音聲周波並に搬送周波用周波計に就て*

富士通信機　技術部　富田桂治

内容梗概

音聲周波並に搬送周波の周波數測定に用ひられる從來の電橋型周波計の二三を擧げて說明し、次に遞信省電氣試驗所の御註文に應じ弊社で製作し本年納入した同調型搬送周波計に就て紹介的に述べ、簡單な兩者の比較を行ふ。

I　緒　　言
II　電橋型と同調型
III　電橋型周波計
IV　同調型周波計
V　電橋型と同調型との比較
VI　結　　言

I　緒　　言

音聲周波並に搬送周波範圍の周波數の測定に使用せられる周波計は、從來多く交流電橋を應用したものであつた。蓋しこの範圍の周波數に對しては交流電橋の取扱が簡單であつて、且つ比較的精密な結果が得られるためであらう。然し誘導線輪と蓄電器との同調を利用した周波計も、搬送周波數に對しては勿論可能であつて、用途によつては電橋型周波計より便利なこともある。今回遞信省電氣試驗所の御下命により、弊社に於て試作した周波計は後者の型に屬し、從來の電橋型周波計に比し、取扱の簡單な點に特徴がある。以下これに就き概略な說明を試み、大方諸賢の御示教を仰ぎたいと思ふ。

II　電橋型と同調型

先づ記述の順序として電橋型と同調型とに就き尙少しく說明を加へたい。

電橋型は適當な素子を電橋に接續して、平衡を求め周波數を決定する方法で、一般交流電橋に於て、電橋の平衡が周波數に關係する場合は、これをそのまゝ周波數測定電橋として使用し得るものである。

同調型は既知の誘導量と靜電容量とを直列又は並列に接續し同調せしめ、周波數を求める方法で、無線方面に於て使用せられる吸收型波長計と其の理を一にする。

第1圖はこれらの周波計の測定範圍を示すものにして、次にその原理を簡單に記述する。

III　電橋型周波計

電橋接續による周波數測定回路は洵に多種多樣に亙つて居る。Hague 氏著 A. C. Bridge Methods 中には十數種の方法が擧げられて居り、又我國に於ても黑川博士による周波計回路、千葉博士による方法等既に學界に發表されて居る。然し玆には周波計と銘ぜられて市場に存在するものに就てのみ記すことゝする。從つて抵抗器、誘導器並に蓄電器を組合せたもの、標準發振器とブラウン管とを使用して Lissajous 圖形を描かしめる裝置等には一切觸れない。

Campbell 氏周波計

第2圖は周波數測定回路として最も有名な Campbell 氏の周波計回路で、圖中Mは相互誘導器、Cは蓄電器である。本回路が平衡するためには

$$f=\frac{1}{2\pi\sqrt{MC}}$$

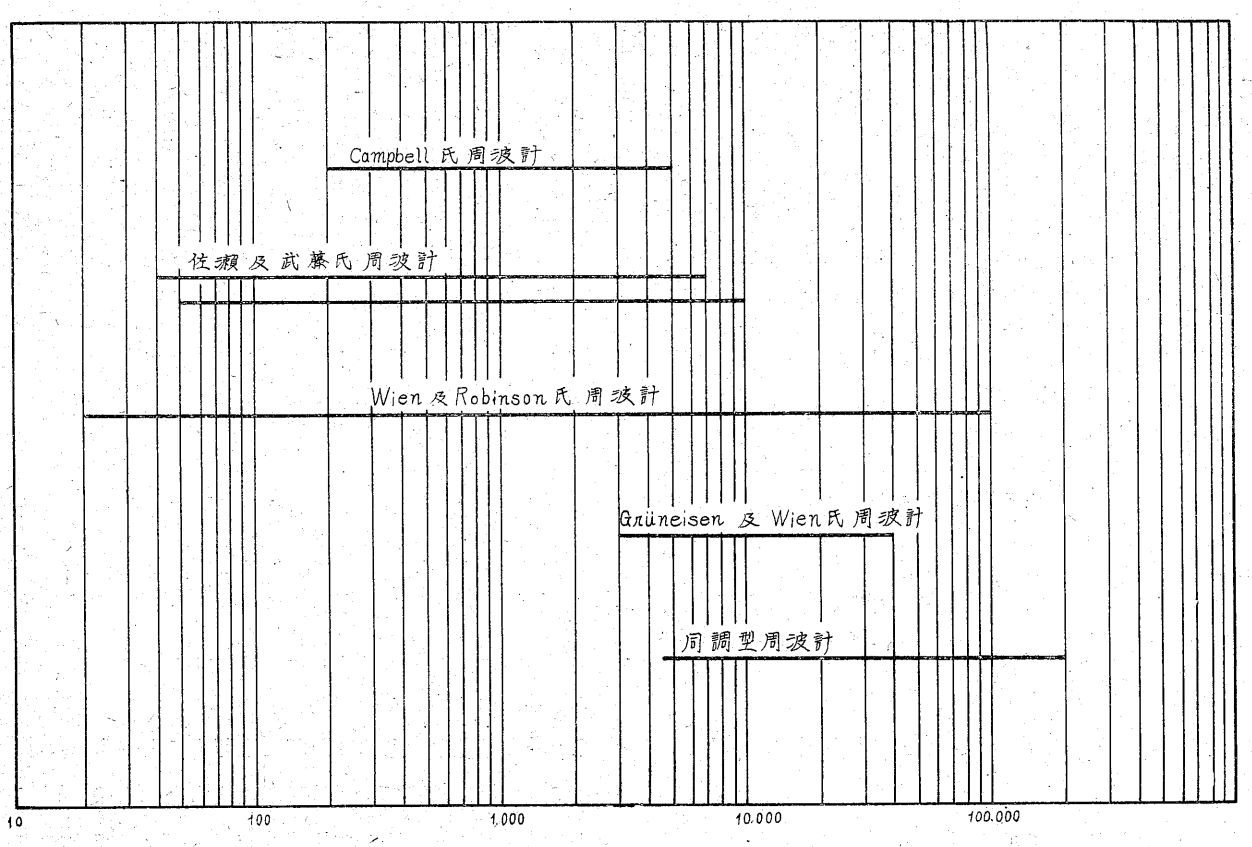
である。上式で明な通り周波數は相互誘導器Mを加減して測定せられる、勿論蓄電器Cを調整しても可能である。然しながら實際にあつては微少なりとは言へ、相互誘導器には抵抗結合分を伴ひ、蓄電器には損失角を有する故、第2圖の回路に於ては明瞭な平衡點を得ることは困難である。第3圖はこの缺點を補ふもので同圖中Rが平衡用抵抗である。この場合の平衡式は次の樣になる。

$$f=\frac{1}{2\pi\sqrt{C_0L_P+M(C_1+C_2)}}$$

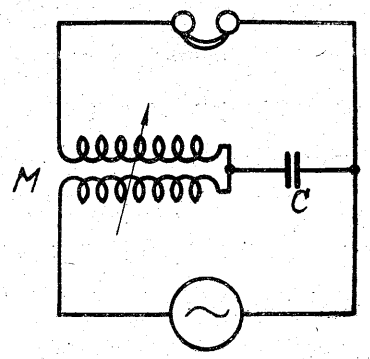
$$R_PC_0=\frac{C_1C_2MR}{MC+L_PC_0}$$

但し L_P は相互誘導器の一次線のインダクタンス

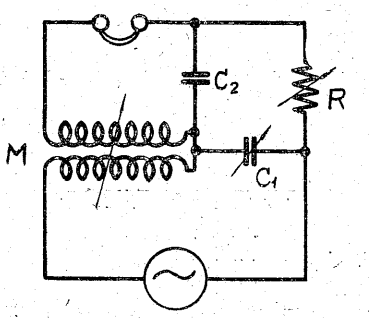
* On the Frequency Meter for Voice and Carrier Frequency



第1圖　各種周波計の周波數測定範圍



第2圖　Campbell 氏周波計回路



第3圖　平衡用抵抗を設けた Campbell 氏周波計回路

R_{j} は相互誘導器の一次線の抵抗

C_0 は相互誘導器の一次線の捲線容量

構造は相互誘導器Mに連續的な目盛を施し、蓄電器 C_1 を或る段階に變化せしめて測定範圍を擴大してゐる。

佐瀬及武藤氏周波計

本器の回路は二個の誘導量を比較する Maxwell 氏電橋に類似し、その回路構成は第4圖に示す。分岐點BC間の等價インピーダンスを $R_2'+j\omega L_2'$ とすれば

$$R_2'=R_2+\frac{\omega^2M^2R_{22}^2}{R_{22}^2+(\omega L_{22})^2}$$

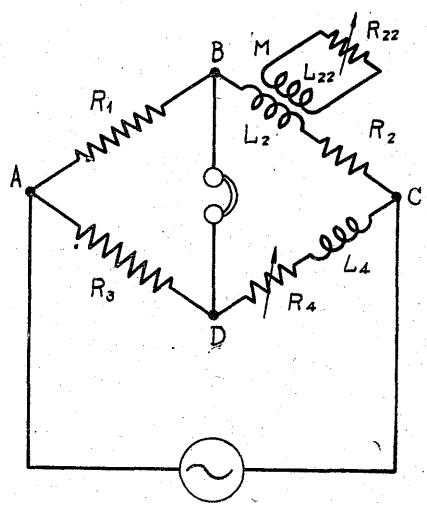
$$L_2'=L_2+\frac{\omega^2M^2L_{22}^2}{R_{22}^2+(\omega L_{22})^2}$$

電橋の平衡する條件は

$$\frac{L_2'}{L_4}=\frac{R_2'}{R_4}=\frac{R_1}{R_3}$$

茲に於て $R_1=R_3$, $L_4=L_2-\frac{1}{2}L_{22}$, $R_4=R_2+\frac{1}{2}R_{22}$, $L_{22}=M$ の關係を保たしめれば

$$f=\frac{R_{22}}{2\pi L_{22}}=k_1R_{22}$$

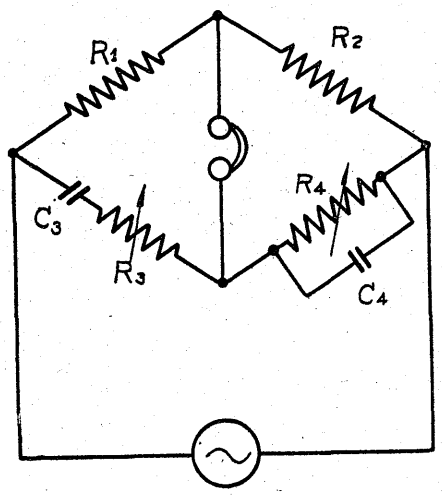


第 4 圖　佐瀬及武藤氏周波計回路

この關係にある電橋を一般に直線周波電橋と稱へられ、周波數の直讀目盛が施されて居る。

Wien 及 Robinson 氏周波計

第5圖に於て電橋が平衡狀態にある場合は次の式が成立する。



第 5 圖　Wien Robinson 氏周波計回路

$$\frac{R_1}{R_2}=\left(R_3-j\frac{1}{\omega C_3}\right)\left(\frac{1}{R_4}+j\omega C_4\right)$$

$$=\frac{R_3}{R_4}+\frac{C_4}{C_3}+j\left(\omega C_4R_3-\frac{1}{\omega C_3R_4}\right)$$

そのためには

$$\frac{R_1}{R_2}=\frac{R_3}{R_4}+\frac{C_4}{C_3}$$

$$\omega C_4R_3=\frac{1}{\omega C_3R_4}$$

今　$R_1=2R_2$, $R_3=R_4\equiv R$, $C_3=C_4\equiv C$ とせしめれば

$$\omega=\frac{1}{CR}\quad\therefore f=\frac{1}{2\pi CR}=k_2\frac{1}{R}$$

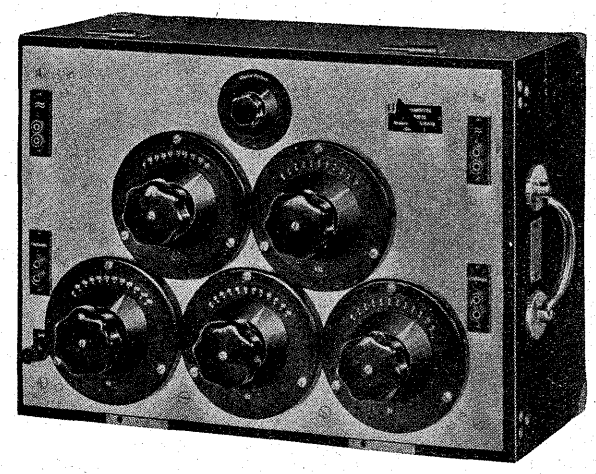
この様な關係にある電橋を直線週期電橋と呼ばれる。

實際の周波計に於ては、R_3 R_4 は周波數の高まるに伴つて實效抵抗に差違を生じて來るため、銳敏な平衡を望む場合はその補償裝置を必要とする。

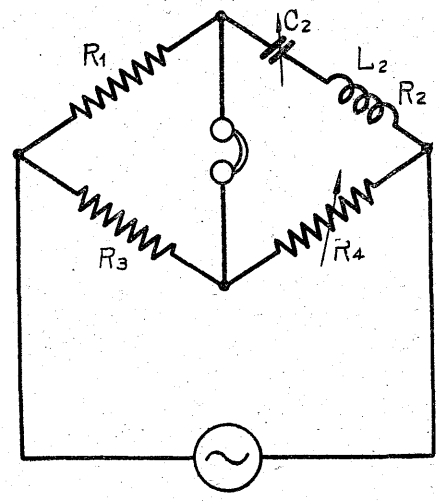
第6圖はシーメンスハルスケ社のこの種の周波計の外觀で、各部の素子は元より、機械的設計に至るまで、周到な注意が窺はれるもので、其の測定範圍は20サイクル乃至100キロサイクル、誤差は最大點に於ても±0.3 %以下である。

Grüneisen 及 Wien 氏共振周波計

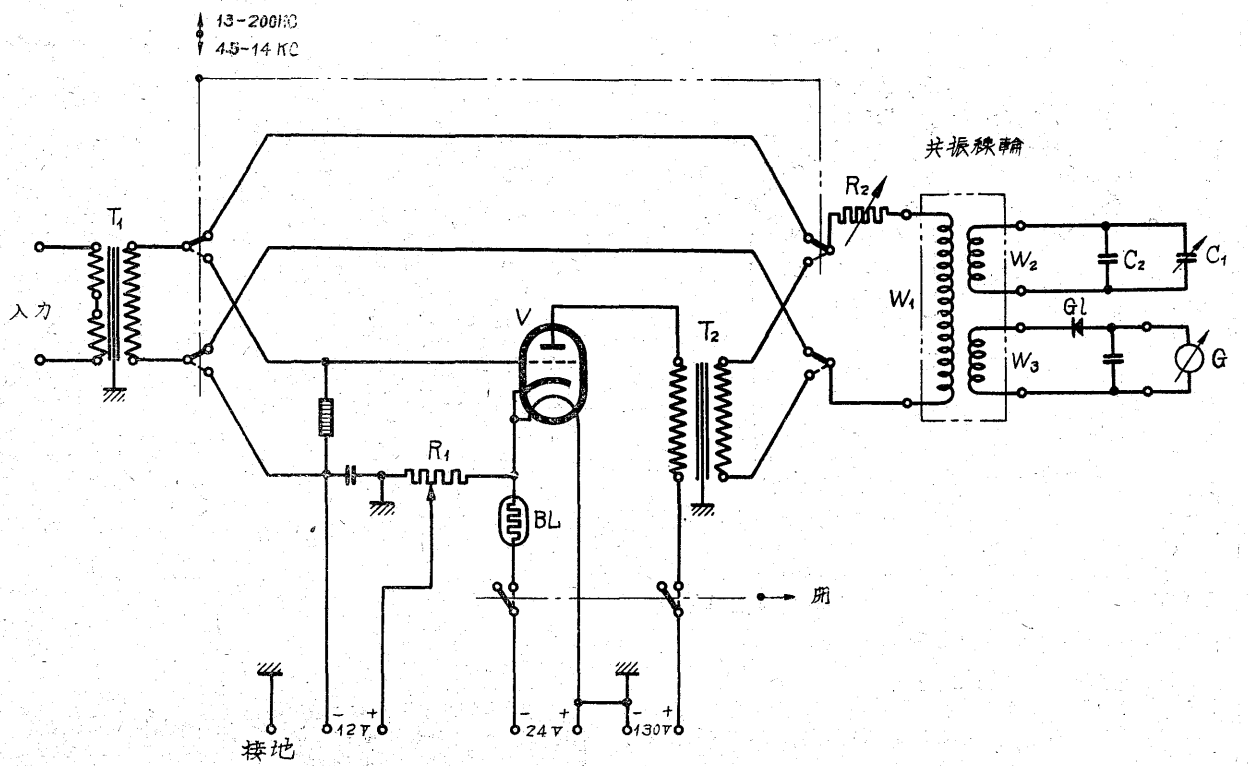
これは第7圖の如く電橋の三邊が抵抗、他の一邊が誘導線輪と蓄電器とを用ひたものである。蓄電器　C_2



第 6 圖　シーメンス製電橋型周波計



第 7 圖　共振周波計回路



第8圖　同調型周波計回路

を加減して共振せしめ、且つ抵抗 R_1 を調整して電橋を平衡せしめれば

$$\omega L_2=\frac{1}{\omega C_2}\quad \therefore f=\frac{1}{2\pi\sqrt{L_2C_2}}$$

構造は誘導線輪 L_2 を切替へて測定範圍を擴大し、蓄電器 C_2 が連續的に變化し得る如く構成され、較正表から周波數を決定する。測定誤差は溫度を一定に保持することによつて 0.1 %以下になし得ると言はれる。

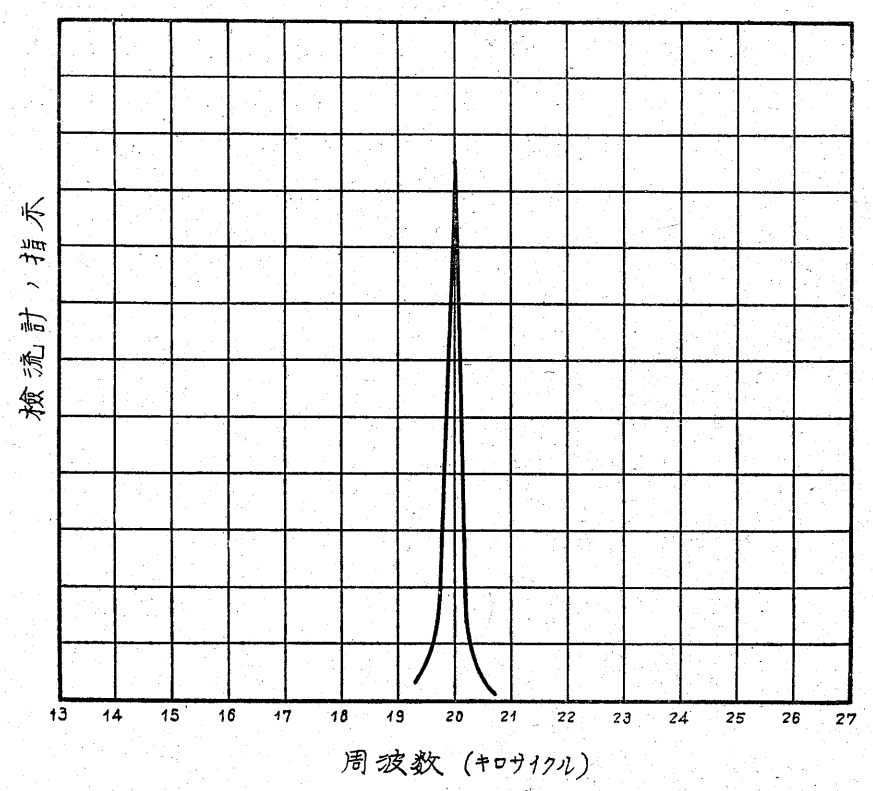
IV　同調型周波計

同調型周波計はその構造並に取扱の上に於て搬送周波數範圍に適してゐる。

第8圖は本周波計の回路圖にして、圖に見る通り共振線輪、同調用蓄電器、同調點指示用檢流計、高調波發生裝置が本器の主要部をなしてゐる。共振線輪は被測定電壓側に接續せられる結合捲線 W_1、同調用蓄電器に接續せられる同調捲線 W_2、檢流計回路に結ばれる測定捲線 W_3 との三捲線から成り、13乃至200キロサイクルの周波數に對して九個を持つてゐる。同調用蓄電器は C_1 C_2 共に空氣蓄電器で、中 C_1 はヴァーニヤ目盛によつて一度の十分の一まで正確に讀み得る標準型のものである。

今本器の入力端子に被測定電壓を接續すれば、變成器 T_1 を通して共振線輪の W_1 捲線に供給せられ、W_2 捲線側が同調狀態でない限り、W_2 捲線側は W_3 捲線側に比して低インピーダンスとなるため、W_1 捲線に與へられた電力の大部分は W_2 捲線側に吸收せられて、W_3 捲線側には殆んど現れず從つて檢流計Gは振れない。若しこの時 C_1 蓄電器を加減して、W_2 捲線の實效インダクタンスと C_1 C_2 の合成容量とを以て同調せしめれば、W_2 捲線側は高インピーダンスの狀態となつて、W_1 捲線に供給せられた電力は大部分 W_3 側に與へられ、整流器を通して檢流計Gを振らしめる。卽檢流計の最大指度によつて同調點を檢出するのである。第9圖は20キロサイクルに同調せしめた場合の周波數と檢流計の指度との關係曲線の一例である。

4.5乃至13キロサイクルの周波數の測定は、基本波の第三又は第二高調波を利用することによつて、上記共振線輪をそのまゝ使用して測定し得るので、高調波發生器はその目的のためのものである。先づこの周波



第9圖 同調特性

數範圍の電壓はV眞空管に導き、抵抗器 R_1 を加減してグリッド偏倚電壓を眞空管の特性曲線の曲線部に移動せしめ、仍つて發生する高調波を共振線輪に加へるのである。

抵抗 R_2 は檢流計の振れを加減するために使用せられる。

周波數を決定するには各共振線輪毎の蓄電器目盛に對する周波數の較正曲線から求める。唯高調波によつて測定した場合は相隣れる二つの周波數を測定してから定める必要がある。

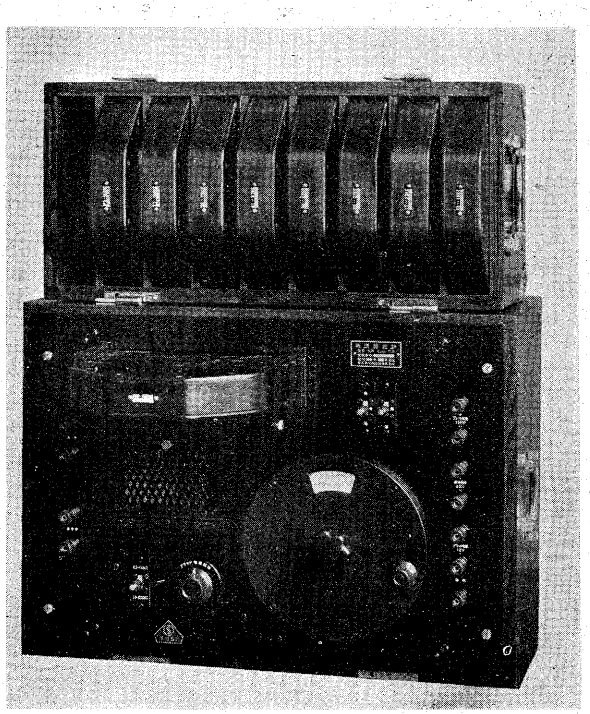
弊社に於てはこれを搬送周波計と命名し、大體下記の様な性能のものである。

周波數範圍	4.5 乃至 200 kC
誤差	0.1 %±50～
入力インピーダンス	大略 4000 Ω
電源	
プレート用	130V
纖維用	24V
グリッド用	12V

本器の構造は各操作部分を金屬パネルに取付け、共振線輪は外部から簡單に交換し得る様になつてゐて、共振線輪箱並に檢流計が添付されて居る。本體の大さは横525粍、縦375粍、奥行300粍である。その外觀は第10圖の通りにして携帶用木箱に收納せられてあるも、これを木箱より取出すときは直ちに遞信省標準鐵架に裝置し得る様設計されて居る。猶本寫眞中には檢流計が含まれて居ないことをお斷りして置く。

V 電橋型と同調型との比較

搬送周波數範圍の周波數の測定に對して電橋型と同調型とを比較すれば、電橋型には電橋型としての特徴があり同調型には同調型としての長所がある。その長短は使用場所、補助裝置の有



第10圖 搬送周波計

無、測定者の巧拙等によつて相違し、公平正確な判斷は容易に下し難い。然し**電橋型は感度鋭敏であり、同調型は檢波裝置を要せず取扱簡單**なことを特徴とすると云つて差支ないであらう。

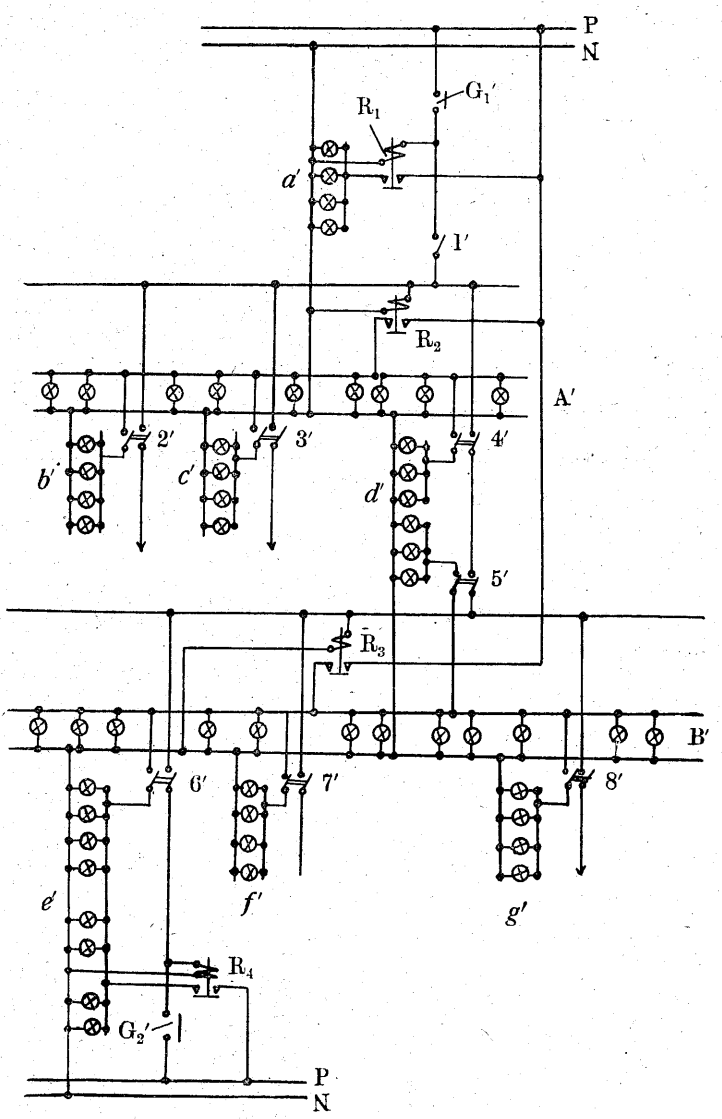
VI 結　　言

以上音聲周波並に搬送周波範圍の周波數の測定に用ひられる電橋型周波計及び同調型周波計に就て概略の說明を終了したが、近時搬送裝置に於ける周波數は益〻上昇する傾向にあり、最高百數十キロサイクルに達して居る現在、この範圍の周波數の測定に適する搬送周波計の一種を御紹介申し上げて本稿を終る次第である。

照光配電盤の照光裝置

（實用新案登錄第 270006 號）

此處に紹介する考案は圖に示す樣に模擬設備の照光用電燈を例へば圖示の樣に複數群 a' 乃至 g' 並 A′、B′ に分つた照光配電盤に於て、電燈群の夫々に繼電器を附屬せしめ例へば a' には繼電器 R_1 を、A′、b'、c'、d' には R_2 を、B′、f'、g' には R_3 を、e' には R_4 を夫々附屬せしめ、之等總ての繼電器を何れの電源側よりも一齊に附勢され得る樣に接續配置し、以て各繼電器を介して夫々の附屬電燈群を電源 P、N に接續する樣にしたことを要旨とするものであつて、圖に於て G_1'、G_2'、1′ 乃至 8′ は模擬開閉部である。



此の考案に依れば圖より明かな樣に各繼電器は饋電源に直接接續されるべき各電燈群に夫々附設され且之等總ての繼電器は何れの電源側よりも一齊に而も電燈群を經ずに附勢される樣になつて居る爲に、電燈群回路と繼電器回路とは完全に分離されて兩回路に對して最も適した狀態の電壓を容易に使用することが可能となり、且各繼電器は二種又は其れ以上の電源の何れよりも選擇的に饋電され得る爲に電燈群給電は全く可逆的となり、更に各繼電器は殆ど同期的に操作する爲に各電燈群の同期的明滅が可能となる效果が得られる。（富士電機　佐藤勇吉）

＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。