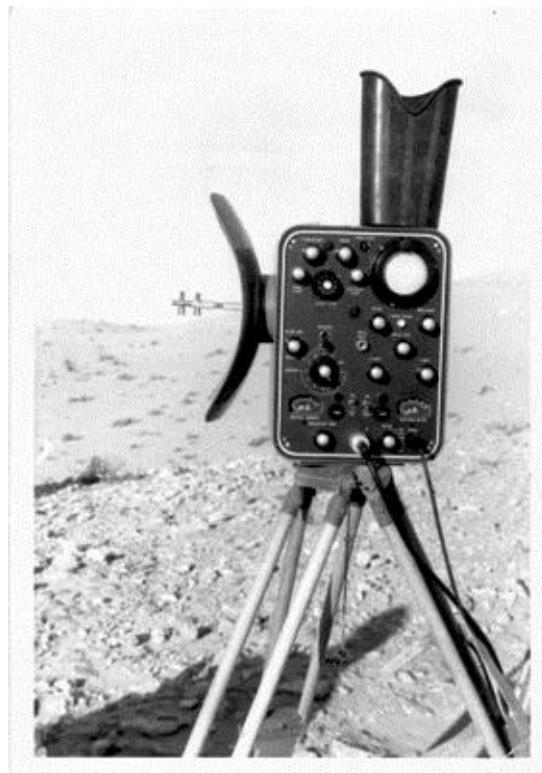


GEOM. GIULIO GARDIN

**PRECISA DETERMINAZIONE  
ELETTRONICA DELLE DISTANZE  
CON I MICRO DISTANZIOMETRI  
APPARECCHI MRA1 E MRA2  
SISTEMA TELLUROMETRICO**



PRIMA PARTE

PRECISA DETERMINAZIONE  
ELETTRONICA DELLE DISTANZE  
CON IL MICRO DISTANZIOMETRO  
APPARECCHIO MRA1  
SISTEMA TELLUROMETRICO

*Alla mia famiglia e  
alla Sacra memoria  
dei miei genitori*

Ringraziamento:

L'autore desidera ringraziare i membri della società Tellumat(pty) Limited, del Dipartimento Tecnologico di Capetown, Sud Africa, per il permesso di riprodurre fotografie.

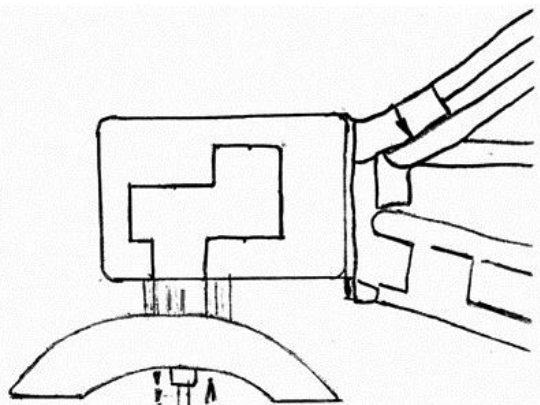
Acknowledgment:

The author wish to thank members of Tellumat(pty) Limited, technology Department of Cape Town, South-Africa, for the permission to reproduce photographs.

## **IL SISTEMA TELLUROMETRICO UTILIZZA LE MICRO-ONDE PER DETERMINARE LE DISTANZE**

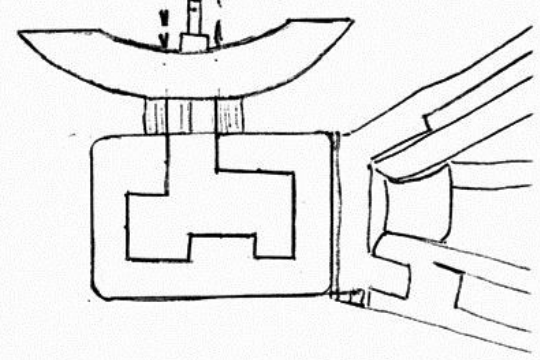
Detto sistema tellurometrico consiste in due strumenti tellurometri portabili su normali treppiedi. Uno di questi strumenti posizionato su un punto, trasmette una serie di micro-onde, verso una ricevente collocata su di un altro punto. Questi impulsi forti e costanti sono ricevuti e viaggiano attraverso il circuito della ricevente e ritrasmessi all'unità originale che li ha emessi. Il tempo che questi impulsi impiegano a percorrere tutto il circuito (in millimicro-secondi) è indicato nel pannello dello strumento trasmittente.

TELLUROMETRO



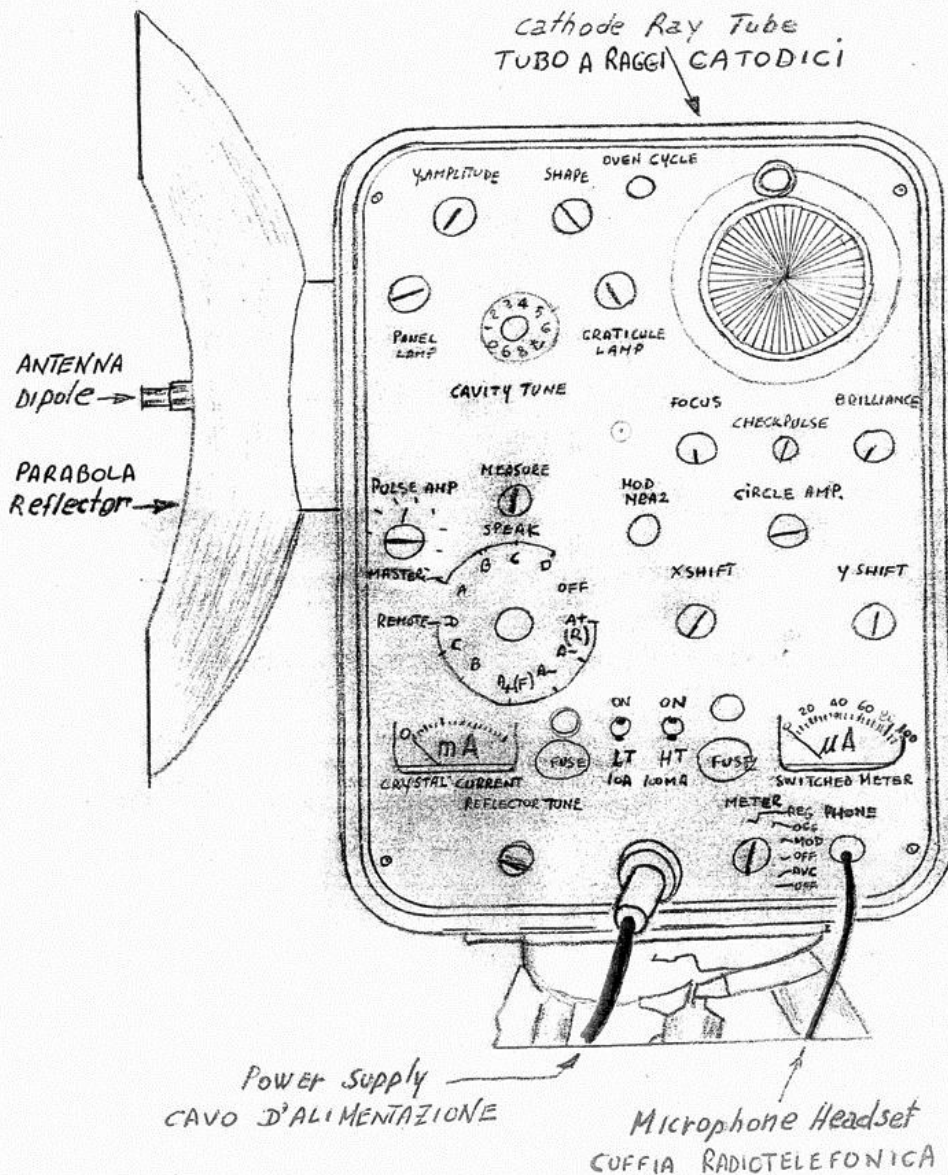
MICRO-ONDE  
MICRO-ONDE

TELLUROMETRO

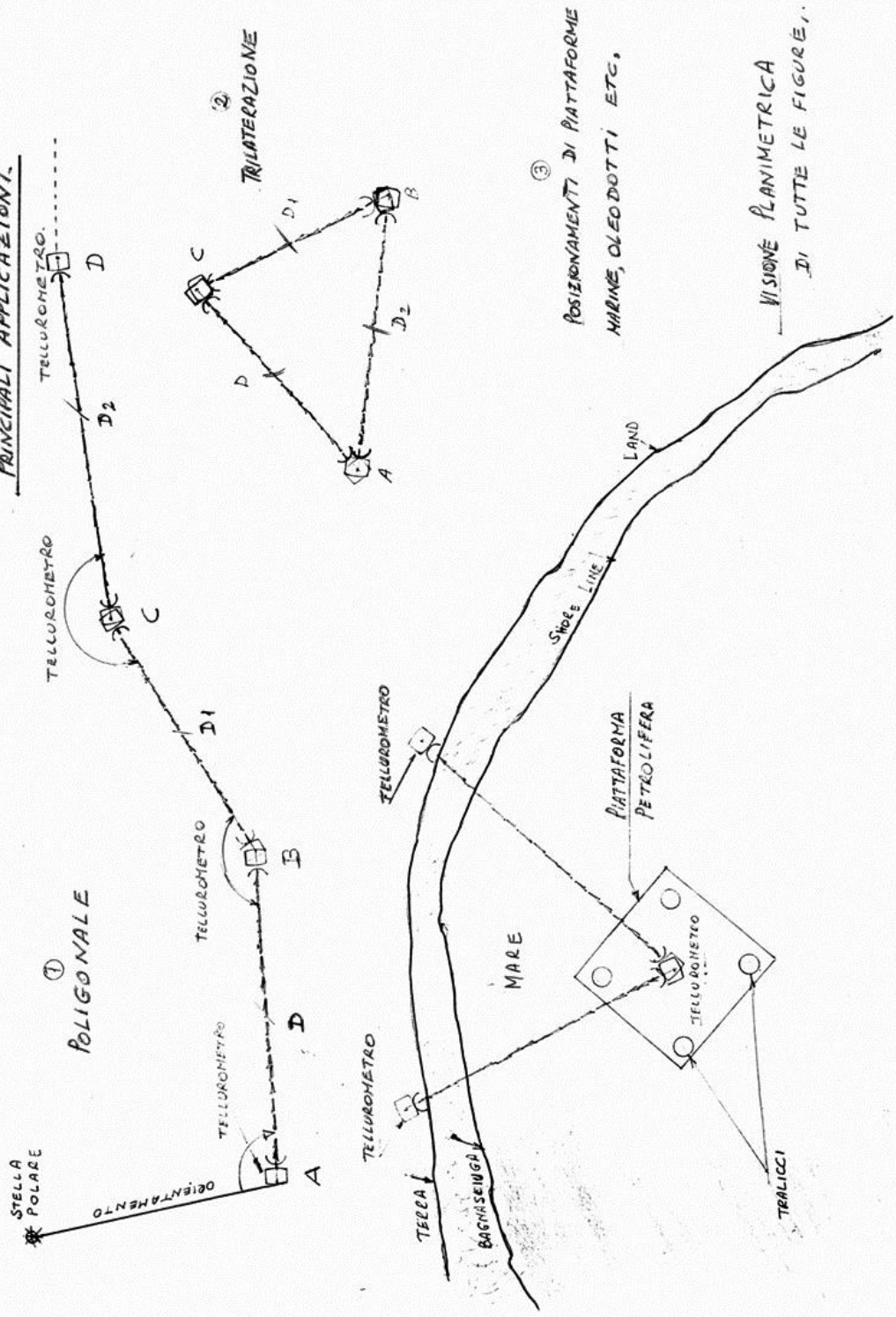


Nota: Il tellurometro MRA1 ha lo stesso aspetto dell'MRA2, ma un apparecchio (MRA1) è principale (Master) e l'altro (MRA1) è secondario (Remote) senza l'intercambialità che ha l'MRA2. Le funzioni dell'apparecchio tellurometro sottoindicato sono, come all'origine, denominate in inglese.

### TELLUROMETRO MRA2.



SISTEMA TELLUROMETRICO DI MISURAZIONE DELLE DISTANZE E SUE PRINCIPALI APPLICAZIONI.



Si intende esporre qui di seguito, nella maniera completa e più semplice possibile il sistema storico di misurazione elettronica delle distanze con lo strumento denominato telluometro, inizialmente MRA1 (anno 1957), e successivamente nel 1960 (circa) MRA2. Commento storico: il telluometro è stato inventato dal dott. T. L. Wadley dell'Istituto per le Telecomunicazioni e Ricerche Nazionali del Sud Africa ed il primo strumento denominato appunto MRA1 fu introdotto nel 1957.

Sono consapevole che allo stato attuale anno 2003, il sistema "GPS", rappresenta il massimo della precisione nella determinazione della posizione dei punti e nella valutazione delle distanze. Detto citato "GPS" (Global Positioning System) eccelle ora in quasi tutti i metodi di rilevamento topografici conosciuti ad eccezione di sistemi speciali dove esso non può essere adoperato, come ad esempio nel sottosuolo: in miniere, gallerie. Non è escluso che il sistema "GPS" possa evolversi in breve ulteriormente, ancora di più, altrettanto dicasi per detto sistema elettronico telluometrico descritto.

Considero personalmente, tuttavia importante spiegare con particolari detto speciale metodo di misurazione elettronica delle distanze. Ciò per un duplice motivo e cioè essendo stato il redattore di questo testo, principalmente un componente di un'èquipe telluometrico composto da tre tecnici, per diversi anni, intendo ora esternare e trasmettere anche ad altri, tutte le mie esperienze pratiche e teoriche acquisite. Il secondo motivo come già detto è quello storico incancellabile, senza il quale ricordo non sarebbero stati possibili conseguire in topografia e non solo, evoluzioni così importanti ed obiettivi come quelli attuali. Cito come dati certi come detto sistema elettronico telluometrico per la determinazione delle distanze, sia da subito servito allo sviluppo di varie tecniche professionali di rilevamento topografico. Ciò è stato applicato per esempio:



all'equipaggiamento militare, Genio Civile, Artiglieria, unità di guida per missili, per opere di costruzione di ingegneria, per autostrade sopraelevate, esplorazione per il petrolio, industria degli oleodotti, posizionamenti di linee e fotogrammetria.

Altri sistemi specializzati derivati sono:

- a. "Aero-Dist" un sistema tellurometrico per la misurazione delle distanze del terreno dall'aria.
- b. "Hydro-Dist" un sistema tellurometrico per mantenere continui posizionamenti nelle operazioni dalla terra verso il mare aperto.

Si ritiene ora opportuno illustrare una breve storia dei tellurometri aventi prestazioni diverse, progettati e costruiti dalla compagnia "tellurometer LTD" in Sud Africa, nella città di Cape Town dal 1957 in poi fino ai giorni attuali.

- 22 Febbraio 1957. Prima pubblica dimostrazione dello strumento MRA1 nella città del capo.
- 1959. Prototipi dello strumento MRA2 furono inviati all'estero per sperimentazione.
- Inizi anni 1960. La produzione della versione dell'MRA2 si sviluppa, si costituiscono Società per la sua valorizzazione e si avvia la produzione in marzo 1960.

Da notare che tutti detti strumenti erano costruiti con unità valvolari, escluso per l'MRA2 con l'alimentatore transistorizzato (alimentazione elettronica).

Alla fine del 1960 fu messo in produzione lo strumento MRB2 (unità idrografica). In questo periodo un sistema aviotrasportato fu sperimentato ma non fu mai messo in produzione benché un numero di prototipi fossero stati forniti alla NASA (con letture in yards americane) ed a varie organizzazioni come al rilevamento aereo della KLM.

- 1963 – Strumento MRA3 prima unità transistorizzata con 10 GHZ (oscillazione locale).
- 1964 – IMC, la compagnia Sud Africana che aveva prodotto i telluometri fino a questo periodo fu comperata dalla compagnia “Plessey UK”. Nei seguenti pochi anni un numero di modelli furono prodotti incluso MRA4 (34 GHZ) ma troppo cari, soltanto n° 42 unità furono costruite.
- 1965 – lo strumento MRA 101 (una meno cara e più leggera versione dell’MRA3 usando un unico circuito stampato).
- 1970 – strumento CA 1000. Molto leggero ed più a buon mercato, 10 GHZ.
- 1970 – strumento MRB 201 – idrografico, 3 GHZ questo fu un buon strumento di grande portata, più di 150 km.
- 1973 – Strumento MRA5 – 10 GHZ progettato e prodotto per l’esercito britannico.
- 1977 – Strumento MRD1 – idrografico, 3 GHZ primo strumento ad essere costruito con 3 raggi d’azione e dotato di microprocessore che poteva dare una lettura di 3 raggi d’azione oppure coordinate XY. Portata più di 100 km.
- 1970 – Strumento – MA 100 primo telluometro ottico, portata 3 km con accuratezza di 3 mm.
- 1974 – Strumento CD6 – leggero ed a buon costo, telluometro ottico.
- 1980 – Strumento MRA7 17 GHZ telluometro, ancora in produzione limitata in due versioni: una normale, ed un’altra adattata ad essere usata su e giù nei pozzi delle miniere per leggere la

posizione della cabina di sollevamento e di provvedere alla comunicazione della voce tra la cabina e la superficie.

- 1993 – Strumento MRDA4 sistema idrografico aviotrasportato. Fino a 6 unità principali che possono lavorare simultaneamente con 6 unità secondarie mentre in movimento alla velocità superiore 200 m/sec., soltanto alcuni furono costruiti. Questo strumento fu usato come sistema di controllo durante i lavori di costruzione del Ponte Severn a Bristol in Inghilterra.

Ciò premesso, procedo sistematicamente ad evidenziare la mia esposizione in maniera chiara e possibilmente sintetica.

Con questo sistema citato, si utilizzano le micro-onde (radio onde di 10 cm di lunghezza), che consentono la precisa misurazione delle distanze tra m. 150 e km 64 ovvero tra 500 feet e 40 miglia. Vengono effettuate pertanto delle letture agli strumenti appositamente posizionati sui due punti e collegati rispettivamente a due batterie in buona carica, da parte di 2 operatori, che le raggruppano in un apposito foglio di registrazione da campo predisposto già per il successivo calcolo.

Detto sistema di misurazione con i telluometri già menzionato, consiste in due strumenti portabili muniti di semplici treppiedi. Uno di questi strumenti viene collocato con precisione sopra un punto e trasmette una serie di micro-onde nella direzione di un secondo strumento ricevente, esattamente collocato sopra un altro punto. Questi impulsi forti e costanti vengono ricevuti incanalandosi attraverso il circuito della ricevente e ritrasmessi alla unità di emissione originale. Il tempo impiegato da questi impulsi per percorrere tutto il circuito (in millimicrosecondi) è indicato nel pannello strumentale della trasmittente, per ottenerlo, necessitano come già citato,

delle letture che vengono eseguite dall'operatore secondo un preciso schema che verrà indicato in seguito.

Dette letture sono velocemente convertite in km, m, dm, cm e millimetri sul posto o dopo.

Gli operatori strumentali possono effettuare una serie di letture su varie frequenze ed ottenere una media per garantire l'accuratezza della misurazione. Dato che la velocità delle micro-onde è collegata alle condizioni atmosferiche attraverso le quali viaggiano, gli operatori prendono sempre le letture delle temperature e quelle barometriche ad ambedue le stazioni e devono applicare perciò delle correzioni ai calcoli. La distanza ottenuta è inclinata per le differenze di quota tra i due punti. Gli operatori per determinare le quote dei due punti possono utilizzare degli altimetri o misurare gli angoli verticali con un teodolite e quindi ridurre la distanza inclinata ad orizzontale (altre correzioni: curvatura e rifrazione terrestre).

Detto sistema di misurazione è progettato principalmente per misurazioni di linee geodetiche utili da 500 feet a 40 miglia corrispondenti rispettivamente a 150 m fino a 64 km come già detto in precedenza. Per queste distanze è stata ben stabilita la accuratezza di una parte su 300.000 della lunghezza corrispondente ( $\pm 2$  inches).

La procedura di apprendimento per utilizzare il tellurometro non è complicata e può essere appresa in alcune ore e non è richiesta una particolare conoscenza di elettronica. Detto tellurometro è uno strumento compatto e ben protetto ed in costante stato d'evoluzione da parte della casa costruttrice. In pratica però poteva verificarsi una dissaldatura a stagno di cavetti interni a seguito di sobbalzi durante i viaggi in macchina, a cui bisognava provvedere quando era in avaria, ripristinandone il funzionamento. In tale caso era opportuno avere un pacchetto con utensili

adatti per eseguire saldature a stagno. Ai veri inizi (anni 1958/59) queste situazioni si verificavano e sempre con maggiore dimestichezza si ovviava all'inconveniente. Se un telluometro non funzionava correttamente doveva essere controllato, perciò vi era sistematicamente una procedura d'attuare per l'eliminazione del difetto previo la individuazione della causa (self finding procedure).

Le due unità dal 1959 circa, in poi sono divenute intercambiabili. Mi riferisco al successivo tipo MRA2. Ogni strumento poteva servire da principale (master) e da secondario (remote). Le letture potevano essere fatte a tutte e due le estremità della linea. In precedenza detto strumento MRA1 aveva le unità di energia transistorizzate (power-packs) non incorporate allo stesso strumento, ma con cassette all'esterno ed inoltre uno era principale, l'altro secondario. Per effetto della continua evoluzione e miglioramento voluto dalla casa costruttrice detto strumento MRA1 è stato dopo costruito con le citate unità d'energia incorporate, migliorandone l'estetica e la trasportabilità.

Riassumendo, quindi si può affermare che il telluometro MRA2 intorno agli anni 1961 circa, racchiudeva in se quasi tutti i miglioramenti apportati dalla casa costruttrice che gli conferivano una rapida utilizzazione anche in condizioni non facili del terreno e disturbi dovuti ai sobbalzi erano ridotti ad un minimo. Tra i due strumenti principale e secondario durante le misurazioni non devono esservi ostacoli, ma una linea relativamente libera da ostacoli fissi o in movimento come ad esempio rami di cammelli, pecore, o altri animali, affinché le micro-onde possano viaggiare indisturbate, per quanto gli operatori possano anche non vedersi l'un l'altro. Qualora si rendesse necessario, in zona molto piatta, si può elevare l'altezza della antenna parabolica dal piano di campagna, con una prolunga predisposta con tubazione speciale di altezza massima di m 4  $\sigma$  5. In questo

caso, vi è una lieve perdita di chiarezza d'immagine nel pannello di lettura dello strumento, ma in compenso è conveniente adottare detto accorgimento per superare gli ostacoli infrapposti. I due operatori possono comunicare tra di loro per mezzo di un sistema doppio di radio telefono incorporato. Gli operatori possono misurare gli angoli orizzontali e verticali (come in precedenza già citato), dopo le misurazioni telluometriche con teodoliti standard. Gli angoli verticali possono essere rilevati reciprocamente di giorno nella seguente maniera: terminate le misurazioni delle distanze con i telluometri come già detto, si posizionano rispettivamente nei due punti interessati A e B i teodoliti al loro posto, centrando bene i punti a terra previo il piombino ottico e misurando rispettivamente le due altezze strumentali verticali ( $h$  ed  $h_1$ ) da terra. Ora utilizzando il doppio radio telefono incorporato dei telluometri che sono stati lasciati appositamente molto vicini ai punti citati (il cavo elettrico avendo una certa lunghezza consente il movimento della cuffia), un operatore richiede all'altro di roteare lentamente lo specchietto circolare laterale d'illuminazione del cerchio verticale del proprio teodolite finché i raggi solari riflessi determinino una irradiazione circolare della luce dallo specchietto stesso, sempre più grande e percepibile visivamente anche ad occhio nudo dall'altro. Così bastava che il primo operatore dicesse al secondo, via radio telefono: la grandezza del cerchio luminoso che hai originato, sta bene così (approssimativamente  $\varnothing$  circa cm 20 oppure cm 30), non roteare più lo specchietto, per consentirgli dal proprio teodolite celermente, di eseguire al cerchio verticale le letture zenitali, centrando i fili del reticolo nel mezzo del diametro luminoso (creatosi così nell'altro punto) in prima e seconda posizione strumentale.

Il sistema telluometrico di misurazione delle distanze consente la sostituzione rapida di poligonalì per triangolazioni, permette la

trilaterazione e la misura diretta di linee invece della loro computazione da angoli. Detto sistema elettronico consente d'operare egualmente bene, sia con nebbia, pioggia, buio o luminosità. Il vento invece crea quasi sempre problemi. Ogni unità d'equipaggiamento telluometrica, prima della spedizione all'acquirente viene accuratamente verificata, tutte dette unità hanno una copertura assicurativa contro difetti, spedizione o materiale per un periodo di sei mesi. L'addestramento offerto gratuitamente agli acquirenti consente d'individuare l'inefficienza dell'equipaggiamento e d'eseguire riparazioni sul terreno. Qualora si rendesse necessaria una riparazione in laboratorio, "telluometro", con distributori dislocati in tutto il mondo è pronto ad offrire servizi. Ogni unità di sistema telluometrico comprende un pacchetto di pezzi di ricambio per un periodo di lavoro operativo di oltre 1000 ore. Il sistema telluometrico completo per la misurazione precisa delle distanze comprende i seguenti pezzi d'equipaggiamento:

- due unità elettroniche che possono essere usate con intercambiabilità come trasmittente (master) o ricevente (remote) con incorporate le unità d'energia transistorizzate. Dette unità (power packs) consistono tipicamente in un trasformatore, rettificatore filtro, per convertire il voltaggio dalla linea elettrica d'alimentazione o batteria, a quella richiesta;
- due sistemi di radiotelefono incorporati con cuffie.
- due robusti e stabili treppiedi;
- due pacchi di pezzi di ricambio da servire per 1000 ore d'operazione;
- due leggere borse con rinforzi in acciaio con confortevoli manici in cuoio imbottiti con gomma, per ben contenere i due strumenti.

In aggiunta a quanto già detto, necessita una batteria da 12 volts o 24 volts in accordo con la potenzialità attribuita dalla casa ad ogni unità, uno psicometro munito di cinghietta per ben maneggiarlo ed un barometro.



## **DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA DI MISURAZIONE DELLE DISTANZE**

I due telluometri vanno posizionati con precisione sul punto iniziale e quello finale ed orientati molto bene l'uno verso l'altro avvalendosi nel caso di non visibilità dell'azimut e reciproco, se conosciuto per la direzione, comunque, quando detto orientamento è ottimale nel pannello strumentale (in basso a destra) l'ago indicante il potenziale A.V.C. è al massimo. Le lettere AVC significano: controllo automatico di volume, corrispondente in lingua inglese ad (Automatic Volume Control). Esso è il reale controllo del segnale indicante la potenza ricevuta che è stata utilizzata per controllare l'incremento in potenza di detto segnale che è prodotto da un amplificatore "IF", frequenza intermedia, in inglese: (Intermediate Frequency). Questo amplificatore dà una equa costante emissione. In tutti i telluometri detto voltaggio è letto sul pannello indicatore che serve appunto ad indicare le potenze del segnale ricevuto che consentono d'orientare in maniera ottimale lo strumento uno verso l'altro. Detto citato termine "AVC" non è ora più nell'uso comune, ma si utilizzano le sigle "AGC" che corrispondono ad controllo d'incremento automatico, in lingua inglese: (Automatic Gain Control), che più precisamente descrive ogni tipo di controllo d'incremento automatico.

Ovviamente devono essere attuate delle operazioni di controllo e di simultanee azioni ad ambedue stazioni oltre al collegamento con la batteria d'alimentazione in buona carica. Non si trattano ora i dettagli di come si utilizza tale strumento (ciò fa parte dell'insegnamento che è un argomento a parte), ma si continua a spiegare in maniera semplice la procedura d'attuare partendo da una serie di letture e rilevamenti già ottenuti dal telluometro MRA1 nei due punti. L'impulso di microonde emesso dallo strumento trasmittente viene convertito in un segnale luminoso ben visibile

(verde) per la precisione, di forma circolare (mancante di un pezzetto con indicazione destrorsa). Detto segnale viene captato dall'apparecchio ricevente sul tubo a raggi catodici su cui l'operatore fa le letture per ottenere la distanza, previo una graduazione centesimale circolare in metri (coarse readings) ed un nonio per i centimetri (fine readings).

Di giorno, una sagoma tubolare di gomma appoggiata ad incastro sullo stesso pannello strumentale elimina la luce solare poiché consente di appoggiarvi anatomicamente bene la fronte con gli occhi all'interno di detto tubo di gomma al riparo dalla luce esterna, e rivolti verso il pannello luminoso. Durante la notte, l'illuminazione sul tubo a raggi catodici è a luce verde chiarissima e consente più agevolmente le letture. L'ordine di grandezza delle letture eseguite è il seguente:



Si evidenziano ora le posizioni simultanee che i due telluometri devono assumere per le misurazioni adottando varie frequenze.

| PRINCIPALE<br>(MASTER)                                   |          | SECONDARIO<br>(REMOTE)      |   |
|--|----------|-----------------------------|---|
| LETTURE GREZZE<br>(COARSE READINGS)<br>(metri)           | A        | A- avanti<br>A+ (forward)   | B |
| INIZIALE – FINALE  | B        | C                           | D |
|  | C        |                             |   |
|  | D        |                             |   |
| MISURE PRECISE (12)<br><br>FINE READINGS<br>(CENTIMETRI) | <b>A</b> | A+ avanti<br>A- (forward)   |   |
|  |          | A- indietro<br>A+ (reverse) |   |

ESPOSIZIONE DEL CALCOLO PER LA MISURAZIONE DELLA  
DISTANZA TRA IL PUNTO (A) ED IL PUNTO (B).

1° ESEMPIO COMPLETO  
STRUMENTO MRA1

Si espongono appresso, su un modello di registrazione da campo tutte le letture strumentali sul tubo a raggi catodici eseguite dagli operatori con i telluometri MRA1 nei punti (A) e (B) di cui si vuole ottenere la distanza (Pag.28)

In questo caso specifico si stima che detta distanza sia approssimativamente di circa 16 km. Questa preliminare conoscenza può derivare dalla lettura del contachilometri per avere in precedenza percorso il tratto in macchina, oppure rilevata graficamente da una mappa esistente, o valutata.

Come si vedrà in dettaglio in seguito riportato, se la distanza reale supera i 15 km o 10 miglia, al coefficiente misura grezza finale, (coarse reading final) ottenuto dalle letture e successive differenze rappresentato appunto da 13050,5 (che è il tempo impiegato dalle radioonde in millimicrosecondi a percorrere la distanza da (A) verso (B)), va anteposto (1). Per meglio chiarire: detto coefficiente è ora rappresentato così: (1) 13050,5 che è il tempo medio di transito corretto.

Si comprenderà meglio il significato, seguendo attentamente lo sviluppo del calcolo di seguito semplicemente sviluppato ed illustrato. Ved. Pag. 23, 24, 25, 26. .

NOTA:

Detto telluometro MRA1 nel 1957 circa, non era stato progettato con cristallo che mantenesse una costante temperatura intorno agli elementi elettronici vitali. Per cui come si vede dall'esempio numerico riportato, necessitava di correzione per le frequenze dei cristalli che era di + 8,8 parti per milione. Così applicato al caso in questione, si avrà:

$$\frac{113049,42}{x} = \frac{1.000.000}{8,8} \quad \text{da cui} \quad x = \frac{113049,42 \cdot 8,8}{1.000.000} = + 0,99$$

applicando questa correzione alla media del tempo di transito incorretto si avrà:

$$\begin{array}{rcl} & \text{MUS} & 113049,42 + \\ & & 0,99 = \\ \text{Tempo di transito corretto} \rightarrow & \text{MUS} & \boxed{113050,41} \end{array}$$

Nota:

Dal 1960 circa in poi, il telluometro denominato successivamente MRA2 veniva costruito con nuovi cristalli che mantenevano una costante temperatura intorno agli elementi elettronici vitali. Così detto nuovo sistema consentiva d'operare da  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  (sotto zero) fino a 120 Gradi Fahrenheit (+  $49\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

In questo modo non si rendeva più necessaria la compensazione per la già citata variazione di temperatura.

Determinazione dell'Indice di Rifrazione delle radio onde a mezzo di nomogramma (grafico).

**1° Esempio di calcolo**

Dalle osservazioni psicometriche dirette eseguite sul terreno e dalle tavole allegate, si sono ottenuti i già citati seguenti valori che vengono ora evidenziati:

(vedasi pertanto anche il foglio ove sono state registrate le letture tellurometriche e psicometriche).

| <b>Pressione Media Barometrica</b> | <b>Media Temperatura secca dell'aria</b>   | <b>Tensione di Vapore Medio dalla Tav. II</b>   |
|------------------------------------|--|---|
| <u>745,8</u>                       | <p><u>3,1 C (a)</u></p> <p><b>Media Temperatura Bagnata</b></p> <p>1,1 C (b)</p> <p><b>Differenza tra Temperatura Secca e Bagnata</b></p> <p><math>3,1 C - 1,1 C = 2</math></p> <p>(a-b)</p> | <p>3.9</p> <p>Ottenuto in Funzione della temperatura secca 3,1 e della differenza tra Temperatura secca e bagnata cioè 2, dalla tavola citata</p> |

Si utilizza ora la tav. 12 (vedasi pag. 32 indice di rifrazione delle radio onde, nomogramma sopra citato), in funzione dei dati sopra esposti e nel seguente modo:

- a. sul segmento verticale n° 1 con freccia a lato, in basso a sinistra del foglio che indica le temperature dell'aria in C° si riportano I (3,1) C°, marcandoli.

b. Sul segmento n° 4 che indica tensione di vapore in mm (vapour pressure mm) si contrassegna 3,9. I due punti così ottenuti e ben localizzati con detti riporti e cioè 3,1 ed 3,9 vanno ora congiunti con una linea che interseca il segmento n° 3 in un punto indicante l'equivalente pressione "E" in mm da cui si ricava il valore  $E = 69$ . Detto valore così ottenuto viene sommato al valore della pressione media e cioè avremo:

$$E = 69$$

$$P = 746$$

$$(P + E) = 815 \text{ Effettiva pressione in mm}$$

Utilizzando sempre il nomogramma stesso tav. 12 si riporti ora la temperatura 3,1 C sul segmento n° 1 ed (P+E) 815 sul segmento n° 5. Unendo adesso detti due punti con una linea si interseca il segmento n° 2 nel nuovo Punto N, ottenendo infine il valore grafico di 305 che è la componente numerica finale dell'indice di rifrazione richiesto (1.000....)

Per meglio chiarire vedasi il foglio di calcolo della distanza a pag 31 ove si ha:

$$\text{distanza } D = \frac{\frac{1}{2} \text{ velocità radio onde } X \text{ tempo di transito corretto}}{n \text{ (indice di rifrazione)}}$$

$$\text{Distanza } D = \frac{0,14989625 X T}{1.000305}$$



Determinazione analitica dell'indice di rifrazione delle radio onde.

**2° Esempio**

$$\text{Formula: } (n-1)10^6 = \frac{103,46}{273+t} (P+E)$$

$$\text{ove } E = \frac{4744}{273+t} \cdot e$$

t = temperatura dell'aria in °C

P = Pressione Barometrica in mm

e = Tensione di Vapore in mm

V = Velocità in Vacuo = 299792,5 km/sec

½ V = 149896,25 km/sec

$$\text{Calcolo: } E = \frac{4744}{273+t} \cdot e = \frac{4744}{273+3,1} \cdot 3,9 = \frac{18501,6}{276,1} = 67$$

$$(n-1)10^6 = \frac{103,46}{273+t} (P+E) = \frac{103,46}{273+3,1} (745,8+67) = \frac{103,46}{276,1} \cdot 812,8 =$$

$$\frac{84092,288}{276,1} = 304,57$$

$$(n-1)10^6 = \frac{103,46}{273+t} (P+E) \text{ da cui: } n-1 = \frac{\frac{103,46}{273+t} (P+E)}{10^6} \text{ e quindi si avrà:}$$

$$n = \frac{\frac{103,46}{273+t} (P+E)}{10^6} + 1$$

procedendo e,

Ricordando il risultato dell'equazione già ottenuto sopra e cioè  $(n-1) 10^6 = 304,57$ , sviluppando si avrà:

$$n-1 = \frac{304,57}{10^6} \text{ quindi } n = \frac{304,57}{10^6} + 1 \text{ quindi,}$$

$$n = \frac{304,57}{1000000} + 1 = 0,00030457+1 \text{ da cui,}$$

$n = 1,00030457$  indice di rifrazione ottenuto analiticamente.

Dimostrazione pratica ed analitica della introduzione dell'appropriato coefficiente da anteporre al "misura grezza finale" (coarse final readings) in funzione delle distanze tra i (2) punti per l'ottenimento delle stesse.

$\frac{1}{2}$  Velocità radio onde x tempo di transito **Aprossimato** = distanza **appross.**  
(in millimicro secondi)

|  |                |                |  |
|--|----------------|----------------|--|
| <p style="transform: rotate(-90deg);">0.14989625</p> <p style="transform: rotate(-90deg);">Coefficienti da anteporre alla "misura grezza"<br/>(Coarse Final Reading)</p> | 30052,729      | = 4.504,789 m  | <p>Fino a km 15 non si antepone nulla</p> <p style="text-align: center;">↓ 15 km</p> <p>Da km 15 fino a km 29.976 si antepone ①</p> <p style="text-align: center;">↓ 29.976 km</p> <p>Da km 30 fino a km 44.965 anteporre ②</p> <p style="text-align: center;">↓ Km 44.965</p> <p>Da km 44.965 in poi anteporre ③</p> <p style="text-align: center;">↓</p> |
|  | 90052,729      | = 13.498,571 m |  |
|  | 99952,729      | = 14.982,534 m |  |
|  | 100052,729     | = 14.997,522 m |  |
|  | 110052,729     | = 16.496,484 m |  |
|  | 150780,000     | = 22.601,349 m |  |
|  | 199980,000     | = 29.976,242 m |  |
|  | 209000,000     | = 31.328,305 m |  |
|  | 299900,000     | = 44.953,870 m |  |
|  | 300000,000     | = 44.968,860 m |  |
| 309900,000   | = 46.452,830 m |                |  |
| 399900,000   | = 59.943,490 m |                |  |

Ricapitolazione coefficienti da anteporre alla Misura Grezza Finale (Coarse Final Readings):

Coefficienti corretti da anteporre  
alla misura grezza finale

fino a km 15 : NULLA

Da km 15 ÷ km 29.976 : si antepone

Da km 30 ÷ km 44.965 : si antepone

Da km 44.965 in poi : si antepone

↓  
**1** .99980,00

**2** .99900,00

**3** .00000,00

FOGLIO DI REGISTRAZIONE  
DA CAMPO PER TELLUROMETRI

TELLUROMETER FIELD SHEET

STAZ. PRINCIPALE (MASTER STATION) A INST. No. HRA1 150 OPERATOR A. V.  
 (REMOTE STATION) B INST. No. HRA1 151 OPERATOR G. C.  
 STAZ. SECONDARIA  
 DATE MARZO 1959 CONDITIONS BUONE  
 TIME 12<sup>h</sup>.00 VENTO DA OVEST FORZA 3-4

COARSE READINGS

INIZIALE (MIS. GREZZA)

|      |                  |                       |  |
|------|------------------|-----------------------|--|
|      | Initial          | Final                 |  |
| A+48 | A+48 A+48 A+48   | A+50 A+50 A+50 A+50   |  |
| B 35 | C 17 D 43.5 A-52 | B 37 C 19.4 D 46 A-49 |  |
| 13   | 31 4.5 96 ÷ 2    | 13 30.6 04 101 ÷ 2    |  |
|      | 48               | 50.5                  |  |

COARSE FIGURE

MET. READINGS

TEMP. DIFF. 2-6      16 Km.      SI ANTERIORE OLTRA 2      15 Km.      TENSIONE DI VAPORE

|                                       | Crystal Temp. | Dry Bulb °C | Wet Bulb °C | Dep. °C | Dew. Point | Vap. Pres. | Baro. Rdg. ins. | Baro. Correct ins. | Cor'ed Baro. ins. | Baro. Serial No. |
|---------------------------------------|---------------|-------------|-------------|---------|------------|------------|-----------------|--------------------|-------------------|------------------|
| PRINCIPALE INIZIALE<br>Master Initial | 38.5          | 2.4         | 1.          | 1.4     |            |            |                 |                    | 741               | Master           |
| Final                                 | 38.5          | 2.6         | 0.          | 2.6     |            |            |                 |                    | 741.25            |                  |
| SECONDARIO INIZIALE<br>Remote Initial |               | 3.6         | 1.7         | 1.9     |            |            |                 |                    | 750.5             | Remote           |
| Final                                 |               | 3.8         | 1.7         | 2.1     |            |            |                 |                    | 750.5             |                  |
| SOMMA<br>Sum                          | 77            | 12.4        | 4.4         | 8       |            |            |                 |                    | 2983.25           |                  |
| MEDIA, Mean                           | 38.5          | 3.1         | 1.1         | 2       |            | 3.9        |                 |                    | 745.8             |                  |

mm.

FINE READINGS

|    | Freq. Dial | A+ A- | A+R A-R | Mean Diff. | Fine Reading | Master | A.V.C. Remote |
|----|------------|-------|---------|------------|--------------|--------|---------------|
|    |            | 48.8  | 00      |            |              | 50     | 51            |
| 1  | 7          | 50.8  | 01.8    | 98.1 ÷ 2   | 49.05        |        |               |
|    |            | 98    | 98.2    |            |              |        |               |
| 2  | 8          | 49.8  | 01      | 99.9 ÷ 2   | 49.95        |        |               |
|    |            | 50.0  | 01      |            |              |        |               |
|    |            | 99.8  | 100     |            |              |        |               |
| 3  | 9          | 48.2  | 99.8    | 97.5 ÷ 2   | 48.75        |        |               |
|    |            | 51    | 02      |            |              |        |               |
|    |            | 97.2  | 97.8    |            |              |        |               |
| 4  | 10         | 50    | 01      | 100 ÷ 2    | 50.          |        |               |
|    |            | 50    | 01      |            |              |        |               |
|    |            | 100   | 100     |            |              |        |               |
| 5  | 11         | 49.2  | 01.8    | 99.3 ÷ 2   | 49.65        |        |               |
|    |            | 50.2  | 02.2    |            |              |        |               |
|    |            | 99.0  | 99.6    |            |              |        |               |
| 6  | 12         | 48.4  | 99.8    | 97.1 ÷ 2   | 48.55        |        |               |
|    |            | 51.4  | 02.6    |            |              |        |               |
|    |            | 97.0  | 97.2    |            |              |        |               |
| 7  | 13         | 50.2  | 01.2    | 100.6 ÷ 2  | 50.3         |        |               |
|    |            | 49.2  | 01      |            |              |        |               |
|    |            | 101.0 | 100.2   |            |              |        |               |
| 8  | 14         | 47.4  | 99.6    | 95.8 ÷ 2   | 47.9         |        |               |
|    |            | 51.8  | 03.6    |            |              |        |               |
|    |            | 95.6  | 96.0    |            |              |        |               |
| 9  | 15         | 49.4  | 02      | 99.9 ÷ 2   | 49.95        |        |               |
|    |            | 49.6  | 02      |            |              |        |               |
|    |            | 99.8  | 100     |            |              |        |               |
| 10 | 16         | 49.   | 01.8    | 99.2 ÷ 2   | 49.6         |        |               |
|    |            | 50    | 02.4    |            |              |        |               |
|    |            | 99    | 99.4    |            |              |        |               |
| 11 | 17         | 48    | 00      | 97. ÷ 2    | 48.5         |        |               |
|    |            | 51    | 03      |            |              |        |               |
|    |            | 97    | 97      |            |              |        |               |
| 12 | 18         | 50    | 03      | 101.6 ÷ 2  | 50.8         |        |               |
|    |            | 48.8  | 01      |            |              |        |               |
|    |            | 101.2 | 102     |            |              |        |               |

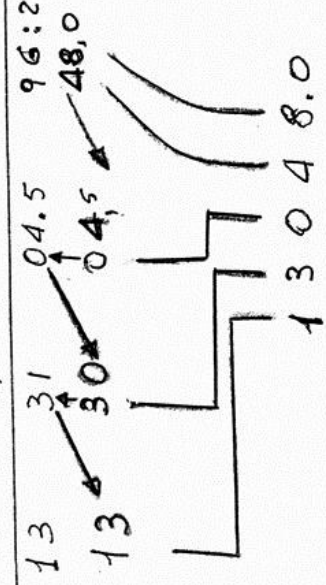
MEDIA ARITMETICA  
49.42  
593.0 ÷ 12

(COARSE READING)

DETERMINAZIONE DELLA MISURA GREZZA FINALE, ESPRESSA IN FORMA SCHEMATICA.

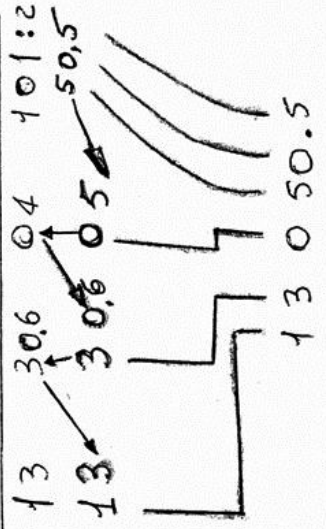
INITIAL

A+ 48 A+48 A+48 A+48  
 B 35 C 17 D 43.5 A-52



FINAL

A+50 A+50 A+50 A+50  
 B 37 C 19.4 D 46 A-49



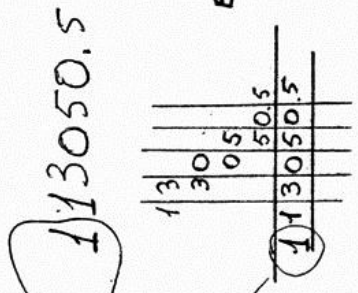
NOTA: LA LETTURA "MISURA GREZZA FINALE" PUÒ ESSERE RIFATTA PER CONFERMARE SE NECESSARIO PER DISCORDANZE RILEVANTI CON QUELLA INIZIALE.

APPROX. DISTANCE

DISTANZA APPROSSIMATA 16 Km.

(COARSE FIGURE FINAL)  
 MISURA GREZZA FINALE

OLTRE 15km  
 OPPURE 10 ML S. <  
 SI ANTEPONE (1)



ESPOSIZIONE  
 SEMPLIFICATA

COARSE READING  
MISURA GREZZA

FINAL

A+ 84 A+ 84 A+ 84 A+ 84  
B 34 C 75 D 11 A- 24

50      09      73      160:2  
50      07      78      80.0



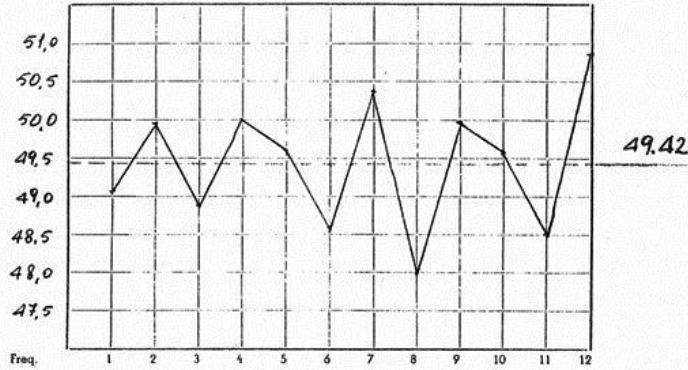
5 0 7 80,0 1° caso  
5 0 6 80,0 2° caso

\* ESEMPIO PRATICO: IN QUESTO CASO PARTICOLARE È OPPORTUNO RIFARE TOTALMENTE LA LETTURA MISURA GREZZA FINALE (COARSE READING). LA CIFRA (7) SOPRA EVIDENZIATA PUÒ ESSERE ANCHE (6) POICHÉ NEL PRIMO CASO LA DIFFERENZA TRA 78 E SOPRASTANTE 73 È UGUALE A (5). NEL SECONDO CASO LA DIFFERENZA TRA 68 E 73 È UGUALMENTE (5). PERCIÒ SI RIFÀ L'INTERA SEQUENZA DELLA MISURA GREZZA FINALE PER CONFERMA.

FOGLIO DI CORREZIONE TELLUROMETRICO

TELLUROMETER REDUCTION SHEET

MASTER STATION: A INST. No. HEAL: 150  
 REMOTE STATION: B INST. No. HEAL: 151  
 TRANSIT TIME COARSE FIGURE: 113050.5 mus



Mean Uncorrected Transit Time: 113049.42 mus  
 \* Crystal Freq. Correction Factor: PIÙ 8.8 PARTI PER MILIONE  
 Corrected Transit Time: 113050.41 mus

**REFRACTIVE INDEX (Indice di rifrazione)**

| Media             | Temp. Media   | Bulbo bagnato | Media tensione vapore |
|-------------------|---------------|---------------|-----------------------|
| Mean Baro. Press. | Mean Temp (A) | Wet Bulb (B)  | Mean Vap.             |
| 745,8             | t = 3,1° C    | t' = 1,1° C   | 3,9                   |

Detta tavola (II) è intitolata: "Water Vapour Pressure" (F in mmHg) corrispondente in Italiano a: Tensione di vapore dell'acqua.

A - B = Diff = 2)  
 Dalla tavola n° (11) temper. Aria in centigradi 3,1 , con abbinato(2) che è la diff. tra la temp. Secca e bagnata, si ottiene la tensione di vapore del valore 3,9.  
Tensione di vapore (termine fisico) pressione di un corpo o vapore imprigionati. La pressione di un dato saturato vapore è funzione della sola temperatura.

Velocità delle Radio Onde 299792,5 Km/s

Calcolo della distanza:

$$\text{DISTANCE } D = \frac{1}{2} \text{ Velocity} * (\text{Corrected Transit Time})/n$$

$$0,14989625 * 113050,41 / 1,000305 =$$

= 16.940.665 m

n = 1.000305  
 Per comprendere come si ottiene l'indice n di rifrazione sopra indicato vedere i particolari illustrati nel calcolo grafico, analitico ed il nomogramma.

Detta distanza è inclinata, a causa delle differenti quote del terreno ai due punti estremi della linea. Gli operatori possono determinare le quote dei due punti oppure l'angolo verticale con il teodolite e ridurre la misura all'orizzontale (altre correzioni: curvatura e rifrazione terrestre.)



TAV. 12

INDICE DI RIFRAZIONE DELLE RADIOONDE

REFRACTIVE INDEX OF RADIO WAVES

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{I} \quad t + v_0 P P^2 = \rightarrow E \\ \text{II} \quad E + (P+E) = \rightarrow N \end{array} \right.$$

FORMULA :  $(n-1)10^6 = \frac{103.46}{273+t} (P+E)$

where  $E = \frac{4744}{273+t} e$

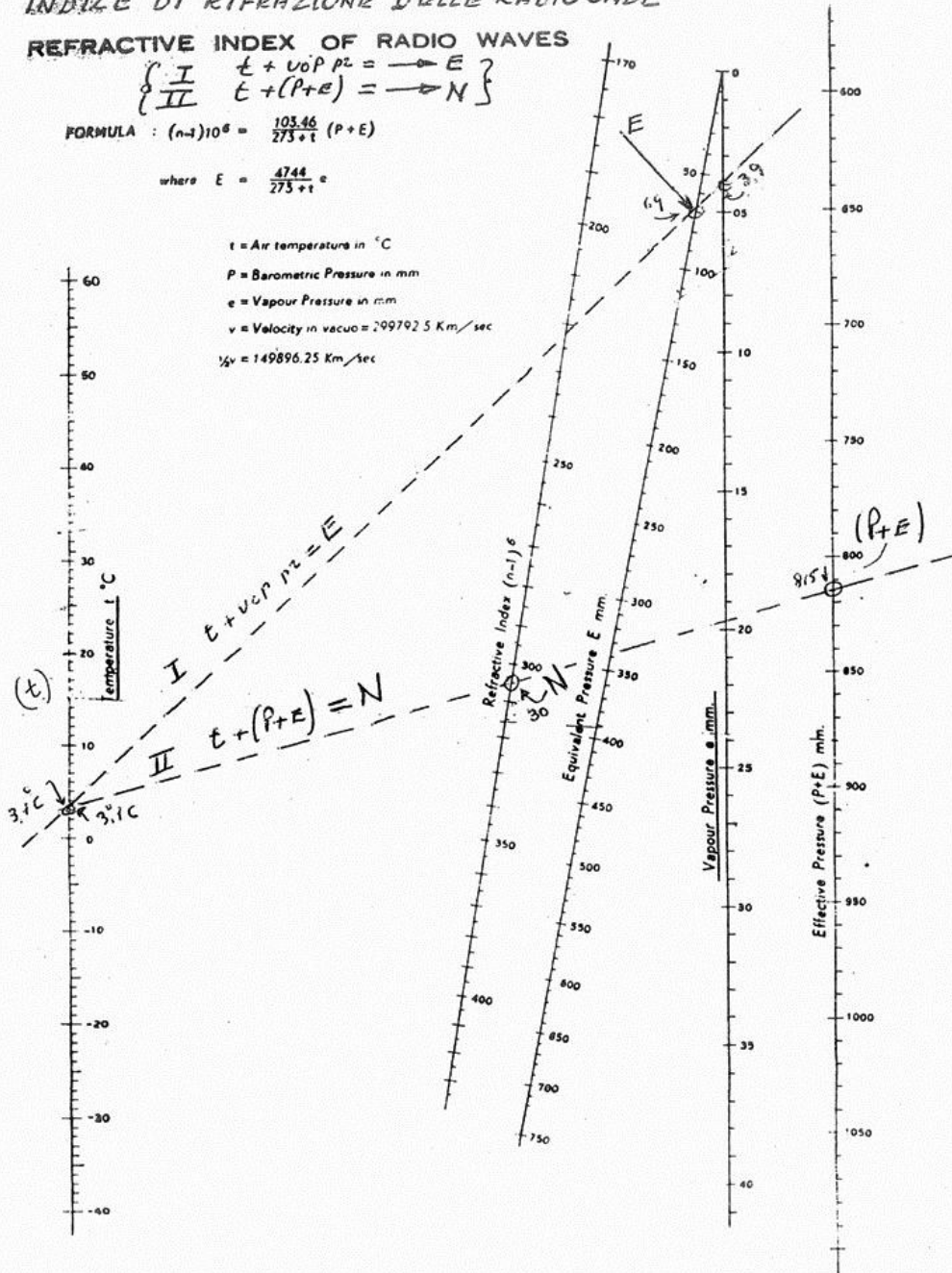
t = Air temperature in °C

P = Barometric Pressure in mm

e = Vapour Pressure in mm

v = Velocity in vacuo = 299792.5 Km/sec

$\frac{1}{2}v = 149896.25 \text{ Km/sec}$



126

(mm 750.06 = 1000 mb)

↑  
1

↑  
2

↑  
3

↑  
4

↑  
5





## SECONDA PARTE

# ISTRUZIONI OPERATIVE PER LO STRUMENTO TELLUROMETRO MRA2

## **ISTRUZIONI OPERATIVE PER IL TELLUROMETRO MRA2 CONTROLLO DELLO STRUMENTO. AZIONE SIMULTANEA AD AMBEDUE STAZIONI.**

1. Collocare lo strumento sul treppiede.
2. Rimuovere la parte frontale svitando le apposite viti a testa alata ed anche il meccanismo del coperchio di montaggio del riflettore parabolico a lato dello strumento per mezzo del tiraggio di una leva che libera detto coperchio.
3. Rimuovere il riflettore e l'antenna, che sono mantenute con sicurezza all'interno del coperchio frontale per mezzo di un congegno speciale, previo rotazione dell'impugnatura della testa del manico in senso anti-orario fino a che il pulsante del braccio a molla coincida con la lunga scanalatura. Tirare l'impugnatura della testa del manico fino al limite della scanalatura, poi girare in senso anti-orario fino a che il pulsante del braccio a molla sia fermamente innestato nella scanalatura laterale. Sganciare l'antenna dalla sua molla di fissaggio e ritirare il riflettore dell'antenna. Proteggere l'antenna mentre il riflettore viene fissato nella posizione di funzionamento.
4. Fissare il riflettore nella sua posizione di funzionamento sul lato dello strumento previo inserimento dei pioli appositi che lo bloccano con un meccanismo ad azione veloce.
5. Collegare l'antenna propriamente nelle prese pronte per il funzionamento con gli interruttori L.T ed H.T in posizione "off".
6. Collegare la batteria da 12 volt con il cavo di alimentazione avendo cura di verificare la polarità di conseguenza la lampadina "oven cycle" dovrebbe accendersi.

7. Rimuovere la cuffia del microfono dalla posizione di movimento e connettere nella presa “phone”.
8. Posizionare il riflettore approssimativamente nella direzione della linea richiesta.
9. Commutare su “L.T” dovrebbe di conseguenza sentirsi un sibilo proveniente dall'alimentazione del transistor.
10. Trascorsi 30 secondi commutare su “H.T.”.
11. Girare l'interruttore di commutazione “Meter Selector” su “Reg”.  
Lecture sul misuratore (quadrante con lancetta e graduazione  $\mu$  A) al di sotto di 20  $\mu$  A indicano batteria scarica o difetto di collegamento con il cavo di alimentazione.
12. Muovere l'interruttore misura-parla su “misura”. Girare l'interruttore meter selector su “Mod”, poi girare l'interruttore schema di commutazione su ogni posizione A.B.C. e D. Nelle posizioni A.B e C, la lettura nel pannello “Switched Meter dovrebbe essere 40  $\mu$  A e nella posizione D 36  $\mu$ .
13. Ruotare l'interruttore “Reflector tune” di controllo per avere il picco massimo di corrente del cristallo. Questo assicura che il Clitron (tubo elettronico) sta oscillando e che il miscelatore del cristallo sta operando.
14. Commutare l'interruttore “Misura-Parla” su “Parla” e verificare se v'è un rumore acustico nelle cuffie.
15. Controllare il tubo a raggi catodici per la presenza di un punto luminoso e controllare l'operazione di movimento “X Shift” ed “Y Shift” con lo spostamento dei relativi commutatori ed anche quelli di messa a fuoco e controllo della brillantezza.

16. Controllare che “Il controllo del reticolo” vari la brillantezza dell’illuminazione del reticolo e che l’illuminazione di controllo del pannello operi soddisfacentemente.
17. Ruotare l’interruttore “Switch meter” su AVC. Controllare che la lampadina dell’ “Oven Cycle” si sia accesa almeno una volta. Gli strumenti sono ora pronti per operare.

| <b>AZIONE ALLA STAZIONE<br/>PRINCIPALE (MASTER)</b>   | <b>AZIONE ALLA STAZIONE<br/>SECONDARIA (REMOTE)</b>  |
|---|--|
| 18. Cercare approssimativamente su una rotazione del “Cativity Tune” (interruttore che consente il cambio di frequenze) usando uno specifico punto di partenza se 2,00 è usato come punto di partenza alla stazione secondaria (remote), la posizione approssimativamente sarà tra 1.3 e 1.7. Tutte le sintonizzazioni devono essere fatte alla stazione principale (master) soltanto. Usare sempre la più bassa frequenza del “cativity tune”. | 18. Collocare nel quadrante del Cativity Tune uno specifico punto di partenza (2,00) controllare che nel quadrante di “Crystal Current” è ancora al massimo previo aggiustamento dell’interruttore “Reflector tuning” di controllo. Controllare il quadrante “AVC meter” e rispondere alla chiamata dalla stazione principale quando AVC è al massimo. |
| 19. Ricerca della direzione per ottenere una lettura “AVC” massima (Osservazione: ciò corrisponde ad orientare l’antenna dello strumento esattamente con l’Azimuth se conosciuto tra A e B).  | 19. Ricerca della direzione per ottenere una lettura “AVC” massima (Osservazione: ciò corrisponde ad orientare l’antenna dello strumento con il reciproco Azimuth tra B ed A).   |
| 20. Controllare le letture “Regulator e AVC” ed annotare le letture della stazione “Remote” e principale per ragioni di riferimento se considerato necessario.  | 20. Trasmettere le letture regulator ed AVC alla stazione principale quando viene richiesto.   |

| <b>AZIONE ALLA STAZIONE<br/>PRINCIPALE (MASTER)</b>   | <b>AZIONE ALLA STAZIONE<br/>SECONDARIA (REMOTE)</b>   |
|---|---|
| <p>21. Portare l'interruttore su "Measure" e nella posizione A. Aggiustare il cerchio previo movimento dell'interruttore "Circle Amplitude Control" fino ad ottenere un ragionevole diametro.</p>   | <p>21. Portare l'interruttore su "Measure" e nelle posizioni A+F.</p>   |
| <p>22. Controllare l'aggiustamento del cerchio (sul tubo a raggi catodici) previa rotazione degli interruttori: brillantezza, fuoco, movimento ascissa X, movimento ordinata Y, ampiezza e controllo della forma. Muovere micrometricamente il sintonizzatore "Cavity tune" per ottenere una apprezzabile interruzione nel cerchio (colorazione verde) l'apparecchiatura è ora pronta per iniziare la misurazione.</p>  | <p>22. Verificare la presentazione dell'immagine sullo schermo previo aggiustamento con gli interruttori: brillantezza, fuoco, movimento X (laterale), movimento Y (verticale).</p>   |
| <p>23. Commutare l'interruttore su "parlare" (speak) ed istruire l'operatore della stazione "secondaria" (remote) che le "misure grezze" (coarse readings) ora devono essere prese in un determinato ordine (A-F, A+F, B,C,D) commutare l'interruttore su "Misurare" (measure). Dato che ogni lettura presa va annotata su appositi fogli da campo, dare impulso "misura-parla" commutando con la levetta segnalando che è richiesta un'altra "misurazione grezza" coarse readings. Fare seguire B,C,D con l'interruttore "Cristallo selettore" del principale (master). Per quanto possibile le misure grezze (coarse readings) dovrebbero essere prese senza risintonizzare il Cavity tune. Al completamento della lettura D commutare indietro sul cristallo A e controllare che la "misure grezze" (coarse readings) sia registrata soddisfacentemente e prendere la misura grezza.</p> | <p>23. All'istruzione "misura grezza" (coarse readings) andare su "misura" (measure) e mentre il principale (master) da istruzioni, commutare su A-F, e dopo la sparizione dell'impulso sul "CRT" tubo a raggi catodici oppure della tonalità nelle cuffie, commutare su A+F. Commutare dopo su B,C ed D in sequenza. Al completamento della lettura D andare indietro su A+F ed attendere successive istruzioni.</p> |

| <b>AZIONE ALLA STAZIONE<br/>PRINCIPALE (MASTER)</b>  | <b>AZIONE ALLA STAZIONE<br/>SECONDARIA (REMOTE)</b>  |
|--|--|
| <p>24. Istruire la stazione secondaria (remote) a prendere le letture metereologiche iniziali. Annotare il numero di serie del barometro. Alla stazione principale (master) prendere le letture del barometro del termometro asciutto e bagnato (con la calzettina inumidita con acqua). Annotare queste letture ed anche quelle della stazione secondaria (remote).</p>   | <p>24. Quando richiesto dalla stazione principale (master), prendere le letture metereologiche iniziali. Prendere le letture del barometro, le temperature del termometro asciutto e bagnato per quest'ultimo roteare previo impugnatura del manico il bulbo bagnato fino che la lettura relativa si stabilizza. Riportare le letture alla stazione principale (master).</p> |
| <p>25. Istruire la stazione secondaria (remote) che ora vanno prese le letture precise (fine readings) su A+F, A-F, A-R, A+R. Prendere le letture dell'AVC. Dopo avere annotato ogni lettura dare l'impulso all'interruttore "misura-parla" per segnalare alla stazione secondaria (remote) di cambiare alla successiva posizione. Al completamento delle quattro letture andare su "parla" (speak). Ogni paio di letture avanti (forward) e reversibili (reverse) vanno prese senza risintonizzare.</p> | <p>25. Quando istruito per le letture precise (fine readings) come segnale chiave ricevuto commutare su A+F, A-F, A-R, A+R in questo ordine. Riferire all'altra parte l'AVC come istruito ad ogni frequenza di lettura precisa (fine readings).</p>  |
| <p>26. Istruire la stazione secondaria (remote) a cambiare frequenza 0,50 più su. Risintonizzare il dispositivo di controllo "Accordo a cavità" (Cavità tuning control). Prendere una ulteriore serie di 4 letture precise (fine readings).</p>  | <p>26. Cambiare frequenza come ordinata dalla stazione principale (master) e riferire a questa le nuove letture AVC. Andare sulla procedura "letture precise" (fine readings) su questa frequenza.</p>   |
| <p>27. Ripetere "letture precise" (fine readings) fino a che si completano letture per 12 frequenze consecutive adottate.</p>  | <p>27. Interagire commutando come istruito ad ogni collocamento di nuova frequenza.</p>  |

| <b>AZIONE ALLA STAZIONE<br/>PRINCIPALE (MASTER)</b>  | <b>AZIONE ALLA STAZIONE<br/>SECONDARIA (REMOTE)</b>   |
|--|---|
| 28. Prendere una "misura grezza" (coarse readings) finale come controllo incrociato.   | 28. Andare sulla procedura "misura grezza" (coarse readings).   |
| 29. Prendere le letture metereologiche finali ed annotare queste con quelle prese dalla stazione "secondaria" (remote).  | 29. Riferire indietro alla stazione principale (master) le letture metereologiche finali.   |
| 30. Esaminare le letture e se non vi sono problemi, istruire la stazione "secondaria" (remote) ad iniziare di nuovo la procedura come indicata al n° 18 con l'interscambio di operazioni tra principale (master) e secondario (remote).  | 30. Su istruzioni della stazione principale (master) iniziare la procedura di nuovo come indicata al n° 18 con l'interscambio di operazioni tra principale (master) ed secondaria (remote). |
| 31. Dopo aver finito questa procedura d'interscambio delle voci dalla n° 18 alla n° 29, esaminare le letture e se non vi sono problemi, istruire la stazione secondaria (remote) a chiudere. Dare l'impulso di chiusura (off) prima per <b>[H.T.]</b> e dopo per <b>[L.T.]</b> . | 31. Attendere l'istruzione di chiusura finale dalla stazione principale (master) dopodiché dare l'impulso di chiusura per primo ad <b>[H.T.]</b> e dopo a <b>[L.T.]</b> .                   |

## TELLUROMETRI

### Procedimento di Reperimento Guasti

#### In generale

Se un tellurometro non funziona correttamente tutte le letture ottenute da visualizzazioni ed informazioni dello schermo del tubo a raggi catodici andrebbero controllate, seguito da una sistematica procedura di eliminazione, per localizzare la fonte del guasto.

Quando vi è un guasto ed una valvola o componente sono sospetti, sostituire i pezzi riparabili per sospetta inservibilità. Il principale processo



che dovrebbe essere adottato nella procedura di ritrovamento guasti è quello della eliminazione.

Non viene qui esposta tutta la completa procedura citata, poiché non attinente.

# TERZA PARTE

## ESPOSIZIONE DEL CALCOLO PER LA MISURAZIONE DELLA DISTANZA TRA IL PUNTO (C) ED IL PUNTO (D)

### 2° ESEMPIO COMPLETO STRUMENTO MRA2

#### SISTEMA TELLUROMETRICO

*LETTURE STRUMENTALI E PSICOMETRICHE*

*ESEGUITE DAGLI OPERATORI*

## LETTURE DEI BAROMETRI

In questo caso sono stati usati n° 2 barometri il k 360 ed il k 160. Per tararli sono state eseguite numerose letture dei due barometri sopra citati e comparati con quelle di un barometro fisso di base con valori accertati.

Conseguentemente, è stata redatta per ognuno dei due barometri in dotazione, uno per il telluometro master ed uno per il telluometro remote, una tabella con fattori accertati di correzione che vengono apportati durante la fase di calcolo alle letture barometriche prese sul posto, contemporaneamente all'inizio e fine del rilevamento telluometrico.

### DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI RIFRAZIONE DELLE RADIO ONDE A MEZZO DI NOMOGRAMMA (GRAFICO) 1° ESEMPIO DI CALCOLO.

Dalle osservazioni psicometriche dirette eseguite nel campo, e dalle tavole allegate, si sono ottenuti i già citati seguenti valori che vengono così evidenziati.

| <b>PRESSIONE MEDIA<br/>BAROMETRICA IN MM</b> | <b>MEDIA TEMPERATURA<br/>SECCA DELL'ARIA</b>  | <b>TENSIONE DI VAPORE MEDIO<br/>DALLA TAVOLA II</b>   |
|--|---|---|
| 761,5  | 21°,7 (a)<br>Media Temperatura Bagnata.<br>16.1 (b)<br>Differenza tra la temperatura<br>secca e bagnata<br>$21^{\circ},7 - 16^{\circ},1 = 5^{\circ},6$<br>(a-b) | 10,9<br>Valore ottenuto in funzione<br>della temperatura secca 21°,7<br>e della differenza tra<br>temperatura secca e bagnata e<br>cioè 5°,6,dalla tavola citata. |

Si utilizza ora la tav. 12 (vedasi pag. 51 indice di rifrazione delle radio onde, numogramma sopracitato) in funzione dei dati sopraesposti e nel seguente modo:

- a. sul segmento verticale n° 1 con freccia a lato a sinistra del foglio che indica le temperature dell'aria in C° si riportano I 21°,7 marcandoli sulla scala dei valori;
- b. sul segmento n° 4 che indica la tensione di vapore (vapour pressure) in mm si contrassegna il valore 10,9.

I due punti così ottenuti e ben localizzati con detti riporti e cioè 21,7 ed 10,9 vanno ora congiunti con una linea che interseca il segmento n° 3 in un punto indicante l'equivalente pressione "E" in mm da cui si ricava il valore "E"=177. Detto valore così ottenuto graficamente viene sommato al valore della pressione media e cioè avremo:

$$E = 177$$

$$P = 761,5$$

$(P + E) = 938,5$  effettiva pressione in mm

Utilizzando sempre il nomogramma stesso tav. 12 si riporti la temperatura 21,7 sul segmento n° 1 ed  $(P+E) = 938,5$  sul segmento n° 5. Unendo adesso detti due punti riportati (21,7) ed (938,5) si interseca il segmento n° 2 nel nuovo punto N, ottenendo in fine il valore grafico di 328 che è la componente numerica finale dell'indice di rifrazione richiesto n 1,000328. Per meglio chiarire vedasi il foglio di calcolo della distanza D pag. 50 ove si ha:

$$\text{Distanza } D = \frac{1/2 \text{ velocità radio onde } \times \text{ tempo di transito}}{n \text{ (indice di rifrazione)}}$$

$$\text{Distanza } D = \frac{0,14989625 \times T}{1,000328}$$

Determinazione analitica dell'indice di rifrazione delle radio onde.

$$\text{Formula: } (n-1)10^6 = \frac{103,46}{273+t} (P+E)$$

$$\text{ove } E = \frac{4744}{273+t} \cdot e$$

t = temperatura dell'aria in C°

P = pressione barometrica in mm

e = tensione di vapore in mm (vapour pressure)

V = velocità in vacuo = 299792,5 km/sec

½ V = 149896,25 km/sec.

Calcolo:

$$E = \frac{4744}{273+21,7} \cdot 10,9 = \frac{51709,6}{294,7} = \boxed{175} = E$$

$$(n-1)10^6 = \frac{103,46}{273+21,7} (P+E) = \frac{103,46}{294,7} \cdot 761,5 + 175 =$$

$$(n-1)10^6 = \frac{103,46}{294,7} \cdot 936,5 = \frac{96890,29}{294,7} = \boxed{328,78}$$

$$(n-1)10^6 = \frac{103,46}{273+t} (P+E); n-1 = \frac{\frac{103,46}{273+t} (P+E)}{10^6}$$

$$n = \frac{\frac{103,46}{273+t} (P+E)}{10^6} + 1; (n-1) 10^6 = 328,78$$

$$n-1 = \frac{328,78}{10^6} \text{ da cui } n = \frac{328,78}{10^6} + 1 = \frac{328,78}{1.000.000} + 1$$

$n = 0,0003287 + 1$  quindi:

$n = \boxed{1,0003287}$  indice di rifrazione ottenuto analiticamente (corretto).

**Tabella di Conversione da Gradi Centigradi C° a Fahrenheit F°**

| °C  | °F  | °C | °F  |
|-----|-----|----|-----|
| -30 | -22 | 15 | 59  |
| 29  | 20  | 16 | 61  |
| 28  | 18  | 17 | 63  |
| 27  | 17  | 18 | 64  |
| 26  | 15  | 19 | 66  |
| -25 | -13 | 20 | 68  |
| 24  | 11  | 21 | 70  |
| 23  | 9   | 22 | 72  |
| --  | --  | 23 | 73  |
| -1  | +30 | 24 | 75  |
| 0   | 32  | 25 | 77  |
| +1  | 34  | 26 | 79  |
| 2   | 36  | 27 | 81  |
| 3   | 37  | 28 | 82  |
| 4   | 39  | 29 | 84  |
| 5   | 41  | 30 | 86  |
| 6   | 43  | 31 | 88  |
| 7   | 45  | 32 | 90  |
| 8   | 46  | 33 | 91  |
| 9   | 48  | 34 | 93  |
| 10  | 50  | 35 | 95  |
| 11  | 52  | 36 | 97  |
| 12  | 54  | 37 | 99  |
| 13  | 55  | 38 | 100 |
| 14  | 57  | 39 | 102 |
|     |     | 40 | 104 |
|     |     | 41 | 106 |
|     |     | 42 | 108 |
|     |     | 43 | 109 |
|     |     | 44 | 111 |

TELLURIMETER FIELD SHEET : FOLGIO DI REGISTRAZIONE DA CAMPO PER TELLURIMETRO

MASTER STATION: 41-3 INST No. HRA2 181 OPERATOR G.G.  
 REMOTE STATION: 41-2 INST No. HRA2 180 OPERATOR Y.G.  
 DATE 2/5/61 CONDITIONS (N.W. WIND) VENTO, N.O  
 TIME 16:16.10 (STRONG) FORTE

COARSE READINGS

INIZIALE MIS. GRGZZA Initial Final  
 COARSE FIGURE A+54 A-54 A+54 A-54 A+55 A-55 A+55 A-55  
 0.30052.5 B. 25 C. 53 D. 48 A- 49 B. 26 C. 54 D. 49 A- 48  
 29 01 06 103.2 29 01 06 107.2  
 30 00 05 52.5 30 00 05 53.5  
 Coarse Figure = 030.053.5

MET. READINGS

|                     | Temp. ASCIUTTO (DRY) | Approx. Distance Bagnato (a-b) |             | Dew. Point | Vap. Pres. | Baro. Redg. ins. | Baro. Correct ins. | Cor'ct'd Baro. ins. | Baro. Serial No. |             |
|---------------------|----------------------|--------------------------------|-------------|------------|------------|------------------|--------------------|---------------------|------------------|-------------|
|                     |                      | (a) °C                         | Wet Bulb °F |            |            |                  |                    |                     |                  | (b) °C      |
| PRINCIPALE INIZIALE | 22.0                 | 72.0                           | 63.0        | 17.0       | 5.0        | 12.0             | 761.0              | +1                  | 762              | Master K360 |
| Final               | 22.0                 | 72.0                           | 62.0        | 16.5       | 5.5        | 11.3             | 761.0              | +1                  | 762              |             |
| SECONDARIO INIZIALE | 21.5                 | 71.0                           | 60.0        | 15.5       | 6.0        | 10.2             | 758.0              | +3                  | 761              | K160 Remote |
| Final               | 21.5                 | 71.0                           | 60.0        | 15.5       | 6.0        | 10.2             | 758.0              | +3                  | 761              |             |
| SOMMA Sum           | 87.0                 |                                |             |            |            | 49.7             |                    |                     | 3046             |             |
| MEDIA Mean          | 21.7                 |                                |             |            |            | 10.9             |                    |                     | 761.5            |             |

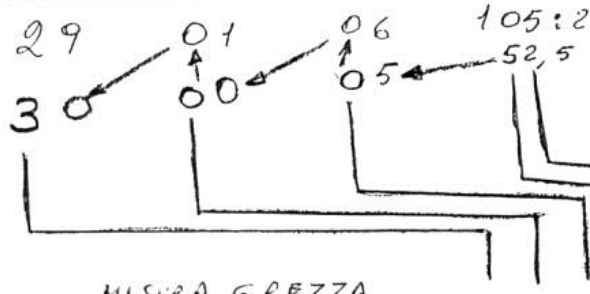
FINE READINGS

| Freq. Dial | A+ | A+k | A-k | Mean Diff. | Fine Reading | Master | A.V.C. | Remote |
|------------|----|-----|-----|------------|--------------|--------|--------|--------|
|            | 54 | 01  |     |            |              |        |        |        |
| 1          | 48 | 06  | 97  | 04         | 105.0        | 52.50  |        |        |
|            | 54 | 02  |     |            |              |        |        |        |
| 2          | 49 | 05  | 97  | 05         | 105.0        | 52.50  |        |        |
|            | 54 | 02  |     |            |              |        |        |        |
| 3          | 48 | 07  | 97  | 05         | 106.0        | 53.00  |        |        |
|            | 54 | 02  |     |            |              |        |        |        |
| 4          | 48 | 06  | 97  | 05         | 105.5        | 52.75  |        |        |
|            | 54 | 01  |     |            |              |        |        |        |
| 5          | 48 | 06  | 97  | 04         | 105.0        | 52.50  |        |        |
|            | 54 | 02  |     |            |              |        |        |        |
| 6          | 48 | 06  | 96  | 06         | 106.0        | 53.00  |        |        |
|            | 54 | 01  |     |            |              |        |        |        |
| 7          | 48 | 06  | 96  | 05         | 105.5        | 52.75  |        |        |
|            | 54 | 01  |     |            |              |        |        |        |
| 8          | 48 | 06  | 97  | 04         | 105.0        | 52.50  |        |        |
|            | 54 | 01  |     |            |              |        |        |        |
| 9          | 48 | 07  | 97  | 05         | 106.0        | 53.00  |        |        |
|            | 54 | 02  |     |            |              |        |        |        |
| 10         | 49 | 06  | 97  | 05         | 105.5        | 52.75  |        |        |
|            | 54 | 02  |     |            |              |        |        |        |
| 11         | 49 | 05  | 97  | 05         | 105.0        | 52.50  |        |        |
|            | 54 | 02  |     |            |              |        |        |        |
| 12         | 48 | 07  | 97  | 05         | 106.0        | 53.00  |        |        |

MEDIA  $\checkmark$  632.75 : 12  
 $\checkmark$  52.729

INIZIALE  
(INITIAL)

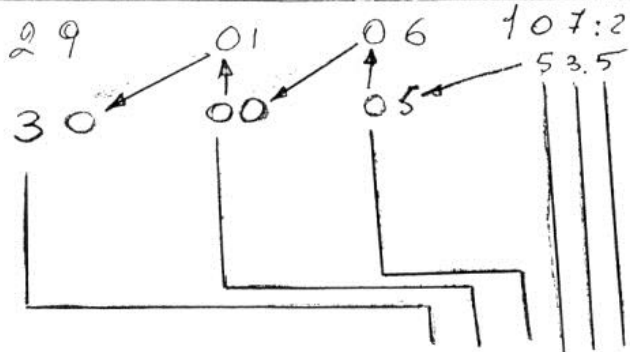
A + 54    A + 54    A + 54    A + 54  
B 25    C 53    D 48    A - 49



MISURA GREZZA  
COARSE FIGURE 30 05 2,5

FINALE  
(FINAL)

A + 55    A + 55    A + 55    A + 55  
B 26    C 54    D 49    A - 48

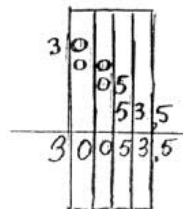


COARSE FIGURE 30 05 3,5

(MISURA GREZZA)

NOTA: LA "MISURA GREZZA FINALE"  
PUO' ESSERE RIFATTA PER CONFERMA  
SE NECESSARIO, PER DISCORDANZE  
RILEVANTI CON QUELLA INIZIALE.

ESPOSIZIONE  
SEMPLIFICATA →



DETERMINAZIONE DELLA "MISURA GREZZA"  
FINALE.  
ESPRESSA IN FORMA SCHEMATICA



In detto foglio vengono evidenziate le misurazioni delle temperature dell'aria in centigradi e fahrenheit ed inoltre le correzioni dei barometri.

Nota:

In questo caso si hanno a disposizione n°2 termometri di cui uno esprime i valori in centigradi e l'altro in fahrenheit, si utilizza una tabella per la conversione dei valori reciproci.

I barometri necessitano ciascuno di correzioni per riportare i valori ottenuti sulla stessa base.

**TELLUROMETER FIELD SHEET**      **FOGLIO DI REGISTRAZIONE DA CAMPO PER TELLUROMETRO**

MASTER STATION: 41-3      INST. No. HRA2 181      OPERATOR G.G.  
 REMOTE STATION: 41-2      INST. No. HRA2 180      OPERATOR V.G.  
 DATE 2/5/61      CONDITIONS (N.W. WIND) VENTO N.O.  
 TIME 16<sup>h</sup>-16<sup>h</sup>.10      (STRONG) FORTE

**COARSE READINGS**

| Initial |        |        |        | Final  |        |        |        |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| A+      | A+     | A+     | A+     | A+     | A+     | A+     | A+     |
| B.....  | C..... | D..... | A..... | B..... | C..... | D..... | A..... |

Coarse Figure = .....

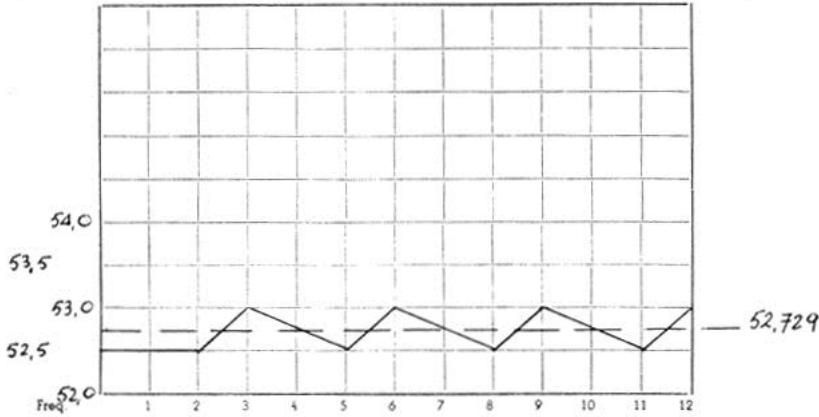
| MET. READINGS  | TEMP. ASCIUTTO |         | TEMP. ASCIUTTO |         | Approx. Distance |            | Dew. Point | Vap. Pres. | Baro. Red. ins. | Baro. Correct ins. | Cor'ct'd Baro. ins. | Baro. Serial No. |
|----------------|----------------|---------|----------------|---------|------------------|------------|------------|------------|-----------------|--------------------|---------------------|------------------|
|                | (a) °C         | Bulb °F | Wet Bulb °F    | Dep. °C | Bar. (a-b)       | Bar. (a-b) |            |            |                 |                    |                     |                  |
| Master Initial | 22.0           | 72.0    | 63.0           | 17.5    | 50               | 50         | ✓ 42.0     | 761.0      | + 1             | 762                | Master<br>K 360     |                  |
| Master Final   | 22.0           | 72.0    | 62.0           | 16.5    | 55               | 55         | ✓ 41.3     | 761.0      | + 1             | 762                |                     |                  |
| Remote Initial | 21.5           | 71.0    | 60.0           | 15.5    | 6.0              | 6.0        | ✓ 40.2     | 758.0      | + 3             | 761                | Remote<br>K 160     |                  |
| Remote Final   | 21.5           | 71.0    | 60.0           | 15.5    | 6.0              | 6.0        | ✓ 40.2     | 758.0      | + 3             | 761                |                     |                  |
| Sum            | 87.0           |         |                |         |                  |            | 43.7       |            |                 | 3046               |                     |                  |
| Mean           | 21.7           |         |                |         |                  |            | 10.9       |            |                 | 761.5              |                     |                  |

**FINE READINGS**      **A**      **B**      **A-B**

Foglio di correzione tellurometrico

TELLUROMETER REDUCTION SHEET

MASTER STATION: 41-3 INST. No. MEA2-181  
 REMOTE STATION: 41-2 INST. No. MEA2-180  
 TRANSIT TIME COARSE FIGURE: 0.300535 m us



Mean Uncorrected Transit Time: 0.300535 m us  
 Crystal Freq. Correction Factor:  
 Corrected Transit Time: 0.30052729 m us

REFRACTIVE INDEX (Indice di rifrazione)

| Media Barom. | Temp. Media asciutto | Media Temp. bulbo bagnato | Media tensione vapore |
|--------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Mean Baro.   | Dry Mean Temp (A)    | Mean Wet BulB (B)         | Mean Vap. Press.      |
| 761,5        | t = 21,7° C          | t' = 16,1° C              | 10,9                  |

Detta tavola (II) è intitolata: "Water Vapour Pressure" (F in mmHg) corrispondente in Italiano a: Tensione di vapore dell'acqua.

Diff (A - B) (21,7-16,1) = 5,6 C.  
 Dalla tavola n° (11) in funzione della media temperatura secca aria (21,7) con abbinato (5,6) che è la diff tra la temp. secca e bagnata., si ottiene la tensione di vapore del valore 10,9.

Tensione di vapore (termine fisico) pressione di un corpo o vapore imprigionati. La pressione di un dato vapore saturato è funzione della sola temperatura.

Velocità delle Radio Onde 299792,5 Km/s

Calcolo della distanza:

$$\text{DISTANCE } D = \frac{1}{2} \text{ Velocity} * (\text{Corrected Transit Time})/n$$

$$0,14989625 * 30052,729 / 1.000329 =$$

= 4503,308 m

n = 1.000329  
 Per comprendere come si ottiene l'indice n di rifrazione sopra indicato vedere i particolari illustrati nel calcolo grafico, analitico ed il nomogramma.

Detta distanza è inclinata, a causa delle differenti quote del terreno ai due punti estremi della linea. Gli operatori possono determinare le quote dei due punti oppure l'angolo verticale con il teodolite e ridurre la misura all'orizzontale (altre correzioni: curvatura e rifrazione terrestre.)

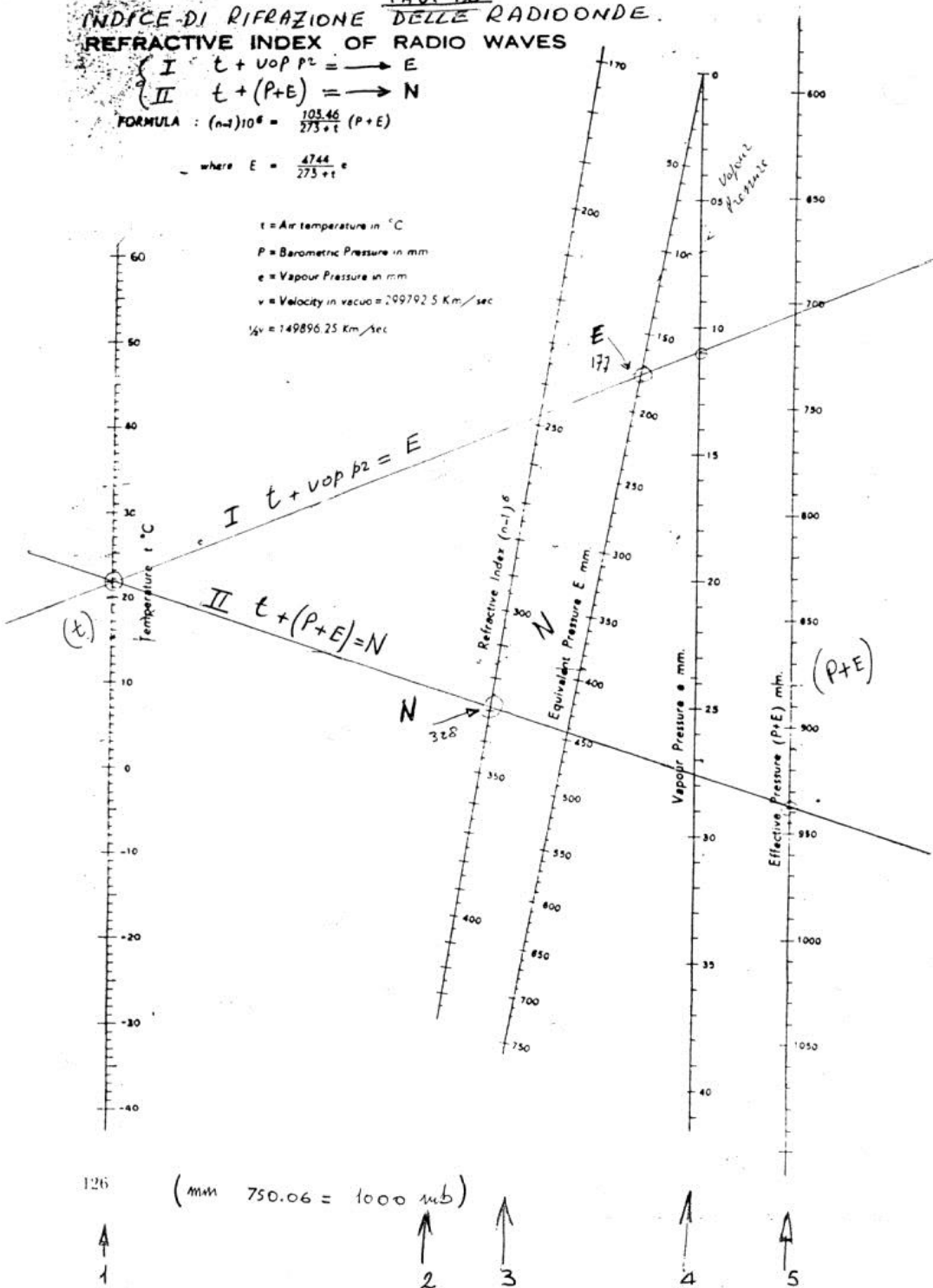
TAV. 12  
**INDICE DI RIFRAZIONE DELLE RADIOONDE.**  
**REFRACTIVE INDEX OF RADIO WAVES**

(I)  $t + v_0 P^2 = E$   
 (II)  $t + (P+E) = N$

FORMULA :  $(n-1)10^6 = \frac{103.46}{273+t} (P+E)$

where  $E = \frac{4744}{273+t} e$

$t$  = Air temperature in °C  
 $P$  = Barometric Pressure in mm  
 $e$  = Vapour Pressure in mm  
 $v$  = Velocity in vacuo = 299792.5 Km/sec  
 $v_0 = 149896.25$  Km/sec



126

(mm 750.06 = 1000 mb)

BULBO ASCIUTTO DRY BULB

TAVOLA II. TABLE II. WATER VAPOUR PRESSURES (F, IN mm Hg)

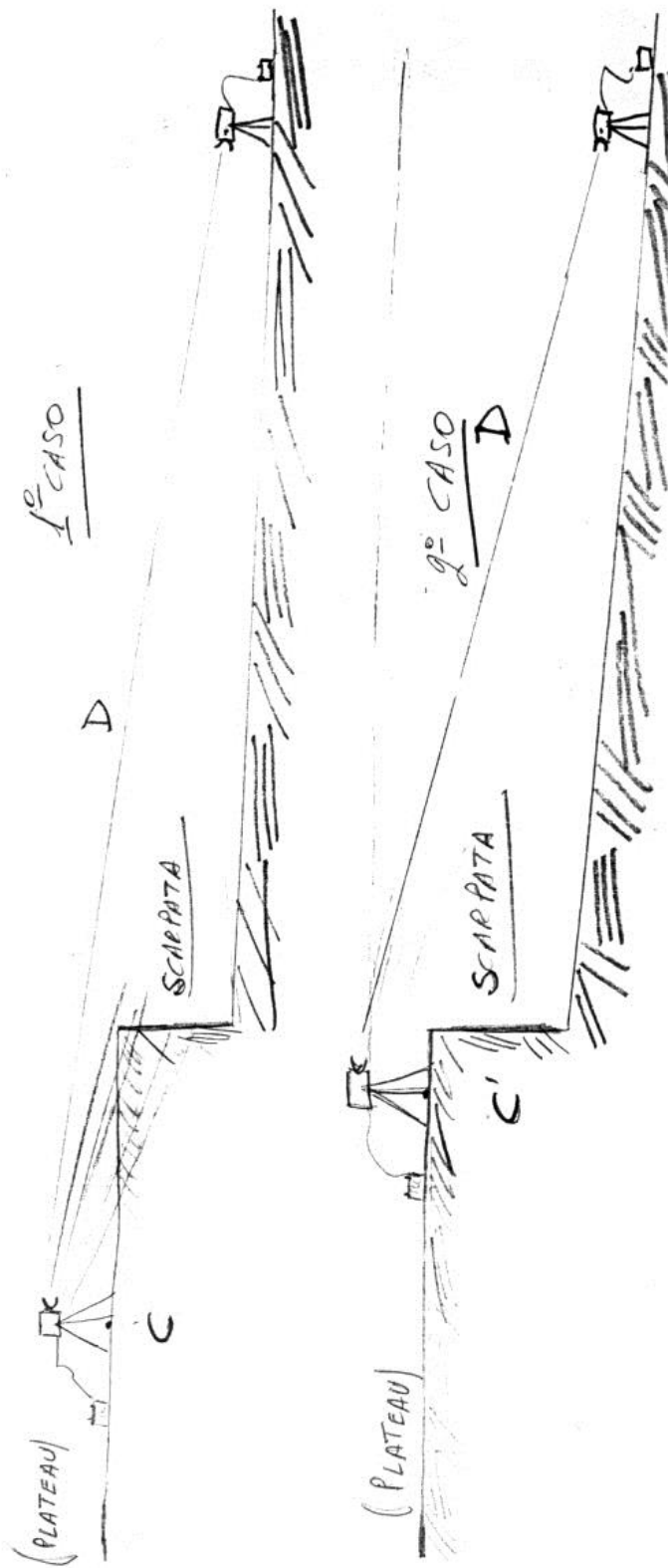
Table with columns for Air Temp (OC) and Deposition of Wet Bulb (OC). It contains numerical data for differences between dry and wet bulb temperatures, ranging from -10 to 50 degrees Celsius.

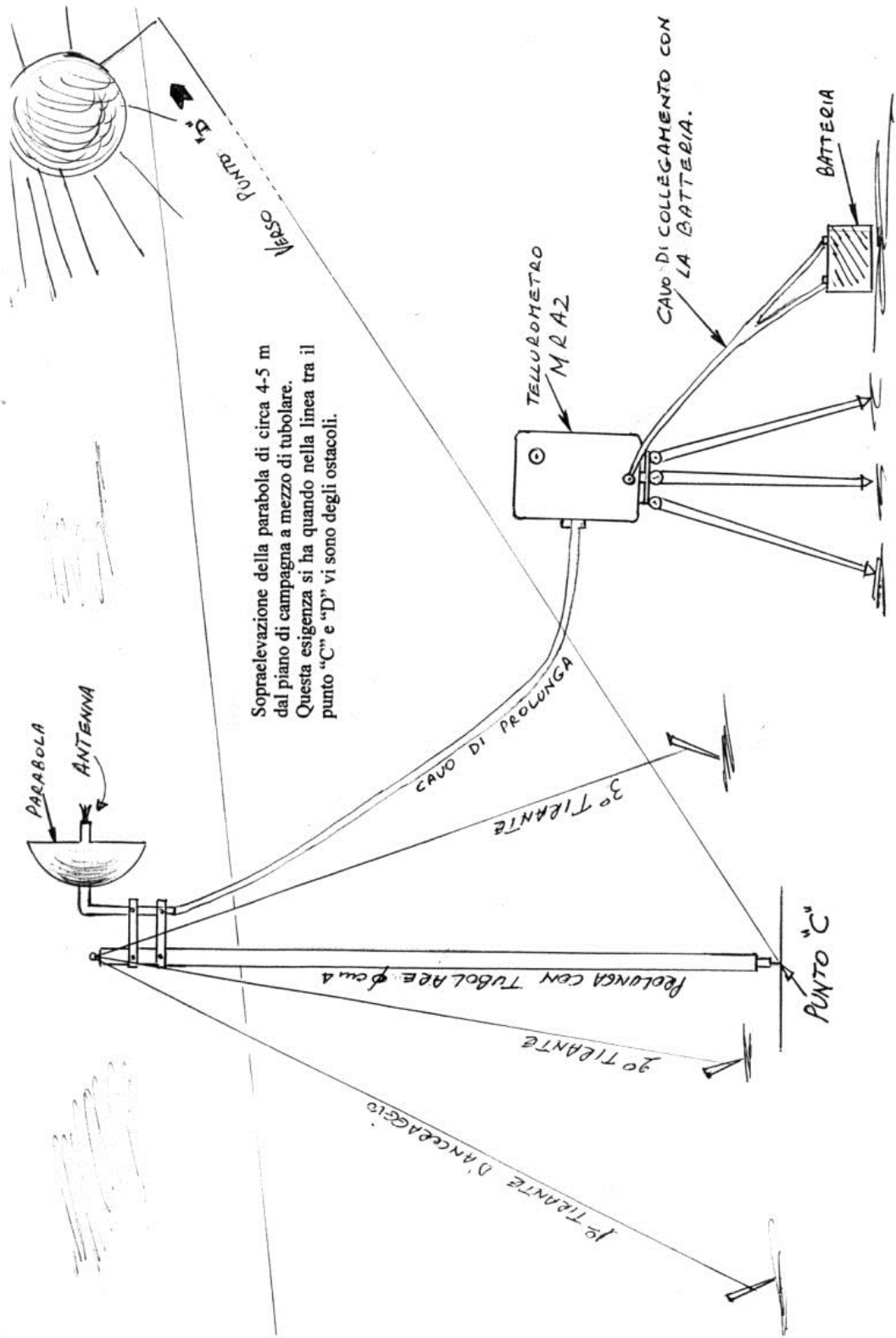
(05498)

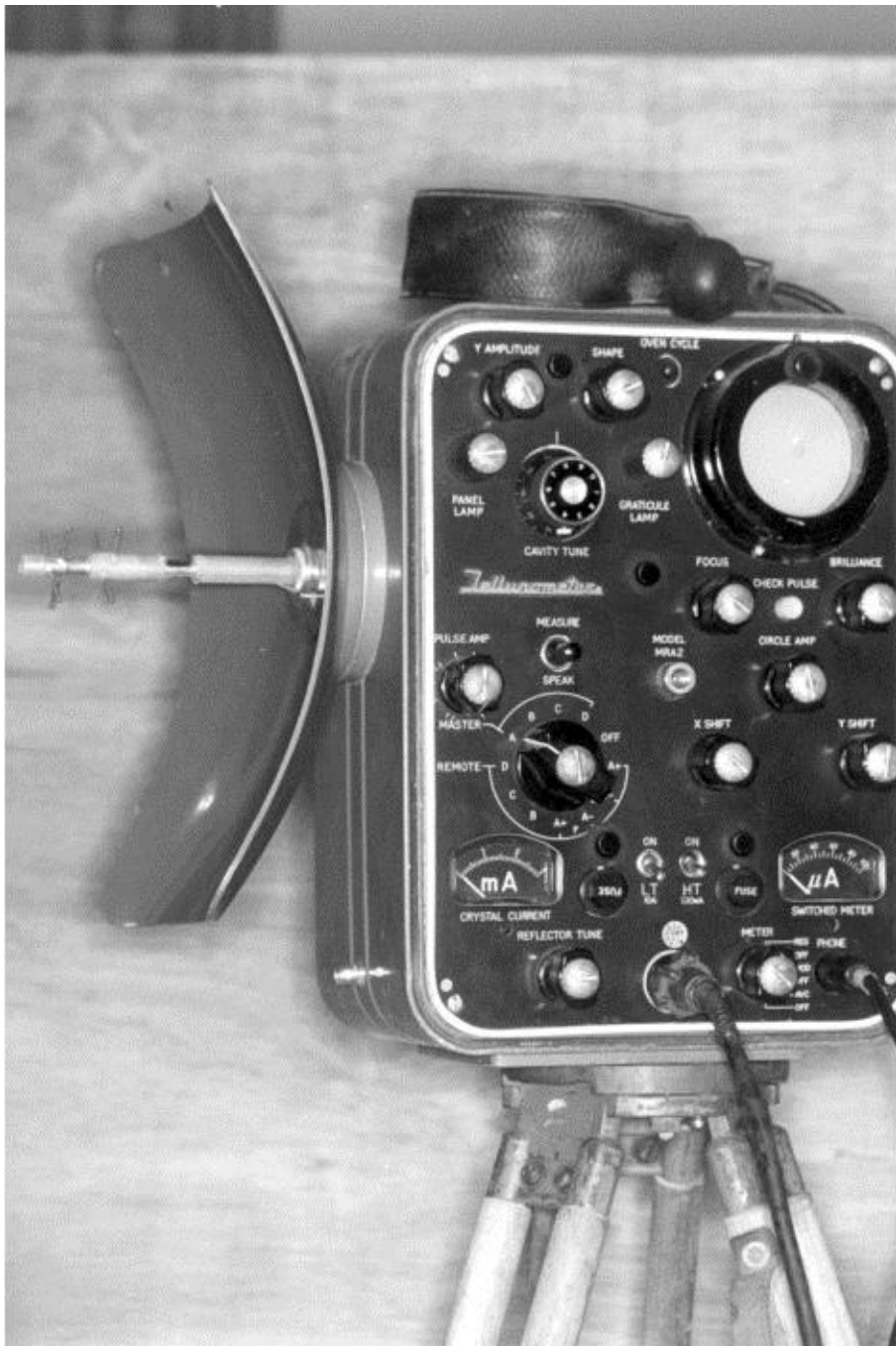
NOTA: LE TEMPERATURE DELL'ARIA SUL POSTO, SI PRENDONO CON UN TERMOMETRO A MULINELLO. LA PRIMA TEMPERATURA È QUELLA CON IL BULBO ASCIUTTO. LA SECONDA TEMPERATURA CON IL BULBO BAGNATO ROTANDO IL TERMOMETRO A MULINELLO CITATO FINO A QUANDO LA DIMINUIZIONE SI ARRESTA, RIMANENDO COSTANTE.



Si evidenzia in questo schema una situazione ricorrente nelle misurazioni tellurometriche.  
Nel 1° caso: si hanno dei problemi per cattiva riflessione delle radionde e difficoltà nell'eseguire le  
letture (da evitare). **C**  
Nel 2° caso: la ubicazione del punto "C'" è ottimale, detta posizione è ottenuta per tentativi.







*APPARECCHIO TELLUROMETRO MRA2*





MRA2 (IN DETTAGLIO)



SUPERAMENTO DI OSTACOLI - 1° METODO



SUPERAMENTO DI OSTACOLI -  
2°METODO



OPERAZIONI DI MISURAZIONI SUL TERRENO

**Altri strumenti di precisa misurazione elettronica delle distanze** che si sono sviluppati successivamente e da citare sono i seguenti:

A) Strumento WILD DI 50 DISTOMAT con portata da 100m a 50 km. con accuratezza di misurazione dipendente dalle condizioni atmosferiche.

Detto sistema è basato sul principio della misurazione del tempo di transito delle onde elettromagnetiche. Il tempo rilevato dalla misurazione è convertito automaticamente nello strumento, in distanza.

Tale strumento è prodotto dalla partecipazione di due case costruttrici: Wild Heerbrugg LTD ed Albiswerk Zurich LTD.

B) Strumento Hewlett-Packard HP 3810A total station con portata 1600/1700 metri, completo, a lettura diretta automatica. Esso consente di misurare l'angolo zenitale poiché dotato di un dispositivo a gravità per cui è possibile misurare elettronicamente e visualizzare il valore del citato angolo zenitale. Utilizzando un altro sistema elettro-ottico all'infrarosso, si misurano le distanze. Perciò tale strumento è pertanto considerato un eccellente distanziometro-teodolite per tutte le applicazioni topografiche. La casa costruttrice è la Hewlett/HP/Packard.

C) Altri strumenti topografici con prestazioni particolari, in continua evoluzione progettati e costruiti da molteplici aziende internazionali e nazionali e qui non segnalati.

La continua ricerca ed evoluzione rapida nel campo della produzione di detti strumenti tecnologicamente avanzati ed gli ottimi risultati conseguiti, sono stati l'elemento principale che ha permesso ed introdotto la transizione dal vecchio sistema basilare incancellabile a quello moderno sofisticato, costruito essenzialmente sulle sue fondamenta.

Attualmente il sistema "GPS", come già detto in precedenza, offre al mercato una vasta gamma di soluzioni innovative, con metodi precisi e

produttivi. In particolare la linea dei sensori Serie 500 che è dotata della moderna tecnologia che eliminando disturbi di tipo elettromagnetico, consente una ottima ricezione del segnale dei satelliti ed una misurazione estremamente precisa e sicura. Si cita ad esempio il sensore GPS Leica che si può collegare a personal computer ed all'ufficio, a camere fotogrammetriche aeree e terrestri, ecoscandagli e permette una valutazione completa del rilevamento, poiché fornisce altri dati necessari, contemporaneamente.

Concludendo, detta tecnologia costituisce il futuro (già iniziato) dei metodi di rilevamento topografici. Sono già operativi in Italia reti di stazioni "GPS" di posizionamento in tempo reale che miglioreranno tutte le metodologie esistenti. Si renderà necessario però integrare a ciò, la conoscenza specifica del computer a tutti i tecnici operatori.

Osservazioni: Nel rapporto originale redatto nel maggio 1958 dall'inventore del telluometro dott. Mr. T. L. Wadley dell'Istituto di Transazione d'Ingegneria Elettrica del Sud Africa era stato osservato a mezzo di controlli fatti da una precisa base geodetica un errore nel valutare la velocità della luce. Da quel momento in poi, molti metodi di misurazione della velocità (c) della luce si sono sviluppati. Il risultato è che tutti gli scienziati attualmente, sia per la topografia che per il "GPS" si basano sul valore della velocità della luce (c) di 299.792.458,00 metri per secondo. È interessante notare che i calcoli "GPS" ora, necessitano di una correzione per la "relatività". Ciò avviene per le differenti velocità dei satelliti in rapporto alla stazione di misurazione ricevente.

# INDICE

## PARTE PRIMA

|  |    |
|--|----|
| Strumento MRA1   |    |
| Sistema Tellurometrico.....  | 4  |
| Descrizione della procedura di misurazione delle distanze.....                                 | 17 |
| Esposizione del calcolo per la misurazione della distanza tra il punto (A) e il punto (B)..... | 20 |

## PARTE SECONDA

|  |    |
|--|----|
| Strumento MRA2   |    |
| Istruzioni operative per il tellurometro MRA2 – controllo dello strumento – azione simultanea ad ambedue stazioni..... | 34 |
| Procedimento di reperimento guasti strumentali.....  | 40 |

## PARTE TERZA

|   |    |
|---|----|
| Strumento MRA2  |    |
| Esposizione del calcolo per la misurazione della distanza tra il punto (C) ed il punto (D)..... | 42 |
| Lecture dei barometri   |    |
| Determinazione dell'indice di rifrazione delle radio onde con metodo grafico.....               | 43 |
| Determinazione analitica dell'indice di rifrazione delle radio onde.....                        | 44 |
| Tabella di conversione da gradi centigradi a fahrenheit.....                                    | 46 |
| Esposizione del foglio di registrazione da campo per tellurometro.....                          | 47 |
| Determinazione della misura grezza iniziale e finale.....                                       | 48 |

|   |       |
|---|-------|
| Esposizione del foglio dove vengono registrate le misurazioni delle temperature dell'aria espresse in centigradi e fahrenheit e correzioni dei barometri..... | 49    |
| Esposizione del foglio di correzione telluometrico e calcolo della distanza.....  | 50    |
| Tavola dell'indice di rifrazione delle radioonde.....   | 51    |
| Tavola della tensione di vapore dell'acqua.....   | 52    |
| Tavola della tensione di vapore dell'acqua e correzione per pressione barometrica.....  | 53    |
| Disegni illustrativi schematici.....  | 54-55 |
| Particolare del telluometro MRA2.....   | 56-57 |
| Superamento di ostacoli 1° e 2° metodo.....   | 58-59 |
| Operazioni di misurazione sul terreno.....  | 60    |
| Citazione di altri strumenti di precisa misurazione elettronica delle distanze ed osservazioni.....   | 61-62 |