

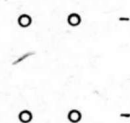
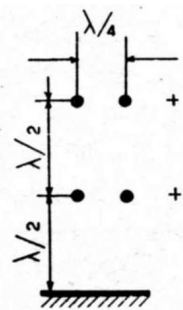
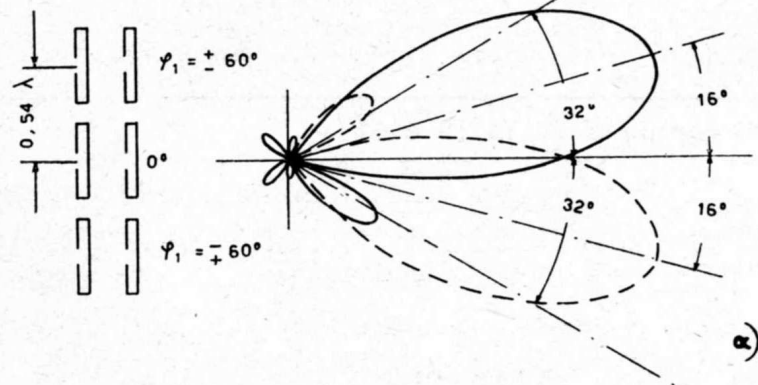
## A TEST OF THE EXISTENCE OF THE CONDUCTING LAYER

BY G. BREIT AND M. A. TUVE

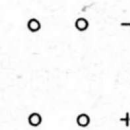
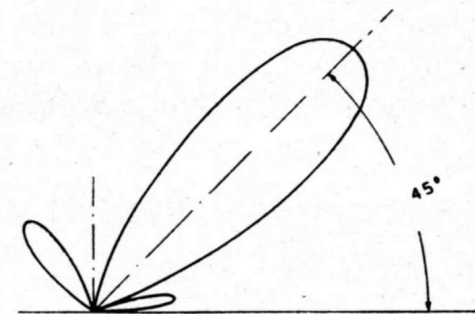
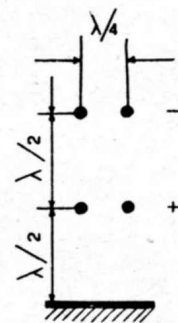
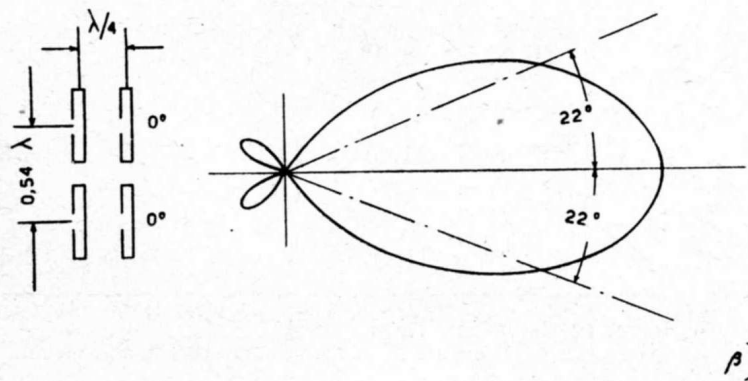
## ABSTRACT

A method previously proposed for a test of the existence of ionization in the upper atmosphere has been developed, and a definite proof of the *existence of echoes from the upper regions* has been obtained. The echoes are present for 70-meter waves with an 8-mile base near Washington, D. C. The effective height of the layer is between 50 and 130 miles. At times multiple reflections are present. *Radio fading* is shown to be not only an effect of interference between the ground and the reflected waves, but also to a large extent an effect of the presence or absence of reflected waves. A *seasonal variation* in the effective height between summer and fall seems to exist. A smaller *diurnal effect* is also suspected. The height seems greater in the fall than in the summer and greater in the afternoon than in the morning. *Effects of wave-length and of location* have been studied. A quantitative discussion of the results enables one to eliminate too gradual distributions of electron density. The measured retardation is shown to correspond to a height greater than the actual by amounts differing for various polarizations of the refracted waves.

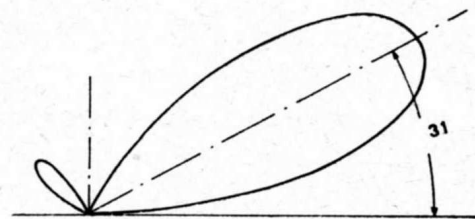
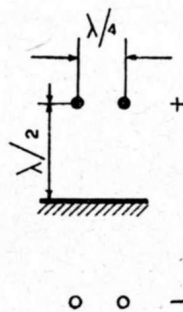
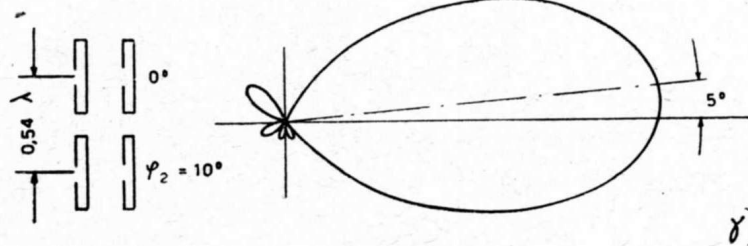




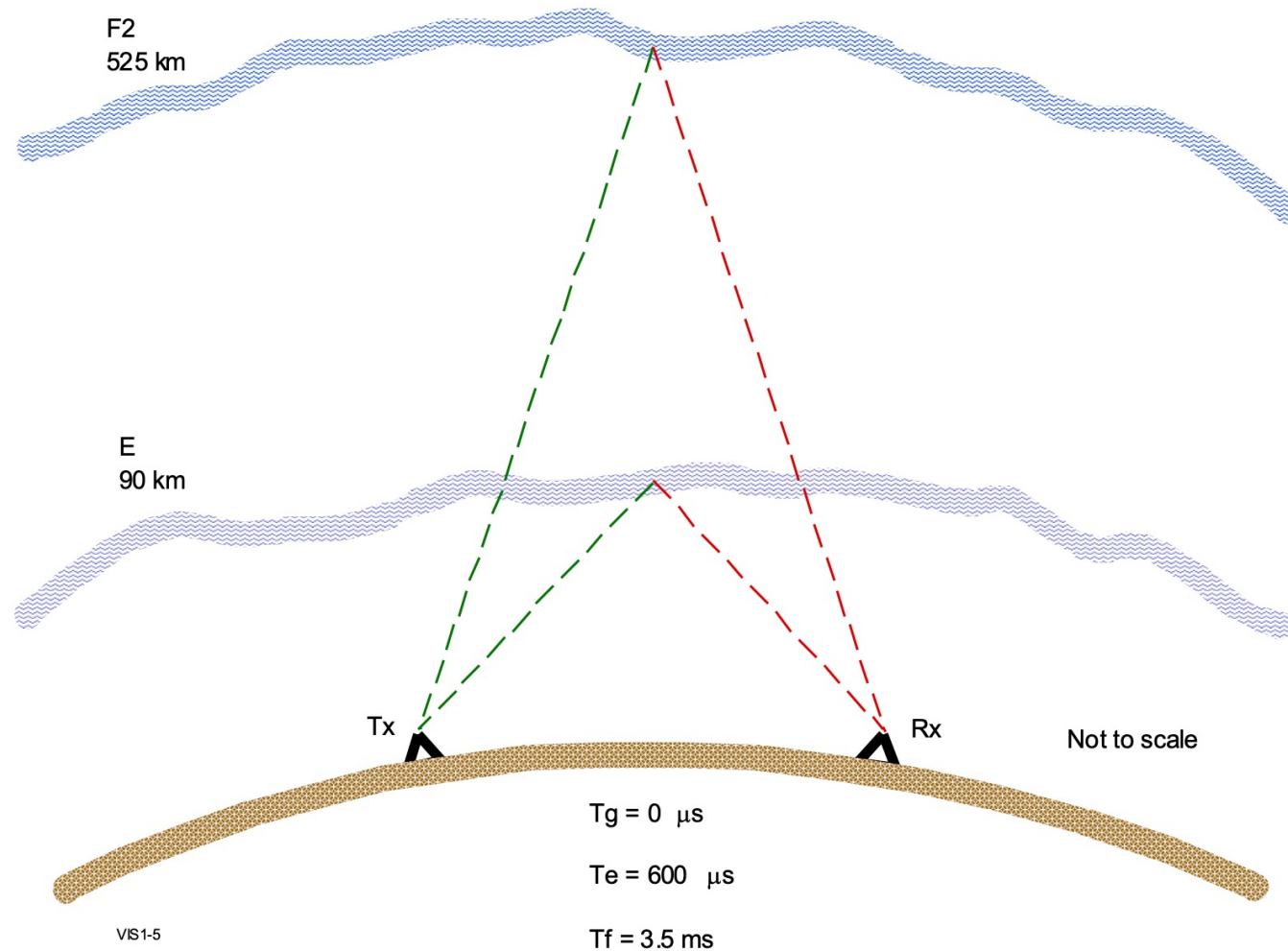
a)



b)



c)



**Figure 1-11: Natural Timing Limitations for Monostatic Vertical Incidence Sounding**



Stat YYYY DAY DDD HHMMSS P1 FFS S AXN PPS IGA PS  
ROME 2022 May06 126 000000 SBF 1 016 200 10- 11

foF2 6.650  
foF1 N/A  
foF1p N/A  
foE N/A  
foEp 0.37  
fxI 7.40  
foEs N/A  
fmin 1.95

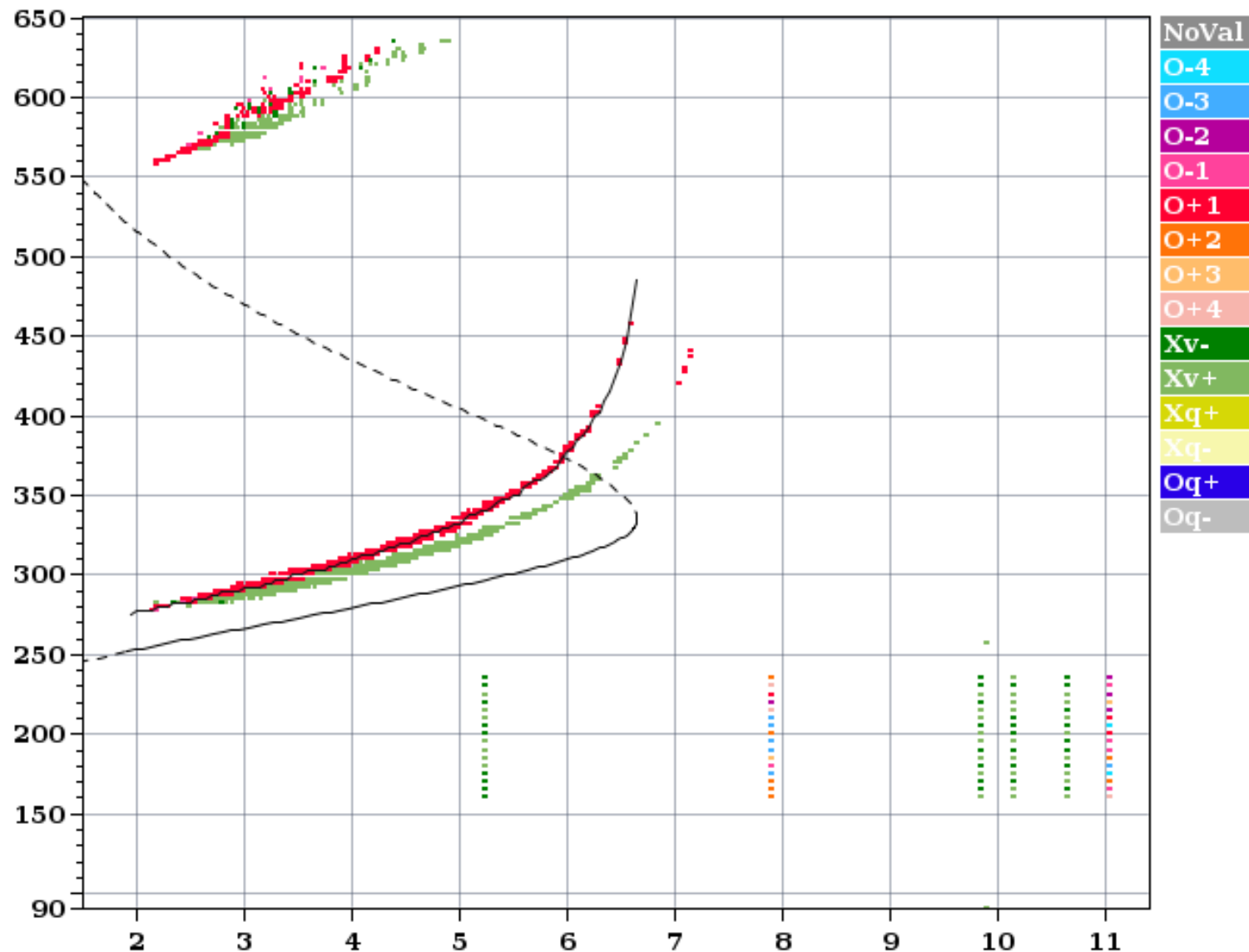
MUF(D) 19.36  
M(D) 2.91  
D N/A

h`F 275.0  
h`F2 275.0  
h`E N/A  
h`Es N/A

hmF2 334.3  
hmF1 N/A  
hmE N/A  
yF2 65.7  
yF1 N/A  
yE N/A  
B0 63.5  
B1 2.22

C-level 11

Auto:  
Artist5  
500200

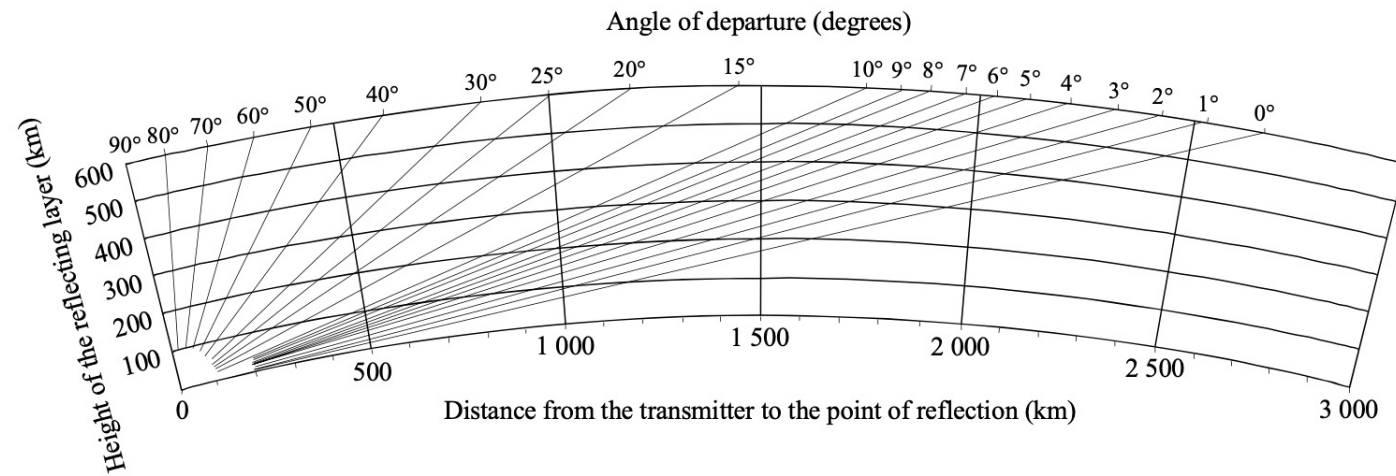


D 100 200 400 600 800 1000 1500 3000 [km]  
MUF 7.2 7.3 7.6 8.0 8.7 9.6 12.4 19.4 [MHz]

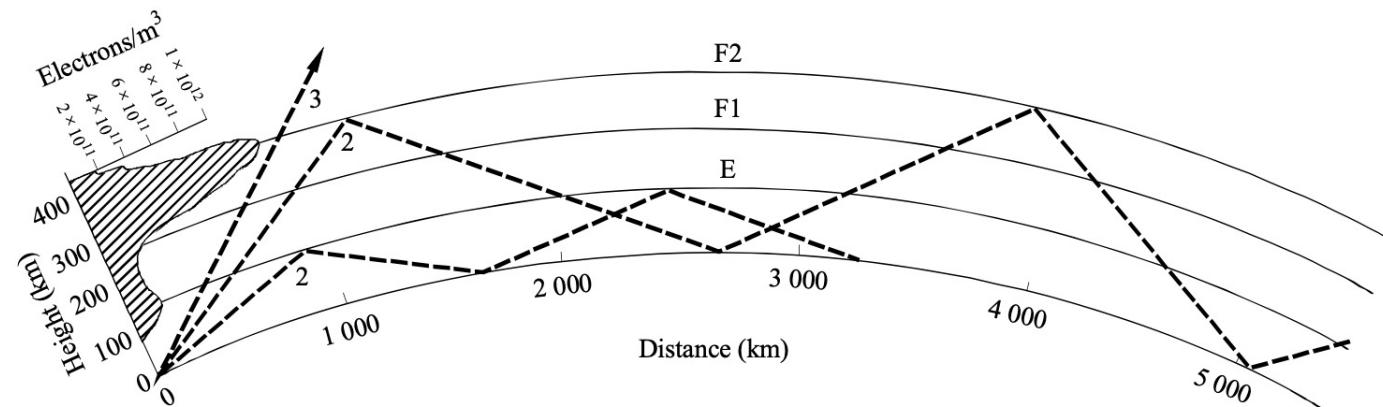
54554176.tmp / 198fx256h 50 kHz 2.5 km / DPS-4 R0041 142 / 41.9 N 12.5 E

ShowIonogram v 1.0

a) Interrelation between angle of elevation and distance (parameter, height of layers)

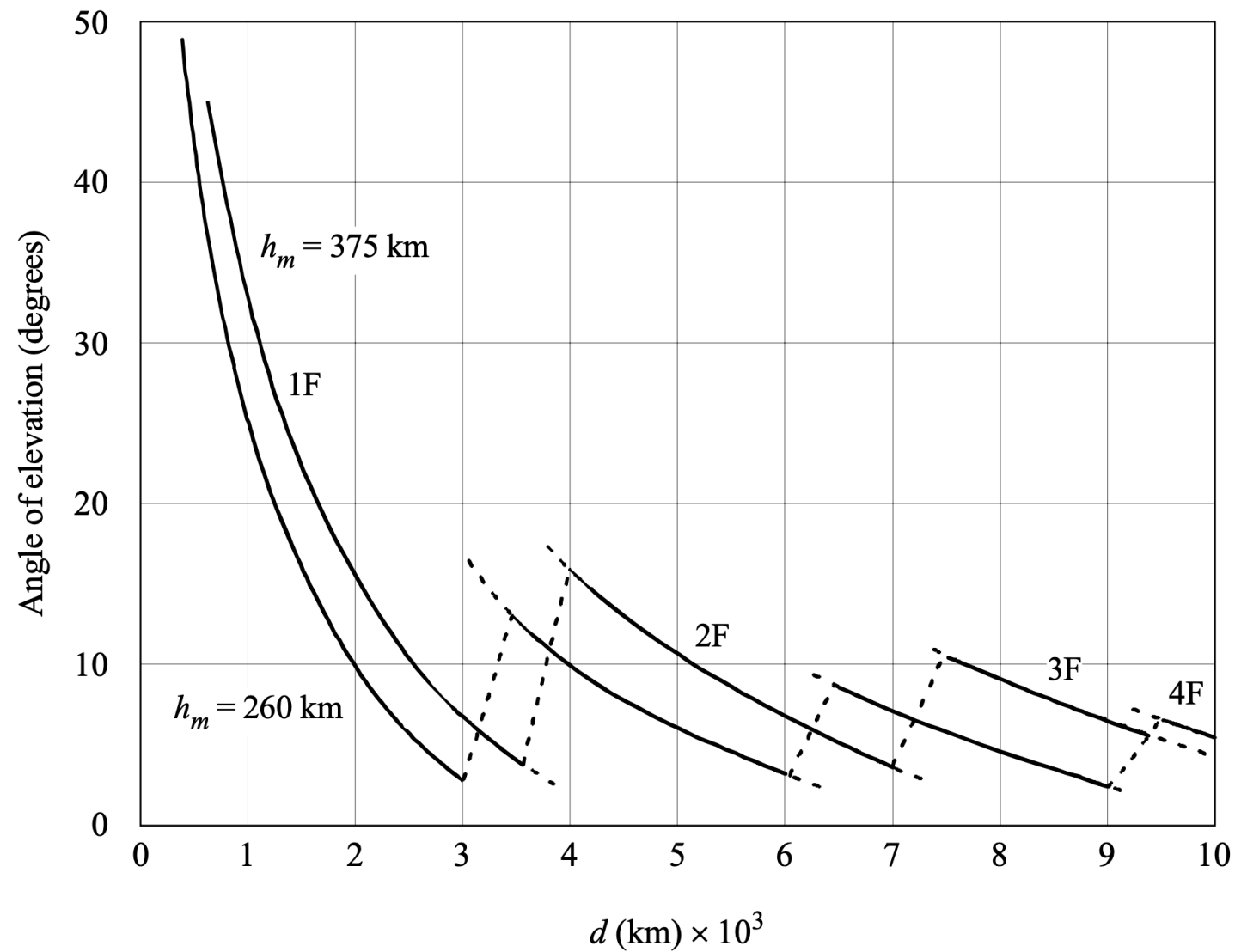


b) Sky-wave propagation and ray paths



HF /4-8

FIGURE 4.8  
Representative distribution of electron density and ray paths

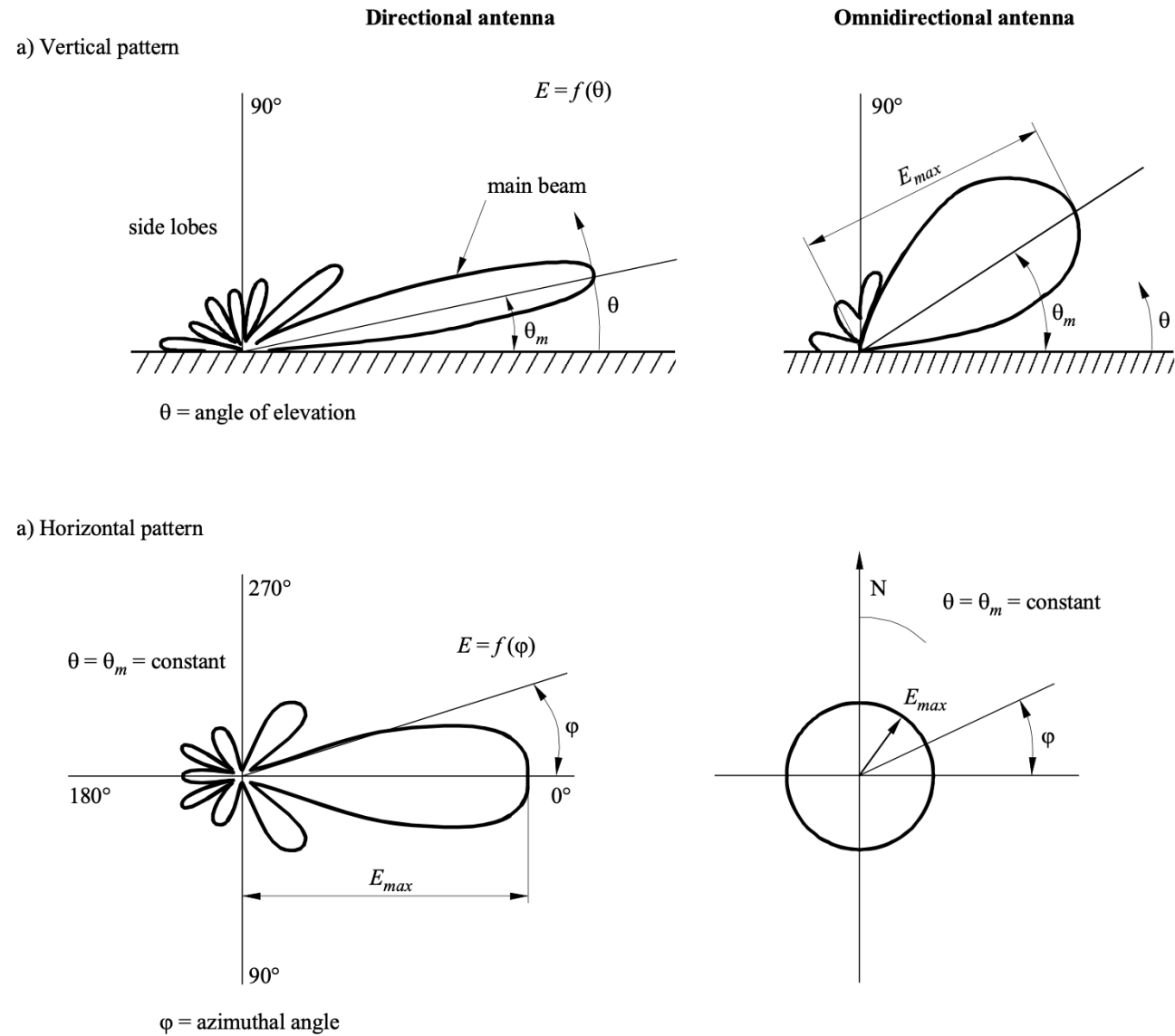


HF /4-9

FIGURE 4.9

**Variation of elevation angle with distance for representative ionospheric F-layer heights  $h_m$**





HF /4-10

FIGURE 4.10  
Directional and omnidirectional antenna characteristics



ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

CONVEGNO

## DALLA RADIO DI MARCONI ALLE TRASMISSIONI DEL VOYAGER

17-18 DICEMBRE 2024

*Comitato ordinatore:* Roberto ANTONELLI (Presidente dell'Accademia Nazionale dei Lincei), Maria Chiara CARROZZA (Presidente CNR), Carlo DOGLIONI (Vicepresidente dell'Accademia Nazionale dei Lincei, Presidente INGV), Giulia FORTUNATO (Presidente della Fondazione Guglielmo Marconi), Giorgio PARISI (Linceo, Sapienza Università di Roma), Francesco PEGORARO (coordinatore, Linceo, Università di Pisa), Giovanni PAOLONI (Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Sapienza Università di Roma, segretario-coordinatore).

### PROGRAMMA

Il convegno ricorda, in occasione del 150° anniversario della nascita di Guglielmo Marconi (1874-1937), la sua complessa figura di inventore, imprenditore, ricercatore e politico della scienza. A lui si devono la realizzazione della telegrafia senza fili (wireless telegraphy) e i successivi sviluppi delle radiocomunicazioni, che hanno fatto di esse un fondamentale fattore di cambiamento economico, culturale e politico delle società umane. La possibilità di trasmettere e ricevere a distanze sempre crescenti, in modo affidabile ed economicamente sostenibile, non è soltanto alla base delle telecomunicazioni contemporanee e dei mass media, ma ha dato anche un contributo fondamentale allo studio scientifico degli strati più alti dell'atmosfera e oggi dello spazio extraterrestre aprendo una finestra su un nuovo Universo da esplorare. Marconi fu inoltre un uomo del suo tempo: vicino per tradizioni familiari sia al mondo anglosassone che all'Italia, fu imprenditore globale in un settore strategico, ma non ebbe mai dubbi sulla propria identità italiana e fu nominato senatore del Regno nel 1914. Tecnocrate di orientamento fortemente nazionalista, fu interventista nel 1914 e ufficiale del Genio nella 'riserva selezionata'; iscritto al Partito Nazionale Fascista dal 1923, sostenne le iniziative del governo nel campo della politica scientifica e nella riorganizzazione delle istituzioni culturali.

### Martedì 17 dicembre

- 13.30 Indirizzi di saluto  
Roberto ANTONELLI (Presidente dell'Accademia Nazionale dei Lincei)  
Lucia BORGONZONI (Sottosegretario di Stato al Ministero della Cultura)

**Presiede: Giulia FORTUNATO (Presidente della Fondazione Guglielmo Marconi)**

- 14.00 Giovanni PAOLONI (Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Sapienza - Università di Roma): *Guglielmo Marconi: chi era, cosa ha fatto, perché dobbiamo ricordarlo*  
14.30 Barbara VALOTTI (Fondazione Guglielmo Marconi): *Nella stanza dei banchi: Marconi 1894-1896*  
15.00 Miriam FOCACCIA (Centro di Ricerche "Enrico Fermi"): *Marconi, Corbino ed Enrico Fermi: il coraggio di sperimentare*  
15.30 Coffee break  
16.00 William THOROSSIAN (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia): *Fra intenzioni e realtà: il ponte radio tra Rocca di Papa e Capo Figari*  
16.30 Andrea MACCHI (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto Nazionale di Ottica): *Alla scoperta della ionosfera*  
17.00 Cristiano PASSERINI (IEEE R8 - Broadcast Technology Society, Communications Society, Future Networks Community, Università di Bologna): *Le onde corte e la seconda rivoluzione del wireless*  
17.30 Discussione

### Mercoledì 18 dicembre

**Presiede: Carlo DOGLIONI (Linceo, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia)**

- 9.30 Bruno ZOLESI (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia): *Guglielmo Marconi, protagonista della ristrutturazione della geofisica italiana: la rilevanza data all'esplorazione della ionosfera*  
10.00 Lucilla ALFONSI (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia): *Il ruolo della ionosfera nella meteorologia spaziale*  
10.30 Francesco Saverio CATALIOTTI (Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto Nazionale di Ottica): *Il CNR e la comunicazione quantistica*  
11.00 Coffee break

**Presiede: Francesco PEGORARO (Linceo, Università Pisa)**

- 11.30 Gianfranco BRUNETTI (Istituto Nazionale di Astrofisica - Istituto di Radioastronomia): *Da Marconi alle frontiere della radioastronomia moderna*  
12.00 Paolo DE BERNARDIS (Linceo, Sapienza - Università di Roma): *La radiazione di fondo cosmico*  
12.30 Steven N. SHORE (Università di Pisa): *Da transatlantico a transgalattico: la radioastronomia e l'eredità marconiana nel XX secolo e oltre*  
13.00 Intervallo

**Presiede: Giovanni PAOLONI (Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Sapienza Università di Roma)**

- 15.00 Anna GUAGNINI (University of Oxford - Linacre College): *La Marconi Co. da startup a impresa globale*  
15.30 Peppino ORTOLEVA (Università di Torino): *Dal wireless alla radio: l'invenzione del broadcasting*  
16.00 Gabriele BALBI (Università della Svizzera Italiana): *La trasformazione digitale. Eredità, racconti e prospettive future*  
16.30 Discussione e conclusioni

ROMA - PALAZZO CORSINI- VIA DELLA LUNGARA, 10  
Segreteria del convegno: [convegni@lincei.it](mailto:convegni@lincei.it) - <http://www.lincei.it>

Tutte le informazioni per partecipare al convegno sono disponibili su:  
<https://www.lincei.it/it/manifestazioni/dalla-radio-di-marconi-alle-trasmissioni-del-voyager>

Per partecipare al convegno è necessaria l'iscrizione online  
Fino alle ore 10 è possibile l'accesso anche da Lungotevere della Farnesina, 10  
I lavori potranno essere seguiti dal pubblico anche in streaming

L'attestato di partecipazione al convegno viene rilasciato esclusivamente a seguito di partecipazione in presenza fisica e deve essere richiesto al personale preposto in anticamera nello stesso giorno di svolgimento del convegno

# MARSIS: Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding

G. Picardi<sup>1</sup>, D. Biccari<sup>1</sup>, R. Seu<sup>1</sup>, J. Plaut<sup>2</sup>, W.T.K. Johnson<sup>2</sup>, R.L. Jordan<sup>2</sup>, A. Safaeinili<sup>2</sup>, D.A. Gurnett<sup>3</sup>, R. Huff<sup>3</sup>, R. Orosei<sup>4</sup>, O. Bombaci<sup>5</sup>, D. Calabrese<sup>5</sup> & E. Zampolini<sup>5</sup>

<sup>1</sup>*Infocom Department, 'La Sapienza' University of Rome, Via Eudossiana 18, I-00184 Rome, Italy  
Email: aclr@aerov.jussieu.fr*

<sup>2</sup>*Jet Propulsion Laboratory, 4800 Oak Grove Drive, Pasadena, CA 91109, USA*

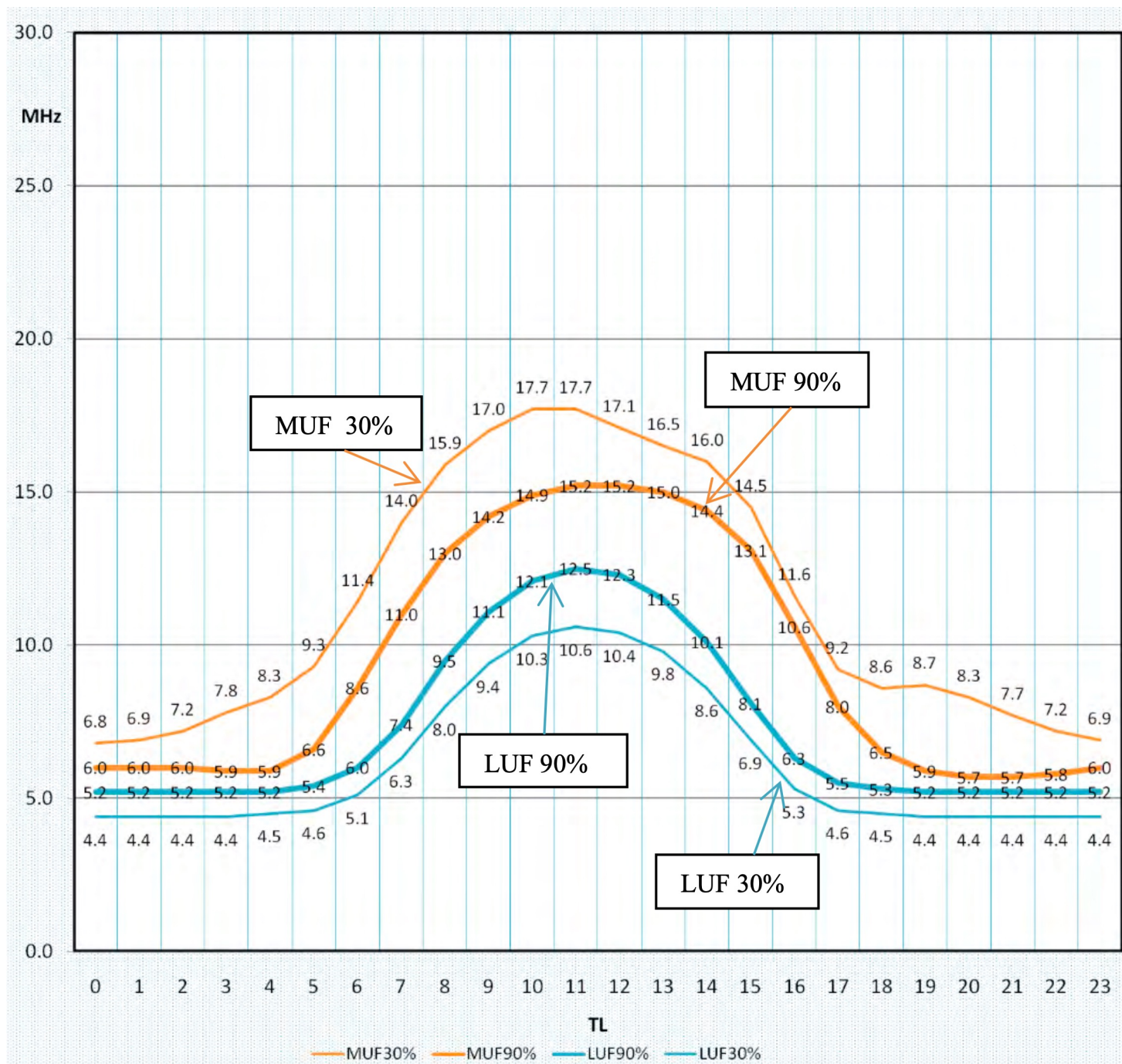
<sup>3</sup>*Department of Physics and Astronomy, University of Iowa, Iowa City, IW 52242-1447, USA*

<sup>4</sup>*CNR/IAS, Planetology Department, Via del Fosso di Cavaliere, I-00133 Rome, Italy*

<sup>5</sup>*Alenia Spazio S.p.A., Via Saccomuro 24, I-00131 Rome, Italy*

**This paper describes the science background, design principles and the expected performance of the Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding (MARSIS), developed by a team of Italian and US researchers and industrial partners to fly on the ESA Mars Express orbiter. The unique capability of sounding the martian environment with coherent trains of long-wavelength wide-band pulses, together with extensive onboard processing, will allow the collection of a large amount of significant data about the subsurface, surface and ionosphere. Analysis of these data will allow the detection and 3-D mapping of subsurface structures down to several kilometres below the surface, the estimation of large-scale topography, roughness and reflectivity of the surface at wavelengths never used before, and the production of global and high-resolution profiles of the ionospheric electron density (day and night). Finally, the MARSIS frequency-agile design allow the sounding parameters to be tuned in response to changes in solar illumination conditions, the latitude and other factors, allowing global coverage to be achieved within the Mars Express baseline orbit and mission duration.**





# TAVOLE DI PREVISIONE PER LA RADIOPROPAGAZIONE IONOSFERICA

**Maggio - Giugno 2026**

**Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia**

Sez. Roma2

Geomagnetismo, Aeronomia e Geofisica Ambientale

*Unità Funzionale Fisica dell'Alta Atmosfera e Radiopropagazione*

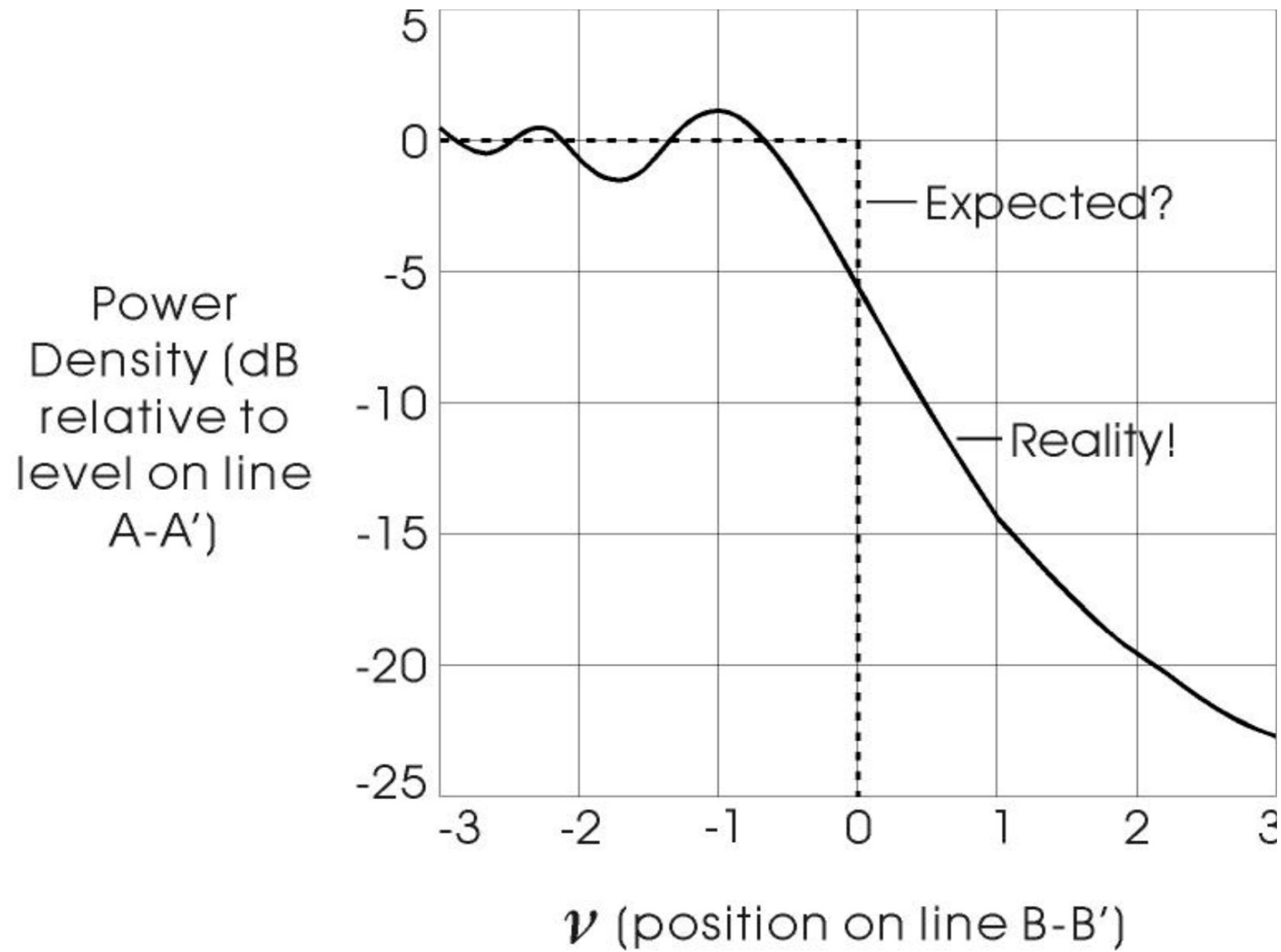


Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +3906518601

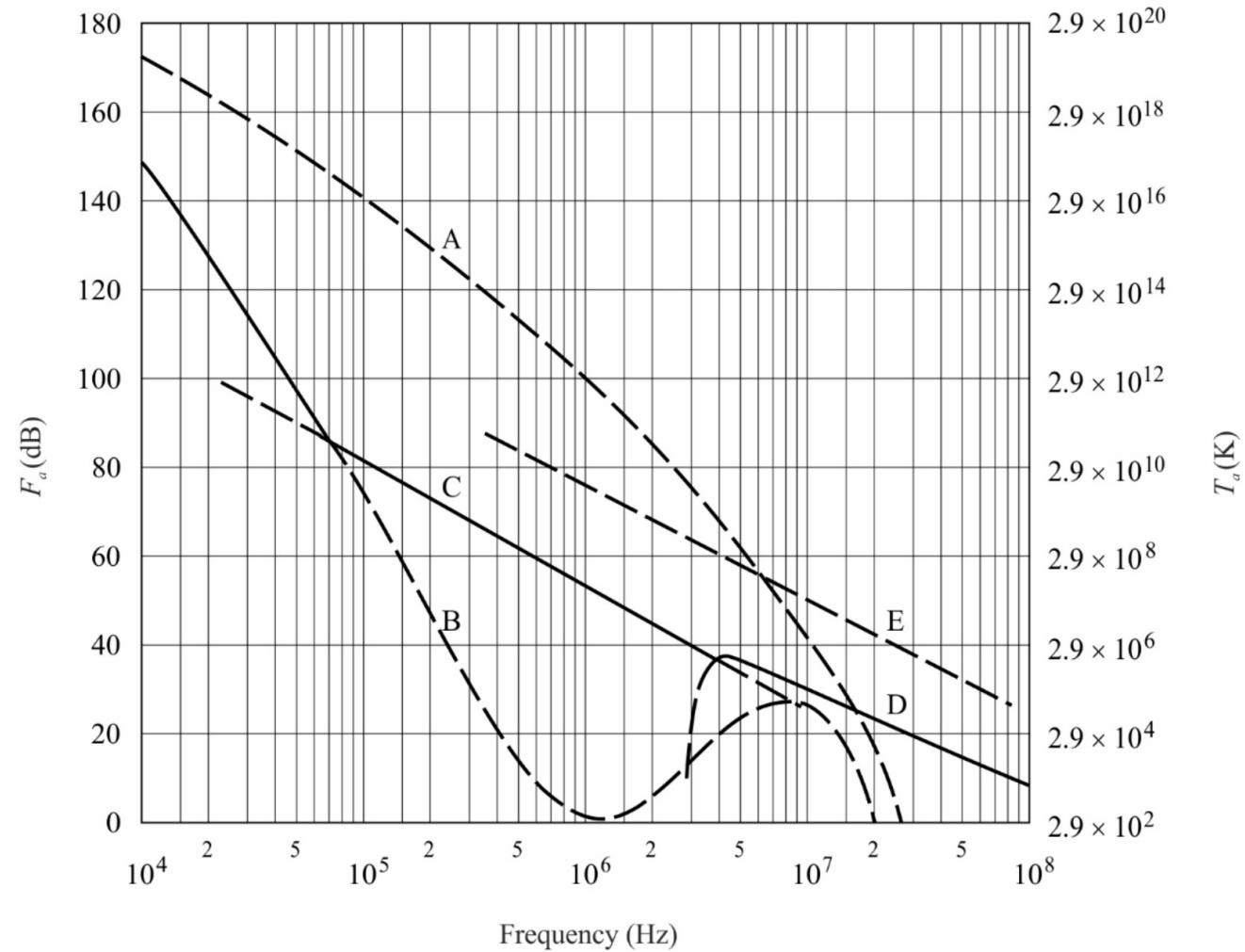
Email: [enrico.zuccheretti@ingv.it](mailto:enrico.zuccheretti@ingv.it)



**Figure 2** Signal Levels on the Far Side of the Shadowing Object



$F_a$  versus frequency ( $10^4$  to  $10^8$  Hz)



- A: Atmospheric noise, value exceeded 0.5% of time
- B: Atmospheric noise, value exceeded 99.5% of time
- C: Man-made noise, quiet receiving site
- D: Galactic noise
- E: Median city area man-made noise

———— Minimum noise level expected

15. *Über die Ausbreitung der Wellen  
in der drahtlosen Telegraphie;  
von A. Sommerfeld*

Unter dem gleichen Titel habe ich im 28. Bande dieser Annalen das Problem der *Vertikalantenne* bei beliebiger (aber homogener) Bodenbeschaffenheit und bei ebener Begrenzung der Erde behandelt, wobei die Antenne für ihre Wirkung auf große Entfernungen als einfacher Hertzscher Dipol idealisiert werden durfte. H. v. Hoerschelmann untersuchte sodann in seiner Münchner Dissertation<sup>1)</sup> das Problem der *Horizontalantenne*, genauer der geknickten Marconiantenne, bei der das wesentliche der aus einem System langer Kabel bestehende horizontale Ast ist. Das Resultat beider Arbeiten (im folgenden mit a. a. O. zitiert) wird hier systematisch zusammengefaßt und vereinfacht. Außerdem möchte ich zeigen, daß das sozusagen duale Problem einer „magnetischen Antenne“ von vertikaler bzw. horizontaler Achse, d. h. einer Rahmenantenne von horizontaler bzw. vertikaler Ebene der Wickelungen, einer ganz entsprechenden Behandlung fähig ist, wobei ich hervorheben möchte, daß ich auf die Möglichkeit, Rahmenantennen als magnetische Linearantennen aufzufassen, von Hrn. H. Barkhausen bei gemeinsamen Arbeiten während des Krieges hingewiesen worden bin. Natürlich ließe sich die Rahmenantenne, entsprechend den vier Seiten des Rahmens, auch durch vier in der Ebene des Rahmens gelegene und der Phase nach verschobene elektrische Dipole darstellen; doch würde diese Darstellung mathematisch weniger einfach werden und die Analogie zur elektrischen Antenne nicht zum deutlichen Ausdruck bringen.

Während das Hauptinteresse der Theorie der drahtlosen Telegraphie bisher naturgemäß auf den Sender und Empfänger selbst gerichtet war (Resonanzverhältnisse im primären und sekundären Kreis, Wirkungsweise der Löschfunken oder der

1) Vgl. auch Jahrbuch d. drahtl. Tel. 5, S. 14 und 188, 1912.

Verhalten des Dipols. Bei unsymmetrischer Anordnung des Senders (vgl. unten unter Nr. 8) treten natürlich ebenfalls Abweichungen von der Symmetrie des Dipols auf (Längenabweichungen, während wir die vorher genannten als Breitenabweichungen bezeichnen können, die Achse des Dipols als Polarachse gedacht). Offenbar entspricht solchen Antennen ein anderes Feld wie den Antennen mit Dipolsymmetrie, das aber ebenso wie dieses von uns zu untersuchende Feld durch die Symmetrieeigenschaften eindeutig und unabhängig von den Besonderheiten der Anordnung bestimmt sein wird.

2. Die Größe der *numerischen Entfernung* und damit zugleich der Charakter der Wellen wird sehr wesentlich bestimmt durch die Bodenbeschaffenheit. Nimmt man beispielsweise die absolute Entfernung gleich  $\frac{1}{4}$  Erdquadrant (entsprechend etwa der Marconischen transatlantischen Station) und die Wellenlänge der Schwingung gleich 2 km (entsprechend der deutschen Station Nauen), so ergibt sich nach gewissen runden Daten von Zenneck (Näheres vgl. § 9)

für	Seewasser	Süßwasser	Nasser Boden	Trockener Boden
	$\varrho = \frac{1}{30}$ ,	$\varrho = 30$ ,	$\varrho = 6,5$ ,	$\varrho = 300$ .

Entsprechend der ganz *verschiedenen Größenordnung* dieser Zahlen haben wir in diesen Fällen auch eine durchaus verschiedene Größenordnung der telegraphischen Wirkung und ein ganz verschiedenes Bild des Wellenvorganges zu erwarten.

3. Durch Vergrößerung der Wellenlänge  $l$  (Verkleinerung der Frequenz) wird der Wert von  $\varrho$  verkleinert, in dem Sonderfalle der Formel (b) sogar quadratisch, weil sich  $k_1$  wie  $1/l$  und  $(-ik_2^2)$  ebenfalls wie  $1/l$  verhält. Durch Verkleinerung von  $\varrho$  nähern wir uns aber dem idealen Falle des vollkommenen Leiters ( $\varrho = 0$ ). Wir schließen daraus, daß eine *Vergrößerung der Wellenlänge für die Überwindung großer Entfernungen günstig* sein wird, wie die Praxis längst ergeben hat. Übrigens würde die früher von Marconi angegebene Regel, nach der man bei vertikaler Einfach-Antenne ihre Höhe und damit die Wellenlänge mit der Quadratwurzel aus der zu überwindenden Entfernung wachsen lassen soll, nach dem soeben Gesagten gerade der Forderung entsprechen, *trotz wachsender absoluter Entfernung die numerische Entfernung festzuhalten*.



Fälle ca. 2 Proz., im zweiten 0,2 Proz. Auch im ersten Falle (vgl. § 10 und Fig. 11) ist also die Vermehrung der Absorption durch die Leitfähigkeit der Luft ohne praktische Bedeutung.

d) Bekanntlich ist ein bedeutender Unterschied zwischen der Reichweite einer Station bei Tag und derjenigen bei Nacht durch Marconi<sup>1)</sup> und seitdem durch andere Beobachter festgestellt worden. Marconi gibt an, daß die Reichweite bei Nacht gelegentlich etwa das  $2\frac{1}{2}$ -fache derjenigen bei Tag betrage. Eine mögliche Erklärung dieser Beobachtung, auf die Marconi hingewiesen hat, ist eine vermehrte Absorption der Wellen, hervorgerufen durch die Ionisation der Luft durch das Tageslicht. Es geht aus dem Gesagten hervor, daß für die beobachtete Erscheinung *nicht die Luftschichten, die weniger als 6000 m von der Erdoberfläche entfernt sind, verantwortlich gemacht werden dürfen*. Solange es nicht gelingt, nachzuweisen, daß die Luftschichten in größerer Entfernung vom Erdboden durch das Tageslicht ein Leitvermögen von ganz anderer Größenordnung bekommen, als es bis jetzt jemals beobachtet worden ist, wird man deshalb diese Erklärung nicht annehmen können. Man wird der zweiten möglichen Erklärung, auf die Marconi auch schon aufmerksam gemacht hat, daß durch die Wirkung des Tageslichts<sup>2)</sup> die Entladung der Antenne und der dadurch bedingte Energieverlust vermehrt wird, trotz mancher Bedenken vorerst den Vorzug geben müssen.

#### 12. Einfluß von Nebel.

Bezüglich des günstigen Einflusses, den Nebel auf die Reichweite einer Station besitzt, kann man an folgende Ursachen denken.

a) Durch die in der Luft enthaltenen Wassertröpfchen muß die *Dielektrizitätskonstante* nebelhaltiger Luft größer sein

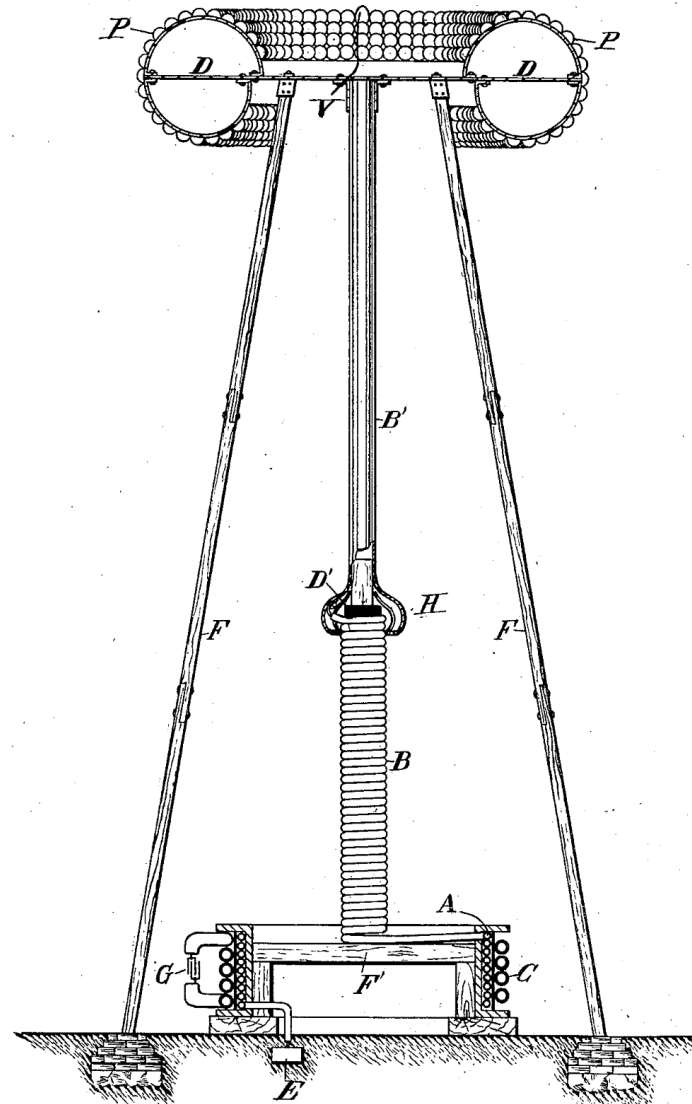
1) G. Marconi, Proc. Roy. Soc. 70. p. 344. 1902; Electrician 49. p. 520. 1902; 54. p. 824. 1905.

2) K. E. F. Schmidt (Physik. Zeitschr. 8. p. 185. 1907) diskutiert die Möglichkeit, daß die Bewegungen der ionisierten Bodenluft mit der Erscheinung im Zusammenhang stehen. Für den Fall, daß der Sender sich auf einem Schiff befindet, würde diese Möglichkeit natürlich wegfallen.

N. TESLA.  
 APPARATUS FOR TRANSMITTING ELECTRICAL ENERGY.  
 APPLICATION FILED JAN. 18, 1902. RENEWED MAY 4, 1907.

1,119,732.

Patented Dec. 1, 1914.



WITNESSES:

*M. Lawson Dyer*  
*Benjamin Miller.*

*Nikola Tesla,* INVENTOR,  
 BY *Kerr, Page & Cooper,*  
 his ATTORNEYS.