



L'IMPORTANZA DELLA RADIO NELLA PRIMA GUERRA MONDIALE

1914 - 1918

Le trasmissioni radio non sono state inventate durante la guerra, ma la loro utilità sui campi di battaglia ne ha accelerato lo sviluppo, rendendo possibile la loro affermazione per uso civile nel dopoguerra.

La rivoluzione nella comunicazione è avvenuta quando lo scambio di informazioni che prima avvenivano tramite corrieri o bandiere segnaletiche, iniziò a contare su un sistema del tutto innovativo, molto più affidabile e praticamente istantaneo. Nel 1915 la trasmissione radiofonica era già una realtà capace di varcare i confini oceanici, furono quindi addestrati parecchi addetti, impegnati a mantenere collegamenti tra il fronte e le retrovie per sfruttare questi nuovi apparecchi per scopi bellici, e nacquero nuove figure professionali capaci di decifrare codici e codificazioni, così come i sistemi di spionaggio.

Uno dei grandi limiti dell'invenzione di Marconi risiedeva nel fatto che si potevano inserire solamente impulsi adatti per il codice Morse e non messaggi vocali o suoni come li conosciamo oggi. A un apparecchio trasmettitore a spinterometro era affiancata una ricevente, costituita da nastri magnetici o a cristallo adatti alla ricezione del Morse.

Lo sviluppo della radio comincia a compiere dei passi significativi poco prima della guerra nel 1904, anno in cui Fleming della University College di Londra inserì la valvola termoionica alla "stazione Marconi". Il diodo inserito inizialmente venne sostituito da un triodo inventato da De Forest, cioè di un sistema a tre valvole che generava oscillazioni ad ampiezza costanti a bassa frequenza, assicurando una maggiore pulizia del segnale e una grande capacità di modulazione e trasmissione del segnale a una lunghezza d'onda prescelta.

Malgrado le innovazioni, la radio continuò ad avere evidenti problemi di dimensioni, interferenza elettrica e scarsa selettività degli apparecchi trasmettitori, oltre a una bassa amplificazione dei segnali con i problemi di ricezione connessi.

La radio, anche se possedeva ancora dei limiti, venne vista comunque come un potente mezzo di comunicazione, e durante la guerra fu motore di economia e ricerca.

Man mano che la guerra progrediva, la radio divenne un importante supporto per le truppe: per esempio serviva a indirizzare il fuoco verso l'esercito nemico nei momenti più confusi della battaglia. L'esercito richiedeva apparecchiature più compatte, capaci di sintonizzarsi al meglio e di amplificare il segnale di ricezione. Per ovviare a questo problema, Marconi inventò il ricevitore a cristallo numero 16, che riduceva il rumore di fondo ed era dotato di una batteria interna che generava una corrente elettrica tra i due cristalli, che ne aumentarono la sensibilità.



Valvola termolonica americana, 1917 da audiovalvole.it

I veri sviluppi però si ebbero quando entrarono in campo gli Stati Uniti nel 1917. Le valvole termoioniche per esempio passarono da una produzione di circa 400 valvole alla settimana prima del 1917, a oltre 20.000 alla fine del conflitto. L'impiego di apparecchi a valvola con frequenze stabilizzate con antenne a telaio di piccola dimensioni agevolò successivamente l'organizzazione dei servizi così detti a maglia. In tali servizi un gruppo di stazioni funzionanti con la stessa lunghezza d'onda formavano una maglia: su di una stessa maglia una sola stazione per volta poteva trasmettere. L'insieme delle maglie di una grande unità formava una rete, i cui nodi erano costituiti dalle località ove convergevano i vertici di più maglie. I nodi si trovavano presso i Comandi di grandi unità e in ogni nodo funzionavano più stazioni contemporaneamente con lunghezze d'onda molto diverse. Negli stessi anni, Ernst Alexanderson introdusse uno strumento per sintonizzare la radio, tuttora integrato nei nostri dispositivi.

Sotto la spinta delle esigenze belliche, si svilupparono anche sistemi localizzazione, che nel dopoguerra resero più sicuri i voli e diedero slancio all'espansione dell'aviazione anche civile.

Sebbene in modo ancora inefficiente, si comprese ben presto che la trasmissione di onde radio rendeva possibile la localizzazione della posizione dell'antenna che recepiva il segnale.

La Telefunken fu la prima azienda a sfruttare l'opportunità di localizzare i propri dirigibili, montando una radio-bussola sopra gli Zeppelin. Il dirigibile, a differenza degli altri aeroplani, era grande a sufficienza per trasportare apparecchiature radio di grandi dimensioni, e l'introduzione a bordo di questa innovazione era di primaria importanza dato che i velivoli venivano mandati sui territori nemici – prevalentemente francesi e inglesi – durante la notte.

Le timide innovazioni introdotte durante la prima guerra mondiale forse non sono state così utili ai fini della guerra perché avevano ancora troppe carenze, ma hanno posto le basi per lo sviluppo successivo delle trasmissioni radio ad uso civile, della marina e dell'aviazione.

LA RADIO NELL'ESERCITO

Nonostante la radio fosse già utilizzata da qualche anno nei paesi europei, nel 1914 sia la Francia, sia l'Inghilterra e l'Italia disponevano di un limitatissimo numero di stazioni radiofoniche da campo.

L'Inghilterra, però, possedeva le officine della Compagnia Marconi e la Francia quelle della Société Radioélectrique: grazie ad esse tali nazioni poterono rapidamente munirsi di un elevato numero di stazioni militari di vario tipo.

L'Italia disponeva delle Officine Marconi di Genova e dei brevetti dell'inventore con il quale era stata stabilita una convenzione secondo cui lo stato poteva fare libero uso delle sue invenzioni a vantaggio dell'arsenale militare.



*Stazione radiofonica da campo francese
utilizzata per inviare messaggi contenenti
informazioni sulla posizione del nemico, 1915
da rsi.ch/speciali*

In questo periodo, quindi, l'Europa vide una forte accelerazione nello sviluppo della radio, dovuta specialmente per la necessità del suo impiego in guerra.

Tale applicazione fu dedicata a numerosi servizi: da quelli intercontinentali fino a quelli per il collegamento delle varie divisioni sul campo da battaglia.

È necessario precisare che gli apparecchi radiofonici, a seconda del compito a cui erano destinati, erano di diversa entità: per esempio le comunicazioni internazionali avvenivano tramite antenne che recepivano e trasmettevano onde omnidirezionali e che quindi dovevano essere direzionate, mentre le radio portatili erano meno ingombranti e trasmettevano onde in tutte le direzioni, anche se più deboli.

LA RADIO SUL MARE

Nel campo navale bellico la radio ebbe successo grazie a un suo particolare impiego: il servizio radiogoniometrico.

Il radiogoniometro è un sistema di navigazione che sfrutta una catena di antenne dislocate sul territorio.

È anche definibile come un ricevitore-trasmettitore di onde radio che continuamente emette segnali elettromagnetici direzionali che vengono tradotti dagli strumenti di bordo di aerei e navi per fornire una posizione abbastanza accurata rispetto alla stazione emittente, chiamata anche radiofaro.

L'esempio più eclatante dell'applicazione del radiogoniometro ci è fornito dal governo britannico che nel 1917, estremamente preoccupato dalle gravi perdite subite alle navi a causa dei sottomarini tedeschi, decise di costruire numerose stazioni costiere e navali fornite di



*Radiogoniometro
di Marconi - Bellini - Tosi,
1910 - 1915
da lombardiabeniculturali.it*

radiogoniometri.

Ogni nave della marina degli Alleati fu munita di una carta geografica sulla quale i mari pericolosi erano suddivisi in quadrati numerati. Quando due o più stazioni radiogoniometriche costiere o navali rilevavano un sottomarino nemico, ne fissavano la posizione nel punto d'incontro di due o più rilevamenti. Telegrafavano poi con un numero le coordinate cartesiane del nemico alle navi alleate che si trovavano in vicinanza del quadrato pericoloso.

D'altra parte i sottomarini tedeschi, che ignoravano l'organizzazione del servizio radiogoniometrico del nemico, telegrafavano frequentemente con le loro basi su stazioni sintonizzate tutte sull'onda media di 400 metri. Ma non appena essi trasmettevano un segnale qualsiasi (naturalmente in cifra) erano subito scoperti ed individuati dalle stazioni radiogoniometriche nemiche che erano in continuo ascolto.

Questo nuovo potente mezzo permise in breve tempo di capovolgere la situazione in favore degli Alleati.

Lo sviluppo della radiotecnica nella marina è avvenuto in modo da permettere ai segnali ad onde corte di coprire distanze maggiori e di cambiare rapidamente la lunghezza d'onda per scopi esplorativi e strategici. Si è inoltre cercato di perfezionare sempre più le tecnologie che sfruttavano le onde medie per la regolazione del fuoco ed i servizi ad onde lunghe per le radiocomunicazioni con i sottomarini.

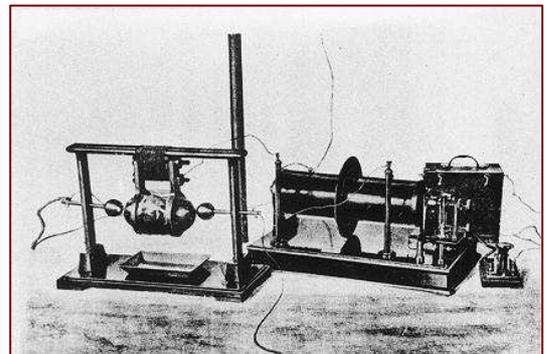
Per evitare interferenze tra i vari apparecchi a bordo di una stessa nave è stato necessario effettuare accurati studi per definire la lunghezza d'onda più opportuna e la sistemazione più conveniente delle varie antenne sulla stessa nave. Bisognava infatti evitare che più apparecchi funzionassero sulla stessa frequenza, creando potenziali disturbi del segnale.

LA RADIO NELL'AVIAZIONE

L'applicazione della radio non si limitò solamente al campo bellico - nautico: trovò infatti anche largo impiego nel settore dell'aviazione. Fin dallo scoppio della Grande guerra l'Inghilterra possedeva sedici aeroplani e due dirigibili muniti di radio, mentre la Germania e la Francia decisero di tenere segreto il numero di mezzi disponibili a quella data.

In Italia si procedette più lentamente: all'inizio della Guerra, infatti, nessun aeroplano italiano era fornito di radio. Nel 1915, però, fu deciso di eseguire presso il campo di Mirafiori a Torino un primo esperimento che andò a buon esito e che diede inizio all'impiego della radio nell'aviazione italiana .

Si trattava di un piccolo trasmettitore a scintilla di tipo sperimentale della potenza di circa 30 Watts, costruito dalle Officine Marconi di Genova e portato al campo di Mirafiori a Torino per essere sperimentato alla presenza dello stesso Marconi secondo le sue direttive.



Trasmettitore a scintilla di Marconi usato nell'esperimento a Mirafiori a Torino installato su un biplano, 1915

Aveva un peso di circa 16 kg ed era alimentato da una leggera batteria di accumulatori.

Aveva una gamma di lunghezza d'onda compresa fra 100 e 200 metri; il circuito secondario era costituito dallo scaricatore a scintilla collegato da un lato con la massa metallica del velivolo e dall'altro lato con un filo conduttore della lunghezza di qualche decina di metri lasciato pendere.

In questo esperimento, però, mancava ancora sul velivolo l'apparecchio ricevitore in quanto allora si aveva una notevole difficoltà nel captare fra il frastuono dei motori i deboli segnali che giungevano da terra.

L'esperimento si prolungò per oltre un anno al termine del quale si raggiunse un notevole risultato: i monopiani da caccia potevano ora comunicare con le basi di terra.

Questa grande innovazione aveva come vantaggio quello di poter regolare con maggiore precisione il tiro dell'artiglieria rispetto agli anni precedenti.

La storia testimonia che la vittoria inglese nella battaglia di Messines (7 giugno 1917) fu in gran parte dovuta all'efficientissimo ausilio delle segnalazioni radio inviate dagli aeroplani che sorvolavano il campo nemico alle artiglierie britanniche.

L'impiego della radio nella regolazione del fuoco risultò talmente utile che al termine della guerra europea il solo esercito britannico disponeva di oltre seicento stazioni installate su aeroplani militari.

Durante il 1917 furono sperimentati piccoli apparecchi a valvola del sistema Marconi di tipo leggero. Essi avevano una portata di circa 50 chilometri ed erano concepiti per sostituire i comuni trasmettitori del tipo a scintilla allora in uso.

Verso il termine dello stesso anno furono quindi installati su numerosi velivoli italiani e britannici: uno dei primi trasmettitori a valvola per aviazione fu applicato da Marconi con l'assistenza dell'ingegner Franklin a bordo di un dirigibile italiano. I risultati ottenuti furono tali da indurre l'officina radiotelegrafica del Battaglione Dirigibilisti ad avviare una prima produzione in serie di trasmettitori ad onde persistenti basati su brevetti Marconi.



Aereo da caccia dell'aviazione britannica con installato un trasmettitore ad onde persistenti, lo Sopwith Camel, 1916.

Simili apparecchi furono installati anche sulle quadriglie britanniche da bombardamento sul fronte franco-tedesco. Alla data dell'armistizio fu scoperto che l'aviazione tedesca non disponeva ancora di apparecchi trasmettitori ad onde persistenti, apparecchi coi quali gli eserciti degli alleati avevano ottenuto diversi vantaggi nell'ultimo periodo della guerra.

Questa informazione ci è fornita da un documento trovato in un aeroplano tedesco precipitato dietro la linea del fronte franco-inglese: con tale testo venivano promessi riconoscimenti e ingenti premi all'aviatore tedesco che fosse riuscito a venire in possesso di un apparecchio radio a valvola termoionica usato dal nemico sui suoi velivoli.

Probabilmente il servizio più innovativo offerto dalla radio nel campo dell'aviazione fu proprio quello di poter comunicare con le stazioni campali di terra. A tal proposito un'interessante pubblicazione inglese testimonia così l'uso della radio nella grande guerra:

“Uno dei più importanti impieghi della radio nella guerra mondiale fu forse quello fra velivoli e stazioni terrestri con una combinazione di servizi che non fu mai pensata prima della grande guerra. Tali servizi resero possibile ai belligeranti di soddisfare il febbrile desiderio di Napoleone: vedere che cosa stia accadendo dall'altra parte di una montagna.”

Al principio della guerra mondiale i velivoli muniti di radio, come già abbiamo accennato, erano rari. Il loro compito era quello di sorvolare il campo nemico e rilevare la posizione dell'artiglieria nemica: l'osservatore a bordo del velivolo allora la riproduceva in un disegno e, ritornato col mezzo al di sopra del proprio Comando, lasciava cadere a terra il disegno.

Nell'ultimo periodo della guerra il servizio di regolazione del fuoco venne svolto con la radio sul fronte franco-inglese in modo molto più efficace: l'osservatore seguiva ininterrottamente da bordo di un velivolo l'effetto dell'artiglieria alleata e ne radiotelegrafava al proprio Comando i risultati. Egli poi marcava su una carta a quadretti numerati l'effetto degli esplosivi e ne trasmetteva le coordinate al Comando, accompagnate da altri numeri che indicavano il risultato ottenuto.

LA CRITTOGRAFIA

Se da una parte la radio in guerra consentì una velocità di trasmissione dei messaggi praticamente istantanea, dall'altra fu irrimediabilmente esposta all'intercettazione dei messaggi da parte del nemico che poteva persino stabilirne la posizione grazie alla radiogoniometria, di cui abbiamo già parlato.

I primi a rendersi conto di questa nuova situazione furono i Francesi che allo scoppio della guerra disponevano già di un ben organizzato ed efficiente ufficio cifra presso il gran quartier generale dell'esercito. Il migliore crittanalista francese era un professore di paleontologia, Georges Painvin, che riuscì a decrittare la cifra campale germanica nel 1918.

Altrettanto ben preparati furono gli Austriaci che già nel 1914 riuscirono a decrittare, anche se solo in parte i radiomessaggi russi.

Negli altri paesi furono organizzati veri e propri uffici cifra solo dopo l'entrata in guerra.

Il capo dell'ufficio crittologico della Marina Britannica era Sir Alfred Ewing. Egli organizzò la Room 40 dove si decrittavano migliaia di radiomessaggi della marina tedesca. Il più noto di questi messaggi fu il "telegramma Zimmermann" con il quale i Tedeschi offrivano un'alleanza ai Messicani. Questo messaggio fu uno dei fattori che spinse gli USA a entrare in guerra nel 1917.

Questi ultimi, non avendo un Ufficio Cifra federale, promossero il reparto crittologico dei laboratori Riverbanks di Chicago che entrò in funzione solo al termine del 1916.

Absolutamente impreparati furono soprattutto i Russi che all'inizio della guerra non si preoccuparono di cifrare i loro messaggi radio: durante la battaglia di Tannenberg, nell'agosto 1914, persino gli ordini operativi vennero trasmessi in chiaro. Questo fu un formidabile regalo ai Tedeschi che intercettarono tutto e poterono anticipare le mosse del nemico.

Successivamente, nonostante l'esercito russo iniziasse a prendere alcune precauzioni criptando i messaggi radio, i Tedeschi riuscirono ugualmente a decifrare il loro codice. Tale successo è da attribuire al principale crittanalista tedesco: il prof. Deubner.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A
C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B
D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C
E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D
F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E
G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F
H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G
I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H
J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	S
S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y

Tavola di vigenere, sistema di codifica su cui era basato il cifrario militare italiano tascabile, 1917

In campo crittologico gli Italiani erano nelle medesime condizioni dei russi, tanto che dovettero inizialmente appoggiarsi all'ufficio cifra francese; solo successivamente fu costituito un ufficio cifra autonomo sotto la guida di Luigi Sacco.

All'inizio del XX secolo la crittografia in Italia, aveva toccato uno dei suoi livelli più bassi; basti pensare che era ancora in uso il cifrario militare tascabile.

Quando l'Italia entrò nella Grande Guerra la stazione radiotelegrafica di Codroipo era in grado di intercettare i messaggi austriaci ma non di decrittarli. Per rimediare, il Comando Supremo inviò nel luglio 1915 il cap. Sacco, comandante della stazione di Codroipo, in Francia per cercare

l'aiuto del ben organizzato ufficio cifra francese.

Ci volle la disfatta di Caporetto nel 1917 per convincere gli alti comandi italiani ad abbandonare i vecchi cifrari e di adottare quei nuovi più sicuri sistemi che avevano fino allora rifiutato perché ritenuti troppo complicati. Un accorgimento degli alti comandi italiani fu che, a differenza di altri paesi, decisero sempre di evitare di trasmettere per radio i messaggi più importanti.

La possibilità di intercettare e decrittare i messaggi austriaci ebbe un'importanza non trascurabile nel 1918 quando il fronte si trovò a dover fronteggiare l'offensiva austriaca del Piave.

In definitiva fu proprio la Grande Guerra a far scoprire a molti Stati l'importanza della Crittografia, il cui ruolo diventerà assolutamente fondamentale nella II guerra mondiale.

Più tardi, per rendere i messaggi difficilmente intercettabili, si ricorse alla trasmissione automatica ad alta velocità: il comunicato risultava inizialmente incomprensibile per la rapidità con cui era trasmesso. Per poter decifrare e rendere comprensibile il messaggio occorreva far girare lentamente i dischi sui quali erano stati registrati i messaggi intercettati.

A tale riguardo fu stabilita alla Marconi House a Londra una vasta e perfetta organizzazione nell'interesse delle Nazioni alleate dell'Inghilterra ma i tedeschi riuscirono ad inviare ugualmente ai propri connazionali in America messaggi circolari importantissimi che, sebbene intercettati dagli americani e dagli inglesi, non furono decifrati.

L'intercettazione dei radiomessaggi diede luogo ad una vera e propria guerra radiotelegrafica con tutte le relative astuzie. I bollettini di guerra trasmessi per radio da ambo le parti erano attesi con grande ansia presso i Comandi di tutti i belligeranti. Tuttavia furono scoperti molti bollettini falsi e con firme false. Così pure per rendere dubbi i rilievi radiogoniometrici da parte del nemico vennero impiegate stazioni trasmettenti speciali poste in false posizioni.

CONCLUSIONE

Filippo Tommaso Marinetti nel settembre 1914 disse: «Soltanto la guerra sa svecchiare, accelerare, aguzzare l'intelligenza umana». Effettivamente le grandi innovazioni tecnologiche messe in moto dal primo conflitto mondiale, fra cui la radio, sembrano confermare la sua ipotesi. Ma varrebbe forse la pena chiedersi invece quali progressi sarebbero stati possibili senza «l'inutile strage». «La scienza è dell'umanità in tempo di pace; della patria, in tempo di guerra» come affermava il premio Nobel per la chimica Fritz Haber nel 1918. Pochi furono gli scienziati coinvolti nell'impresa bellica quanto Guglielmo Marconi. Egli, avendo un'origine anglo - italiana, sdoppiò il suo patriottismo mettendosi al servizio di due governi e di due eserciti.

Concludiamo questo lavoro riportando il pensiero di Riccardo Chiaberge che così si espresse durante un convegno a Roma che verteva sui rapporti tra primo conflitto mondiale e sviluppo della ricerca.

“È vero, la Grande guerra ci ha dato non solo la mitragliatrice, il carro armato, il filo spinato, la spoletta istantanea, il lanciafiamme e altri sofisticati strumenti di morte, ma anche treni e aerei più efficienti e migliori, telecomunicazioni via cavo e wireless. Si sa che la guerra rende i governi più generosi verso la ricerca. Ma al tempo stesso blocca la circolazione delle idee e alza barriere tra le comunità scientifiche nazionali. C'è voluto un quacchero pacifista per tradurre in inglese l'opera fondamentale di Einstein. La verifica sperimentale della relatività, che era a portata di mano nel 1914, sarà possibile, proprio grazie a Eddington, solo nel 1919. Senza il conflitto mondiale avremmo risparmiato cinque anni. E che dire della mancata collaborazione tra due geni come Braun e Marconi. Magari la televisione, nata nel 1925, sarebbe arrivata con un decennio di anticipo. E quanti apparecchi radio avrebbero prodotto le industrie inglesi o francesi se i loro ingegneri non fossero stati sterminati nelle trincee? L'America, ultima a scendere in campo nell'aprile del 1917, ha avuto quasi tre anni di vantaggio, e i suoi scienziati hanno potuto perfezionare i dispositivi per la radio e la telefonia, in particolare le valvole termoioniche. All'armistizio, il paesaggio delle telecomunicazioni è radicalmente mutato, e Marconi, vedendo insidiato il suo primato da At&T e General Electric, deve cambiare rotta, passando dalle onde lunghe alle onde corte e cortissime. Ma ormai la supremazia tecnologica degli Stati Uniti è un dato irreversibile, e la manesca Europa delle patrie ha accumulato un gap competitivo difficile da colmare.”

BIBLIOGRAFIA

- ❖ ERI/Edizione Rai, *La radio, storia di sessant'anni*, Torino 2002;
- ❖ Luigi Solari, *Storia della radio*, Ancona 2009;
- ❖ Museo della radio, Torino;

SITOGRAFIA

- ❖ storiadellaradio.rai.it;

- ❖ treccani.it/enciclopedia;
- ❖ crittologia.eu;
- ❖ lombardiabeniculturali.it.