

Laboratori Nazionali di Frascati

LNF - 53/66  
3.11.1953.

C. Canarutto: RELAZIONE SULLA VISITA A VARIE DITTE  
FORNITRICI DI STRUMENTI ELETTRICI DI MISURA.-

RELAZIONE SULLE VISITE COMPIUTE DALL'ING. CANARUTTO  
I GIORNI 27 E 28 OTTOBRE '53 PRESSO VARIE DITTE FOR  
NITRICI DI STRUMENTI ELETTRICI DI MISURA.- =====

1-0 Generalità.-

Scopo dei colloqui era quello di accertare le possibilità esistenti di prevedersi di strumenti elettrici di misura utili per compiere misure di tensione nel campo di  $10^{-3}$  +  $3,10^2$  Volt in c.a.

1-1 A queste scopo sono state visitate le seguenti Ditte:

Ing. Vianello - Via Crivelli 16 - Milano

Ing. Beletti - P.za Trento 8 - Milano

I.C.E. - Viale Abruzzi 38 - Milano (indicata da Beletti)

Ing. Terra (SELO) - Via Teodosio 70 - Milano

Allecchie & Bacchini (DEAR) - Galleria del Corso 4 - MILANO

C.G.S. - Via Marsala 16 - Monza ( della quale sono stati visitati i laboratori ed alcuni reparti)

Elettromeccanica Lombarda (Ing. Grugnola-Solari) - Viale E.Marelli 15-Sesto S.Giovanni.-

Inoltre si pensa utile visitare in un secondo tempo le seguenti ditte:

Vogte Malanca - Viale Lombardia 50 - Milano (rappresentante della Erdb-Tüben)

Rappresentante della Hartmann e Braun (di cui ancora non si conosce l'indirizzo)

Precision - Via P.Calvi 18 - Milano (produttore di strumenti da pannelle)

1-2. Nel corso di questi colloqui si è accertato che per misurare tensioni alternate di valore inferiore al Volt con una precisione di alcuni per cento sono possibili due soluzioni: a) Voltmetro a valvola; b) potenziometro in c.a.

2-1. Voltmetri a valvola.-

Nel colloquio con l'Ing. Terra è stato chiarito che non è molto difficile costruire un voltmetro a valvola che possa leggere  $10^{-3}$  V con una precisione e costanza nel tempo del 2%; molte più complesse - invece - sarebbe raggiungere la precisione del 1/2%. Il problema nel nostro caso sarebbe ulteriormente semplificato in quanto il campo di frequenza entro cui dovrebbe funzionare lo strumento è particolarmente ristretto (30-50 Hz). La SELO potrebbe costruire un tale appa-

recchie. Non si è però accennate nè al prezzo nè al tempo di consegna eventuale.

2-2. L'ing. Vianello, che rappresenta la HEWLETT-PACKARD Co. (San Francisco -California-USA) ha in arrivo (consegna 45-60 giorni) un voltmetro a valvole Mod. 400C dalle caratteristiche che appaiono a pag.34 del catalogo 21-A-1952 della Hewlett-Packard e che qui riassumiamo:

12 portate con tensioni fonde scala variabili da  $10^{-3}$  a 300 V

Precisione 3%

Impedenze d'ingresso 10 Mohm; 15 pF

Campo di frequenza: 20 Hz - 2 M Hz

Uscita massima: 0,3 V; resistenza d'uscita 1000 ohm

Costo dello strumento L.260.000.-

2-3. L'Allocchio Bacchini fabbrica un millivoltmetro, microamperometro, amplificatore - mod. 2811-A - che ha le seguenti portate fonde scala:

5; 50; 500; 5000 mV

5; 50; 500; 5000 micro A

Imprecisione 3% del fondo scala

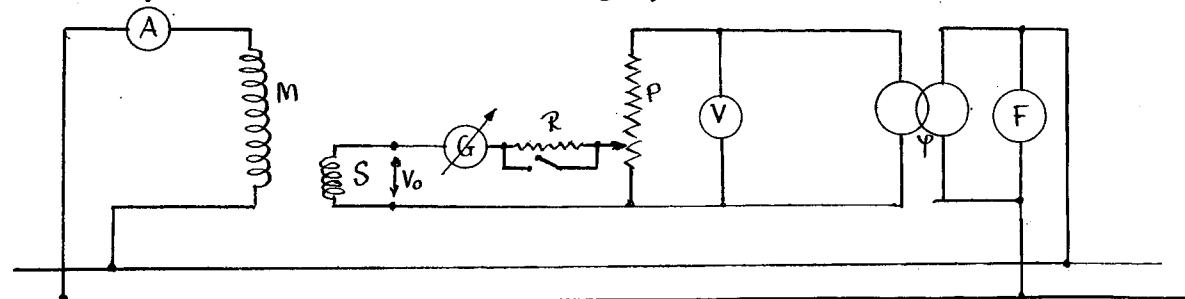
Campe di frequenza: da 30 Hz a 175 kHz (Altri dati vedi listine 10-R)

Consegna 30-40 giorni

Costo L. 90.000.-

### 3-0. Metodo potenziometrico in c.a.

Il metodo potenziometrico a coordinate polari per le misure di una tensione alternata, si schematizza come in fig.1, ove si è considerate il caso di misure



del campo magnetico nell'interferenza di un magnete M alimentato in c.a. Il circuito consiste di:

- a) Un frequenzimetro F
  - b) Una sfasatore  $\varphi$
  - c) Un voltmetro in c.a. V
  - d) Un potenziometro P
  - e) Uno strumento di zero G costituite da un galvanometro a vibrazione oppure da un amplificatore con oscillografe.
  - f) Un amperometro A ove si voglia fare la mappa del campo in funzione della corrente di eccitazione.
  - g) Una resistenza R di protezione del galvanometro.
  - h) Una bobinetta S
- Si voglia misurare l'intensità del campo supposte sinusoidale con la precisione

ne dell'1%

Si ha 
$$V_0 = \omega B \cdot NA \quad (1)$$

ove  $\omega = 2\pi f$  con f frequenza di alimentazione

NA = prodotte area spire della bobinetta

Dalla (1) 
$$B = V_0 / \omega NA$$

per cui l'errore percentuale nella misura di B è date dalla somma degli errori percentuali compiuti nelle singole misure.

Ciò si ha 
$$\frac{\Delta B}{B} = \frac{\Delta V_0}{V_0} + \frac{\Delta \omega}{\omega} + \frac{\Delta (NA)}{NA}$$

NA si può ritenere noto a meno del 2 ‰.

Occorrerà quindi determinare f (ossia  $\omega$ ) a meno del 0,5% ossia il frequenzimetro dovrà essere almeno a quattro lamelle per periodo ( a 50 Hz, infatti, si

ha  $\frac{\Delta f}{f} = \frac{1/4}{50} = 0,5\%$ )

$V_0$  deve perciò essere noto a meno del 3 ‰. Si pensa di ottenere questa precisione usando un potenziometro. Essenzialmente la precisione ottenibile è quella del voltmetro V. Usando uno strumento in classe 0,2% si rientra nel limite della precisione richiesta. Per esempio si ha una precisione del 3 ‰ lavorando con una voltmetro classe 0,2%, fondo scala 3 V, nell'interne di 2 V. Per misurare tensioni dell'ordine del millivolt con le precisioni richieste con una tensione campione di 2 V occorre che il potenziometro sia a 6 decadi.

Misurare  $10^{-3}$  volt con la precisione dell'ordine di  $1\%$  significa infatti che si vuole sentire una differenza di tensione almeno di  $10^{-6}$  V. Essendo le resistenze nel circuito dello strumento di zero dell'ordine delle centinaia di ohm, dovrà essere la sensibilità dello strumento di zero non inferiore a  $10^{-8}$  A, meglio se superiore.

3-1. Con queste considerazioni ben presenti si sono ricercate le possibilità di ottenere nel tempo più breve possibile gli strumenti necessari a questa serie di misure.

3-2. Strumenti campioni di tensione alternata.-

Presso l'ing. Belotti è disponibile a consegna pronta (salvo venduto) un voltmetro da banco Weston Mod. 341 - prec. 0,25% fondo scala - portata 150-300-600 V per L.228.000.- Inoltre per lo stesso prezzo potrebbe venirci fornite (sempre a pronta consegna un altro voltmetro Weston Mod. 34 con le seguenti caratteristiche: 5/1 V fondo scala; 150 divisioni; sensibilità 500 mA; resistenza  $10/2$  ohm

L'Allocchie Bacchini - con tempi di consegna di circa 30 giorni - fornisce strumenti in classe 0,2% a L.70.000 ed in classe 0,5% per L.20.000.-

La C.G.S. (Monza) è produttrice di strumenti di misura classe 0,2% (secondo le prescrizioni CEI). L'ing. Raimondi della C.G.S. che è anche assistente al Politecnico di Milano, che mi ha guidato nella visita dei laboratori e di parte delle sale di montaggio, assicura che la precisione degli strumenti stessi è superiore a quella denunciata, raggiungendo di norma lo 0,15%. Quanto a voltmetri la portata minima è di 3V fondo scala. Prezzo di listino circa L.150.000.- Campi di frequenza da 25 a 150 Hz. In ogni caso meglio specificare all'ordinazione le frequenze di lavoro. Gli strumenti sono elettrodinamici e quindi usabili in c.c.. La CGS si è dimostrata ansiosa di divenire la nostra fornitrice di strumenti di misura. In particolare essa è disposta ad accordarci su quasi tutta la sua produzione lo sconto sui prezzi di listino del 30%. Ciò vale in particolare per gli strumenti in classe 0,2%. Inoltre - ovunque ciò fosse possibile - sarebbe disposta a prestarci gli strumenti di misura di sua fabbricazione, dei quali noi avessimo urgente necessità, in attesa della costruzione degli apparecchi da noi ordinati. In ogni caso è disposta ad accelerare al massimo i tempi di consegna.

3-3. Frequenzimetri.-

Ricordiamo che a noi sono necessari strumenti che diano il  $1/4$  di periodo/sec in un intervallo di 50 Hz.

L'ing. Vianello fabbrica strumenti a lamelle - in cassetta di legno - per cui segna in circa 15 giorni a L.24.500 con un campo di frequenze da 35 a 55 Hz con letture di  $1/2$  in  $1/2$  Hz.

L'Allocchio Bacchini fabbrica frequenzimetri a lamelle con le seguenti caratteristiche: 2 file con 25 lamelle con differenze di  $1/4$  o  $1/2$  Hz di frequenza di risonanza l'una dall'altra. Campo di frequenze 16 - 60 Hz, costo L.50.000.-

L'Allocchio Bacchini costruisce anche un tipo di frequenzimetro elettronico capace di misurare frequenze da 30 a  $10^5$  Hz con una precisione del 2%. Costo L.120.000

La C.G.S. fabbrica frequenzimetri a lamelle sia da quadro che portatili. Il tipo HF18 è a 25 lamelle, 4 lamelle per periodo, prezzo listino 26.000.- Il tipo HF25 è a 25 lamelle, 4 lamelle per periodo, prezzo listino 35.000.- Per questi strumenti viene concesso lo sconto del 5%.

4-1. Variatore di fase.-

L'unica ditta italiana che sembra sia specializzata nella fabbricazione di variatori di fase è la S.p.A. Elettromeccanica Lombarda, Ing. Grugnoli e Bolari. La ditta ci può fornire in 60 giorni un variatore di fase, della potenza e delle tensioni primarie e secondarie di nostra richiesta. I prezzi seguenti sono stati forniti dal Sig. Massaro dell'Ufficio Commerciale.

|                      |         |           |
|----------------------|---------|-----------|
| Variatori di fase da | 170 VA  | L. 50.000 |
|                      | 350 VA  | " 65.000  |
|                      | 450 VA  | " 70.000  |
|                      | 700 VA  | " 80.000  |
|                      | 1000 VA | " 85.000  |
|                      | 1350 VA | " 105.000 |
|                      | 2000 VA | " 150.000 |

Essi hanno in magazzino due variatori di fase da circa 400 VA e 1300 VA che - previo riavvolgimento da compiersi nel giro di una settimana, (secondo le caratteristiche da noi richieste), potrebbero venire prestati fino alla consegna degli apparecchi da noi ordinati.

### 5-1. Potenziometri.-

L'ing. Vianelle costruisce potenziometri a c.c. a quattro decadi dei quali invierà i preventivi.

L'Allocchio Bacchini costruisce il potenziometro Mod. 1791 a c.c. a 5 decadi per i quali assicura una sensibilità di una parte su  $10^6$  (precisione  $2 \cdot 10^{-4}$ ). Lo strumento completo di galvanometro a c.c., pila campione e resistenza di protezione costa circa L.500.000. Consegna circa 30 giorni. Inoltre l'Allocchio Bacchini potrebbe fornire separatamente un potenziometro c.c. (solo resistenze) 5 decadi a L.270.000 oppure un potenziometro a c.c. (solo resistenze) a 4 decadi per lire 180.000.-

L'ing. Belotti può procurare potenziometri della Tinsley. In particolare ha in arrivo in 3-4 mesi il tipo 3184 per un costo di L.322.000 + 46.000 per pile doppie campioni. Lo strumento è a tre portate e permette di leggere con la portata inferiore i 5 microV. Questo strumento è completo di galvanometro interno a c.c. La Tinsley può però fornire strumenti di precisione migliore. In particolare sono da tenere in considerazione i due tipi seguenti:

Vernier Potenziometer - Type 4363 - A

Very high precision Vernier Potenziometer - Type 4363 - D

### 6-0. Strumenti di zero in c.a.-

Come strumenti di zero in c.a. si possono pensare: a) oscillografo con amplificatore; b) galvanometro a vibrazione.

Ricordiamo che si vuol percepire una tensione di  $10^{-6}$  V e  $10^{-8} + 10^{-9}$  A.

### 6-1. Oscillografo con amplificatore.-

Sullo schermo di un oscillografo (con stadio di amplificazione interne) si percepisce distintamente una tensione massima di circa  $10^{-2}$  V. Se il segnale da percepire viene preamplificato con un amplificatore di rapporto d'amplificazione  $10^4$ , il segnale che si può percepire è di  $10^{-6}$  V. Occorre però dire che con queste metode vengono sentiti - salvo tener conto di circuiti molto particolari e di difficile realizzazione - anche gli effetti di fondo, per cui è difficile stimare il punto di zero. In ogni caso il sistema è di facile attuazione ove siano sufficienti sensibilità minori.

6-2. Galvanometro a vibrazione.-

Il metodo ha il pregio di sentire una sola frequenza (quella di accordo).

L'Allocchio Bacchini costruisce il mod. 1653 che ha a 50 Hz una sensibilità (con scala di 1 m) di  $4,13 \cdot 10^{-8}$  A/divisione. (La sensibilità cresce al diminuire della frequenza: a 42 Hz si ha  $6,35 \cdot 10^{-8}$  A/divisione). E' difficile avere galvanometri a vibrazione per frequenze inferiori a 42 Hz. Ciò almeno secondo l'Allocchio Bacchini. Questo strumento costa L.85.000. Tempo di consegna 60 giorni.

L'ing. Belotti può fornire galvanometri a vibrazione della Kipp and Zonen. In particolare i tipi:

A71 con sensibilità di  $1,5 \cdot 10^{-6}$  V ;  $8,5 \cdot 10^{-9}$  A

A73 con sensibilità di  $0,6 \cdot 10^{-6}$  V ;  $1,5 \cdot 10^{-9}$  A

entrambi con consegna in circa tre mesi; costo di ciascuna L.175.000.-

7-1. Galvanometri in c.c.-

L'Allocchio Bacchini fornisce un tipo di galvanometro in c.c. con una sensibilità di  $3,5 \cdot 10^{-9}$  A/divisione con scala ad 1 m. Costo L.85.000. Consegna 60 giorni. Un altro tipo a scala interna ha la sensibilità di  $2 \cdot 10^{-7}$  A/divisione. Costo lire 60.000. Consegna 60 giorni.

L'ing. Belotti fornisce i galvanometri a c.c. della Kipp and Zonen. In particolare ha in arrivo i tipi:

Moll Galvanometer A1 - sensibilità  $0,5 \cdot 10^{-6}$  V;  $10 \cdot 10^{-9}$  A Costo L.95.000.

Moll Microgalvanometer A23 - sensib.  $18 \cdot 10^{-6}$  V;  $40 \cdot 10^{-9}$  A - Costo L.105.000.

8-1. Strumenti in classe 1 e 2%.-

L'Allocchio Bacchini costruisce strumenti amperometrici e voltmetrici in c.c. e c.a. in classe 1 e 2%. Per gli strumenti che non ha in magazzino il tempo di consegna è 20-30 giorni.

- Strumenti in c.c. Classe 1 L.6000 - 7000
- " " " " Classe 2 L.4000 - 5000
- Strumenti in c.a. Classe 1 L.4000 - 4800 (max 30A; 300V)
- " " " " Classe 2 L.3200 - 3800 (max 20A; 300V)
- Wattmetro elettrodinamico Classe 1 L.30.000.

Altre ditte produttrici di strumenti in classe 1 e 2 sono la I.C.E., l'ing. Vianello e la Precision.-



Promemoria:

L'ing. Vianello rappresenta tra le altre le seguenti Ditte:

SIMPSON

HEWLETT-PACKARD

KEY

BRITISH B.P.L.

LABORATOIRE ELECTOACOUSTIQUE

TURNER

— • —



Ing. Claudio Canarutto

Pisa 3 Novembre '53