

NUOVO IMPIANTO DELLA STAZIONE CAMPIONE IBF

C. EGIDI - S. LESCHIUTTA (*)

SOMMARIO - Le emissioni italiane di tempo e frequenza campione, iniziate nel 1951 a cura dell'IENTGF, sono state effettuate, fino al 1967, mediante la stazione trasmittente ad onda corta IBF installata nella sede l'Istituto. Il servizio di IBF era limitato a due brevi emissioni giornaliere, a causa delle rilevanti interferenze che il trasmettitore provocava nei laboratori dell'Istituto. Frattanto in tutto il mondo le stazioni campione, che nel 1951 erano soltanto cinque, sono cresciute di numero (ne esistono oggi una cinquantina) e di potenza. Anche per IBF da vario tempo si era deciso di aumentare la potenza trasmessa e di estendere l'orario delle trasmissioni. Ciò è stato possibile in questi ultimi anni: i lavori d'impianto, iniziati nel 1964, sono stati conclusi nel 1967. In questo ultimo anno è entrato definitivamente in funzione il nuovo trasmettitore che, installato in una località della collina torinese, irradia per un quarto d'ora ogni ora, durante tutta la giornata, i segnali di tempo e frequenza campione dell'IEN. Si descrivono l'impianto ed il servizio della nuova stazione.

1. Premessa.

Com'è noto, fin dal 15 maggio 1951 è in servizio regolare presso l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris di Torino, una stazione trasmittente di frequenze e tempi campione sulla frequenza portante di 5 MHz. L'impianto era stato progettato ed attuato soprattutto per opera del Prof. M. Boella, allora Capo del Reparto Radiotecnica dello I.E.N.

(*) Prof. Dott. Ing. Claudio Egidi, Capo Reparto Radiotecnica dell'IENTGF; Dott. Ing. Sigfrido Leschiutta, Ricercatore del C.N.R. presso l'IENTGF. Dattiloscritto pervenuto il 29 aprile 1968.

Il servizio venne a suo tempo deciso in base ad accordi nazionali ed internazionali nel più ampio programma di una rete mondiale di stazioni campione a onde corte, raccomandata dal CCIR fin dalle prime Assemblee postbelliche. Per la prima volta quindi, in occasione della VI Assemblea Plenaria del CCIR, tenutasi a Ginevra nel giugno 1951, fu possibile introdurre nei testi ufficiali del Comitato un documento contenente le caratteristiche dell'allora nuova stazione, in un primo tempo sprovvista ancora del nominativo e poi denominata IBF. Nel 1951 ⁽¹⁾ le stazioni che svolgevano un tale servizio erano solamente cinque in tutto il mondo (Hawaii, Rugby, Tokyo, Torino, Washington) ed è significativo pertanto osservare come l'Italia si fosse fin da allora messa in luce in questo campo di grande rilievo metrologico, che attualmente appare di sempre maggiore interesse tecnico e scientifico, come è testimoniato dalla vera folla di stazioni oggi in servizio ⁽²⁾.

2. Installazione precedente.

Dall'inizio fino allo scorso anno 1967, quindi per oltre sedici anni, il servizio è stato disimpegnato mediante un trasmettitore di tipo BC 610 sistemato all'ultimo piano dell'edificio di Corso Massimo d'Azeglio 42, con un'antenna a dipolo ripiegato orizzontale lunga circa 30 metri con la massima irradiazione in direzione NO-SE e posta a 30 metri da terra entro il cortile dell'Istituto.

Sebbene la potenza irradiata sulla portante fosse di soli 300 W, data la breve distanza dai laboratori le trasmissioni arrecavano un certo disturbo a numerosi reparti dell'Istituto e ciò costrinse a limitare per molti anni le trasmissioni stesse a brevi intervalli nel primo mattino e verso il mezzogiorno di tutti i giorni feriali dopo un periodo iniziale in cui invece erano state effettuate con continuità un solo giorno della settimana (il martedì).

⁽¹⁾ CCIR. Documents of the Vth Plenary Assembly. Geneva 1951. Vol. I, pagg. 77-78.

⁽²⁾ CCIR. Documents of the XIth Plenary Assembly. Oslo 1966. Vol. III, pagg. 285-294.

3. Caratteristiche delle emissioni.

3.1. Come programma iniziale, seguendo le tendenze del momento, si trasmettevano i segnali di tempo intercalati con le audiofrequenze campione di 440 e 1.000 Hz; anche la portante di 5 MHz era una frequenza campione ottenuta dal medesimo generatore e quindi sincrona con le frequenze modulanti.

Col passare degli anni si sono rivelate da una parte la scarsa utilità delle modulazioni acustiche sopra dette e dall'altra le notevoli interferenze fra IBF e le altre stazioni campione, per cui le frequenze acustiche sono state progressivamente abbandonate, fino alla loro completa eliminazione con sopravvivenza dei soli segnali di tempo.

Va tenuto presente, a proposito d'interferenze, che le gamme riservate ai segnali campione per onde corte sono tutte « condivise » e, in particolare, si nota un forte affollamento sulla frequenza di 5 MHz, che l'IEU ha scelto per motivi di propagazione, cioè per assicurare una buona copertura diurna del territorio nazionale. L'assenza di emissioni notturne riduce inoltre le interferenze con le stazioni lontane.

Le stazioni campione autorizzate a funzionare sui 5 MHz, registrate nei libri del CCIR ⁽²⁾, sono infatti una decina oltre a numerose altre, appartenenti a diversi servizi e che occupano abusivamente il canale riservato, ossia 4,995-5,005 MHz.

3.2. I segnali di tempo, che costituiscono la parte essenziale dell'emissione, in quanto l'informazione « tempo » è molto meno degradata di quella rappresentata dalla frequenza portante, sono del tipo normalizzato cosiddetto « WWV », cioè sono costituiti ⁽³⁾ da un pacchetto di cinque sinusoidi a frequenza di 1.000 Hz, che col fronte iniziale del primo ciclo forniscono il riferimento di tempo (fig. 1).

Quanto alla scala di tempo, si sono adottate, con l'andar degli anni, di volta in volta le convenzioni internazionali che maturavano col progresso scientifico. Mentre per i particolari si rinvia alla letteratura

(3) CCIR. Documents of the Vth Plenary Assembly. Geneva 1951. Vol. I, pagg. 123-124.

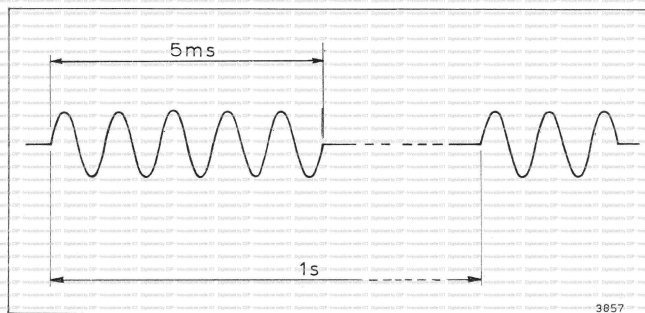


Fig. 1. — Il segnale di tempo irradiato da IBF è costituito dal classico pacchetto di cinque sinusoidi di una modulazione ad 1kHz; i segnali si susseguono con cadenza di uno al secondo (TUC).

specificata (4), basta qui rammentare che un progresso decisivo è stato raggiunto nel 1962 con l'adozione del piano internazionale di coordinamento delle emissioni campione, da cui è scaturita la scala TUC (Tempo Universale Coordinato) attualmente in uso; essa prevede che tutte le stazioni aderenti al piano emettano i loro segnali con una « simultaneità » all'origine garantita entro una fascia di 1 millisecondo (5).

La scala TUC è una scala uniforme, ossia con intervalli tutti uguali (detti « secondi TUC »), garantiti con una incertezza dell'ordine di circa un'unità di 10^{-10} ; essa è di derivazione astronomica e pertanto, a causa delle irregolarità manifestate dai moti terrestri e valutate alla chiusura dell'anno, la durata dell'intervallo TUC viene riveduta al principio di ogni anno e fissata dal BIH (Bureau International de l'Heure) su parere di tutti i servizi di tempo interessati.

Partendo dall'attuale definizione atomica del secondo (tempo atomico TA) adottata dalla CIPM nel 1964, per ottenere l'intervallo TUC bisogna introdurre un coefficiente di conversione, il cui valore per il 1968 è stato fissato in 1,000 000 03. In altri termini, il secondo TUC è oggi lievemente più lungo del secondo TA, in ragione di 3×10^{-8} . Tale differenza, a prima

(4) EGIDI C.: *La misura del tempo*. « Alta Frequenza », n. 12. Vol. XXXIII, 1964, pagg. 766-811.

(5) CCIR. Documents of the XIth Plenary Assembly. Oslo 1966. Vol. III, pagg. 281-282.

vista molto esigua, comincia già ad essere apprezzabile sul piano tecnico, a causa delle sempre più ridotte tolleranze di frequenza che vengono imposte dalle varie norme nazionali e internazionali, sulla scorta delle raccomandazioni CCIR e CCITT.

3.3. Per quanto riguarda la frequenza portante (e, finché sono state usate, anche le frequenze di modulazione) fino al 1967 si è pure seguita la scala TUC (fig. 2), in modo che i segnali di tempo si trovavano sempre in fase con la portante. Ora invece, dall'inizio sperimentale del nuovo impianto (che ha funzionato, insieme con il precedente, per tutta la seconda metà del 1967), la frequenza portante è stata allineata sull'unità internazionale TA sopra ricordata, e pertanto per il momento, secondo le intese internazionali, le due scale *non sono sincrone*.

Conseguentemente nell'*area primaria* del nuovo trasmettitore, ossia in zona di raggio diretto, ove si può pienamente sfruttare la stabilità di frequenza della portante con metodi opportuni che consentano una precisione nel confronto dell'ordine di 10^{-4} Hz, risulta disponibile un campione dell'unità internazionale dell'intervallo di tempo, nel senso che 5 milioni di cicli di detta frequenza rappresentano la durata del secondo TA di nuova definizione. Nella medesima area se si vuole calibrare una frequenza attraverso *due segnali di tempo* ricevuti per esempio agli estremi di un intervallo di 10^5 secondi (circa un giorno) e nel

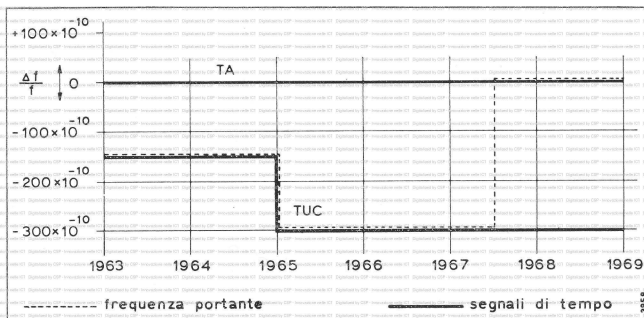


Fig. 2. — Rappresentazione delle scale TA e TUC adottate dal 1963 al 1968 per le emissioni campione di IBF. Dal luglio 1967 la portante viene emessa secondo la nuova definizione «atomica» dell'intervallo di tempo, mentre i segnali di tempo conservano la scala TUC.

confronto si garantisce un errore inferiore ad 1 ms, si trova che la frequenza così calibrata differisce da quella anzidetta nel senso di essere più bassa per 300 unità di 10^{-10} , ritrovando così lo scarto già indicato fra le due unità d'intervallo.

Questo inconveniente, sperabilmente di carattere transitorio, verrà a cessare il giorno in cui si deciderà internazionalmente di adottare anche per i segnali di tempo associati agli usi civili, la scala atomica. Le Commissioni Internazionali stanno già lavorando in questa direzione.

Nell'area secondaria, ossia in quella servita per propagazione ionosferica, che è praticamente tutto il territorio nazionale esclusa una limitata superficie attorno al trasmettitore, la precisione della portante è notoriamente degradata per effetto Doppler in varia misura secondo le ore della giornata, fino a qualche unità di 10^{-7} , mentre i segnali di tempo offrono una stabilità dell'ordine di 0,1 ms e pertanto nel giro delle 24 ore consentono di calibrare un campione di frequenza adeguatamente stabile entro una unità di 10^{-9} , rispetto al campione di frequenza dell'IEN.

Per « campione di frequenza IEN » s'intende il complesso costituito da 8 piezoscillatori campione con i relativi orologi e da tutti i dispositivi e metodi impiegati per mantenere in « frequenza » ed in « tempo » il campione stesso, mediante confronti di *tempo*, ad onde decametriche e miriametriche, di *fase* ad onde chilometriche e miriametriche, di *frequenza* con risuonatori atomici.

4. Il nuovo impianto ⁽⁶⁾.

Vari anni fa venne deciso il potenziamento del servizio ed il conseguente trasferimento della stazione, ma per numerose difficoltà insorte, soltanto recentemente l'operazione è stata conclusa.

Grazie alla concessione da parte del Comune di Torino di un'adeguata area collinare alla distanza in linea d'aria di 2,1 km dall'edificio dell'IEN, è stato

⁽⁶⁾ La progettazione e la realizzazione dell'intero impianto sono state curate dall'Ing. S. Leschiutta.

**ISTITUTO ELETTROTECNICO NAZIONALE
LABORATORIO TEMPO E FREQUENZA CAMPIONE**

**VILLA OLIVERO
IMPIANTO TRASMETTENTE IB F**



Fig. 3. — Schema dei collegamenti tra la sede dell'EN e Villa Olivero sulla collina torinese, sede del nuovo impianto trasmittente.

infatti possibile effettuare lo spostamento definitivo della stazione in una zona elevata, libera da ostacoli e lontana da laboratori scientifici.

Il nuovo speciale trasmettitore, della potenza di 5 kW, è stato fornito dalla Ditta Continental, dopo

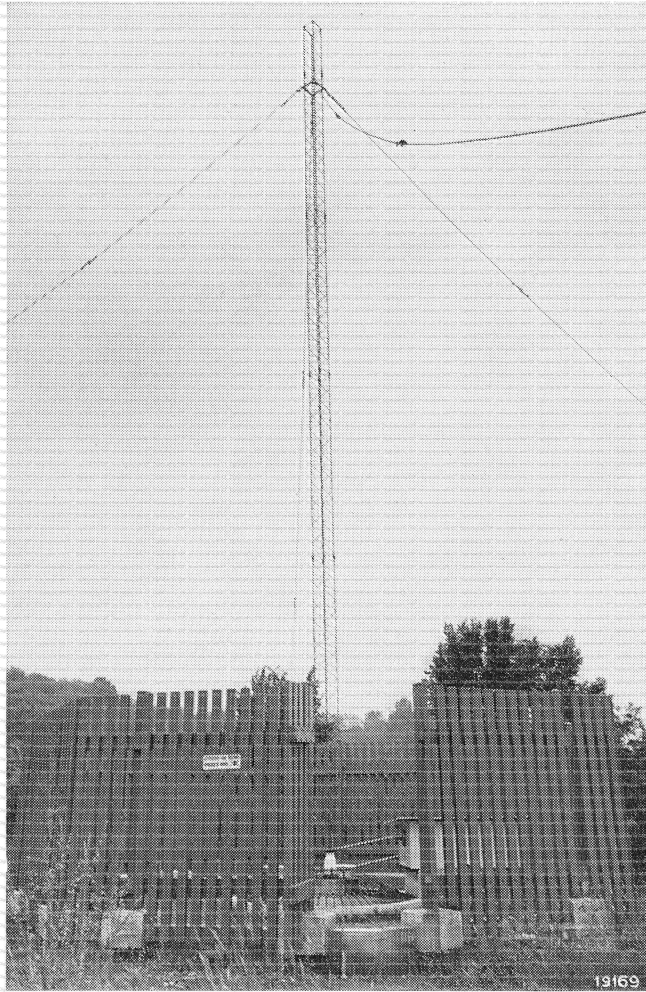


Fig. 4. — Antenna verticale $\lambda/4$, con la palizzata di protezione alla base dell'antenna.

che una lunga e accurata indagine aveva purtroppo portato ad escludere, per il costo e per le particolari caratteristiche richieste, una costruzione nazionale su cui si era molto sperato. Esso è completamente raffreddato ad aria e sprovvisto di pilota, in quanto la frequenza campione è ad esso inviata da uno speciale campione a quarzo periodicamente verificato e corretto mediante il ricordato campione di riferimento dell'IEN.

Il trasmettitore riceve altresì dall'IEN le modulazioni ed i telecomandi mediante apposito cavo, mentre inversamente sono in permanenza disponibili all'IEN le principali telesegnalazioni (fig. 3).

Il trasmettitore è stato inoltre munito di dispositivi automatici che, in caso di sovraccarichi presenti sulle alimentazioni di rete o anodiche, tentano ciclicamente e periodicamente il riassetto degli interruttori; se, dopo cinque tentativi opportunamente distanziati, le condizioni di sovraccarico permangono, viene dato un allarme in un laboratorio dell'Istituto. Esiste inoltre l'ulteriore possibilità di riassetto a distanza i principali interruttori automatici del trasmettitore.

Dal trasmettitore, mediante cavo coassiale della Felten u. Guilleaume, viene alimentata l'antenna per il tramite di una scatola di adattamento d'impedenza, in modo da passare dai 60 Ω d'impedenza caratteristica del cavo ai 36 Ω misurati all'entrata d'antenna. Questa è un semidipolo in quarto di onda, attuato con traliccio strallato alto 12,15 m (fig. 4).

La terra, particolarmente curata, è costituita da una raggiera di 60 fili radiali di bronzo fosforoso da 3,2 mm di diametro, lunghi 15 metri. Essi sono ancorati al centro ad una corona circolare in rame che circonda l'isolatore (fig. 5) e all'altro estremo a picchetti di copperweld immersi nel terreno. Un'altra corona di picchetti assicura il contatto con il terreno tutto attorno al blocco di fondazione.

Per evitare correnti di circolazione lungo la guaina del cavo coassiale, il trasmettitore ha una propria terra, costituita da maglie di nastri di rame, immerse nel terreno (opportunamente trattato) a distanza minima dalla carcassa del trasmettitore stesso.

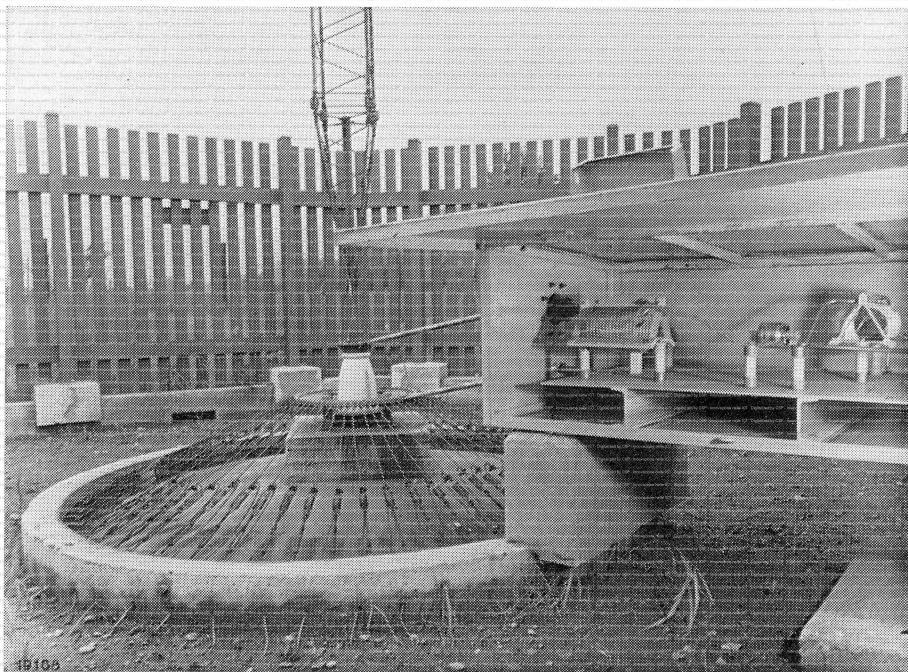


Fig. 5. — Base dell'antenna, con la terminazione della rete di terra ad un anello di rame che circonda l'isolatore; a destra, la cabina di sintonia.

Le resistenze di terra dei due dispositivi di terra sono risultate rispettivamente di 0,63 e 1,63 Ω .

Il trasmettitore è installato (fig. 6), in un edificio in muratura il cui tetto trovasi al piano della rete di terra dell'antenna, mentre altra costruzione in muratura ospita la cabina di trasformazione da 6 kV a 380 V.

La soluzione « ponte radio », esaminata per prima ai fini del collegamento tra la sede del l'Istituto e la stazione trasmittente, è stata scartata dato il costo d'impianto circa doppio, considerando che il ponte stesso avrebbe dovuto garantire determinate e severe prestazioni di continuità d'esercizio. Si è quindi adottata la soluzione di connettere il trasmettitore all'Istituto mediante un cavo. Esso è stato apposi-

tamente progettato e costruito dalla INCET di Livorno Ferraris ed è stato messo in opera dalla AET usufruendo, per 2.250 m (sul totale di 5.220 m), di esistenti tubazioni SIP/Stipel. Per il tratto rimanente il cavo è stato interrato ad una profondità di quasi un metro, in modo da non risentire del ciclo diurno di variazione termica.

Esso consta (fig. 7) di due tubi coassiali da 75 Ω con diametri caratteristici di 1,18 e 4,44 mm per i segnali a radio frequenza dai quali è desunta la portante campione, di due coppie schermate da 10/10 per i segnali di tempo e da tre quarte da 9/10 per i telecomandi e le telesegnalazioni.

La tabella I riporta le caratteristiche tecniche dell'impianto.

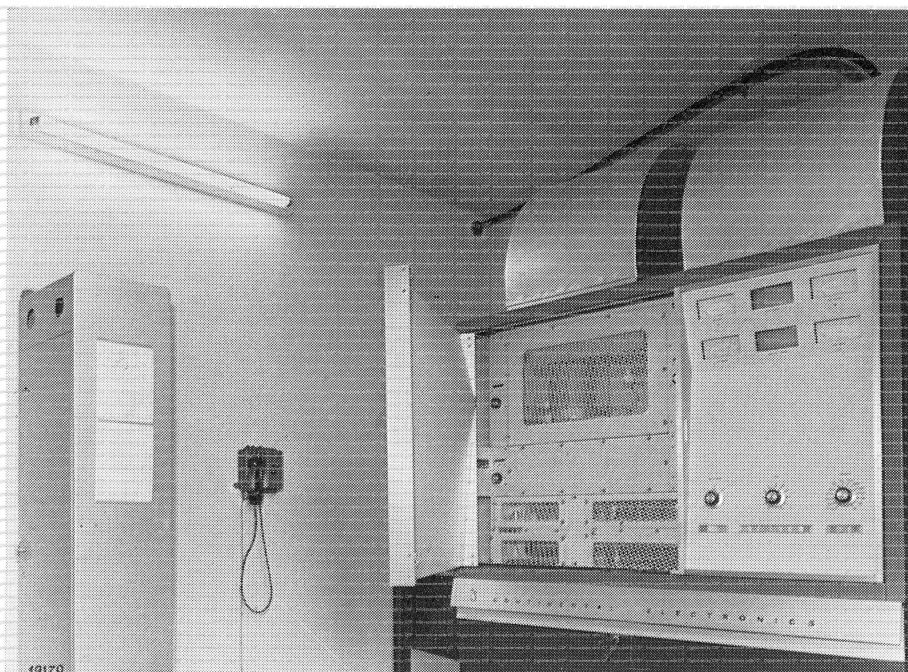


Fig. 6. — Interno della cabina con il trasmettitore, l'armadietto contenente l'arrivo del cavo, dall'Istituto (a sinistra), il telefono di servizio, e, in alto, il cavo a RF che alimenta l'antenna.

5. Programma.

Mentre precedentemente, come si è detto, le trasmissioni erano limitate a poco più di due mezz'ore nella mattinata dei giorni feriali, oggi il servizio si estende ad un arco di circa dodici ore, in ragione di un quarto d'ora

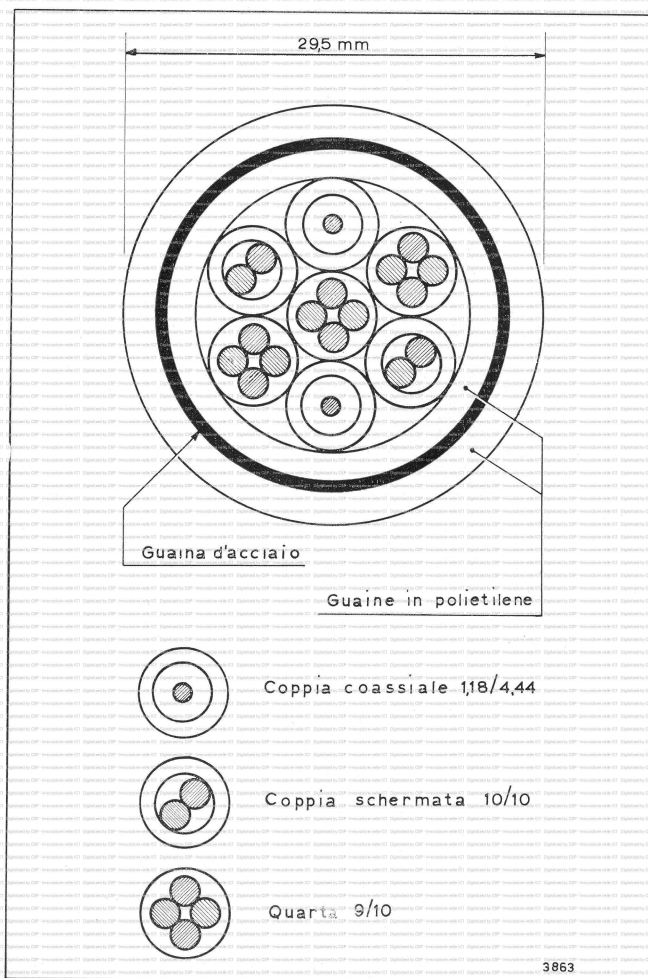


Fig. 7. — Sezione del cavo coassiale di collegamento tra la sede dell'Istituto e quella del trasmettitore.

per ogni ora (fig. 8), escluso il periodo che precede le ore 9, durante il quale trasmette da Roma la stazione campione IAM dell'Istituto Superiore delle Poste e Telecomunicazioni. L'entrata in servizio di questa stazione, fin dal maggio del 1958 (7), è risultata particolarmente utile per assicurare una migliore copertura nell'Italia centro-meridionale.

È previsto che IAM estenda le proprie trasmissioni nelle prime ore pomeridiane; in un primo tempo si riceveranno quindi le due trasmissioni simultaneamente e ciò consentirà di valutare l'importanza delle interferenze, tenuto conto del particolare ed originale sistema di modulazione a portante soppressa adottata da IAM, appunto per ridurre i disturbi. Successivamente si concorderanno fra le due stazioni gli orari definitivi di trasmissione.

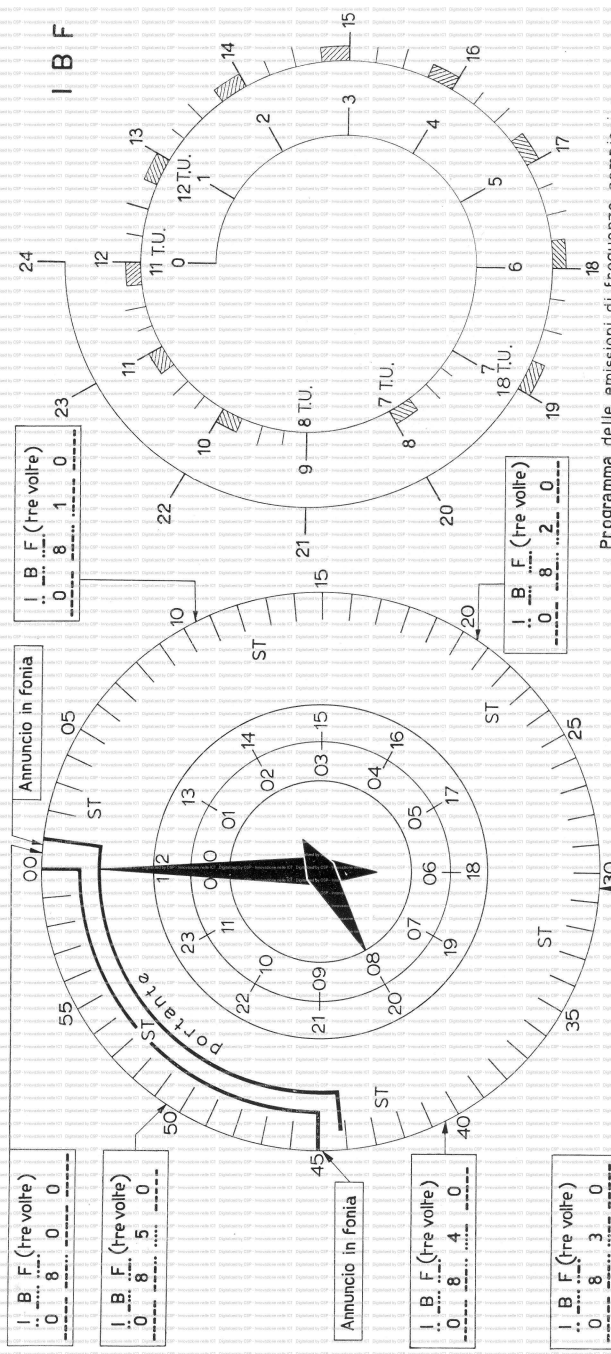
L'orario anzidetto è anche stato concordato in sede internazionale dopo numerosi incontri al CCIR, in modo da assicurare per quanto possibile un buon coordinamento in campo europeo e particolarmente con MSF, dato che al momento HBN ha sospeso le proprie trasmissioni.

Poiché il servizio vuol essere prevalentemente destinato all'industria, la presenza di IBF lungo tutto l'arco della giornata lavorativa è apparsa essenziale. In particolare nelle ore intorno al mezzogiorno appare possibile anche in zona ionosferica l'utilizzazione della frequenza portante come campione, con precisioni dell'ordine di qualche unità di 10^{-9} ; si stanno iniziando indagini per misurare la massima precisione ottenibile in tal modo.

6. Ascolti.

Mentre nel 1951-52 (in occasione dell'entrata in servizio del primo impianto) venne effettuata una campagna sistematica di ascolti estesa per un anno a tutto il territorio nazionale e al bacino del Mediterraneo con la collaborazione delle Forze Armate e di

(7) PORRECA-MASSANGIOLI A.: *Emissione di frequenze campione e segnali orari dall'Istituto Superiore delle Poste e Telecomunicazioni*. Note, Recensioni e Notizie, I.S.P.T. Anno VIII-1959, pagg. 108-113.



Programma delle emissioni di frequenze campioni e di segnali orari su 5 MHz effettuate dall'ENGF. (Torino-Italia)

Fig. 8. — Programma giornaliero delle emissioni: la sigla TU significa «Tempo Universale», cioè indica l'ora del meridiano di Greenwich. Programma orario delle modulazioni; la sigla ST significa «Segnali di tempo» e si riferisce al periodo di 15 minuti durante i quali vengono emessi i segnali di tempo rappresentati in figura 1.

Enti civili, non si conta di fare altrettanto in questa occasione; ci si limiterà piuttosto ad alcune misure di campo presso il Centro di Controllo di Monza, per la cortesia della RAI, e ai rilievi di rapporto segnale/rumore a Roma, per la cortesia della Italcable.

Si conta anche sulla cordiale collaborazione dei «radianti» europei, che già inviano in numero considerevole i loro rapporti di ricezione; l'aumento di potenza e la estensione dell'annuncio in fonia a tre lingue hanno facilitato il compito dei radianti stranieri, che prima inviavano piuttosto di rado i loro rapporti di ricezione. Dai rapporti ricevuti nei primi due mesi del 1968 risulta che il segnale è ben utilizzabile in tutta l'Europa, con discreti rapporti segnale/rumore, anche nelle ore intorno il mezzogiorno e nel tardo pomeriggio.

TABELLA

— nominativo	I.B.F. (in Morse e in fonia trilingue, come in figura)
— coordinate	45° 02' N — 7° 42' E
— frequenza portante	5 MHz (scala TA)
— potenza irradiata	5 kW
— precisione della portante	$\pm 1 \cdot 10^{-10}$
— precisione degli intervalli di tempo su 24 ore	$\pm 10 \mu s$
— antenna	$\lambda/4$ — verticale

I segnali di tempo del secondo sono costituiti da pacchetti di cinque cicli di una frequenza di 1.000 Hz il primo fronte costituisce il riferimento di tempo. Sette di questi pacchetti, intervallati di 5 ms, formano il segnale del minuto.

Si rinnovano i ringraziamenti più vivi alla Direzione Generale SIP-Stipel, al Dott. C. Savio per il Municipio di Torino, all'Ing. R. Manganelli della RAI ed alla Sezione Costruzioni ed Impianti della FIAT, Enti tutti che in vario modo hanno collaborato con impegno e cordialità per l'attuazione dell'impianto. Al necessario finanziamento hanno contribuito l'Istituto Elettrotecnico Nazionale, il Consiglio Nazionale delle Ricerche e la Associazione Nazionale Galileo Ferraris; alla costruzione ha partecipato attivamente tutto il personale del Reparto Radiotecnica dell'INGF e, in particolare, i signori E. Angelotti, A. Borbonese, il Prof. G. Giachino ed il Dott. G. Roncalli.

(946)

Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris
Torino, febbraio 1968

Estratto da ELETTRONICA
N. 4 - 4° BIMESTRE 1968
ERI
EDIZIONI RAI - RADIOTELEVISIONE ITALIANA

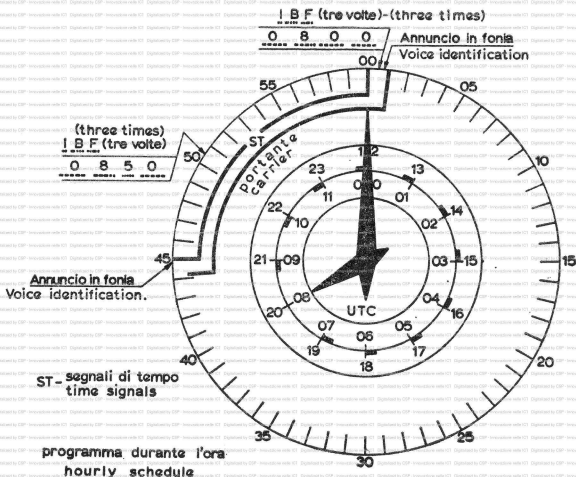
ILTE TORINO

ISTITUTO ELETTROTECNICO NAZIONALE "GALILEO FERRARIS" - TORINO

**STAZIONE PER SEGNALI
DI TEMPO E FREQUENZA
CAMPIONE**

IBF

**STANDARD TIME
AND FREQUENCY STATION**



Si conferma, ringraziando, il rapporto di ricezione
This is to confirm, with thanks, your reception report

di **IBF**
of

del _____
on

alle _____ tempo universale,
at _____ universal time.

LA DIREZIONE
DIRECTION

10125 Torino

Corso Massimo d'Azeglio, 42 - Tel. 011 - 34.88.933
ITALIA

Latitudine	45° 02' N	Latitude
Longitudine	7 42' E	Longitude
Antenna verticale	$\lambda/4$	Vertical antenna
Potenza della portante	5 kW	Carrier power
Frequenza	5 MHz	Frequency
Precisione della portante	$\pm 1 \cdot 10^{-11}$	Carrier accuracy
Precisione dei segnali di tempo nelle 24 ore	$\pm 1 \mu\text{s}$	Time signals accuracy within 24 hours
Ore di servizio ogni giorno	2h 45m	Hours of operation per day

Sui segnali di tempo, che seguono la scala UTC, viene trasmesso anche lo scarto DUT1 - UT1 - UTC secondo le norme CCIR.

Together with the time signals in the UTC system, a coded information of - DUT1 - UT1 - UTC following CCIR instructions, is transmitted.

