel circuito della pila P, del ricevitore telefonico R e del galvanometro G [bussola delle tangenti] mediante i due gossi fili H e H' che vanno a pescare nel mercurio contenuto nei due bicchieri B e B'. All'inizio quando si chiude il circuito con il bottone I, G non segnala alcun passaggio di corrente. Estrae rapidamente il reoforo PB' da B e riportandolo in B', T viene reinserito, ma il passaggio di corrente persiste; e la corrente si fa più intensa ripetendo il gioco. La rapida estrazione del reoforo da B' e da B è accompagnata dallo scintillio delle extracorrenti.

Sui pozzetti erano chiusi anche un galvanometro, un ricevitore telefonico e un tasto, in serie con alcuni elementi di pila Leclanché. In questo modo, attraverso i contatti nel mercurio, le limature, il galvanometro e il telefono potevano formare un circuito chiuso, in serie con la pila. Alla chiusura del circuito, il galvanometro non segnalò alcun passaggio di corrente; per verificare che questo era

dovuto alla elevata resistenza delle limature, Calzecchi le escluse dal circuito, staccando da una colonnina il filo di comunicazione con il corrispondente pozzetto, e immergendo il capo libero di questo filo nell'altro pozzetto. Nel circuito chiuso, da cui era stato escluso il cannellino, il galvanometro segnalava il passaggio di una notevole corrente, confermando l'elevata resistenza delle limature; ma quando lo sperimentatore ripristinò la disposizione originaria, osservò che le limature erano diventate conduttrici, e conducevano ancora più efficacemente se si ripeteva il gioco di staccare il filo e di chiudere il circuito escludendo il tubetto.

Nella sua *memoria*, Calzecchi non ha spiegato il motivo della presenza del ricevitore telefonico, presumibilmente di tipo Bell, che è superfluo ai fini dell'esperimento. Ma la disposizione strumentale era quella adottata da Hughes nelle ricerche sui contatti microfonici; si può quindi spiegare la presenza del telefono con le analoghe ricerche progettate dal professore marchigiano. Quale che fosse il motivo della sua presenza, il telefono si rivelò molto utile: le numerose spire del ricevitore telefonico conferiscono al circuito una elevata induttanza, cosicché le scariche prodotte dalle extracorrenti, che si formano chiudendo e soprattutto aprendo bruscamente il circuito risultano amplificate.

Familiarizzato con quei fenomeni dalle esperienze pisane, Calzecchi comprese rapidamente il nuovo ruolo del telefono; e lo sostituì con una bobina di induzione, inserita in parallelo al circuito del tubetto, con un interruttore a martello che aveva l'ufficio di provocare, con le sue interruzioni, le scariche autoindotte eccitatrici delle limature (figg. 4 e 5).

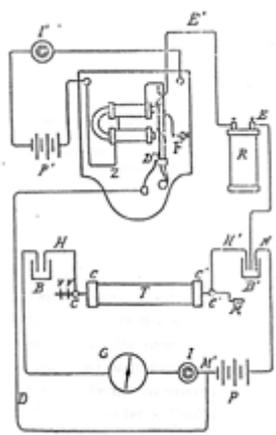


Fig.4

Seconda esperienza di Calzecchi

Descrizione - Il telefono della prima esperienza è sostituito dal rocchetto (avvolgimento) R, inserito nel circuito PNB'ERE'D'DM'P, derivato dalla pila P parallelamente al circuito del tubicino PNB'TBGIM'P. L'interruttore a martello Z è alimentato separatamente dalla pila P' attraverso il bottone I' e il contatto intermittente F. Premendo il bottone I', il martello è attratto dalla elettrocalamita attraversata dalla corrente; in f scocca una scintilla all'aprirsi del contatto, a causa dell'avvolgimento del magnete, che intanto si diseccita. Il martello è richiamato in F e in D' scocca una robusta scintilla, a causa del rocchetto R. Alle scintille è dovuto il cospicuo aumento di conducibilità delle limature.

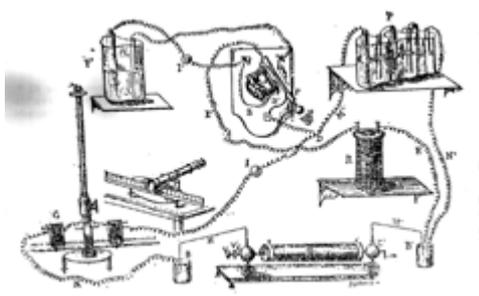


Fig.5

Il disegno riproduce lo schema di fig.4. T è il cannellino, G un galvanometro di Kelvin ad ago mobile, con due avvolgimenti, uno specchietto solidale all'ago e lettura con proiettore e scala graduata. R è un rocchetto, P' è costituita da un elemento di pila Leclanché, P da tre elementi; Z è l'interruttore a martello; B, B' sono pozzetti dimercurio, per l'inserzione di T nel circuito della pila P.

Il professore sperimentò anche altri modi per ottenere la coesione [\[613\]](#) delle limature, come l'influenza della macchina elettrostatica e il contatto temporaneo con un corpo elettrizzato.

E si avvide di un'altra proprietà: lo stato di coesione svanisce sotto l'azione meccanica di urti o vibrazioni. Agli inizi Calzecchi otteneva la decoesione con qualche giro del tubetto; poi propose una applicazione alla sismologia, un `avvisatore microsismico' sensibile alle minime vibrazioni del suolo (fig.6). Questo era in accordo con quegli interessi che gli fecero istituire a Fermo un osservatorio metereologico e un servizio metereologico per tutto il circondario, fondato sui metodi della metereologia statistica.

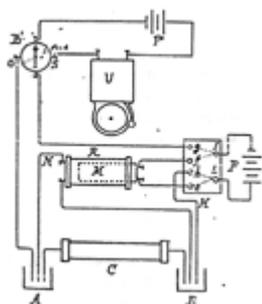


fig.6

"Di una nuova forma che può darsi all'avvisatore microsismico" (III Memoria)

Il cannellino C è alternativamente inserito nel circuito comprendente la bussola B' (BLhDCAB'gIP), o nel circuito del rocchetto R alimentato alla pila P, per l'azione del commutatore H. La conduttività delle limature è innescata da impulsi di corrente della pila P al primario M del rocchetto; la scossa (microsisma) opera la decoesione, e l'ago della bussola tende a tornare nella sua posizione naturale; ma è arrestato dall'asta S che chiude il circuito della suoneria U.

Scrisse Calzecchi, nella sua terza *memoria* " Un tremito che venga comunicato alla tavoletta che regge il cannellino, un piccolo corista che si faccia vibrare appoggiato alla stessa tavoletta, e talvolta una nota che si canti, bastano per togliere alla limatura la conduttività". Per la decoesione automatica non c'è che un passo: basta sistemare sulla tavoletta prevista da Calzecchi un campanello elettrico azionato dalla corrente del tubetto in conduzione, come avrebbe fatto Oliver Lodge, una decina d'anni dopo.

Con la scoperta dell'azione delle extracorrenti sulla massa pulverulenta delle limature, e della decoesione meccanica, terminò la ricerca di Calzecchi.

L'insegnamento scientifico nell'Italia postunitaria

Lo stato di arretratezza culturale della nazione italiana al tempo dell'Unità si può riassumere con queste cifre: nel 1861, su una popolazione di circa 26 milioni di abitanti, l'analfabetismo colpiva il 75 per cento degli individui di età superiore a 6 anni; 40.000 erano le persone che godevano dell'istruzione secondaria, inclusa quella superiore, e gli universitari erano 9.000 per diciannove università, che divennero ventuno con le nuove sedi di Padova (1866) e di Roma (1871).

Molteplici studi storici ed economici hanno parimenti documentato le desolanti condizioni da cui prese le mosse il primo sviluppo industriale dell'Italia unita, le crisi ricorrenti, il cospicuo ritardo rispetto alla realtà europea.

Per quel che riguarda la scienza fisica, non mancarono studiosi di grande valore, come Carlo Matteucci (1811 - 1868), che fu uno dei fondatori della moderna elettrofisiologia. Matteucci divenne ministro della Pubblica Istruzione nel 1862, nel governo Rattazzi, e tentò di promuovere una riforma dell'istruzione per mezzo di un corpo docente composto da studiosi di chiara fama, e da giovani ben preparati. Una riforma assai in anticipo sui tempi, ma che ebbe il merito di diffondere la consapevolezza del ritardo italiano. Accanto al Matteucci si potrebbe nominare padre Angelo Secchi, che ampliò il campo dell'astronomia iniziando lo studio spettroscopico della fisica stellare; ed Enrico Betti, eminente fisico e matematico dello Studio pisano. Sotto la direzione del Betti e del già nominato Riccardo Felici, Pisa divenne il maggior centro di formazione dei nuovi fisici.

Come s'è detto, a Pisa studiò e si formò Temistocle Calzecchi Onesti insieme con Oreste Murani, suo conterraneo e coetaneo.

Murani, buon fisico sperimentale, passò dall'insegnamento negli istituti tecnici di Chieti (1878) e dell'Aquila (1883) al Regio Istituto Tecnico "Carlo Cattaneo" di Milano, e a Milano si inserì nella realtà dell'Istituto Tecnico Superiore, il futuro Politecnico, divenendo anche autore di numerosi manuali della ben nota collana Hoepli.

Ma in verità, come hanno illustrato Galdabini e Giuliani^[614], una comunità di fisici, negli anni dell'Italia postunitaria, non esisteva; esisteva invece un piccolo gruppo di scienziati pressoché isolati, che affrontavano una sfida formidabile con mezzi materiali e culturali inadeguati. Una fisica teorica non c'era: e questo impediva anche l'interpretazione e la valutazione dei risultati ottenuti dagli sperimentatori.

Eppure un processo di industrializzazione si andava avviando, nonostante le persistenti sacche di arretratezza e l'irrisolto problema del Mezzogiorno. E in parallelo ad esso si registrava un lento, ma sicuro aumento delle conoscenze scientifiche, e la diffusione delle competenze tecniche, tanto da poter trovare le maestranze in grado di sostenere lo sviluppo produttivo che si accelerò dopo gli anni Ottanta.

Dove erano allora i laboratori, dove avvenivano le ricerche, chi preparava le maestranze, se la ricerca e l'insegnamento universitari erano carenti sul piano qualitativo e quantitativo?

Giorgio Dragoni ha fatto notare che, fino ai primi anni del Novecento, una gran quantità di ricerche di buon livello si svolgeva nei laboratori delle scuole secondarie^[615]. L'alfabetizzazione tecnico-scientifica, parallela all'alfabetizzazione *tout court*, fu ampiamente facilitata dal fatto che numerosi uomini di scienza si trovarono ad operare nelle scuole secondarie, principalmente perché il trattamento economico degli insegnanti medi era pressoché equiparato a quello dei professori

universitari, mentre insufficiente era il trattamento degli assistenti d'università, e incerto il loro futuro.

Abbiamo visto Calzecchi e Murani prendere posto nella istruzione secondaria; ma anche Carlo Matteucci, Enrico Betti, Adolfo Bartoli, Orso Mario Corbino insegnarono per qualche tempo nelle scuole medie. E Antonio Pacinotti fu insegnante di Augusto Righi all'Istituto Tecnico di Bologna; nel liceo di Livorno, Vincenzo Rosa, esperto elettrotecnico ed amico di Galileo Ferraris, fu il primo e solo maestro di Guglielmo Marconi.

Molti altri scienziati si potrebbero citare, e non solo fra quelli che poi conseguirono una cattedra universitaria. Ed è anche vero che i laboratori delle scuole secondarie permettevano ricerche scientificamente e tecnicamente valide, se non di primissimo piano, come si è visto per il lavoro di Calzecchi all'Istituto Tecnico dell'Aquila e al Liceo di Fermo.

La cultura positivista proclamava l'assoluta centralità della pratica di laboratorio; e l'apprendimento attraverso l'educazione sensoriale, che si sostituiva all'educazione verbalistica, formava alla concretezza e alla cautela; avviava anche alla chiara descrizione di osservazioni riproducibili, alla verifica di leggi, alla misurazione delle costanti fisiche, alla produzione di tabelle e grafici ad uso degli ingegneri e dei tecnici.

La particolare realtà italiana, fatta di accademie locali e di progetti filantropici e umanitari operò il resto: gli istituti tecnici, che costituivano il canale privilegiato per l'accesso alle facoltà tecniche e scientifiche, furono sovvenzionati anche dalle istituzioni dei loro comprensori. E in sede municipale sorsero molte iniziative, mosse per lo più dalla piena consapevolezza del ritardo da colmare; iniziative che furono spesso parziali e non coordinate, ma che finirono per convergere globalmente in una spinta propulsiva. Nello stesso tempo, molti istituti secondari venivano dotati di Gabinetti di ricerca e di adeguata strumentazione scientifica.

Calzecchi era insegnante per intima predisposizione; e nei suoi scritti pedagogici, al di là del puro metodo positivista, si coglie l'incondizionato apprezzamento per la formazione matematica, e soprattutto un umanesimo di elevata ispirazione religiosa. Terminate le ricerche sulle limature, abbandonò il laboratorio, ma solo per intraprendere la rieducazione di due bimbe sordomute. Le competenze nel campo dell'acustica, che traspasano dalle sue ricerche sui microfoni, ispirarono i



Temistocle-Calzecchi-Onesti

metodici esercizi a cui sottopose le due bambine, e i risultati positivi furono riconosciuti alla prestigiosa Landes-Taubstummenschule di Vienna. Né si sottrasse a gravosi compiti amministrativi, per incarico dei comuni di Fermo e di Monterubbiano. Accanto ad altri ricercatori con cui condivise metodi e ideali, rispecchiò appieno quei modelli della cultura ottocentesca in cui la razionalità della ricerca scientifica non poteva andare disgiunta dall'impegno civile e sociale. Calzecchi, come altri intellettuali e scienziati a lui contemporanei, fu ricercatore e, insieme, maestro ed educatore; le forti istanze morali del suo secolo chiedevano questa integrazione tra la ricerca pura e le sue applicazioni, per il miglioramento della vita umana.

Fu così che le ricerche di Hertz non giunsero a rivelare a Calzecchi, preso da altre cure, il segreto del cannellino; né Calzecchi ebbe modo di leggere, sul "Nuovo Cimento", i sunti delle brevi note che il fisico francese Edouard Branly aveva comunicato all'Accademia delle Scienze di Parigi[616].

In quelle note si legge: "Se si sostituisce un circuito che comprende un elemento Daniell, un galvanometro [...] un tubo con limature [...] il più spesso non passa corrente. Ma si manifesta una brusca variazione di resistenza [...] quando si riproducono in vicinanza del circuito una o più scariche elettriche". A questo punto ci si aspetterebbe una citazione. Ma Branly non citò Calzecchi, o altri predecessori, né in quell'occasione, né in seguito, quando estese grandemente le esperienze calzecchiane, e isolò il ruolo della scintilla come causa della coesione.

Dessau afferma che Branly "riscoprese il tubo calzecchiano senza cognizione dei lavori anteriori"; ed è vero che non si conoscono prove del contrario. Ma qualche perplessità rimane. Non si può dire che le comunicazioni di Calzecchi Onesti rimasero circoscritte all'ambito dei lettori del "Nuovo Cimento": il professor Felix Auerbach di Breslavia, sui prestigiosi "Wiedemann's Annalen" discusse l'esistenza di una densità critica per la coesione delle limature, asserita da Calzecchi. Il fisico Bouty diede un sintetico ma preciso resoconto della scoperta di Calzecchi nel "Journal de Physique" per gli

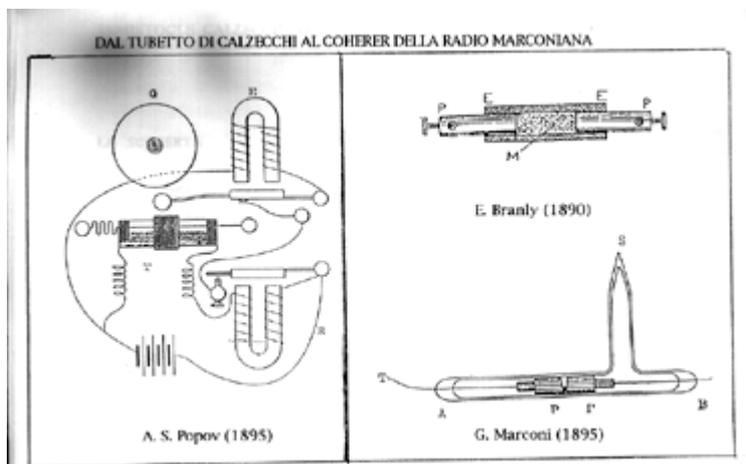
anni 1885-'86, e quel giornale era regolarmente letto a Parigi.

Calzecchi rivendicò la sua priorità nel 1897, con una lettera al "Nuovo Cimento". Nasceva una questione che amareggiò il professore marchigiano fino alla sua morte, avvenuta nel 1922. La questione degenerò in rissa sciovinistica quando, durante il fascismo, il mito del primato morale, civile e scientifico degli italiani fu alimentato anche da prestigiosi uomini di scienza[617].

Ancora oggi, un autorevole trattato di fisica generale e sperimentale come quello di Eligio Perucca associa il coherer al solo Calzecchi, e l'altrettanto autorevole trattato di Fleury e Mathieu parla del solo Branly.

Nell'edizione 1985 del noto volume di Hugh Aitken *Syntony and Spark*, si legge che Marconi non ebbe difficoltà a procurarsi un rivelatore di onde hertziane, perchè aveva accesso alle riviste tecnico-scientifiche ed era sufficientemente perspicace per notare gli articoli pubblicati da Branly tra il 1890 e il 1891. Ma in nota aggiunge: "Il coherer fu scoperto pressoché simultaneamente[618] dal professor Calzecchi Onesti di Fermo, Italia, e può darsi ("and it may be") che la conoscenza del dispositivo da parte di Marconi venga da questa fonte, piuttosto che da Branly".

Appendice



In alto a destra si vede il tubo di Branly e sotto il coherer marconiano. Il giovanissimo inventore modificò e perfezionò senza sosta il tubetto: vi praticò il vuoto, ne cercò le dimensioni ottimali, setacciò le limature e ne variò la composizione fino alla ricetta ultima: 95% di nichel e 5% di argento. Ma il coherer restò sempre un dispositivo tanto sensibile quanto capriccioso, e fu rapidamente sostituito nei radioricevitori dal detector magnetico di Rutherford e Marconi e dal diodo di Fleming.

A sinistra si vede il rivelatore inserito nel ricevitore del fisico russo A. S. Popov (1895). Il coherer T è inserito nel circuito di una pila insieme con l'elettrocalamita di un relé R. Sotto l'azione di un'onda e.m. la limatura diventa conduttrice, nell'elettrocalamita passa corrente e l'ancora è attirata, chiudendo così il circuito dell'elettromagnete E, che attira il martello. Come in una suoneria elettrica, il martello colpisce il campanello G; si apre il circuito in D e il martello ricade sotto il suo peso, colpendo il coherer che è così riportato allo stato primitivo di non conduzione, ed è pronto per un nuovo ciclo di rivelazione.

Popov usò per il suo ricevitore di scariche elettriche un'antenna come quella trovata indipendentemente da Marconi. Ma il primo sistema ricetrasmittente completo e collaudato pubblicamente si deve all'inventore bolognese (1896). Scavalcando ogni questione di priorità si può pensare che la radio è esistita dalla preistoria dell'umanità, nelle fantasie tese ad annullare le barriere dello spazio e del tempo, come dimostra il persistente interesse per la telepatia. Alla sua

realizzazione hanno inconsapevolmente contribuito inventori, tecnici, scienziati di ogni tempo. Marconi diede l'ultimo sigillo a questa catena, trasformando definitivamente la fantasia ancestrale in realtà tecnologica ed economica.

[609] A.Righi, B.Dessau, *La telegrafia senza filo* (Zanichelli 1903).

[610] Le Memorie pubblicate sul "Nuovo Cimento" da Calzecchi furono in realtà tre: *Sulla conduttività delle limature metalliche*, "N.C." serie 3, XIII (1884) pp.58-64; la seconda, con lo stesso titolo, in "N.C." serie 3, XVII (1885) pp.38-47; *Di una forma che può darsi all'avvisatore microsismico*, in "N.C.", serie 3, XIX (1886) pp.24-26 è la terza, di solito trascurata dagli studiosi.

[611] E' significativo, per quel che vedremo, il ringraziamento di Calzecchi al Consiglio Provinciale dell'Aquila che - egli scrive - "sollecito della pubblica istruzione, ha fornito e va fornendo il Gabinetto di Fisica del Regio Istituto Tecnico, rendendomi possibile istituire ricerche scientifiche" (cfr. *Sulla trasmissione dei suoni in un circuito telefonico operata dagli stessi conduttori sonori*, "Nuovo Cimento, serie 3, X ,1881, pp.237-239).

[612] Nel 1878 Righi aveva realizzato un sistema telefonico che permetteva di trasmettere e di ricevere suoni ad una certa distanza dal microfono e dall'altoparlante. Nonostante il successo tecnico, la sua incursione nel mondo delle comunicazioni elettriche di interesse commerciale fu di breve durata. Vedi: G. Tabarroni, *Bologna e la storia della radiazione* (Bologna, 1965).

[613] Oliver Lodge suggerì che al passaggio delle onde elettriche tra i granelli delle polveri si formassero delle microsaldature, che ne aumentavano la coesione elettrica. In questo modo il tubetto prese il nome di `coherer' (coesore).

[614] S.Galdabini, G.Giuliani, *Physics in Italy between 1900 and 1940*, "Historical studies in the Physical and Biological Sciences" , 19 (1988), pp.115-134

[615] G. Dragoni, *Aspetti del processo di crescita della conoscenza scientifica: la conquista della TSF sullo sfondo della fisica italiana della seconda metà dell'ottocento*, in *Atti dell'VIII Congresso Nazionale di Storia della Fisica*, a cura di F.Bevilacqua (Milano, 1988).

[616] E.Branly, *Variation de conducibilité sous diverses influences électriques*, in *Comptes rendus des Sciences de l'Académie des Sciences*, CXI, (1890), p.785.

[617] Marconi, per parte sua, non disse mai da quale fonte gli fosse derivata la conoscenza del coherer. Ma fu largo di elogi per Branly, forse interessati, e certamente imprudenti, perché il mito francese che fece di Branly l'autentico inventore, non solo del coherer, ma dell'intera TSF fu costruito anche su quei riconoscimenti.

[618] Ma anche qui il professor Calzecchi avrebbe usato il lapis blu: "pressoché simultaneamente" (almost simultaneously) va corretto con "sei anni prima"; sei anni durante i quali Hertz aveva fornito la chiave per interpretare l'azione della scintilla, ma che Branly non seppe trovare, incerto tra la luce visibile della scintilla e le onde e.m. della scarica.

La questione fu decisa in Inghilterra, dopo un vivace dibattito, dal professor O. Minchin e da O. Lodge.

I contributi di Giorgio Tabarroni hanno reso plausibile la tesi che il coherer sia stato presentato a Marconi dal professor Vincenzo Rosa a Livorno: e in questo caso non può trattarsi che del tubetto di Calzecchi. Si veda: G. Tabarroni, *Il fisico Vincenzo Rosa e il tubetto a limatura*, in *La conquista della telegrafia senza fili. Temistocle Calzecchi Onesti e il coherer*, a cura di E. Fedeli e M. Guidone

(Bologna 1987)