

## L'INVENZIONE DEL RADAR: IL CONTRIBUTO DI UGO TIBERIO DAL 1935 AL 1943

PAOLO TIBERIO<sup>1</sup>

*Dipartimento di Ingegneria "E.Ferrari", Università di Modena e Reggio Emilia*

### Sommario

La coscienza delle origini e dell'evoluzione storica di un settore scientifico e tecnico è condizione importante per il suo ulteriore sviluppo; tale coscienza è alla base del desiderio rendere nota alla comunità scientifica la figura e l'opera del Prof. Ugo Tiberio.

Ugo Tiberio partendo dalle intuizioni e dalle sperimentazioni di Marconi sulla riflessione delle onde elettromagnetiche, formulò per primo l'equazione del radar e successivamente progettò e costruì il prototipo del radiotelemetro (radar) della Marina Militare Italiana.

L'articolo ha lo scopo di inquadrare la situazione scientifica e tecnica della marina militare italiana appena precedente al secondo conflitto mondiale e ripercorrere le tappe difficilissime, disseminate di incomprensioni e ritardi, di quella che Tiberio chiamava "l'avventura del radar" ed infine ricordare l'opera del Regio Istituto Elettrotecnico e delle Comunicazioni della Marina a Livorno presso il quale si trovò ad operare.

### 1. L'intuizione del radar.

In una relazione presentata all' "American Institute of Electrical Engineers" e all' "Institute of Radio Engineers" il 20 giugno 1922, Guglielmo Marconi disse:

... Io ritengo che dovrebbe essere possibile progettare apparati per mezzo dei quali una nave possa irradiare un fascio di onde in una direzione voluta, le quali, ove incontrino un oggetto metallico, quale un'altra nave, siano riflesse su un ricevitore schermato rispetto al trasmettitore della nave trasmittente e quindi immediatamente diano la presenza ed il rilevamento dell'altra nave nella nebbia o nel tempo cattivo .....

Già in precedenza Heinrich Rudolf Hertz aveva osservato la riflessione delle onde elettromagnetiche e Christian Hulsmeyer aveva brevettato in Germania nel 1904 un apparato (spark-transmitter) per la rilevazione delle onde riflesse, ma la tecnologia elettronica non era ancora pronta per una efficace realizzazione di apparati di rileva-

---

<sup>1</sup> Paolo Tiberio, figlio di Ugo Tiberio, è professore emerito di "Sistemi Informativi" presso l'Università di Modena e Reggio Emilia. Fino al 1998 ha insegnato all'Università di Bologna. Oltre ad un'intensa attività scientifica a livello internazionale, ha svolto rilevanti mansioni direttive sia all'interno dell'Università che presso istituti di ricerca.

zione di ostacoli via radio [1]. Nel 1922, invece, sia per l'importanza e la notorietà di Marconi, sia per l'esistenza di valvole elettroniche affidabili, l'idea poteva cominciare ad avere concrete possibilità di realizzazione. Quindi, anche se è da attribuire Cristian Hulsmeyer il primato sull'intuizione dell'idea, a Marconi si deve il merito di aver risvegliato e focalizzato l'interesse per lo studio e la realizzazione del radar.

Successivamente Marconi mise a punto un collegamento a microonde per il Pontefice collegando il Vaticano con la residenza estiva di Castel Gandolfo. In occasione dei collaudi, Marconi aveva notato che si verificava spesso un fischio nella ricezione ogni qualvolta un oggetto passava attraverso al fascio trasmesso.

Esaminando meglio il fenomeno, Marconi intuì la possibilità che questo potesse essere sfruttato per realizzare sbarramenti a microonde e per localizzare a distanza corpi in movimento. Resosi conto delle implicazioni militari Marconi propose, già dal 1933, di eseguire ulteriori esperimenti. Un'importante dimostrazione avvenne il 14 maggio 1935 alla presenza del Capo del Governo e delle più alte autorità militari presso Acquafredda. Come sede di esperimenti più approfonditi fu poi scelta Torre Chiaruccia che già ospitava un impianto ad onde corte per comunicazioni intercontinentali. Gli esperimenti furono condotti fino al giorno prima della morte di Marconi, avvenuta a Roma il 20 luglio 1937 e con questa bruscamente interrotti.

In Inghilterra l'idea del radar aveva avuto un'accoglienza ben diversa, infatti già nel 1935 Robert Watson-Watt (Sir) produsse il primo prototipo di radar e nel 1938 iniziò l'istallazione di radar (RADio Detection And Ranging) sulle navi ed a terra. Di fondamentale importanza bellica fu la radar Chain Home che nel 1940 disponeva di 50 stazioni anti aeree nel sud dell'Inghilterra, collegate in rete telefonica per il coordinamento dell'azione dei caccia (battaglia aerea di Inghilterra). Inoltre furono ottenuti grandi risultati con i radar navali in Mediterraneo ed in Atlantico [1].

In Germania nel 1934 l'istituto NVA della marina realizzò un primo apparato capace di avvistare una nave a meno di un km, ma tra successi, insuccessi ed indecisioni si arrivò nel 1939 con solo 9 radar (Freya) anti aerei ed uno navale (denominato DeTe) sulla corazzata Graf von Spee [1].

In USA dal 1930 il Naval Res. Lab. si applicò al radar con un elevatissimo numero di persone e ingenti finanziamenti (3-4 miliardi di \$ , superiore a quanto investito per la bomba atomica). Nel 1941 la U.S. Navy aveva apparati ad impulsi su tutte le maggiori navi e nel 1945 gli USA avevano radar navali, anti aerei e aerei di altissima qualità [1].

Sono infine da ricordare le ricerche e le applicazioni sviluppate in altre nazioni principalmente in Francia, Giappone e Unione Sovietica.

## **2. La preparazione italiana in campo radar (1933-1940).**

In Italia Guglielmo Marconi non riuscì nell'intento di convincere le autorità militari ad un approccio immediato e consistente al problema. Alle dimostrazioni di Marconi aveva però assistito il Gen. Luigi Sacco, allora direttore dell'Istituto Militare Superiore delle Trasmissioni dell'Esercito Italiano a Roma, il quale ritenne interessante indagare

sul tema. Nel 1934 il S.T. ing. Ugo Tiberio fu incaricato dal Gen. Sacco di iniziare una ricerca teorico-sperimentale allo scopo di determinare la portata, che un apparecchio di avvistamento avrebbe potuto avere con le potenze di trasmissione e le sensibilità di ricezione disponibili a quel tempo. Tale ricerca fu completata sul finire del 1935 portò ai seguenti risultati [2, 3]:

- a. fu risolto il problema teorico di calcolare la intensità dell'eco, pervenendo a quella relazione che va oggi sotto il nome di equazione del radar ;
- b. furono prospettati e discussi due schemi di realizzazione: uno a modulazione di frequenza ed uno ad impulsi , Tiberio proponeva di sperimentare entrambi gli schemi, ma fu data precedenza al primo; al dispositivo, adatto alla misura delle distanze, fu dato il nome di radiotelemetro (radar);
- c. fu anche prospettata la possibilità dell'avvistamento per effetto Doppler, e l'apparecchio fu designato col nome di radiotachimetro perché più adatto alla misura delle velocità dei bersagli .

Questi risultati furono riassunti in una relazione e discussi con il Direttore del Reparto Studi Gen. Sacco che incoraggiò Tiberio verso una soluzione ad onda continua poiché Marconi stesso l'aveva prospettata. Tiberio non conobbe mai Marconi ma c'è da supporre che, se il grande scienziato avesse potuto prendere visione dei risultati di Tiberio e non fosse morto prematuramente nel 1937, probabilmente la storia del radar italiano sarebbe stata diversa. Sacco, convinto assertore dell'opportunità di realizzare il radiotelemetro, inoltrò la relazione al Comitato Interministeriale per i servizi militari elettrici, il quale l'approvò.

La relazione diede luogo a due diverse proposte. La prima avanzata dall'allora Col. C. Matteini del Regio Istituto Elettrotecnico e delle Comunicazioni della Marina (R.I.E.C.) e suffragata dal parere del Direttore Prof. G. Vallauri, consisteva nel destinare una somma, equivalente al costo della costruzione di un incrociatore da 10.000 ton., al potenziamento dell'elettronica di bordo con riguardo particolare al radiotelemetro (allora denominato anche Radio-Detector Telemetro, abbreviato in R.D.T.), si chiedeva in pratica una mobilitazione nazionale sull'elettronica e la radiotecnica. La seconda proposta consisteva nell'affidare ad un gruppo limitato di tecnici il compito di seguire il problema eseguendo qualche prova preliminare, nell'attesa di avere notizie sullo stato di avanzamento delle ricerche presso altre nazioni. In ogni caso il problema era considerato di pertinenza della Marina, che disponeva dell'istituto di ricerca in elettronica e telecomunicazioni più avanzato in Italia (il R.I.E.C. : Regio Istituto Elettrotecnica e Comunicazioni), disposto in prossimità del mare e quindi in condizioni più favorevoli per le prove.

Le ricerche vennero affidate allo stesso Tiberio che venne destinato a Livorno, in qualità di ufficiale del Corpo delle Armi Navali (A.N.), con l'incarico di costruire e sperimentare i nuovi apparecchi a partire dal giugno 1936. Il finanziamento per la ricerca

fu di 20.000 lire annue. Il gruppo di tecnici incaricato di seguire la questione si ridusse poi praticamente al solo Tiberio coadiuvato in modo discontinuo da alcuni collaboratori (tra cui il Cap. A. Brandimarte, l'ing. Lombardini e il Dr. R. Ricamo).



*Figura 1. Ugo Tiberio (CB 1904, LI 1980)*

Il R.I.E.C. era stato istituito nel 1916 dal Prof. Giancarlo Vallauri, eminente scienziato e primo elettronico italiano, successivamente avevano lavorato presso l'istituto altri importanti scienziati italiani come il prof Boella, l'ing Vecchiacchi. Al tempo dell'arrivo di Tiberio in Accademia Navale la persona di maggiore spicco era certamente il prof. Nello Carrara grande studioso di microonde e grande esperto di comunicazioni radio. Il confronto di idee con Carrara e la sua esperienza sulle comunicazioni a microonde furono certamente di grande stimolo ed aiuto per Tiberio.

Nel 1936 il primo prototipo rudimentale sviluppato a Livorno, denominato EC1, confermò la validità dell'equazione del radar utilizzata da Tiberio. Si poteva infatti udire l'eco riflesso da un motoscafo a 2000 metri con un trasmettitore che, equipaggiato con due triodi T 800 RCA, erogava soltanto 150 w. Calcolando la portata con potenze dell'ordine di 15 kw e superfici superiori del bersaglio si poteva arrivare a 40 km.

La Marina provvide quindi ad inviare informatori presso le marine inglese, tedesca ed americana per tentare di ottenere notizie circa studi del genere. A causa probabilmente della scarsa preparazione tecnica del personale inviato e della strettissima segretezza della questione, questo tentativo del diede esito negativo. Va ricordato però che, nel 1938, il Col. Matteini (Comandante del R.I.E.C.), preoccupato della eventualità di un conflitto, ottenne che il Ministero della Marina affidasse alla Ditta S.A.F.A.R. (Soc. An. Fabbricazione Apparecchi Radiofonici) di Milano il compito di progettare ed eventualmente costruire un apparato ad impulsi. La S.A.F.A.R. dovette, dopo circa un anno, rinunciare a causa della scarsissima disponibilità di personale tecnico specializzato.

Al R.I.E.C dal 1936 al 1940 il Tiberio costruì i seguenti dispositivi sperimentali:

a) una serie di apparecchi a modulazione di frequenza, su onde di 2 metri (denominati EC1, ed EC2), sperimentati in varie forme dal '36 al 1938; il metodo a onda continua si rivelò non adatto per le esigenze della radiotelemetria vera e propria, poteva però servire per l'identificazione di navi amiche qualora su esse fosse installato un dipolo emittente.

b) due apparecchi ad impulsi, iniziati alla fine del '39 e finiti nel '41 (denominati EC3 "Gufo" ed RDT4 "Folaga"), analoghi a quelli indipendentemente studiati ed utilizzati in Gran Bretagna, Germania e USA;



*Figura 2. RDT EC1 sulla terrazza del R.I.E.C.*

L'EC3, per uso navale su onda di 70 centimetri, dette risultati soddisfacenti, con portata di 12 chilometri contro navi e di 30 chilometri contro aerei, l'altro, su onda di m. 1,50, era concepito per uso costiero.

L'evoluzione della prima relazione di Tiberio del 1935 venne pubblicata nel 1939 con qualche modifica per tutelare il segreto [3]. Si tratta del primo lavoro, in sede internazionale, in cui risulti discussa la teoria del radar nello spazio libero, con la deduzione della equazione del radar<sup>(1)</sup>, in termini di forza cimmotrice [4, 5].

Nel suo lavoro [3] Tiberio propone una forma dell'equazione fondamentale del radar del tipo  $F = \gamma E/d^2$  dove  $F$  è il campo all'antenna ricevente,  $\gamma$  è un coefficiente dipendente dalla natura e dalla disposizione del bersaglio,  $d$  la distanza ed  $E$  al forza cimmotrice (campo per distanza) dell'antenna trasmittente. Dall'equazione di cui sopra (facendo i quadrati) si può ottenere l'equazione standard attuale:  $P_r = ACP_t / d^4$ , dove  $P_r$  e  $P_t$  sono rispettivamente le potenze ricevuta e trasmessa,  $A$  l'area efficace dell'antenna ricevente e  $C$  contiene il prodotto della superficie equivalente radar per il guadagno dell'antenna usata in trasmissione (la superficie equivalente radar è una grandezza introdotta successivamente che caratterizza la capacità di retrodiffusione verso il radar da parte del bersaglio).

La pubblicazione fu autorizzata dalla Marina a condizione che essa non riferisse circa gli apparati ad impulsi, il lavoro conclude in senso favorevole a quelli ad onda continua, dei quali era stata sospesa la realizzazione. In quel medesimo anno il Comandante O. Tazzari pubblicò un articolo sulla Rivista Marittima dal titolo “Radiotelemetria” prospettando la grandissima importanza del problema e la gravità della situazione nella quale la Marina avrebbe potuto trovarsi in caso di guerra [6] esprimendo in modo chiaro il pensiero di una corrente molto numerosa di giovani ufficiali. Ovviamente la mancanza di radar aveva portato a trascurare le tecniche di combattimento notturno nelle quali gli inglesi si dimostrarono maestri [7, 8]. Bisogna anche dire che non c'erano previsioni a breve termine di una partecipazione italiana ad una guerra prolungata stante la riconosciuta arretratezza degli equipaggiamenti dell'esercito, del tessuto industriale insufficiente e la cronica mancanza di materie prime.

All'atto dell'entrata in guerra, il R.I.E.C. aveva condotto quasi al termine le sue ricerche di radiotelemetria, ed aveva due apparecchi sperimentali discretamente funzionanti. Nessuna informazione si era avuta da parte dei servizi segreti circa le ricerche svolte in Germania e Gran Bretagna. È oggi, come del resto allora, incredibile e ingiustificabile la miopia di chi non capiva l'enorme vantaggio che un'arma come il radar avrebbe dato in caso di combattimento notturno o di scarsa visibilità, quando i telemetri ottici sono inservibili. È, inoltre, strano come i servizi segreti avessero trascurato di esaminare le fotografie della corazzata tedesca Graf Spee che si autoaffondò nel dicembre 1939 davanti a Montevideo, sopra il torrione della nave si vedeva benissimo l'antenna del primo radar navale tedesco: il Funkmessgerät FuMO 21 (chiamato anche Dete, con portata di 15-18 km)[1].

Anche se l'importanza del radiotelesmetro fosse stata immediatamente capita dagli alti gradi della Marina, si era ben lontani dal poter far fronte alle esigenze della produzione in serie, non solo perché il funzionamento non era ancora del tutto soddisfacente, ma anche perché l'industria non era in grado di fabbricare le valvole di potenza, che nei prototipi erano tutte di provenienza americana.

### **3. Attività della Marina durante la guerra (1940-1943).**

I primi contatti navali in Mediterraneo dell'estate del 1940, sembravano dimostrare che gli inglesi non avessero i radar sulle navi. E non fu data importanza al radiotelesmetro posizionato sulla terrazza del R.I.E.C. che vedeva il traffico del porto di Livorno e nel giugno rilevò una squadriglia di aerei da bombardamento francesi a 30 km. Se un apparato del genere fosse stato installato a Taranto forse si sarebbe potuto contrastare l'attacco silurante portato da 8 aerei Swordfish della portaerei inglese *Illustrious* che danneggiarono seriamente tre corazzate italiane nel novembre del 1940.

Sul finire del 1940 era però ormai chiaro ai comandanti delle navi destinate alla scorta dai convogli che la marina inglese era dotata di dispositivi radar, in quanto i nostri venivano sistematicamente intercettati di notte.

Si giunse così allo scontro notturno di Capo Matapan (28 marzo 1941) il cui svolgimento non lasciò dubbi. Dopo una giornata di inconcludente combattimento a lunga distanza tra la flotta italiana e quella inglese, l'ammiraglio Cunningham lanciò, dalla portaerei Formidable, tre attacchi siluranti che riuscirono a colpire la corazzata Vittorio Veneto e l'incrociatore pesante Pola. Il Pola rimase immobilizzato ed al calare della notte l'Amm. Iachino dette l'ordine di tentarne il recupero del Pola con la I<sup>a</sup> divisione incrociatori (Incc. Zara e Fiume e 4 cacciatorpediniere) [7]. Gli inglesi avevano 4 radar sulle loro navi, avvistarono il Pola, sentirono a distanza gli echi delle navi italiane che nel buio erano praticamente cieche [8]. Le condizioni di scarsa visibilità favorirono gli inglesi che aprirono il fuoco a circa 3000 metri affondando i due incrociatori, due dei cacciatorpediniere e successivamente il Pola.

L'azione si era svolta di notte e la decifrazione di un messaggio inglese che parlava di ottimi risultati degli apparati di scoperta rivelava la presenza di radar sulle navi inglesi. E' ovvio che la presenza di almeno un radiotelemetro a bordo avrebbe consentito alle navi italiane, dotate di velocità superiore, di disimpegnarsi o di tentare un attacco silurante. Il comportamento della flotta fu molto criticato dalla marina tedesca che, però, dopo due mesi perse la corazzata Bismarck alla prima uscita in mare. Infatti, dopo il primo contatto balistico, la corazzata tedesca fu tenuta sotto controllo dal radar dell'incrociatore Suffolk, che, rimanendo nascosto nella nebbia, permise alle navi inglesi di raggiungerla e affondarla. La marina inglese aveva dimostrato tutta la sua superiorità in fatto di numero, qualità e addestramento delle navi ma soprattutto una innegabile superiorità elettronica.

Anche al fine di controllare e verificare il lavoro svolto al R.I.E.C., la Marina ordinò che esperienze di carattere ufficiale fossero eseguite subito con gli apparecchi sperimentali di Tiberio. Tali prove ebbero luogo a Livorno il 20 aprile 1941. Il radiotelemetro, denominato EC3 bis "Gufo", funzionò in modo regolare, furono intercettati: la nave Urania ad una distanza di 12 km e aerei a 34. Il primo esemplare fu subito installato sulla torpediniera Carini dalla quale fu poi trasferito sulla corazzata Littorio .

Fu sollecitato inoltre insistentemente l'aiuto della Germania, specialmente per la fornitura delle valvole di potenza. Nel luglio del 1941 una delegazione della Marina (ne facevano parte Tiberio e Matteini) si incontrò con una delegazione di esperti radar tedeschi. In sostanza risultò che, a parte il problema della scarsa potenza del trasmettitore, il radar italiano non era inferiore a quello tedesco. Non fu comunque possibile avere la valvole e non fu mai stabilita una sostanziale collaborazione se non con la promessa di alcuni Fu.Mo che cominciarono ad arrivare dalla fine del '42.

Nelle condizioni in cui si trovava l'Italia, era difficile impostare un esteso programma di studi e di costruzioni, fu quindi, deciso affrontare i seguenti problemi urgenti [9]:

- a. riprodurre al più presto, nel maggior numero possibile di esemplari, il prototipo navale su onda di 70 centimetri;

- b. completare e riprodurre in serie al più presto il prototipo basato a terra su onda di 2 metri, in modo da fornire alle città uno strumento che permettesse di dare l'allarme antiaereo in tempo utile;
- c. realizzare apparecchi per la intercettazione e il disturbo dei radiotelemetri avversari;
- d. avviare lo studio di un radiotelesmetro per aeroplani da ricognizione marittima e di uno per il tiro contraereo;
- e. vista la difficoltà incontrate con la Germania, affrontare il problema di progettare e costruire in Italia le valvole dei trasmettitori.

I primi due di questi compiti vennero affidato alle industrie disponibili sotto il controllo di un reparto del R.I.E.C., facente capo a Tiberio.

I compiti c) e d) vennero assunti dall'Istituto Radiotecnico dell'Aeronautica a Guidonia, sotto la responsabilità del Col. A. Marino e del Dr. G. Latmiral.

Per il problema delle valvole di potenza fu determinante l'intervento del Prof. Nello Carrara che operava presso il R.I.E.C.. Carrara era infatti una delle personalità scientifiche di maggiore spicco dell'Istituto, grande esperto internazionale nel campo delle microonde[9]. La tradizionale ed ampia esperienza sulle valvole elettroniche della scuola del Vallauri, di cui Carrara faceva parte, non deluse le aspettative. Ad opera del Carrara e dei suoi collaboratori furono conseguiti risultati assai importanti con la realizzazione di nuovi triodi per trasmettitori di grande potenza. Le valvole progettate da Carrara furono costruite a Firenze e a causa delle loro forma furono chiamate le "pentole di Carrara".

Il passaggio, da una situazione di inattività industriale quasi completa, ad una di assoluta emergenza, dette luogo all'ordine di realizzare a scadenza ravvicinata 50 esemplari di EC3-ter, derivati dall'apparato sperimentale EC3-bis.

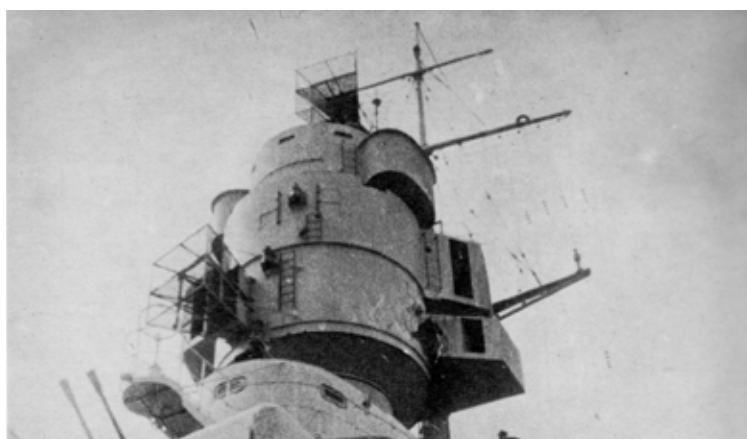


Figura 3. Radiotelesmetri Gufo installati sul torrione della corazzata Littorio



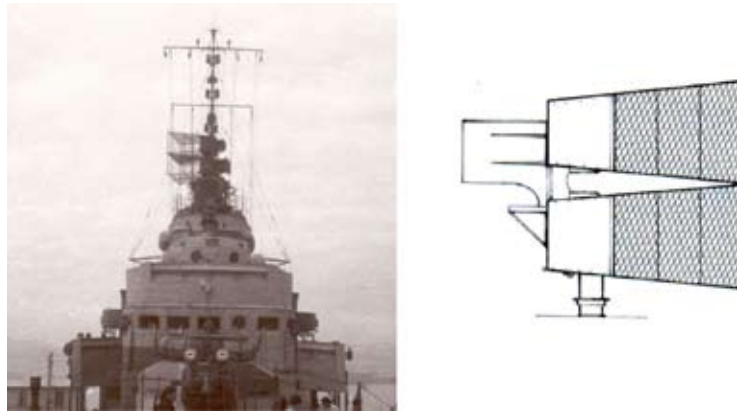


Figura 4. EC3-ter Gufo sull'albero di un cacciatorpediniere. (a fianco) disposizione sovrapposta delle antenne

La struttura del EC3-ter [1, 10, 11] era composta da due apparati: il trasmettitore ed il ricevitore montati uno sull'altro collocati su un sistema per il brandeggio posizionato sull'albero della nave o sul torrione, collegato ad un sistema di comando e visualizzazione degli echi.

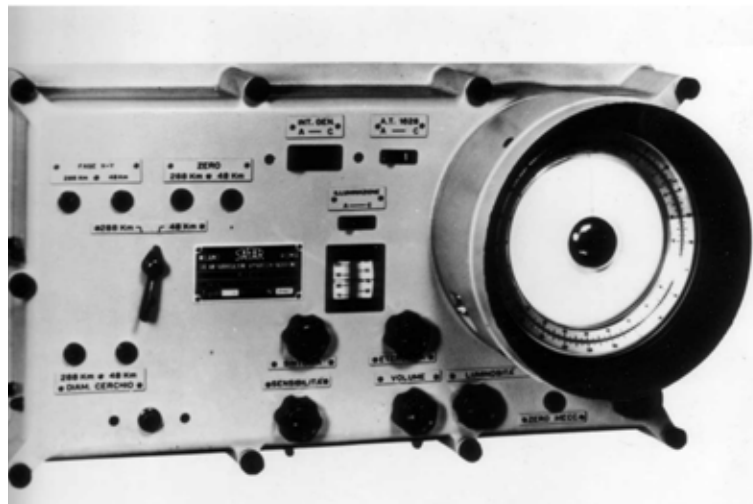


Figura 5. Il pannello di controllo del Gufo

Erano presenti due antenne a tronco di piramide, una per la trasmissione ed una per la ricezione, che ottemperavano sia la compito antinave che a quello antiaereo. L'angolo di copertura orizzontale, cioè l'angolo entro il quale un ostacolo galleggiante di piccole dimensioni era visibile a distanze sui 10 mila metri, risultava di circa  $6^\circ$ ; quello verticale sui  $20^\circ$ . La durata di impulso era di  $4 \mu\text{s}$  e la frequenza di ripetizione impulsiva era di 500 Hz, con potenza di picco di 10 kW. La portata antiaerea era da 80 a 120 km, quella antinave variava dai 15 ai 30 mila metri, a seconda della quota di installazione (35 metri sulle corazzate, 25 sugli incrociatori e 15 sui cacciatorpediniere). Il congegno per la rotazione delle antenne permetteva la ricerca continua sui  $360^\circ$  con 3 giri al minuto, nonché la punteria a mano.

Contemporaneamente veniva studiato il radiotelemetro RDT4 "Folaga" basato a

terra per l'avvistamento antiaereo. L'efficienza del prototipo del "Folaga" fu sperimentata nel 1943 dalla terrazza del R.I.E.C. quando furono avvistate la squadriglie di bombardieri che colpirono Livorno.



*Figura 6. Installazione del RDT4 Folaga in Accademia Navale*

Collaborarono alla realizzazione dei radioteleметри le ditte: SAFAR, Allocchio Bacchini, Marelli, Galileo, FIVRE, FIMET. Tra le numerose iniziative del Comitato RaRi, va ricordata la realizzazione, presso l'Istituto Elettronico dell'Aeronautica a Guidonia di un apparato per aerei da ricognizione marittima e di uno per avvistamento antiaereo di grande portata, di due apparati per tiro antiaereo (denominati Veltro e Lepre) a cura dell'ing. Castellani della SAFAR, di un complesso pure antiaereo a cura dell'ing. Vecchiacchi presso la Marelli, (denominato Lince) ed infine del disturbatore radar realizzato dal Dr. Latmiral che fu utilizzato per contrastare i radar di Malta. Per questi apparati il Comitato passò alle industrie grosse ordinazioni che purtroppo non ebbero seguito a causa del precipitare della crisi industriale. Solamente, tra le fine del '42 e i primi mesi del '43, 15 "Gufo" furono consegnati ed installati sulle navi insieme ad alcuni Fu.Mo tedeschi, inoltre 4 "Folaga" furono sistemati in postazioni terrestri insieme a numerosi Würzburg e Freja sotto controllo tedesco.

Purtroppo in Italia, anche se era la patria di Marconi, lo studio della radiotecnica era poco diffuso negli istituti tecnici e non c'erano corsi universitari dedicati all'elettronica. Quindi, benché il poco personale disponibile si prodigasse con molto impegno quando i pochi radioteleметри arrivarono mancò il tempo per l'addestramento del personale a bordo e a terra. Con i bombardamenti dell'inverno 1942-43 le difficoltà, ovviamente, si moltiplicarono.

La documentazione sul radiotelemetro dal '35 al '43 è scarsa, rimanevano fino al

97 le foto delle installazioni sulle navi e sulla terrazza del R.I.E.C. e le pubblicazioni [3,10,11]. Il documento segreto del 1935 che conteneva e descriveva la prima proposta di realizzazione è andato perduto come anche molti dei documenti segreti e tecnici successivi. Fortunatamente i figli di Tiberio, hanno ritrovato un manoscritto originale datato 1936 [2, 12], indirizzato alla Marina, che fa riferimento alla prima proposta del 1935.

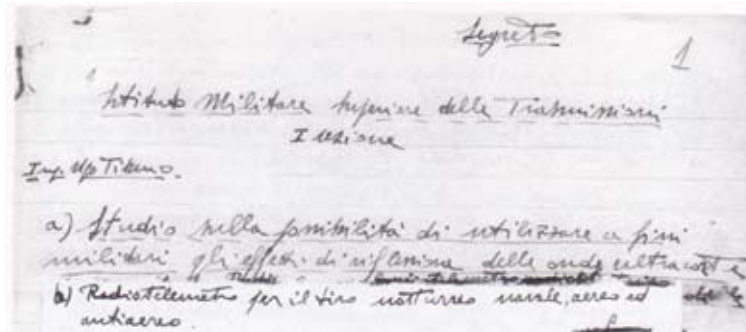


Figura 7a. Titolo del rapporto del 1936

di 1000 watt. Tali valori sono elementi in relazione alla distanza dell'unità riflettente, ed alla natura e posizione di essa.

Distanza (m)	Nave di prua	Nave di poppa	Aeroplano
	(campi in mV/m)		
1000			2400
2000			600
5000	3000	4500	90
10000	900	120	22
20000	30	7	5

Se il trasmettitore irradia 100 watt circolarmente i medesimi valori di campo:

Distanza (m)	Nave di prua	Nave di poppa	Aeroplano
	(campi in mV/m)		
1000			80
2000			20
5000	1200	150	3
10000	39	4	
20000			

(da nave considerata con un'incapacità da 10000)

Figura 7b. Risultati del calcolo delle portate

Il manoscritto è stato consegnato nel 1998 al Capo di Stato Maggiore e viene tenuto nel Museo dell'Accademia Navale.

Oltre al manoscritto sono state ritrovate le copie di altri documenti segreti: il primo del febbraio 1937, intitolato "Studio sulla utilizzazione delle onde ultracorte per avvistamento", tratta del programma di costruzione di un nuovo apparecchio come concordato nel gennaio in una riunione con il Prof. Vallauri, il Gen. Sacco e i Comandanti Ruelle e Matteini del R.I.E.C., un secondo, dello stesso anno, intitolato "Progetto di

un apparato per la rivelazione di ostacoli per mezzo di onde ultracorte modulate in frequenza (radiotelemetro)”, un plico contenente gli schemi elettrici del trasmettitore e del ricevitore del “Gufo” datati luglio 41, due proposte di brevetto di Radiotelemetri (del 1937 e del 1941) ed infine il progetto di un Radiotachimetro (del 1942) per la rilevazione della direzione e della velocità dei bersagli navali (Museo dell’Accademia Navale). Ampia è invece la documentazione sul radar EC3-ter costruito dalla SAFAR contenuta nell’archivio di Carilio Castioni presso il Museo Nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci di Milano.

### **Conclusione**

Nell’insieme si può dire che, in Italia, il problema del radar è stato tempestivamente prospettato e correttamente inquadrato e, se le autorità militari avessero ascoltato per tempo le proposte di Marconi e successivamente quelle di Tiberio, molti penosi episodi di guerra notturna sarebbero stati risparmiati alla Marina. La mobilitazione radar (più in generale elettronica) se iniziata alla metà degli anni 30 avrebbe messo in condizioni il Corpo delle Armi Navali di installare e tenere in operazione buon numero di apparati di vario tipo.

Al termine del conflitto nel 1946 fu permesso a Tiberio di pubblicare lo stato delle conoscenze acquisite dalla Marina sul libro Radiotelemetria [13].

Anche se vi furono dei ritardi, alla Marina si deve comunque oggi riconoscere il merito di aver creato nel 41 un importante gruppo di esperti. Queste persone hanno poi operato nelle università, nel Corpo delle Armi Navali e nelle industrie ricostruite del dopoguerra ed hanno contribuito alla fondazione ed allo sviluppo dell’industria Radar italiana che oggi costituisce un comparto industriale di notevole importanza economica e strategica.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Galati G.: Cent'anni di radar, Aracne ed. 2013.
- [2] Tiberio U.: Studio sulla possibilità di utilizzare a fini militari gli effetti di riflessione delle onde ultracorte. Radiotelemetro per il tiro notturno navale, aereo ed antiaereo (Rapporto segreto), in: L'insegnamento e l'opera di Ugo Tiberio. Rivista Marittima ed, 1988.
- [3] Tiberio U.: Misure di distanza per mezzo di onde ultracorte (radio telemetria), Alta Frequenza, vol. 8 , maggio 1939.
- [4] Sacco L., Tiberio U.: Sul modo di esporre e di impiegare i dati di irradiazione e propagazione, Alta Frequenza, vol. 4 , dicembre, 1935.
- [5] Swords S.S.: Technical history of the beginnings of radar . IET History of Technology Series, P. Pergrinus, 1986 e The Institution of Engineering and Technology , London, 2008..
- [6] Tazzari O.: Radiotelemetria, Rivista Marittima, 1939.
- [7] Iachino A.: Il tramonto di una grande marina, Mondadori, 1969.
- [8 ] Seth R. : Capo Matapan, due flotte sorprese, Garzanti ed. 1962.
- [9] Samoggia F. : Nello Carrara, Cambi ed. 2007.
- [10] Tiberio U.: Ricordo del primo radar navale italiano. L'Elettrotecnica, vol. LXVI, no 1979.
- [11] Tiberio U.: Some Historical Data Concerning the First Italian Naval Radar. IEEE Trans. AES, vol 5, 1979.
- [12 ] Calamia M., Franceschetti G., Mori A.: Un manoscritto ritrovato e altri eventi per riscrivere la storia del radar italiano, 3° Conv. Naz. Storia dell'Ingegneria, Cuzzolin ed. Napoli 2010.
- [13] Tiberio U.: Introduzione alla Radiotelemetria (Radar), Edizione Speciale della Rivista Marittima, 1946.