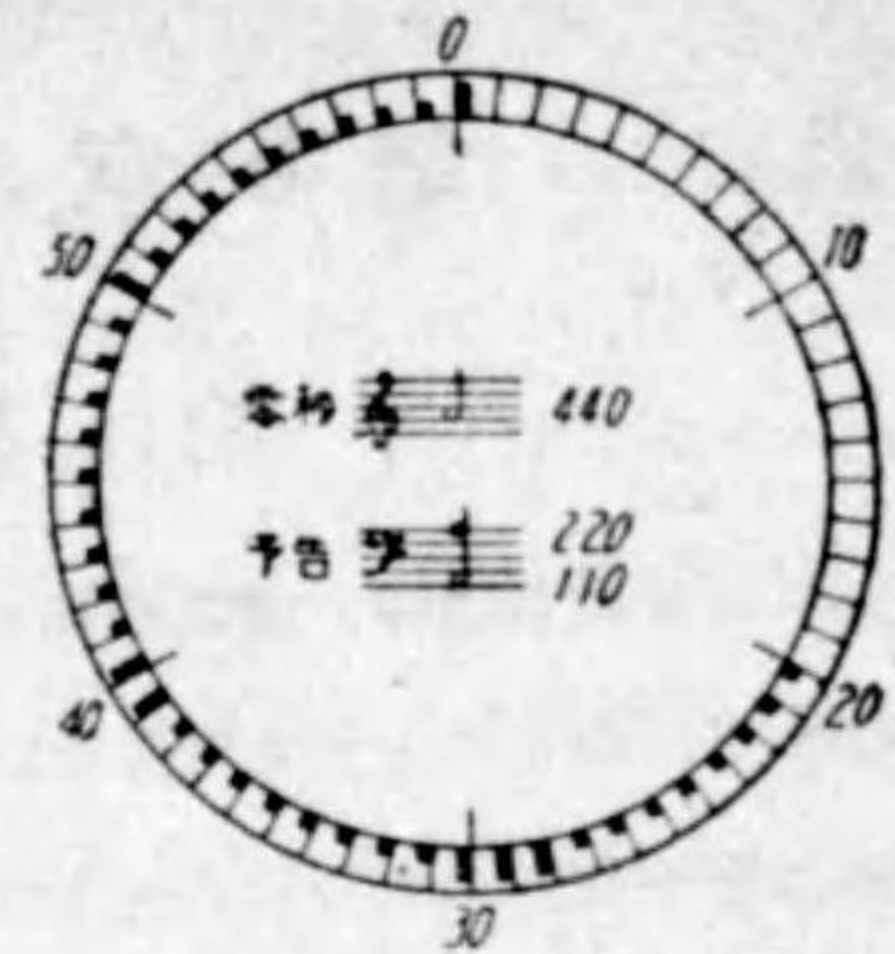


秒前より秒音が始まる。圖示の如く30秒前,20秒前及び10秒前にそれぞれ三點,二點,及び一點の豫告音があり,定刻に零秒音が出るやうになつてゐる。

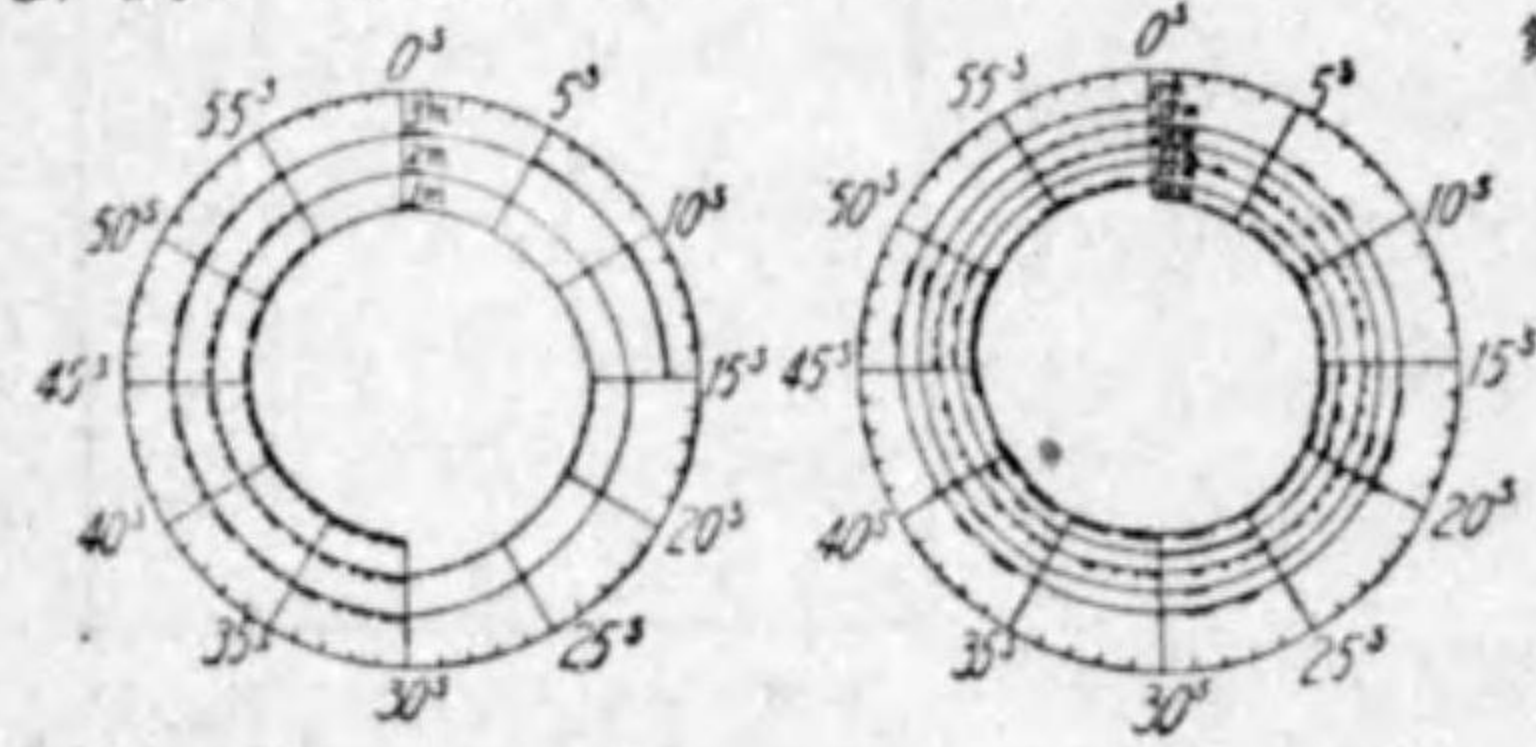
これら豫告音及び零秒音は,それぞれオクターブづつの差があり,豫告音は110サイクル及び220サイクルの音よりなり,零秒音は440サイクルの音である。



圖中
 ■印はカチカチの秒音
 ■印はピアノ音
 を示してゐる。
 零秒を示すピアノ音は 洋樂においてはグアイオリンの第二弦の音と全く合致し 和樂においては1尺8寸の尺八で出すチ(乙音)の音と略合致する。

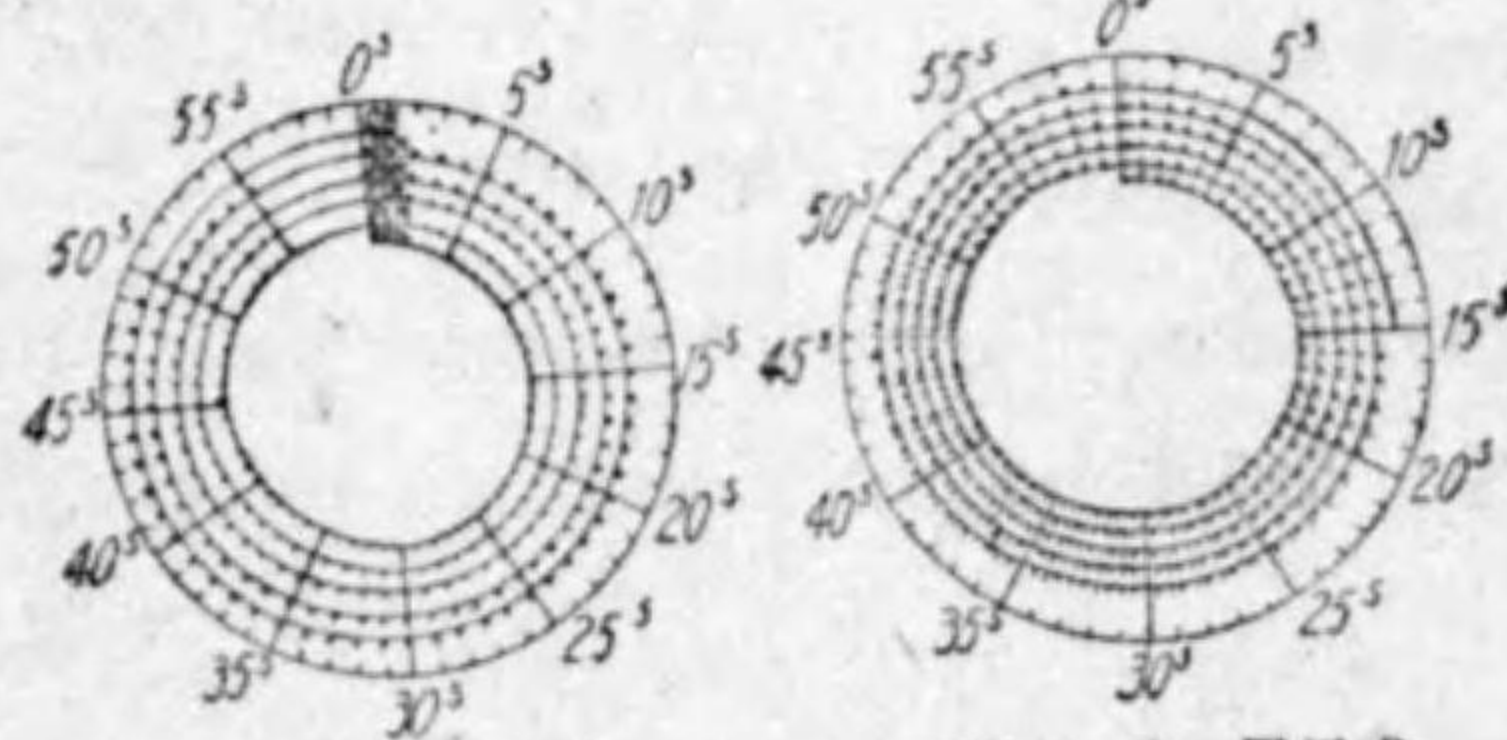
第2節 タイムシグナル

タイムシグナルは,東京天文臺がこれを送出し,廣く一般に向つて日本中央標準時を知らせ



(その1) 日本式

(その2) 國際式



(その3) 米國式

(その4) 學用式

第 83 圖

第 82 圖 JOAK 時報形式

(その一) 日本式 1mOs, 2mOs 3mOs の三つの信號だけ時計から自動的に出る。
 (その二) 國際式 すべて自動的に出る。1925年協定のもの。
 (その三) 米國式 すべて自動的に出る。1930年改正。
 (その四) 學用式 1925年協定の學用式は平均太陽時の一分に61の間隔で報時器から短符信號を出すものである。第1,第62,第123,第184,第245,第306の長符信號の初は恰度何分零秒といふ時刻を示す。

てゐる。

東京天文臺よりのタイムシグナルは,有線連絡線により東京中央電話局調整室をへて,船橋及び銚子(共に千葉県にあり)の無線電信局に送られ,これよりそれぞれ船橋にては, JJC. 39 kc, 及び銚子にては JCS. 500 kc の電波によつて送出される。東京中央放送局においては,船橋の JJC を受信し,(船橋が事故の際は銚子 JCS を取る)これを時報の標準にする。現在行はれてゐるタイムシグナルは第83圖の如き様式に従ひ,毎日午前と午後の2回に行はれ,午前の分は午前10時55分より5分間學用式,同じく11時より3分間日本式にて行はれ,同様午後の分は午後8時55分より5分間は學用式にて,その後の3分間は日本式によつて行はる。放送における時報は,學用式タイムシグナルを基礎として比較校正した報時時計によつて行ふ。

第 10 表

$$x = \frac{1}{61} \times n \text{ (秒)}$$

n	x	n	x	n	x	n	x
1	.016	16	.262	31	.508	46	.754
2	.033	17	.279	32	.525	47	.770
3	.049	18	.295	33	.541	48	.787
4	.066	19	.311	34	.557	49	.803
5	.082	20	.328	35	.574	50	.820
6	.098	21	.344	36	.590	51	.836
7	.115	22	.361	37	.607	52	.852
8	.131	23	.377	38	.623	53	.869
9	.148	24	.393	39	.639	54	.885
10	.164	25	.410	40	.656	55	.902
11	.180	26	.426	41	.672	56	.915
12	.197	27	.443	42	.689	57	.934
13	.213	28	.459	43	.705	58	.951
14	.230	29	.475	44	.721	59	.967
15	.246	30	.492	45	.738	61	1.000

n 合致點の讀み x 求むる時間



第 84 圖 タイムシグナルの記録

學用式タイムシグナルは圖示のやうに、1 分間 61 の間隔で短符信號を出し、特に、第 1、第 62、第 123、第 184、第 245、第 306 番目に長符信號を出して零秒時を示す故、1 分間 60 間隔のものと比較する時は遊尺の原理が適應出來、兩者の合致點 n を讀めば、秒以下の誤差は $\frac{1}{61} \times n$ (秒) にて表はされる。豫め計算し、第 10 表の如きものを造つておけば n の値より直ちに誤差を知る事が出来る。第 84 圖はタイムシグナルの記録の一例を示す。圖示の記録によれば日本中央標準時に比しクロノメーターは 14.32 秒、報時時計は 0.16 秒をそれぞれ進んでゐる事が分る。

第 3 節 時 報 装 置

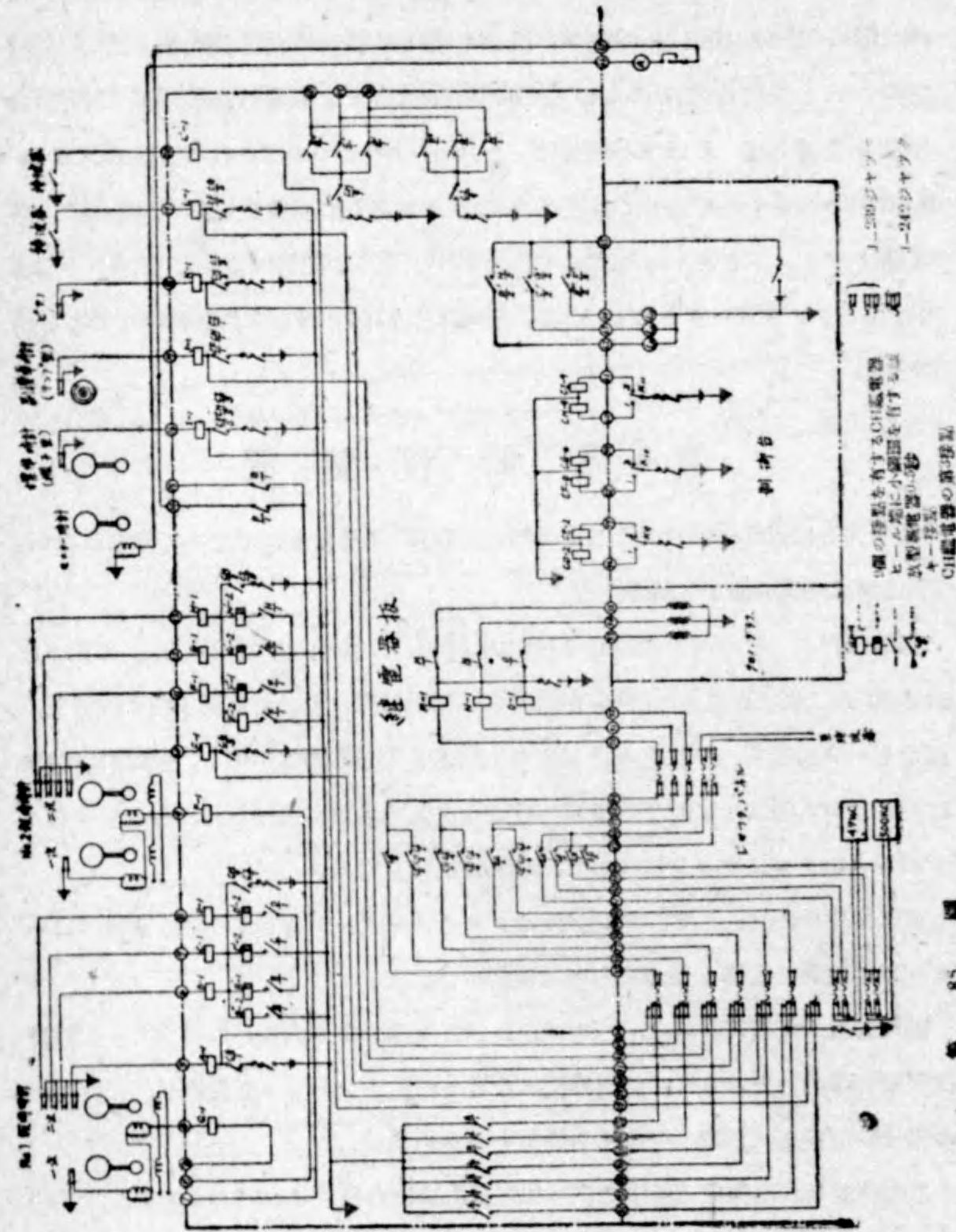
時報装置は動作が確實であると共に、取扱ひの簡易なものでなくてはならない。第 85 圖は時報装置の大略を示す。

標準時計 標準時計は週期 2 秒の振子時計で、振動周期は $2\pi\sqrt{l/g}$ で與へられる故(l は振子の長さ)比較的振動の少い場所に設けられた恒溫槽内に設置し、溫度を一定に保ち、それ自身より生ずる誤差を出来る限り小にし、週期の調整には小さな錘を附加して行ふ。標準時計には電氣的接點が設けられ、その生ずるインパルスをクロノグラフに導いて、時刻の比較を行ふ。

更に副標準時計として、テンプ型のクロノメーターが置いてある。クロノメーターは、地震の影響を蒙ることが比較的少い。

報時時計 報時時計は、一次時計及び二次時計より成る。このうち一次時計は前記標準時計とともに、恒溫槽内に設置され、インパルスを送出し、二次時計の振子の振動を、正確に保持する役目をつとめる。

二次時計は、操作室(主調整室)に設けられ、時報用インパルスを出し、報時ピアノを驅動する。更にインパルスをクロノグラフに送り、これによつて比較校正が行はれる。報時時計の誤差の補正は、振子の下に設けられたコイルに外部



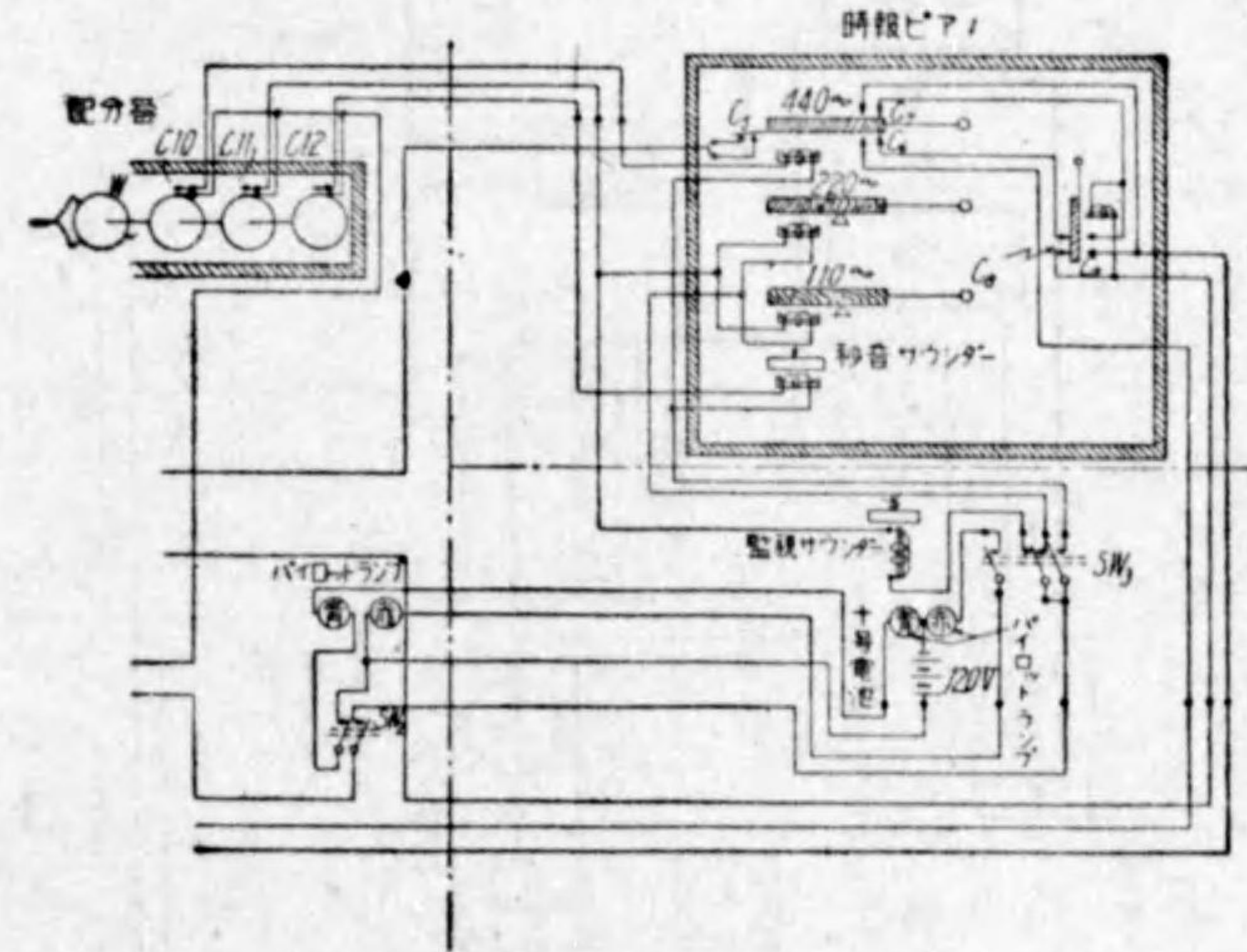
第 85 圖

より、所要の補正電流を送り、振子に加はる加速度を加減して行ふ。

受信機 タイムシグナルを受信するためのもので、その出力をクロノグラフに送り、その記録によつて、前記標準時計及び報時時計の比較校正を行ふ。

クロノグラフ 3個のペンを有し、各種のインパルスを受けて、これを走行中の紙テープ上に記録し、その比較校正、或ひは誤差の程度の検査に使用する。

報時ピアノ 報時ピアノはスタジオの中に設置し、報時時計よりのインパルスを受けて、繼電器を動作させ、ピアノキーを動かして、普通のピアノと全く同じ機構によつて、絃を打つてゐる。このピアノには、別に秒音用としてサウンダーが設けられてゐる。これらの音はマイクロホンによつて收音され、放送される。



第 86 圖

ものであるが、零秒音の放送と同時に、インパルスをクロノグラフに送り、これを記録することが出来る故、實際に放送した時報を標準時計に照合し、誤差の程度を知る事が出来る。

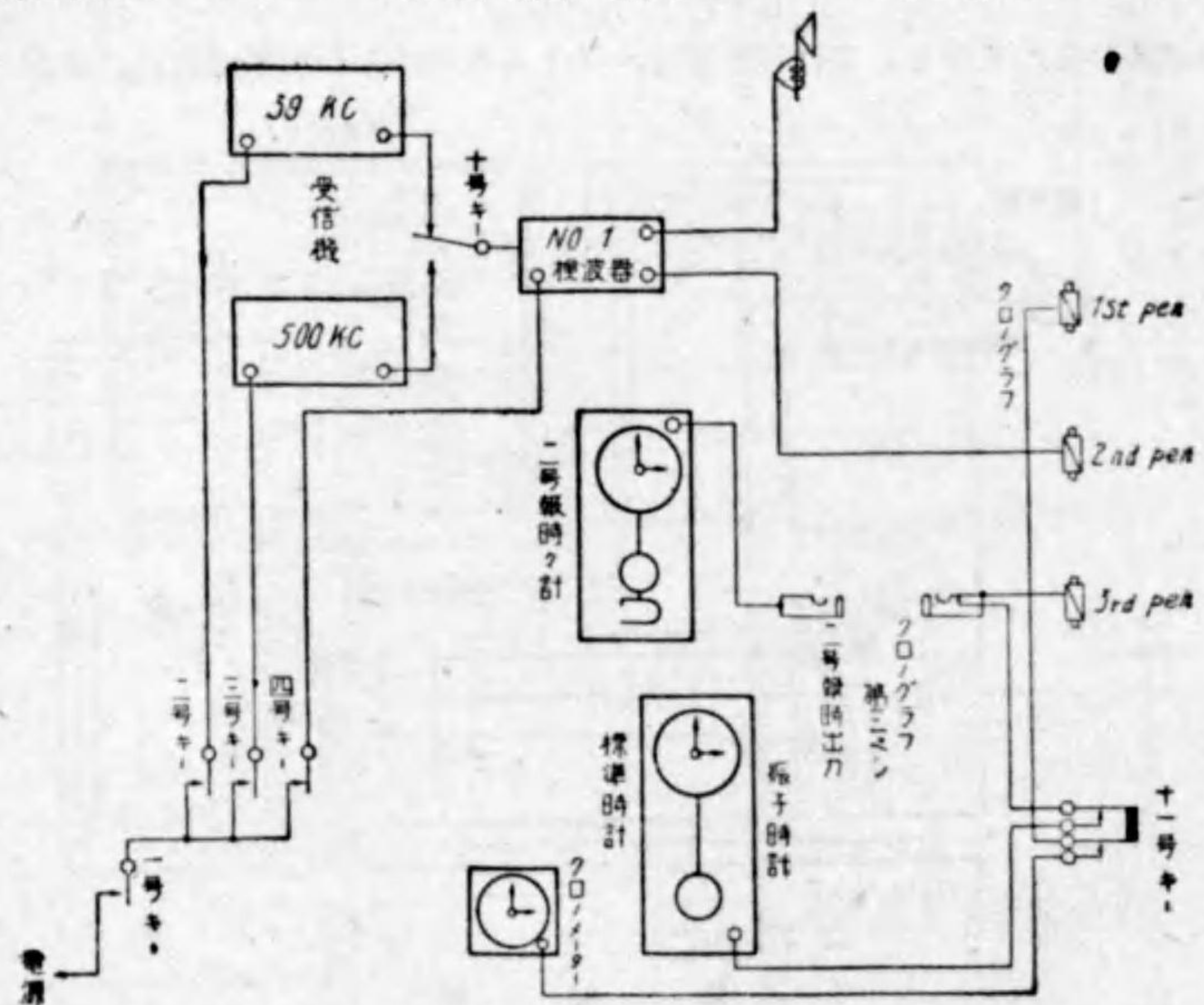
第86圖は報時ピアノ駆動回路の大體を示す。

実際に報時を行ふには、

先づ受信機により、タイムシグナルを受信し、標準時計及び報時時計の發するインパルスとともに、クロノグラフを用ひて紙テープの上にこれを記録する。(第87A圖)

次に紙テープの記録より標準時計及び報時時計の日本中央標準時に對する誤差を求め、報時時計に必要な補正を加へる。(第87B圖)

定刻に到れば報時時計より、報時用ピアノにインパルスを送り報時を行ひ、同時に再びクロノグラフにより、標準時計のインパルスとともに、これを記

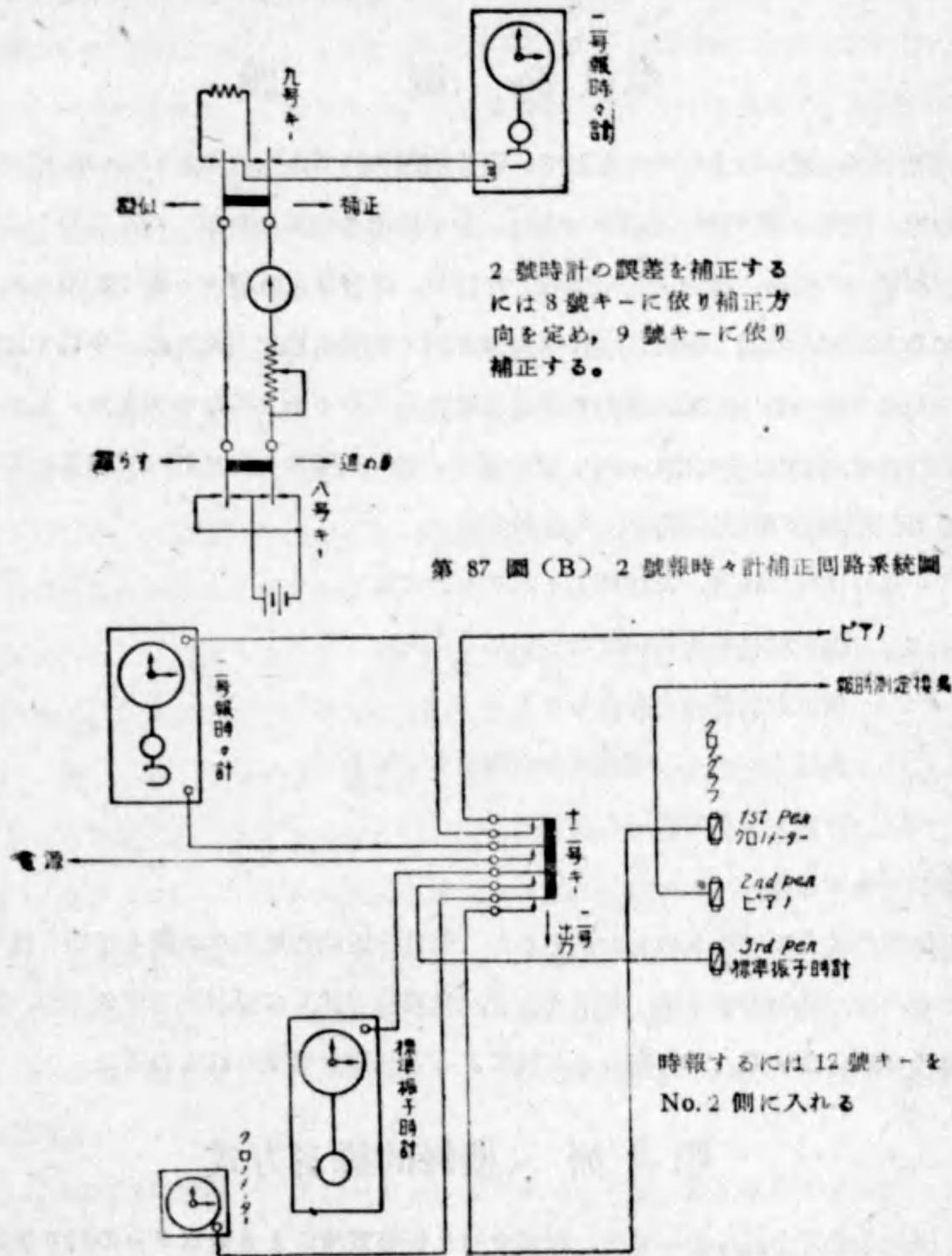


受信するには
 1 號, 2 號, 3 號, 4 號の各キーを入れる
 10 號キーは常時 39 kc に入れ(信號なきときは 500 kc に入れる)
 11 號キーを標準側に入れる
 報時々計を測定するには時報盤下部の 2 號報時出力ジャックとクロノグラフ第 3 ペンジャックを接続す。

第 87 圖 (A) 受信系統圖

録し正誤の程度をチェックする。(第87C圖)

第87圖は、これら操作の系統を示すものである。



第 87 圖 (B) 2 號報時々計補正回路系統圖

第 87 圖 (C) 2 號報時々計にて報時する系統圖

第9章 録音装置

第1節 概説

蓄音機、或ひはトーキーとして、廣く利用されて來たところの音の記録及び再生は、從來も屢々放送技術の一方法として適用されてゐたが、近年この方面の研究が速かに進み、種々と進歩發展した結果、録音放送は段々と廣く利用され、殊にその時間、場所、編輯、反覆、複製等に對する融通性を重視され、今日では放送に於ける新分野として、極めて重要な地位を占めるやうになつてきた。しかしその特性は、未だ充分とはいへず、放送系中の他の機器のそれに較べて相當に劣つてをり、尙將來の研究に俟つところが多い。

一般に良質の録音、及び再生を得るためには

- (1) 録音材料の進行速度の一定なること
- (2) 周波數特性の良好なること
- (3) 振幅歪が少く、高調波含有率の少いこと
- (4) 雑音レベルの低いこと

等が肝要である。

録音の様式には種々のものがあるが、今日一般に實用化され廣く用ひられてゐるものは、周知のやうに、機械的方式、光學的方式及び磁氣的方式の三つ、或ひはその組合はせて、この他にもX線による方法等が考案されてゐる。

第2節 機械的録音方式

機械的録音方式に於いては、録音すべき音聲電流によりカツターの針を振動せしめ、廻轉せる録音盤の表面を削り(或は押付けて)、音響溝を造つて音の記録を行ひ、廻轉せる有溝録音盤上に置かれた、ピツク・アップの針を振動させて音聲

電流を得てその再生を行ふ。

元來音を機械的方法により録音することは、既に1857年より行はれてゐるが、音の録音再生に始めて成功したのは、A. Edison 氏で、1877年に蓄音機を發明してゐる。機械的録音は、この Edison 氏の蓄音機に端を發するもので、後 Berliner 氏によつて、平圓板レコードが發明せられ(1887年)、更にベル研究所に於いて、電氣機械的録音方式が完成(1924年)されたもので、今日の市販のレコードは、この式に屬するものである。

録音放送に於いては、市販レコードのやうに、多數のレコードを造ることを必要とせず、再生回數も割合に少く、しかも録音後比較的短時間内に再生する必要がある場合が多く、従つて放送には直ちにプレーバック出来る所謂直接録音方式を用ひてゐる。直接録音に於いても、録音の仕方は同様であるが、録音盤材料として特殊なものが用ひられてゐる。

録音材料は、音質或ひは雑音レベルに直接關係し、極めて重要な位置を占めるものであるが、通例用ひられてゐるものに次のやうなものがある。

(1) 金屬 金屬盤にはアルミニウム、アルマイト、亞鉛、鉛、白蠟等が用ひられ我國に於てもアルマイト盤が製作され割合に廣く用ひられてゐる。

(2) ワツクス ワツクス板は市販レコードの録音用として廣く用ひられてゐるが、直接録音の材料としても使用出来、獨逸等ではこれを用ひ、盛んに録音放送を行つてゐる。ワツクス盤は雑音レベルが低く、周波數特性も良好で、使用後はその表面を削り直して、再三使用出来るので便利であるが、再生可能の回數は比較的少い。

(3) 纖維素誘導體 所謂セルローズアセテート盤、または單にアセテート盤と呼ばれてゐるもので、主としてニトロセルローズを含んでゐる。この種のもものは、比較的周波數特性もよく、雑音も少く良質のものが得られる故、放送には廣く用ひられ、AKでも機械録音にはこれを用ひてゐる。我國に於いても最近そ

の研究並びに製作が試みられるやうになつて来た。第88圖にその周波数特性の一例を示す。

(4) 樹脂質物質 フェノール樹脂

その他各種の合成樹脂質。

(5) ゼラチン 凝固性ゼラチン盤

その他各種のゼラチン化合物の盤。

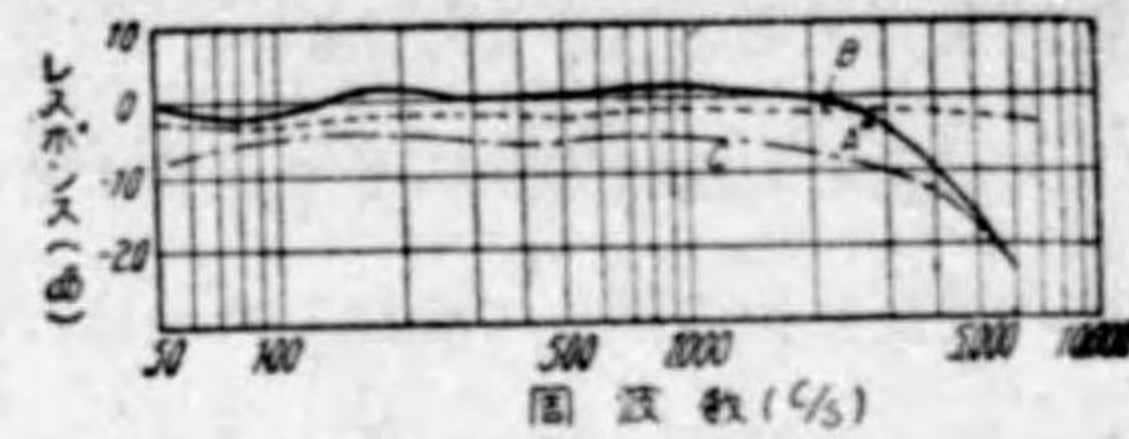
以上のうち(1)及び(2)を除く他は、多くの場合金属板または硝子板に被着させて使用する。しかし場合によつては、そのあるものは薄板として用ひられ

ることもあり、また紙の上に被着させて用ひられてゐるものもある。

カッターの針は録音材料によつて種々で 比較的軟い材料に対しては鋼針が用

ひられ、硬い盤に対してはサファイヤー、ダイヤモンド等の針が用ひられる。なほカッターは内側より外側へ向ふのが普通である。その理由としては、雑音レベルを減少し、高音部の特性をよくすること等を考へること

が出来る。第89圖に示す如く、雑音は盤と針との関係速度によつて異なり、速度が大きくなるほど、雑音レベルは高くなる。しかして再生用ピックアップの針がなじんでおかないほど、雑音を發し易い故、針の充分なじまぬうちは、圓盤の内側の線速度の低い部分を針が動くやうにし、なじむに従つて線速度の高い部分に進むやうにして、全體として雑音レベルの低下を計つてゐる。次に圓盤の内側の線



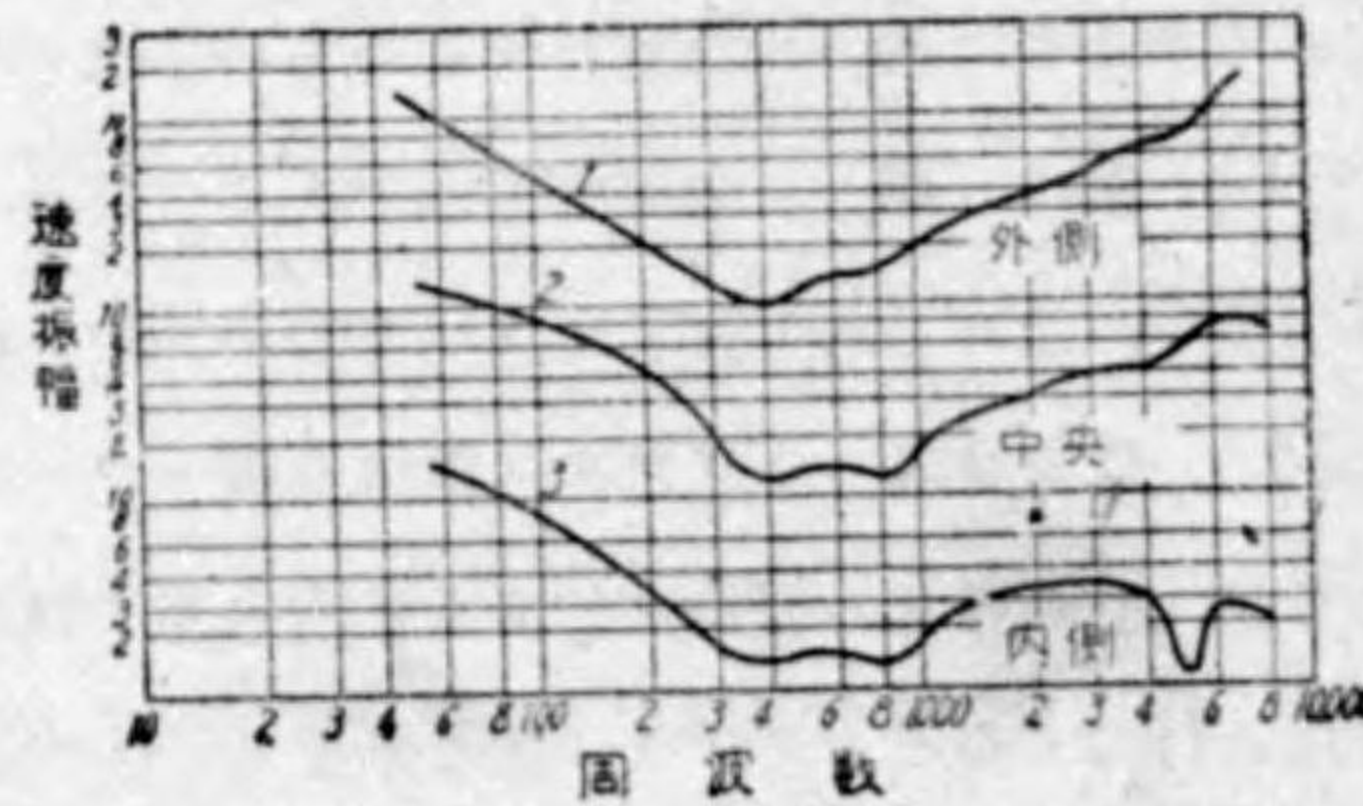
録音は總て横振れ式にして鋼針を用いたカッターにて行ひしもの

A: ニトロセルローズ盤の優秀なるものに就き市販の普通のピックアップを使用せる場合(先端半径2ミルの鋼針)

B: 同上のものにダイヤモンドの針を使用せる特殊のピックアップを用ひて再生せる場合

C: 別のセルローズ盤に対し(B)と同様にして得たもの

第88圖

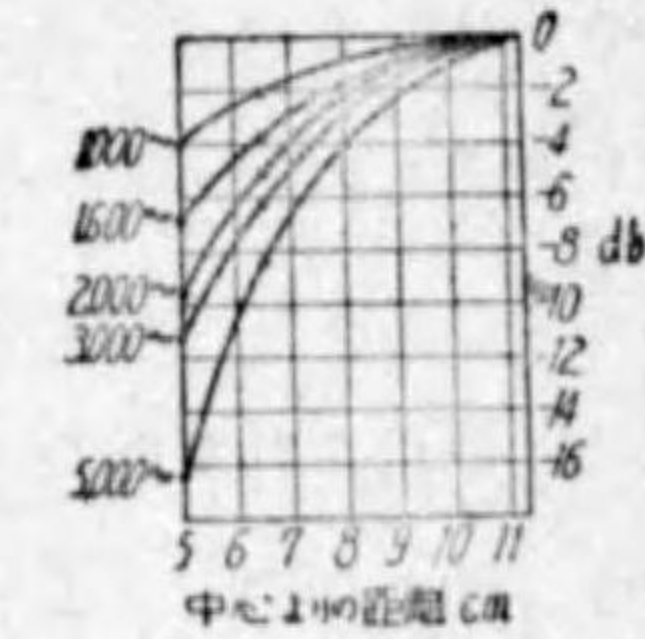


第89圖

速度の小さいところでは、高音に対する波長が短く、この部分では、高音の再生が困難なる故、針先の大きいさの小さいときをこの部分に使用し、針先が次第に磨減し、段々太くなるに従ひ、線速度の大きい外側の波長の長い部分に向ふやうにするのである。

圓盤の大きいさは、10吋または12吋のものが多く、時には16吋或ひは更に18吋のものもある。その廻轉速度は、通例毎分78回または80回のものであるが、33 1/3回になつてゐるものもある。盤に刻まれる螺旋狀の溝は、大體1cm當り36本位で、一面の繼續時間は3分乃至4分で、特に長いもので9分乃至15分位である。後者は特殊なものに屬し、通例3分前後のものも多く、その繼續時間は比較的短い。

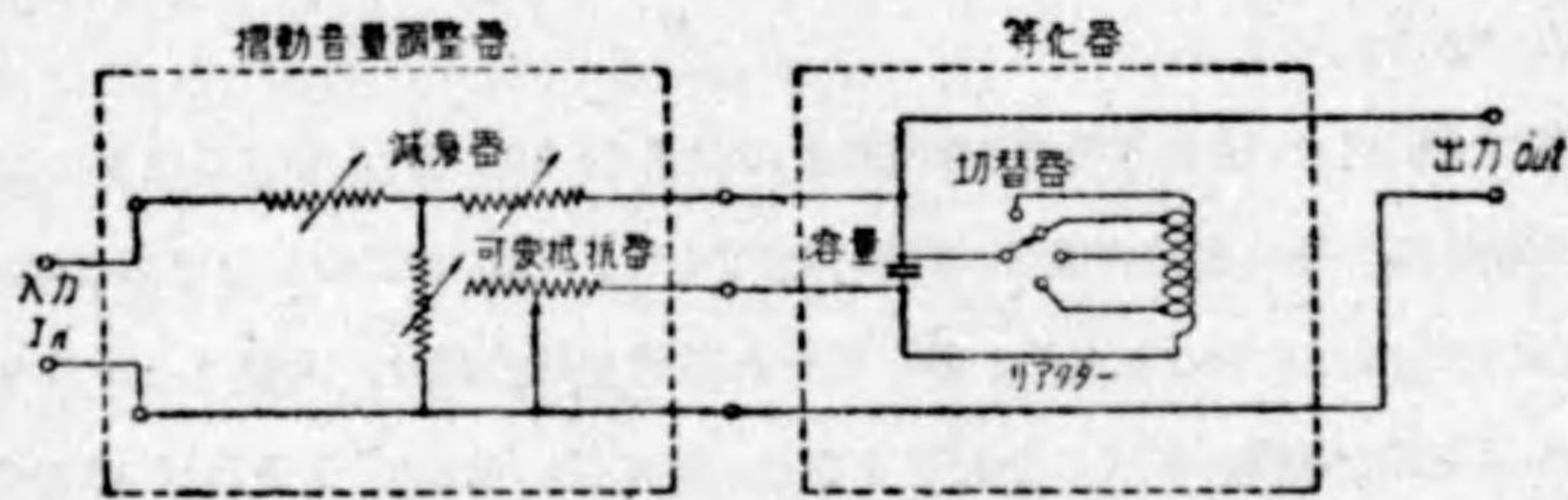
直接機械録音に於ける周波数特性は高音及び低音の兩方から制限を受け、比較的良好なもので大體200 c/s程度より5,000 c/s位までは餘り大差なく、5,000 c/s以上は線速度により、また200 c/s以下は、振幅と溝の間隔との関係により制限を受けてそれぞれ低下してゐるのが普通である。特に良質のものでは、8,000 c/s位迄録音出来るものもあり、更に等化器により低音部の補償を行つたものもある。勿論使用せるカッター、ピックアップ及び録音盤材料の良否により一様ではない。周波数特性は、Buckmann Meyerの像によつて簡単にこれを見ることが出来る。第90圖は關係線速度と周波数レスポンスの變化の模様の一例を示す。



第90圖

機械録音に於いては、圓盤の廻轉速度を一定に保つたため、通例同期電動機を用ひて、これを驅動してゐるが、なほ溝の走行線速度は圓盤の内側と外側ではその値を異にし、外側に行く程増大する。その結果圓盤の外側に於いては、同一周波数の音に対する音響溝の波長が、内側のものより大きくなるため高周波音に対する録音並びに再生が容易となる。即ち内側よりも外側の

方が高周波音に對しレスポンスし易くなる。圓盤の内側及び外側に於ける、音溝走行線速度の變化に據る周波數レスポンスの變化に對しては、可變等化器によつて補償出来る。第91圖はその一例を示す。



第 91 圖

雑音レベルは録音材料により、大いに異なるが概してニトロセルローズ盤、ワックス盤等は、比較的雑音が少い。

この種のものゝ雑音は殆ど各周波數に亙つて分布してをり(第89圖),上述のやうに線速度の高いほど雑音レベルも増す。またその壽命は比較的短い。

機械的録音方式にては、その録音或は再生の電氣機械的變換が假令完全に行はれたとしても、なほ再生に於いて幾何學的原因に基く、非直線歪即ち高調波の發生を伴ふ。これはビツクアップのアーム及び針端が或る有限の大いさを有するため起るもので、それぞれトラッキング・エラー⁽¹⁾及びトレーシング歪⁽²⁾と呼ばれてゐるが、ここにはその詳細は略す。

普通使用されてゐる機械録音は横振れ式であるが、高低式のものも考へられてをり、種々利點があるため、最近この方面の研究が進められてゐる。

(1) B. Olney. Electronics 10, 19 (1937)

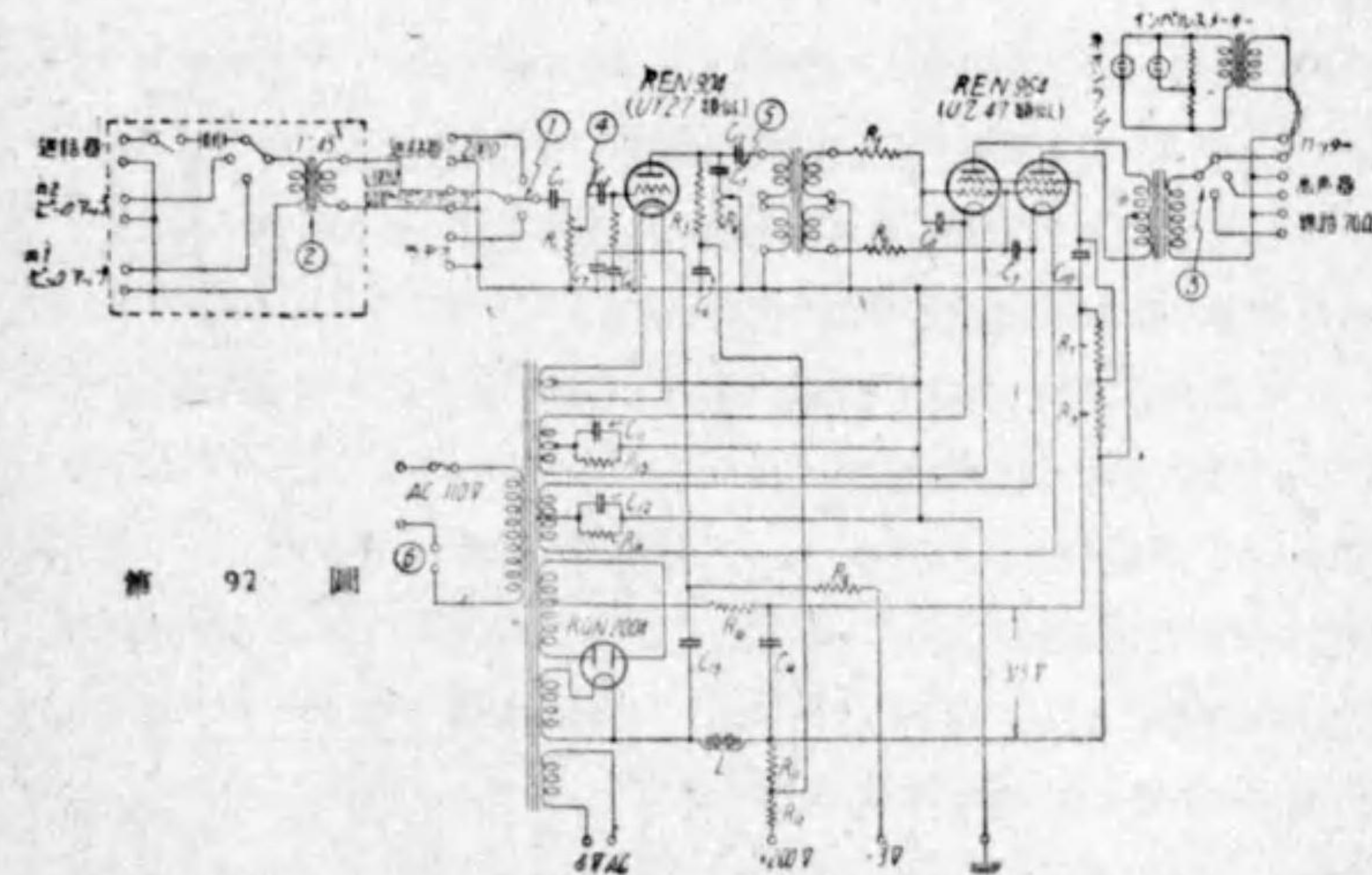
(2) M. J. Ditoro, J.S.M.P.E. 29, 493 (1937)

J. A. Pierce & F. V. Hunt. J.A.S.A. 10, 14 (1933)

第3節 テレフンケン製 ElaC44 型 携帯用録音装置概要

横振れ式直接機械録音装置の一例として、現在AKにて使用中のテレフンケン Ela C44 型携帯用録音装置に就いて簡単に述べてみる。

この装置は、Ela V38 T型増幅器1臺と録音器2臺を一組とし、これにカーボン・マイクロホン、スピーカー、インパルス・メーター、受話器等が附屬してゐる。増幅器は第92圖に示す如く終段をA級プッシュプルにした2段増幅のもので、入力側はマイクロホン、ビツクアップ、及びラジオに接続し得る3段切換へにして、出力側もカッター、スピーカー及びラインへ接続し得るやう3段切換へになつてをり、音量及び音色調節装置を具へてゐる。



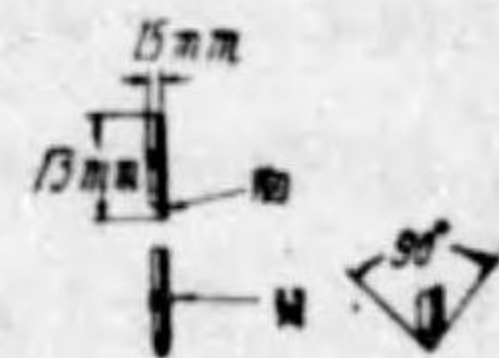
録音器はカッターの他にビツク・アップをも有し、録音再生可能にして、そのターン・テーブルは、単相同期電動機で駆動され、50 c/s で毎分 78 廻轉する。このターン・テーブルは、スプリングによつて廻轉軸に結合され、廻轉軸は可撓連

結子を通して、前記電動機へ結合されてゐる。

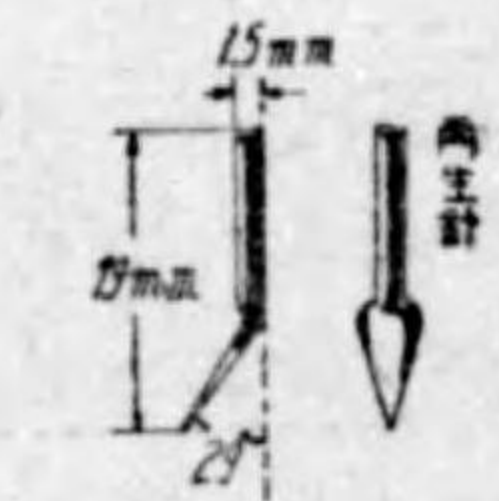
カッターは平衡鐵片型のもので、1 cm 當り 36 本の割合で、深さ約 0.04 mm の溝を切りながら、録音盤上を内側より外側に向つて駆動される。この録音器には、特殊の把手の装置があり、これを時計針方向に手動にて廻すときは、カッターの横方向の移動速度を速めることが出来、例へば連続録音をするやうな場合再生に必要な印（溝の間隔が大きくなる）をつけることが出来る。



ピックアップは可動線輪型のもので、再生の場合にはこれを豫め支持棒の上に載せ、手杆を操作して静かに録音盤上に置く。第93圖はカッター及びピックアップに使用する針を示す。



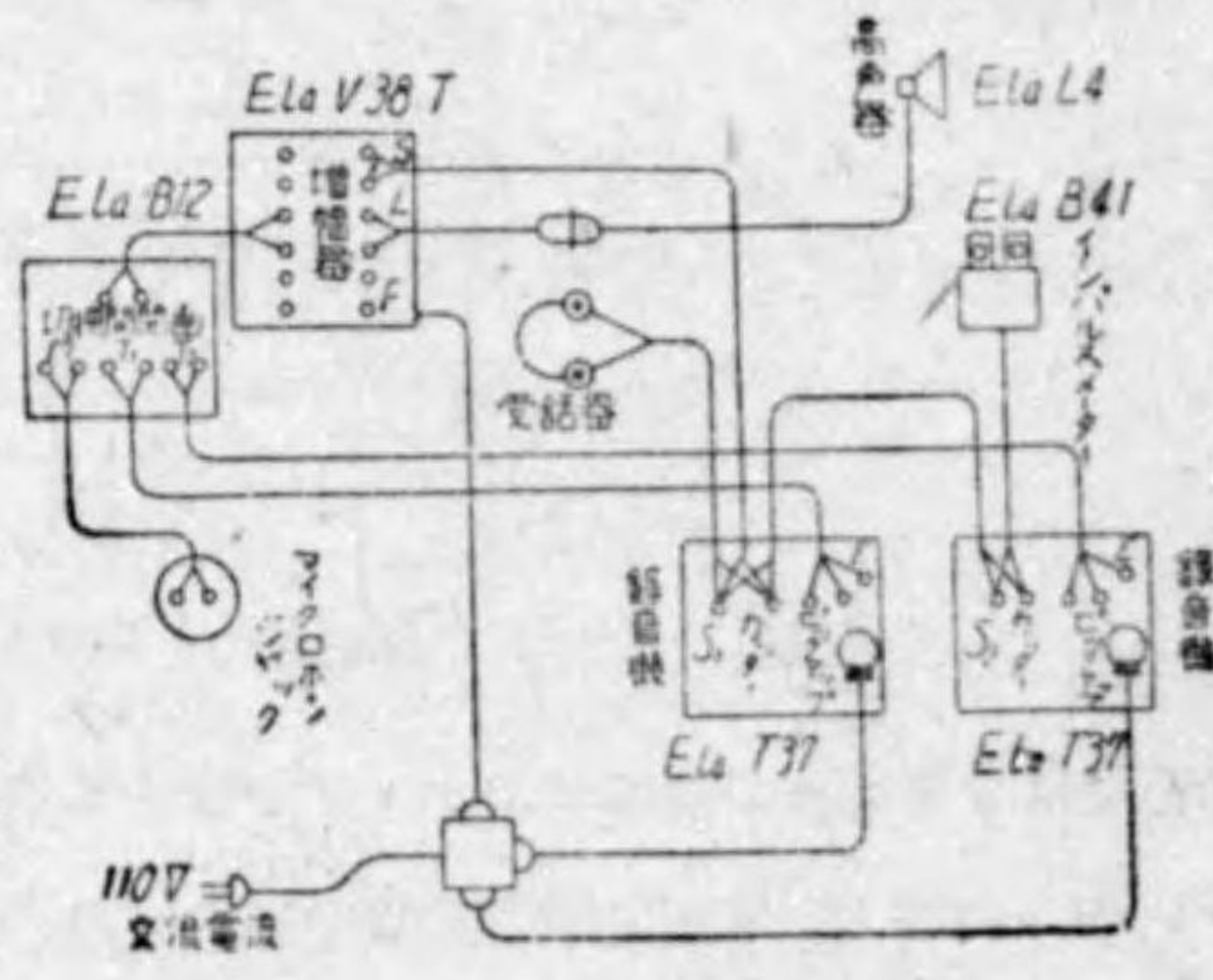
本装置に使用する録音盤は、薄いアルミニウム盤にニトロセルローズを主成分とした録音用物質を塗布した直径10吋（場合により12吋盤も使用）の圓盤で、上述の如く毎分78廻轉として約3分間の録音が可能である。



第 93 圖

第94圖は本装置を、使用する場合に於ける接続の模様を示すもので、實際には増幅器の

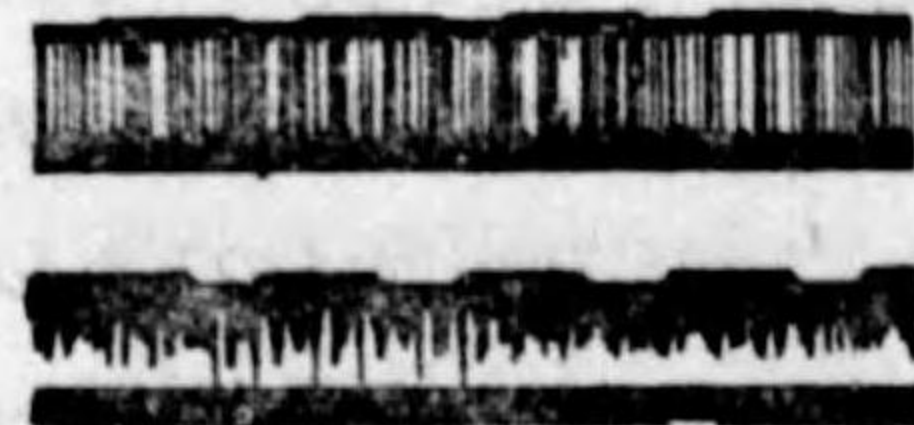
入力には、演奏所に於ける録音の場合にはC増幅器の出力を、また演奏所外にこれを携行して、録音する際には、携帯用A増幅器の出力をこれに接続する。本装置の詳細に就いては、技術参考資料第34號を参照されたい。



第 94 圖

第4節 光學的録音

トーカーとして發達して來た光學的録音方式は、音響電流によつて變化する光の像を造り、これを寫眞用のフィルムに投射し、その感光によつて録音する様式のもので、フィルム式とも呼ばれる。これに可變密度型と可變面積型の2種がある。可變密度型はまた濃淡式とも謂はれ、音響跡はその幅を一定に保ちつつ長さの方向に密度を變化させ、音響電流に相應する濃淡の縞を記録するものである。第95圖(A)はこれを示す。濃淡の縞を得るのに、二つの様式が用ひられてゐる。



第 95 圖

その一つは、特殊の閃光管（例へば Fox Movietone で採用せるエオライト Aeolight）またはケルセル（Klangfilm ではこれを用ひてゐる）に音響に相應して變化する電氣的出力を加へて、それらより得られる光の強さを變化させ、これによりスリットの幅は一定に保つたまま、フィルムに當る光を變化させて濃淡の縞を記録するものである。今一つは、一定輝度の電燈を用ひ、その光をスリットを通してフィルムに當て、スリットの幅を音響電流を用ひて電磁的に變化させて濃淡を記録するもので、このスリットの装置を光弁（Light Valve）といふ。

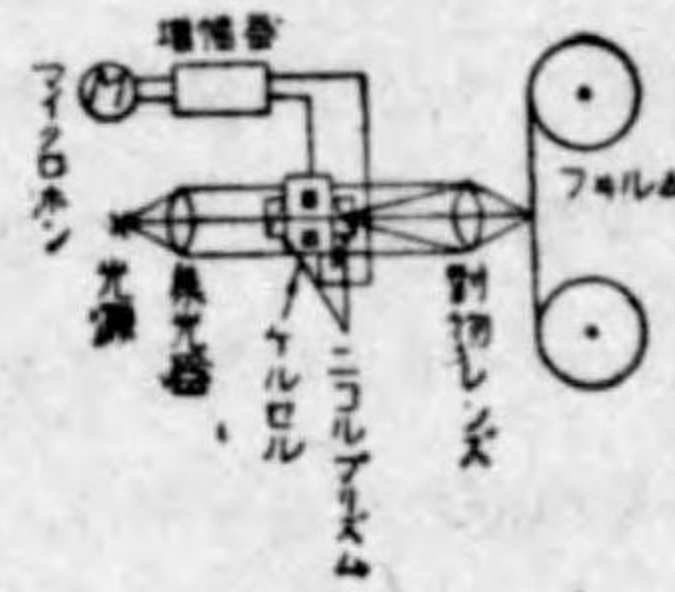
可變面積型は、また横波式ともいはれ、一定の長さ及び幅を有するスリットの長さの方向に一定光度の光を動かす、これをフィルム上に當て、音響跡を造るもので、かやうにして出来る結果は一定密度で幅の異なる線が得られ、その音響跡は鋸齒状をなし、残りの部分は透明になる。第95圖(b)はこれを示す。なほ横波式には、特別なものとして多數の横波の條を、記録する多條横波式と稱せられるものがある。

可變密度型、或は可變面積型のいづれの様式によつて録音するも、その再生は

同一の再生装置（映寫機）にてこれを行ふことが出来る。

閃光管式 適度の壓力の瓦斯、及び電極を封じ込んだ閃光管の放電輝度を音聲電流により、變化させ濃淡の縞を得る方法で、種々種類がある。例へば Fox Movietone Case 式のエオライトは、陽極にニツケル、陰極にオキサイドコートした白金を用いた熱陰極水銀入閃光管で、約 0.2 mm の細隙を通してフィルムに感光させる。閃光管で必要なことは、加電壓により光る面積を變化することなく、光力のみを變化せしむること、この目的のため陰極に特殊の工夫が加へられてゐる。また放電の開始電壓と消滅電壓の差をなくするため、第3極を封入し、これに定電壓をかけたものもある。

ケルセル式 電場内に置かれた特殊誘電體、例へばニトロベンゾール液を偏光が通過するときは、電場の強さに應じ偏光面が廻轉すること、即ちケル効果を利用したもので、二つのニコル・プリズム及びケルセルを用ひ、音聲電壓の増幅したものを加へて、それらの装置を通過する光量を変化せしめ、フィルム上に濃淡の縞を作らせるものである。これによる像の大いさは、大體 0.25×0.002mm位のもので、第96圖はこの方式による録音法を示す。



第96圖

光滲式 強磁場内に2本の細いヂュラルミン・テープをループに張つておきこれに音聲電流を通す。光軸を磁場の方向に取つて、光束をテープ間隙に通し、音聲電流によつて通過する光量を変化させ、濃淡式の録音を行ふものである。

振動子式 電磁オシログラフと同様の方式によるもので、磁場内に2本の細線をループに張り、これに小反射鏡を取付ける。一定輝度の光を反射鏡に當て、音聲電流によつて鏡を廻轉させ、スリットを通る光束の幅を變化させ、可變面積型の録音を行ふものである。

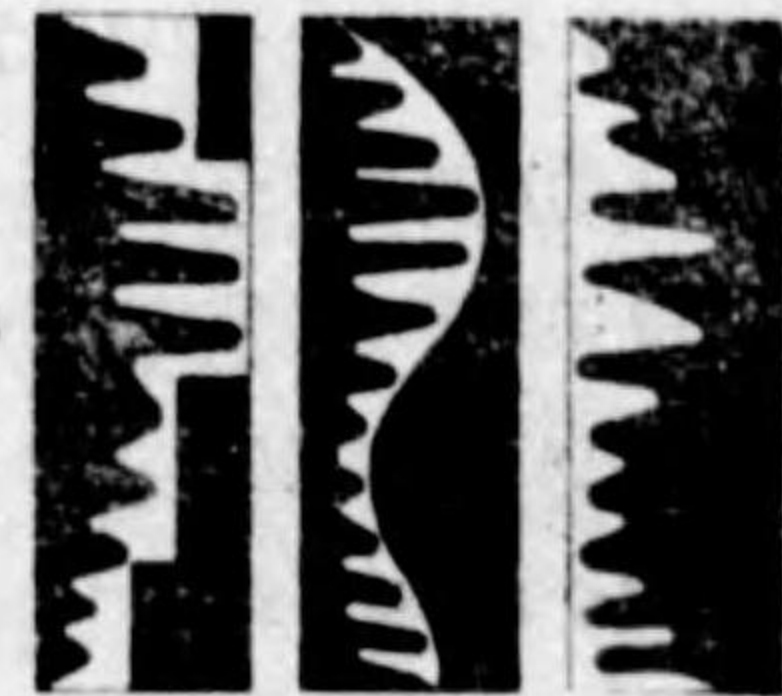
録音方式は又寫眞光學的にこれを見るときは、直線式録音及びトー式録音或は

α式録音、β式録音及びγ式録音等に分類出来るがここにはその詳細を省略する。光學的録音法は、始め雑音の多いことを難點とされたが、今日では所謂無雑音操作が行はれてをり、却つて雑音の少いことを長所とさへしてゐる。光學的録音法に於ける雑音の主なる原因は、

- (1) マイクロホンに感じた雑音並びに音聲機器及び録音装置の有する雑音
- (2) 光電管並びに再生装置の有する雑音
- (3) フィルムの銀粒子、現像のムラ、疵、塵埃による雑音

で、これらのうち(3)に原因するものが最も大きい、これは實驗により陽電フィルム

の透光度に比例することが知られてゐる。即ち雑音を少くするには、音の弱い部分でフィルムの平均透光度を減するやうにすればよい。これを理想的に行ふには音聲電流の波形のエンベロープに等しい偏倚を無變調の露出に加へて、音聲電流が常に最大變調で働いてゐるやうにすればよい。



(A) (B) (C)

第97圖

例へば第97圖の如き録音を行へばよいので、これには増幅器の出力の一部を取り、これを特別の増幅整流器に入れ、音聲電流の振幅に比例する直流電壓を得て、これを以て平均露出に偏倚を與へればよい。無雑音録音の一方式として、スクイストラック法と稱せらる考案もある。今日では光學的録音における收音量は、無雑音法によるものは、40乃至45 db位といはれてゐる。

光學的録音方式は、理論的には極めて良好で、最も優秀な再生音質が得られる筈であるが、實際には技術上相當の差違を生じ、殊に寫眞化學操作の過程で相當に質を損することがある。この方式で録音し得る最高周波数は、フィルムの走行速度、細隙の厚さ、レンズの収差、光の廻折、フィルムの銀粒子の大いさ等により制限を受ける。

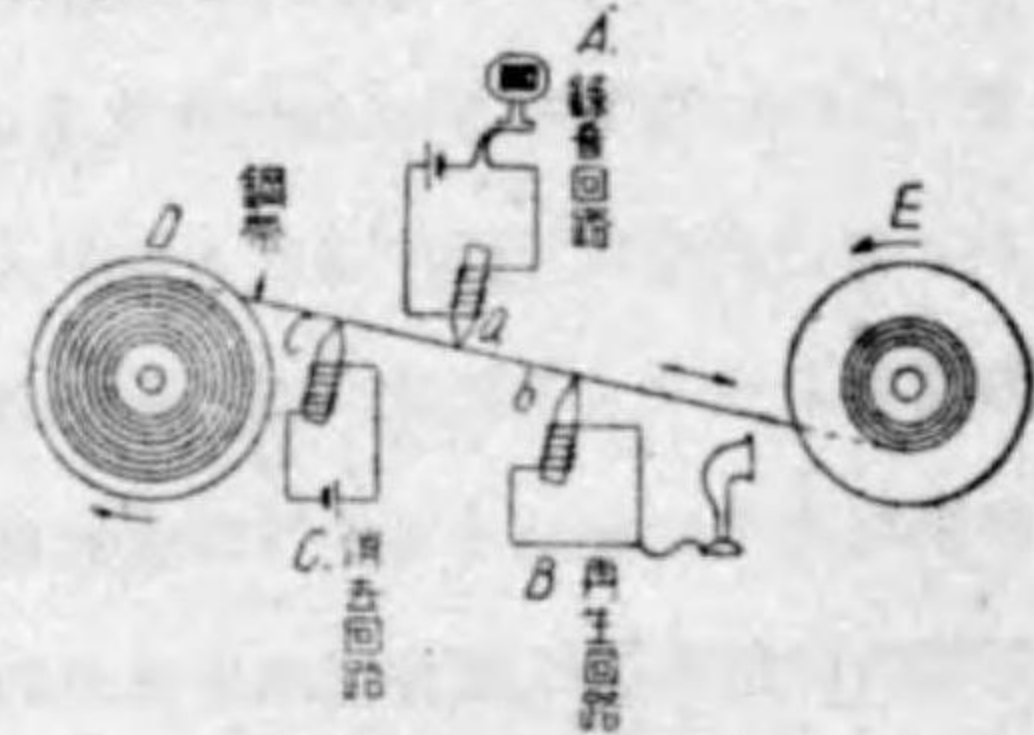
光學的録音方式の特徴は、連続相當時間録音出来、且つ再生回数は殆ど制限がな

く、何回でも使用に堪へることで、編輯の容易なことも亦その大きな長所である。

第5節 磁氣錄音

磁氣錄音には、被錄音體として非常に磁化し易く、しかも磁氣の残り易い材料を用ひる。この方式は1895年の V. Poulsen の發明に始まるもので、原理としては簡單である。第98圖は磁氣錄音の系統の一例を圖解したもので、材料は一方の捲取棒Dより一定速度で、他方の捲取棒Eに捲き取られる。その途中に消去、錄音及び再生用の電磁石 c, a, b があり、これら

により前に記録したものを吹消し、再び新しい錄音を行ひ再生する。即ち錄音材料は a を通過する瞬間、音聲電流で磁化され、これが残留磁氣として音聲の記録を止める。また b を通過する時は、上述の如き残留磁氣によ



第 98 圖

り b の中に磁束變化を生じ、線輪に起電力を誘發し音聲電流を再生する。c は同一材料を再び他の錄音に使用せんとするとき、前の残留磁氣を吹消しながら錄音するためのもので、吹消の方法には種々ある。例へば c に相當大きな直流を通ずるときは、錄音材料は残留磁氣の大小に拘らず一様に飽和點まで磁化される故、前に行つた錄音を消し去ることが出来る。

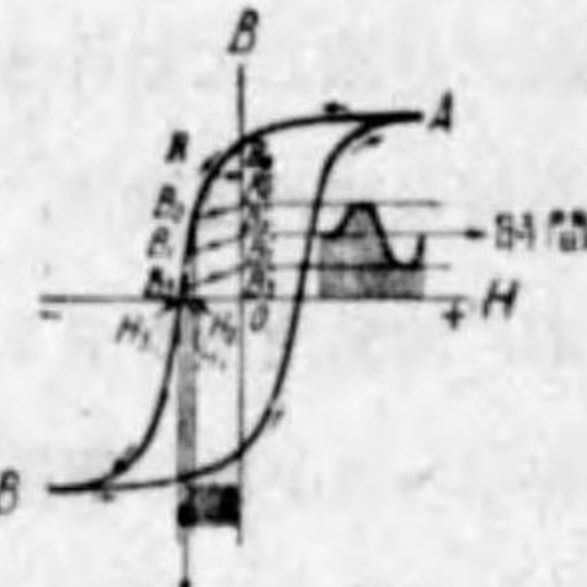
錄音材料としては、前述の如く磁化し易く、しかも残留磁氣の残り易いことが必要で、鋼または特殊な合金が用ひられる。その形状よりこれを見るときは、細い線状のものと薄いテープ状のものとがあり、いづれも相當の長さを有し、長時間の連続錄音が可能である。鋼線は、その軸の周りを絶えず廻轉してをり、歪を生じ易い故、磁極間の距離を大にしなければならず、従つて周波数の高い音に對しては、速度を上げなくてはならない。速度を餘り高くするときは、機械的の困難を増し接觸せる磁極を早く磨耗し、且つ磁極に滑らかに接觸し難くなり、雑音量が

増加し勝ちである。テープ状のものは、一般に線状のものに比し、特性優秀であるが、同一長さに對し捲棒の形が大形となり、従つて機械全體としても、比較的大きなものとなる。なほ材料をあまり細くする時は、機械的に弱くなり、切れ易く支障を來たしやうい。

磁化の方法としては、一般には材料の長さの方向に磁化するものが多く用ひられ、これに單極錄音と双極錄音の2方法がある。なほテープ状の錄音體に對しては、この他に十字磁化、或は横軸磁化と稱せられる方法と、垂直磁化と稱せられる方法とある。前者は、テープの縁に垂直で、表面に平向な方向に磁化するもので、後者はテープの表面に垂直の方向に磁化するものである。

今磁化の過程につき略述する。第99圖。前回の錄音のまま、テープが吹消極の

ところにくるとこれより飽和點 A まで磁化され、ここを通り過ぎると残留磁氣 OB₁ となつて残る。この附近では $\frac{dB}{dH}$ の値が小さく、且つ曲線は彎曲してゐる故、磁化曲線が直線的の形を取る B₂B₁B₃ の部分で動作するやうにする。そのためには消去磁化と反對方向に、適當な大



第 99 圖

いさの磁化力が必要で、この目的のため錄音極に適當な値の偏倚直流を加へる。即ち錄音極の下では、音聲電流とこの偏倚電流の重疊されたものにより、磁化力は OH 上の H₁ を中心にし、H₂ と H₃ の間で變化する故、テープ中の磁束密度は、これに對應して B₂B₃ の間で變化し、従つて錄音極を通り過ぎると、B₂B₃ の間で音聲電流に相應した残留磁氣を残すこととなる。

磁氣的錄音における最大の特徴は、前回の錄音を吹消し、同一材料で何回でも錄音出来ることであるが、吹消しの方法には、前記磁氣飽和によるもの他に種あり、例へば磁氣的中和を行ふ方法がある。

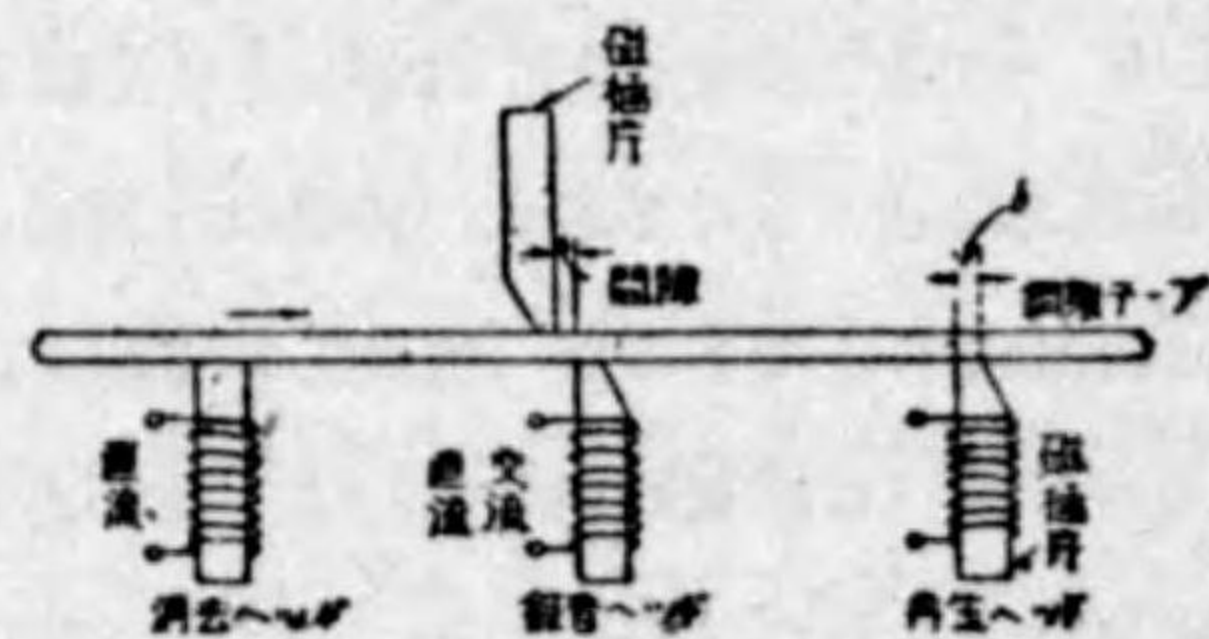
磁氣錄音もその様式により、或は使用材料により、その特性が異なる。更にテープの走行速度、錄音磁極間の距離によつても、大いに異なる。再生周波数を高

めるためには、速度を増すことが必要であるが、速度を増せば雑音のレベルは高くなる。通例毎秒1.5 m 前後のものが多く、これは機械的 或は光學的録音における速度毎秒約0.4米に比べると、4倍近くで著しく高い速度であるといへる。

第6節 マルコニー製 M.S.R.I. 型録音装置

AKでは磁氣録音装置として、マルコニー製 M.S.R.I. 型録音及び再生装置を用ひ、主として海外放送に使用してゐる。これは鋼帶式で、そのテープの幅は3mm 厚さは0.08 mm にして一巻の長さは約3,000 m である。テープの走行速度は毎秒1.5 m なる故、全テープの録音時間は約33分である。この装置は録音及び再生機、音聲増幅装置、電源用整流装置及び試聴用高聲器より成り、3相220ボルト電源に接続して動作させる。

録音及び再生機は、テープ走行操作及び磁氣的録音並びに再生の操作をなすもので、消去用ヘッド1個、録音用ヘッド2個、再生用ヘッド2個を具へてゐる。消去用ヘッドは、單極で珪素鋼磁極片1個を有する。録音用ヘッドは、いづれも双極にして同じく珪素鋼磁極を有し、再生用ヘッドは二個共單極でその極片は、パーマロイで作られてゐる。消去用ヘッドのコイルの抵抗は、大約500オームでその他のヘッドは、いづれも70オームである。なほ磁極片は、いづれも撥條により、テープに押し付けられてをり、消去用のものは、先端を整形に削つて使用する。録音磁極片は、螺旋によつてテープの長さの方向に移動し、その間隙を加減し得る如く出来てゐる。第100圖は極片の配置を示す。テープは直径61 cmの捲枠に捲かれてをり、録音及び再生の場合は、テープ走行装置によつて第98圖の方向に送られ、同期電動機で駆動されてヘッドの間



第100圖

にあつては、一定の速度で進行する。

テープの捲取り、捲戻しは1個の三相同期電動機、2個の三相誘導電動機により滑車、駆動輪、テープ溜(2個所にある)等を通じて行はれ、この時サイクロンを用ひたりレー装置によつて、二つの誘導電動機を速度を制御し、テープの弛みを加減する。

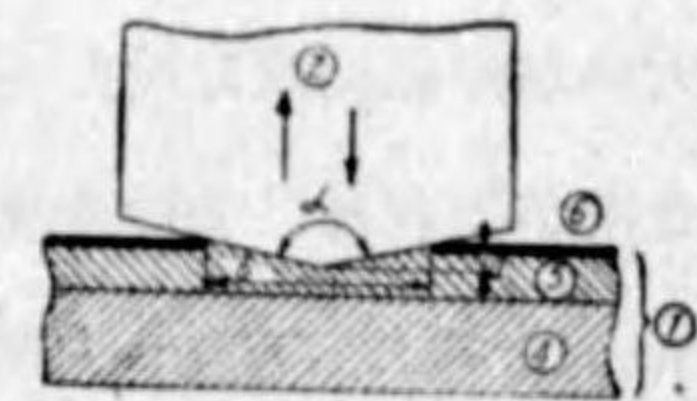
音聲増幅器盤には、録音用増幅器、再生用増幅器、プログラマター、メーター盤、ジャック盤等が装備されてゐる。

電源整流器は *HT.* と *LT.* に分れ、*HT.* はプレート用及びパイプス用で、*LT.* はカソード加熱用並びに消去用である。別に試聴用として、増幅器及び高聲器が1個のキャビネット内に納められてゐる。

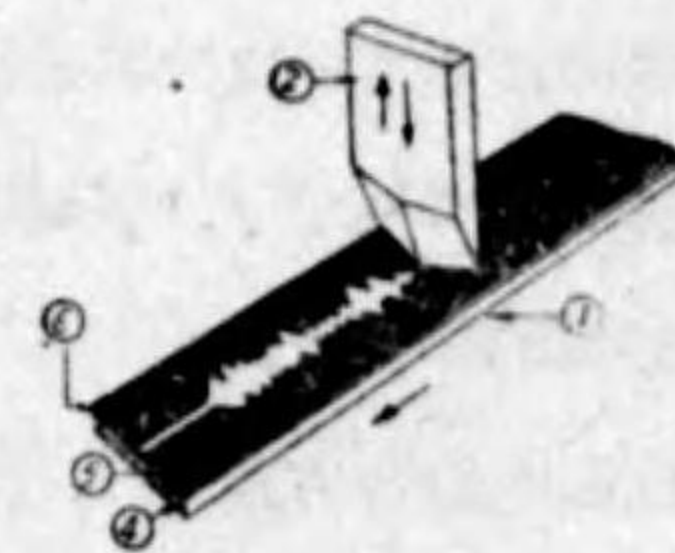
第7節 機械録音光學的再生方式

これは機械的に録音し、再生には光學的方法を用ふるもので、Philips Miller 式録音再生装置は、この種に屬するものである。Philips Miller 式における被録音體は、Philimil と稱せられる幅約7mmのセルロイドの帯で、その片面には黒色のコロイド物質が相當の厚さに塗布されてゐる。これを一定速度で移行させ第101圖の如き、サファイヤのカッターを用ひて第102圖の如き機械的録音を行ふ。この再生は、光學的録音の場合と同様に、光電管装置を利用して行ふ。この方式は、機械的と光學的の兩特色を兼ね備へ、巧みにその短所を避けてゐて、特性は極めて優秀である。

即ちこの方式では、寫真操作を必要とせずプレーバックにも比較的時間を要せず、録音しながら直ちに再生して試聴出来、且つ相當時間の録音が可能で、



第101圖

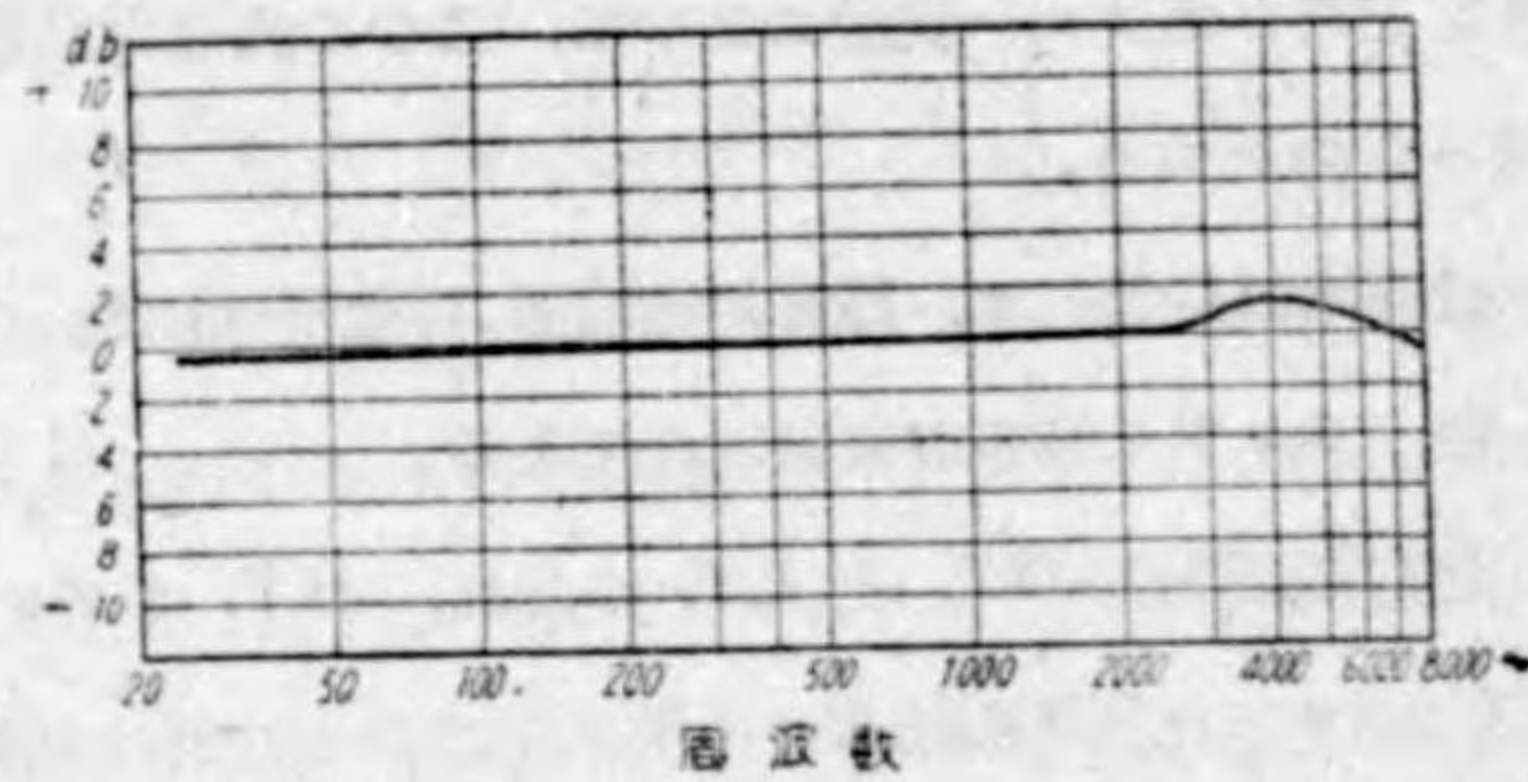


第102圖

再生によつて音質を損すること少く、何回でも再生することが出来る。また場合によつては、コピーを取ることも、編輯することも容易である。第103圖はこの方式における総合周波数特性の一例を示すもので、30サイクル乃至8,000サイクルの範囲で、偏差は僅かに1dbである。

なほ Philips Miller 方式における雑音レベルは、相當に低いとのことである。

この方式で都合の悪い點は、機械的録音であるため、震動のあるところでは録音が不可能なことである。



第 103 圖

第 8 節 各種録音方式の比較

既に述べた如く、放送用録音としては、周波数特性良好で、雑音レベル少く、收音量の大きいことが望ましい。

周波数特性に関しては、機械的・光學的・磁氣的の3方式ともに、現在のところ餘り大なる差異はなく、大體良好なものにつき、充分調整をよくすれば、同程度の成績が得られ、100サイクル乃至5,000サイクル位までは再生出来る。雑音レベルの點では、光學的方式が最も少く、磁氣的方式が最も多くて、機械的方式はその中間に位するが、その差異は僅少で方式の差よりも、調整操作の巧拙による差異の方が大きい位である。その收音量は、材料の性質や、また使用状況によつて異なり、正確にはいへないが大體、

磁氣的録音方式	30 乃至 35 db
機械的録音方式	30 乃至 42 db
光學的録音方式	40 乃至 45 db

位の程度である。

なほ雑音量を減少せしむる方法としては、(i) 雑音の比較的大なる周波数部分を、他に比し強く吹き込み、再生回路に等化装置を用ひて、補償的調整を行ふ方法 (ii) 無聲雑音を除去する方法 (iii) 壓伸器を用ふる方法等がある。

録音體の走行速度は、その特性と密接な関係をもつてゐるが、磁氣的のものにおいて最も早く、毎秒約1.5m位で、他の二者は大體その1/4程度である。

磁氣的及び光學的では、録音材料の走行速度は一定であるが、機械的方式においては、圓盤の内側と外側とで線速度が異なり、従つて周波数レスポンスが異なる故(多數盤を連続再生する場合には、外側より突然内側に移る故、その差異を特に感ずる)、自動的等化装置の如きものを挿入することも必要となつてくる。(第91圖参照)

さらに各方式における特徴の二三を擧げてみれば、機械的録音は、その録音及び再生の操作が簡易にして且つ直ちに再生出来、複製編輯も容易で便利である。しかし一面の繼續時間短く、長時間殊に音楽の如く連続的で休みのないものの録音には、あまり適しない(實際には適當な送り装置で印を刻み、これによつて連續再生を行ふ)。また録音盤は比較的壽命が短かく再生し得る回数は少い。

なほ録音再生に際しては録音盤を水平に保ち、且つ振動を避ける必要があり、録音材料のうちには温度の影響を受け易いもの、削り屑の引火し易いものがある。

次に光學的録音においては、比較的長時間の録音が出来、再生回数に殆ど制限がなく、長期保存が出来、編輯複製が容易で、録音再生は震動によつて直接妨げられないが、寫真操作を必要とし、即時再生は不可能で且つ録音材料が感光性なるため、取扱上注意を要する。また本方式に使用されるフィルムは、相當に高價である。

磁氣録音方式の特徴としては、被録音體は極めて細い線、または帯で捲棒に捲いて使用する故、長時間の連續録音を行ふことが出来ること、相當回数繰返して

再生し得ること、不要になつたならば、前回の録音はこれを吹消し、何回でも同材料を用ひて録音し得ること、震動、外氣等の影響を受けること少く、移動録音に適すること、録音しながら容易に再生出来ること等で、その短所としては、被録音體が、機械的に弱く切れ易いこと、複製、編輯の困難なこと等を擧げることが出来る。

以上述べた如く、その方式により種々長所短所がある故、各種の様式のものを用意しておき、その要求に応じて、最適のものを選択するのが理想である。

第7編 放送所設備

第1章 放送所概説

第1節 放送所の概念並びにその構成

1.1 放送の定義

放送とは何ぞやといふことは、冒頭に持ち出すまでも無く一般に非常に良く瞭解されてゐるが、しかし順序として放送所とは如何なる役目をするところであるかを明かにするために、先づ放送の定義から筆を起すこととする。

放送とは我國の放送用私設無線電話規則によれば、「時事音楽その他の事項を放送し、又はこれを聴取するため施設する私設無線電話」を總稱することとなつてゐる。言葉を換へれば、放送とは一定の豫め定められたるプログラム・スケジュールによりて、一般に聴取されるを目的とする無線通信なりといつて定義し得る。即ち放送に必要なる條件は、第一にプログラムが豫め定められてゐること、第二に一般に聴取出来るといふことの二つに要約することが出来よう。

従つて放送所の役目は、このプログラムを現在の一般聴取者の受信機で、出来るだけ忠實に再現せしむるやう、能ふ限りの最高技術を利用して、これを送り出すにありといふこととなる。

これが爲に次の1.2に述べるやうな、種々なる特性が要求される。

1.2 放送所の基本特性

放送所がその役目を遺憾なく發揮するためには、種々の特性が要求される。そ

●主なるものを述べれば、次の三條件に歸することが出来よう。

(a) 持続電波即ち搬送波を發射すること

現在の放送技術の形式では、搬送波と呼ばれる電磁波を發射することが、不可缺の條件である。即ち所謂放送波長帯と呼ばれる波長に相當するところの電波を發射する必要がある。

(b) 搬送波に音聲プログラムを乗せること、即ち變調を行ふこと。

搬送波とは有線電話における針金に相當する役目をするもので、これにプログラムを托送して初めて效力を發揮する。搬送波に音聲プログラムを乗せてやることを變調と呼ぶのであるが、この變調を行ふことが絶對必要な條件である。

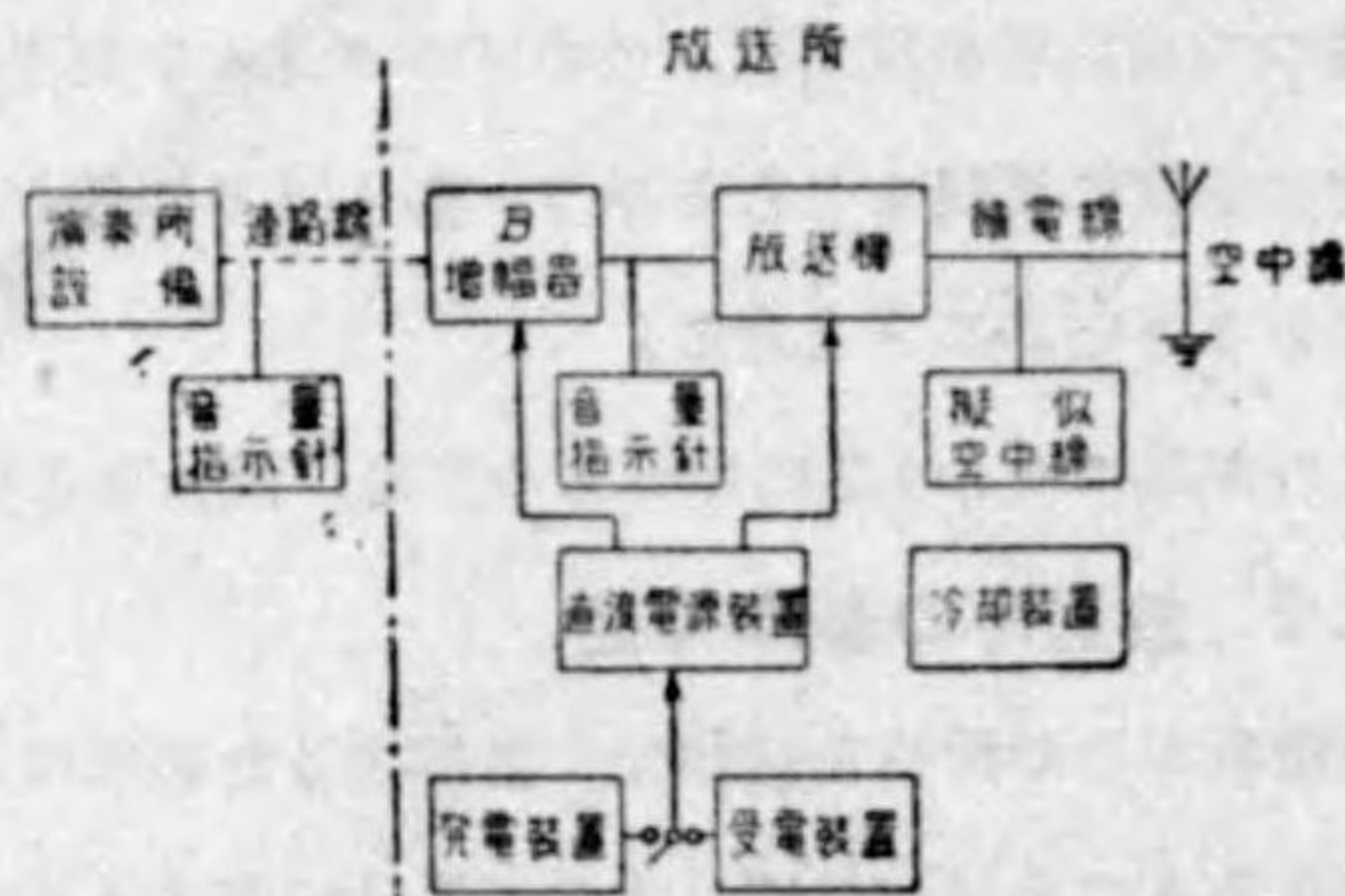
(c) 變調が原音波に對して忠實に行はれること。

放送技術の使命は、音聲プログラムを各聴取者の受信機で、原音通り忠實に再生せしむるにある。従つて放送所の役目としては、變調が原音に對し極めて忠實に行はれることを要す。變調方法には種々あつて、中では特に忠實性を重要としないもの、或は特に忠實性を缺いて、所謂秘密電話等に利用される方法等があるが、放送ではこの忠實なる變調といふことが絶對必要條件である。これがためには後述するやうな周波數特性とか、變調歪とか、或ひは雜音等に對して相當嚴格なる條件が滿されなければならぬ。

1.3 放送所構成

以上述べた三條件を満足するために、如何なる放送設備を必要とするか、これは放送電力の大、小に應じて千差萬別となり得るものであるが、現在我國における放送所の構成を示すならば、大體に於いて第1圖の如く考へて宜しい。

500W級の小電力局、10kW級局或は100kW級の大電力



第1圖 放送所構成

局等によつて、この構成に若干の増減があることは勿論であるが、大體第1圖の如き系統を採るのが一般である。これ等に必要なる各機器が、それぞれ適當なる室に收められるのであるが、それ等の中増幅器及びその附屬機器を收める室を調整室と呼び、放送機器一切を收める室を放送機室、電源關係の室を電力室と呼んでゐる。この他空中線同調舎とか發電所等を附屬する場合もある。

第2節 放送技術に関する諸規程

2.1 電波の分類

放送周波數に對しては國際的の制限が與へられてゐるが、先づ電波の分類に就いて考ふれば、第1表の如き現行の分類

第1表

法がある。この分類法は學術的でないと理由で、第4回の國際無線通信技術諮問委員會(C.C.I.R.)で第2表の如き意見が英國から提案され、今後この分類に従ふことになつてゐる。然しこれも不便があるので、急速にかやうな方法を探るにも及ばぬ。

周波數	波長	名稱
0 kc	∞ m	長波
200	3,000	中波
1,500	200	中短波
6,000	50	短波
30,000	10	超短波
∞	0	

第2表 電波分類表 (第4回 C.C.I.R. 英國提案のもの)

周波數	波長	名稱
0 kc	∞ m	ミリアメトリック波 超低周波電波
30	10,000	キロメトリック波 低周波電波
300	1,000	ヘクトメトリック波 中間周波電波
3,000	100	デカメトリック波 高周波電波
30,000	10	メトリック波 次超高周波電波
300,000	1	デシメトリック波 超高周波電波
3,000,000	0.1	センチメトリック波 極超高周波電波
30,000,000	0.01	

この分類中放送に割當てられてゐる周波數帯は、所謂中波であつて次の如くで

ある。

2.2 放送周波数の割當

550 kc 乃至 1,500 kc 國際條約

550 kc 乃至 1,200 kc 日本現行

放送周波数としては、國際的には長波帯及び短波帯も許されてゐるのであるが、我國に於いては、種々の理由に依つて上記の範圍に限定せられてゐる。

2.3 放送周波数偏差許容限度

(a) 第4回 C.C.I.R. 表明意見

550 kc 乃至 1,500 kc 偏差 20 c/s

1939年1月1日以降の新設送信機に適用

(b) カイロ會議

1940年1月1日以降の新設送信機 ± 20 c/s

既設局は1944年迄 ± 50 c/s

カイロにおける國際電氣通信會議の上記の結果は、既に正式に國際條約として締結されてゐるので、1940年以降 ± 20 c/s といふ極めて嚴格なる周波数安定度が要求されることになつた。これは現在の技術を以つてしては必ずしも困難なものではない。

2.4 二放送局間の周波数間隔

第4回 C.C.I.R. 表明意見

大電力放送を目標として 20 kc/s

遠隔の地にあるものは 10 kc/s

となつてゐる。電波による空間の利用が盛んになるに従つて、互に近接した周波数で放送するの他はない。しかしながらこれが餘りに近過ぎるときは、混信妨害を生ずる故、適當なる制限が必要である。

2.5 放送電力

放送の電力の大小は空中線電力をもつて示すこととなつてゐる。空中線電力とは、無變調時において搬送波として空中線に供給される電力をいふのであつて、所謂空中線抵抗 R と、そこを流れる空中線電流 I とによつて、 I^2R として定義されるものである。

一定の空中線電力を得るためには、放送機の構成如何によつて、所要電力に可なり之差が出るものであるが、これは第3表の實例によつて知られる。

2.6 放送機の諸特性

(a) 雑音の限界

第4回 C.C.I.R. の表明意見

100%變調に對し -54 db (0.5%)

日本主管廳規程、80%變調を基準として -60 db

(b) 變調歪

C.C.I.R. 表明意見

許し得る最高變調率に於いて4% (-28 db)

日本主管廳規定 80%變調に於いて

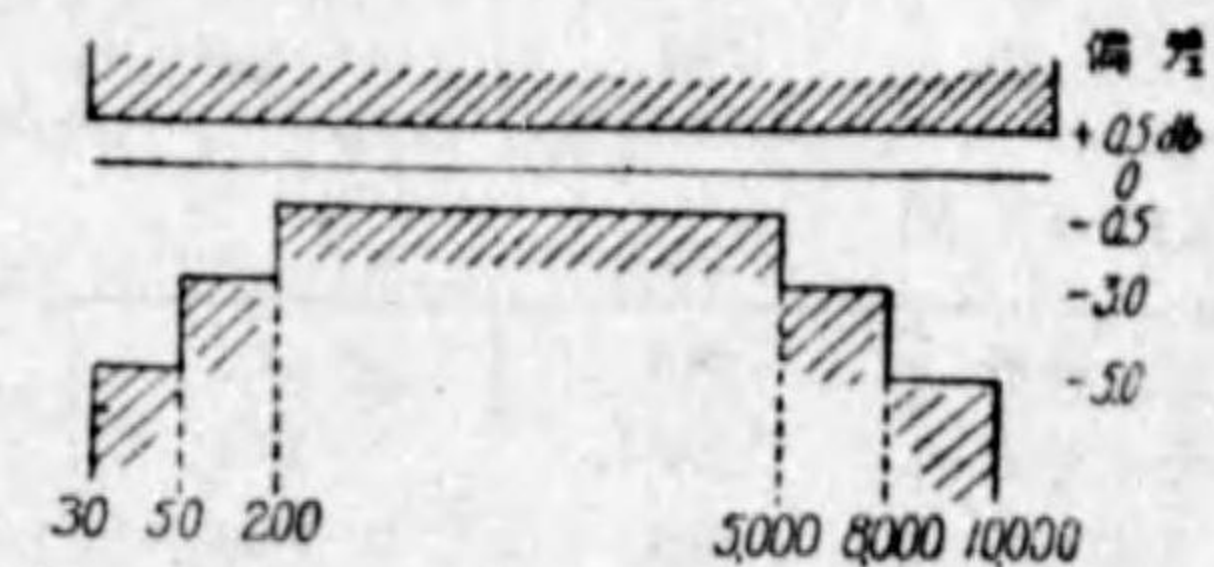
5% (-26 db)

(c) 周波数特性

日本主管廳規定

周波数特性は第2圖の限界内に

あれば宜しい。



第2圖 周波数特性限界

第3節 放送局電力、局能率

放送用電力は如何程必要であるか。これは種々の意味で重要な問題である。よつて現在の放送局の動作例を示すと、第3表の如くである。

第3表 放送局電力

500 Watt 局

局名	一日使用電力 kWh	平均 kW	局能率	備考
帯廣	163	11.4	4.38	低電力變調方式
函館	149	10.45	4.78	"
山形	180	12.13	4.12	"
靜岡	215	15.6	3.2	"
前橋	193	13.85	3.61	"
濱松	194	13.55	3.75	"
甲府	198	14.7	3.7	"
鳥取	184	14.1	3.54	"
松江	141	9.15	5.45	"
福岡	150	10.9	4.46	"
長崎	187	13.3	3.77	"
鹿島	200	14.4	3.47	"
宮崎	150	10.8	4.64	"
盛岡	88	6.22	8.05	高電力變調方式

300 Watt 局

局名	一日使用電力 kWh	平均 kW	局能率	備考
旭川	162	11.25	2.67	低電力變調方式
秋田	133	9.68	3.01	"
福井	111	8	3.85	"
弘前	61	4.45	6.75	高電力變調方式

10 kW 局

局名	一日使用電力 kWh	平均 kW	局能率	備考
月寒放送所	930	64.6	15.47	低電力變調方式
原町放送所	690	49.3	21.5	"
原放送所	580	38.3	25.9	低電力變調方式
清水放送所	1,150	81	12.3	"

150 kW 局

局名	一日使用電力 kWh	平均 kW	局能率	備考
東京第一放送所	1,000	15		低電力變調方式

第2章 放送電源

第1節 受電及び配電

1.1 受電

放送装置を設置する以上は、それに必要な電力を何等かの方法で得なければならぬのであつて、普通にはその土地の電力会社よりこれを供給されてゐるのであるが、非常時、停電時を考慮して、日本放送協會では殊種の放送局以外には必ず自家発電装置を設置することになつてゐる。

受電の方式には種々あつて、これはその時そこによりて適宜電力会社と交渉の上、出来る丈故障その他による障害の少い送電系統を選び、且つ二つ以上の系統によることを原則としてゐる。

普通使用されてゐる方式は總べて三相三線式であつて、150 kW の大電力局では 11,000 V 二回線、10 kW 中電力局では 3,300 V 二回線、500 W の小電力局では 220 V 二回線が標準である。

局内への電力引込用としては總べて三心紙絶縁電線を用ひる。これは電力室内のケーブル・ヘッドを経て責任分界點たるスイッチに接続されてゐる。

受電電力は放送機、並びに調整盤及びその他一般の照明、雑用等を考慮し、各電力会社に對し最も經濟的に電力需給契約を行ふものであつて、現在各放送局に於いて使用されてゐる電力量は第4表に示す通りである。また第5表はこれを月別に表したものである。

第4表

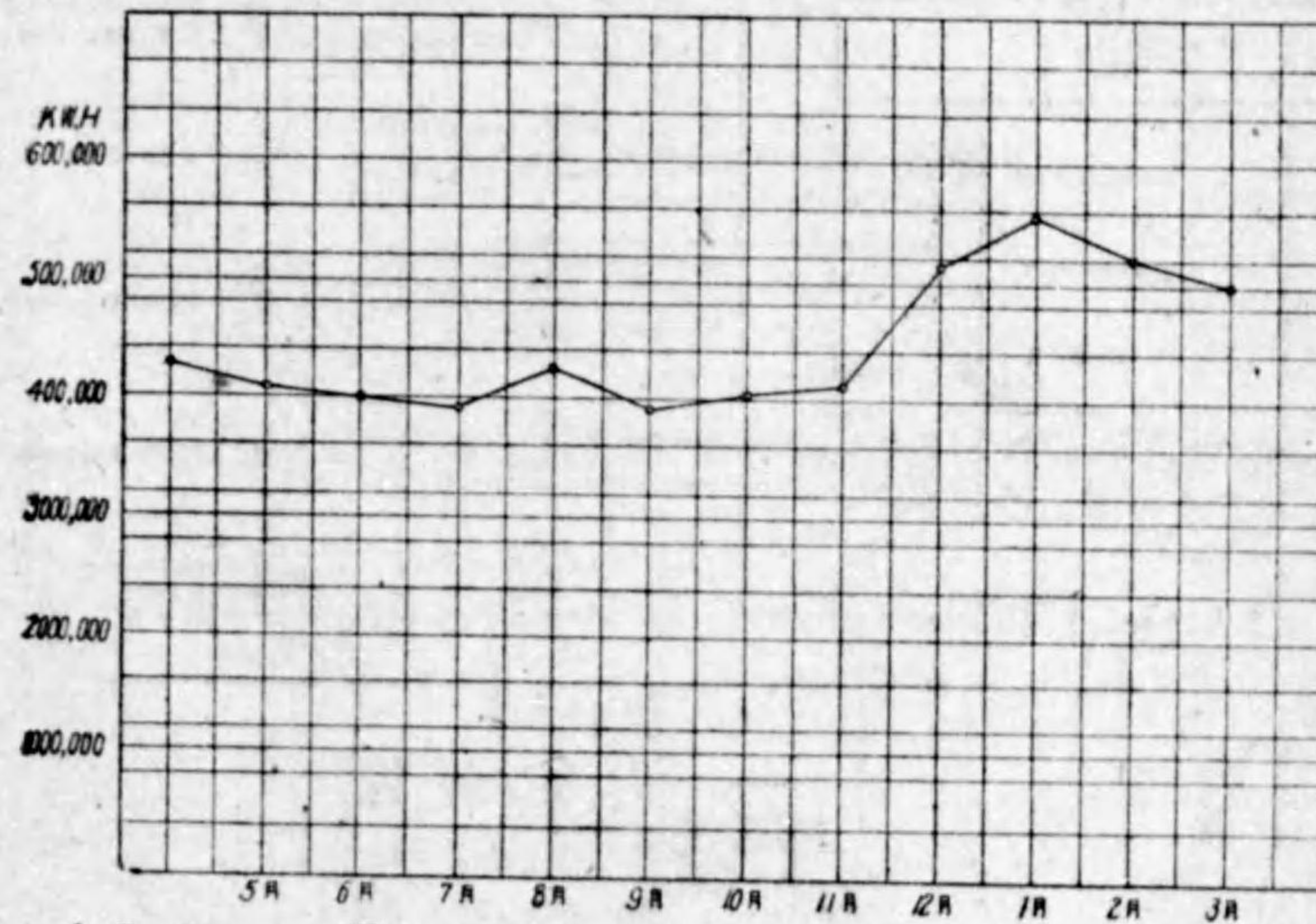
局名	一日平均 運轉時間	使用電力量	空中線電力
東京第一	時分 12 28	kWh 575,400	kW 150
第二	4 55	* 294,466	"

長野	13 16	48,640 * 7,666	0.5
静岡	13 54	72,906	0.5
新潟	13 11	86,982 * 2,745	0.5
前橋	12 53	74,690	0.5
大阪第一	12 50	654,150	10.0
第二	4 58	會館 250,650 舊演奏所 39,950	10.0
岡山	13 15	67,360	0.5
京都	13 12	50,050	0.3
徳島	13 10	77,503	0.5
鳥取	12 53	27,244	0.5
名古屋第一	13 43	610,804	10.0
第二	6 7	* 30,158	10.0
金澤	13 13	211,650 * 16,060 * 4,760	3.0
福井	13 08	39,886	0.3
濱松	13 42	65,546	0.5
富山	13 15	75,135	0.5
廣島	15 02	269,412 * 17,019	10.0
松江	15 06	39,071	0.5
高知	14 45	67,339	0.5
熊本	13 27	384,460 * 53,125	10.0
福岡	13 16	66,900	0.5
小倉	13 27	70,164	1.0
長崎	13 15	63,138	1.0

鹿兒島	13 16	92,822	0.5
仙臺	13 28	297,158 * 24,571	10.0
秋田	13 03	44,972	0.3
山形	12 41	20,325	0.5
札幌	13 43	293,925 * 24,475 * 1,956	10.0
函館	13 26	62,127	0.5
旭川	13 30	61,556	0.3
帯廣	13 07	30,201	0.5

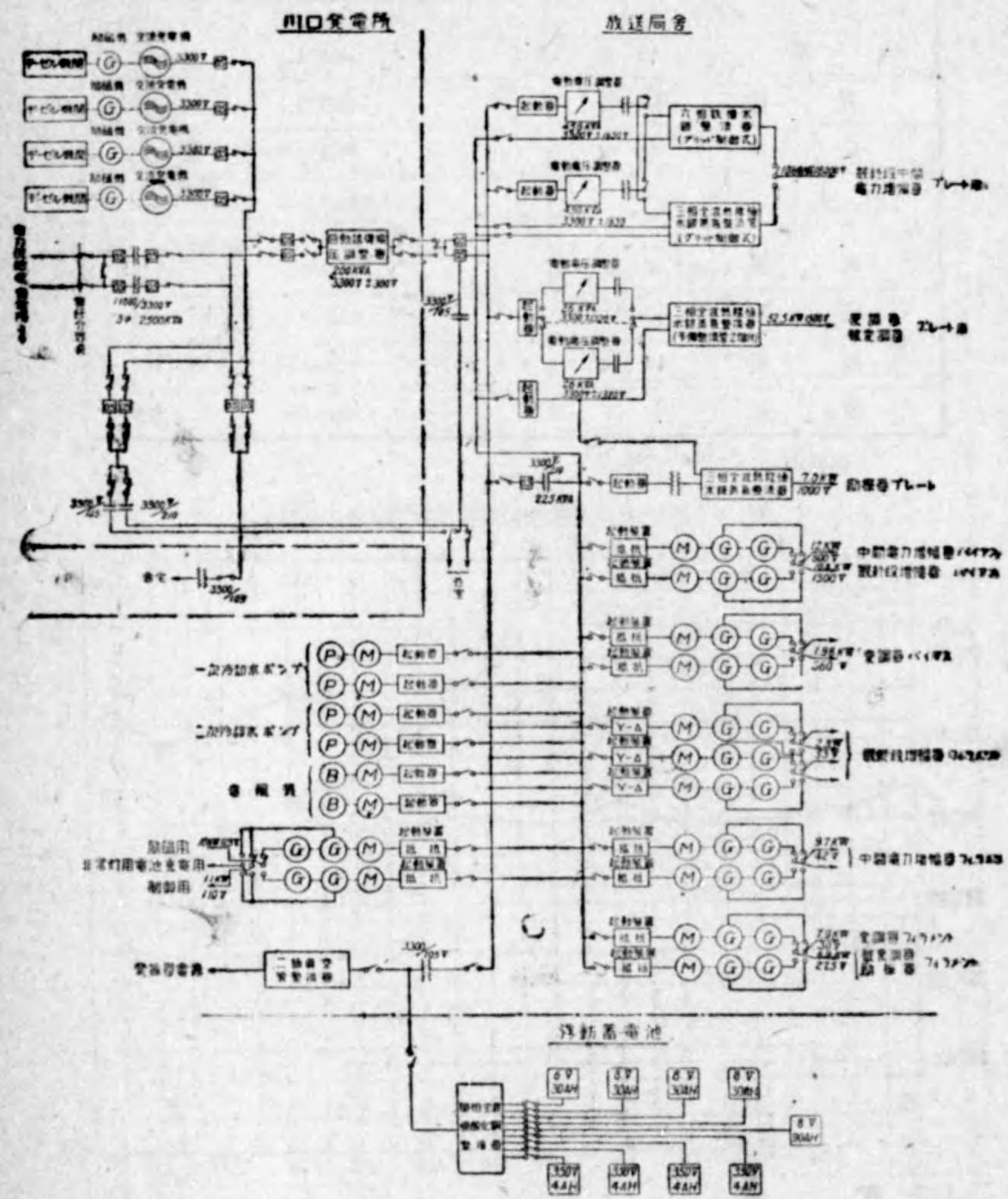
* 演奏所 * 受信所

第5表 月別全國放送局使用電力量表(合計)

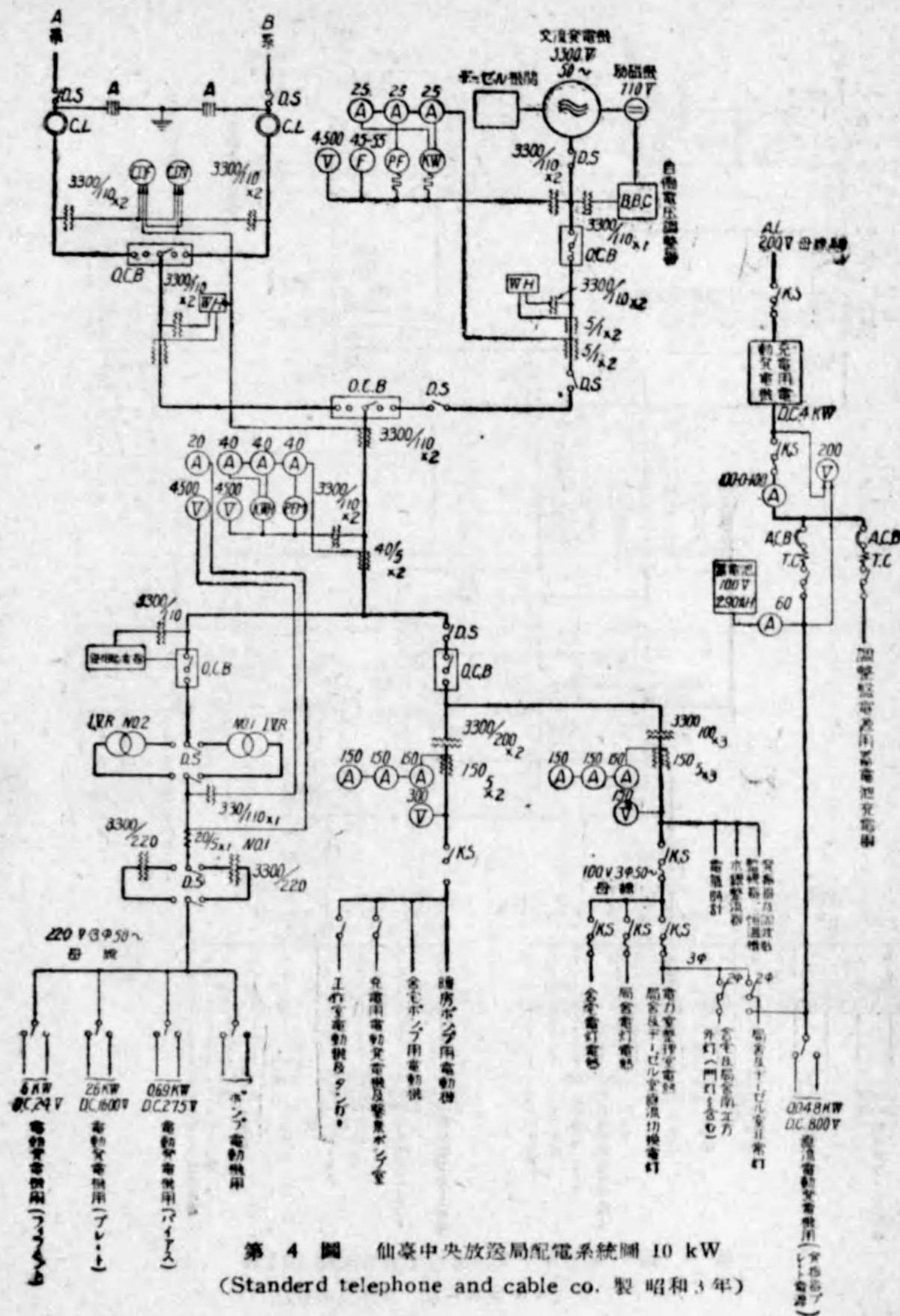


1.2 配電

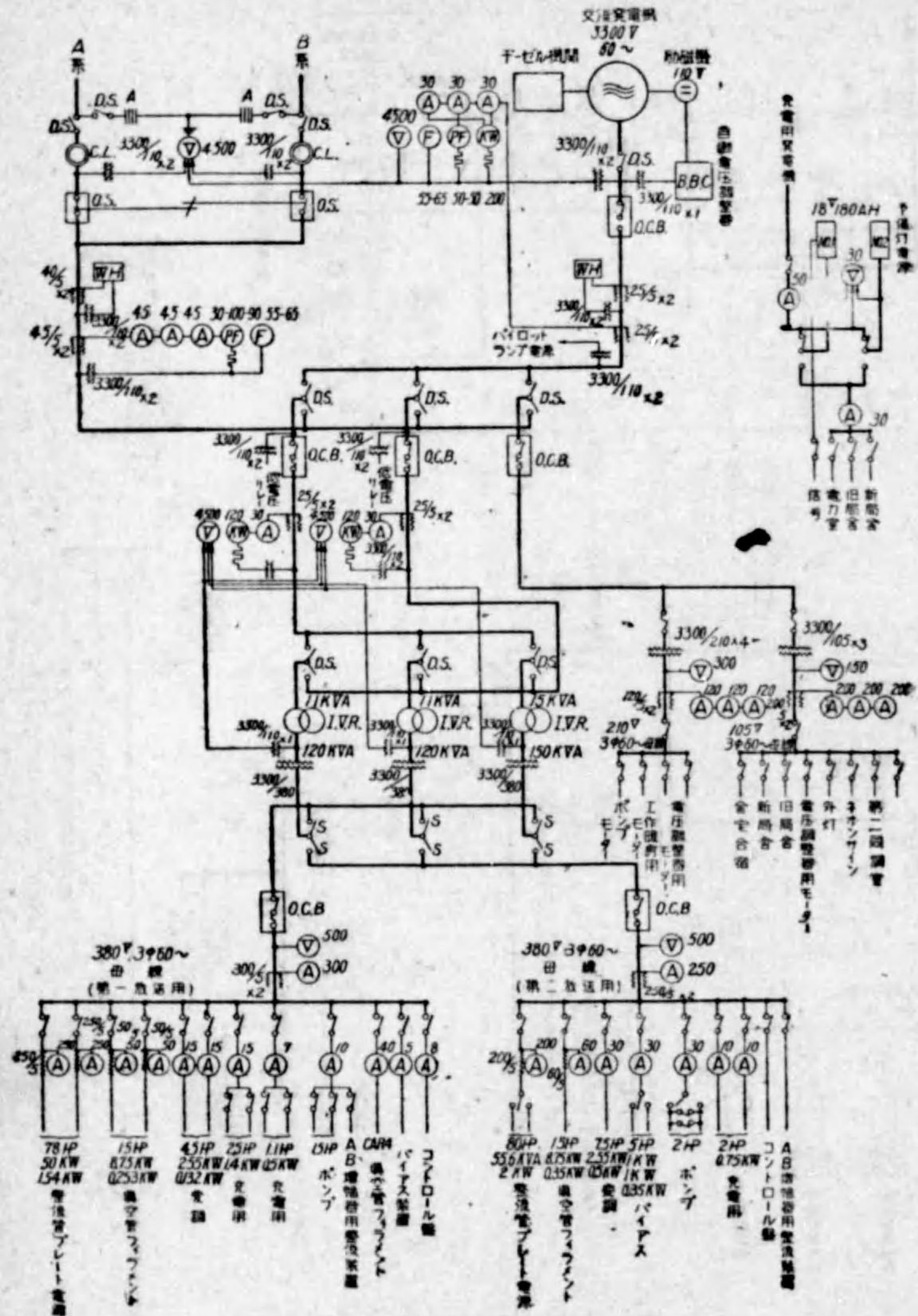
配電の方式としては、各放送局がそれぞれ特異の形式を採り、一定の方針が無い



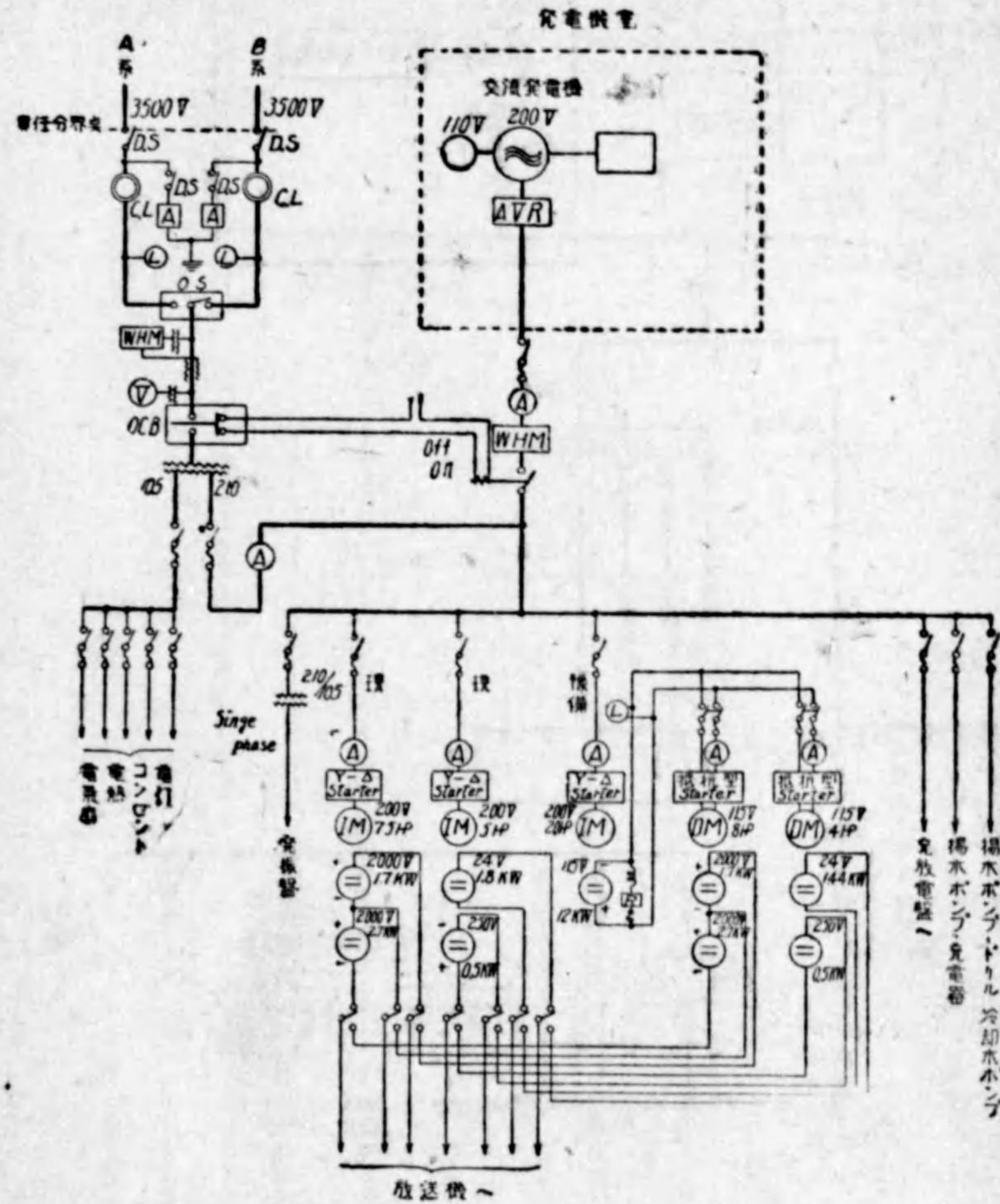
第3圖 150 kW 放送局配電系統圖 (東京電氣製昭和13年)



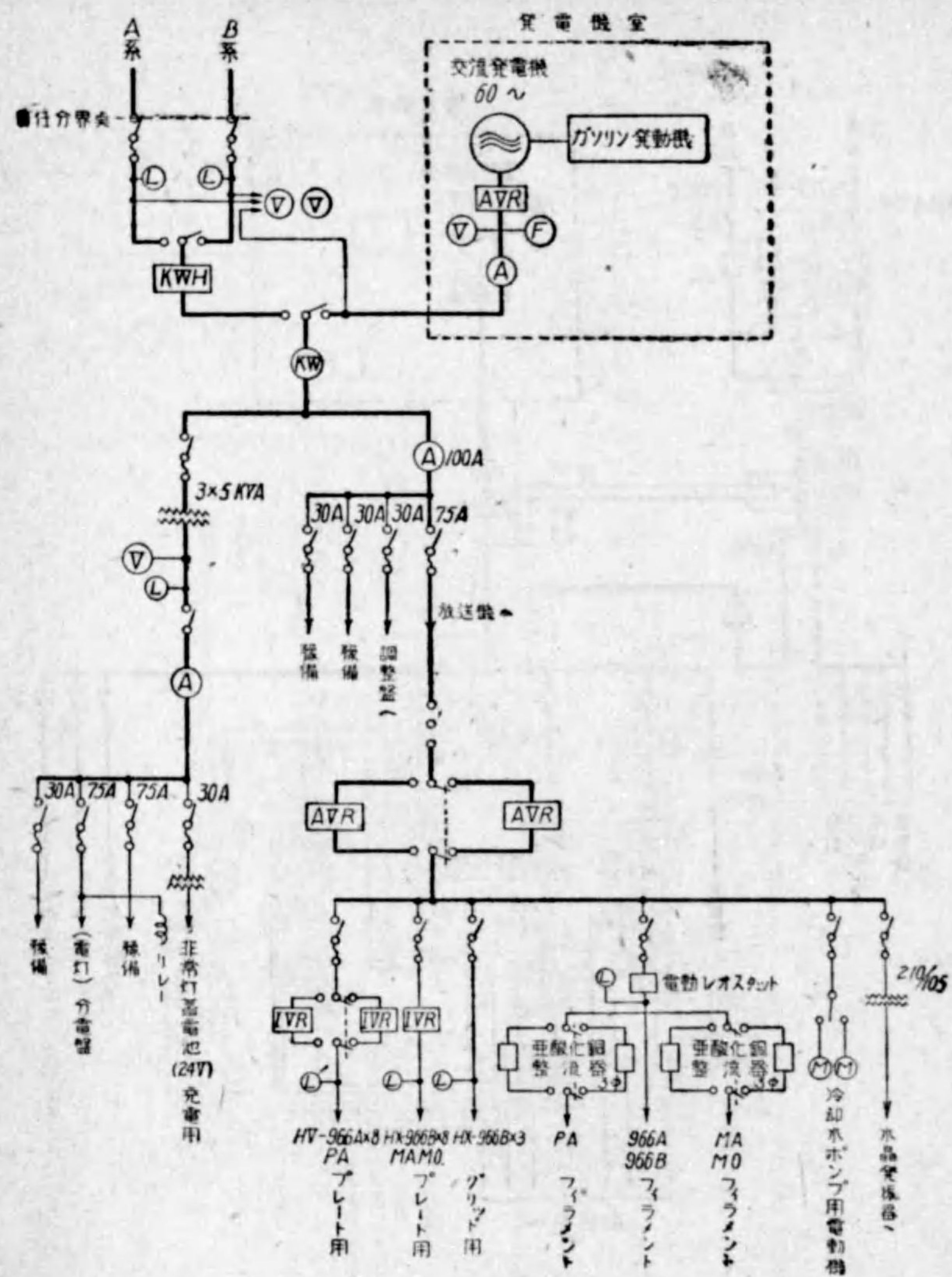
第4圖 仙臺中央放送局配電系統圖 10 kW (Standard telephone and cable co. 製昭和3年)



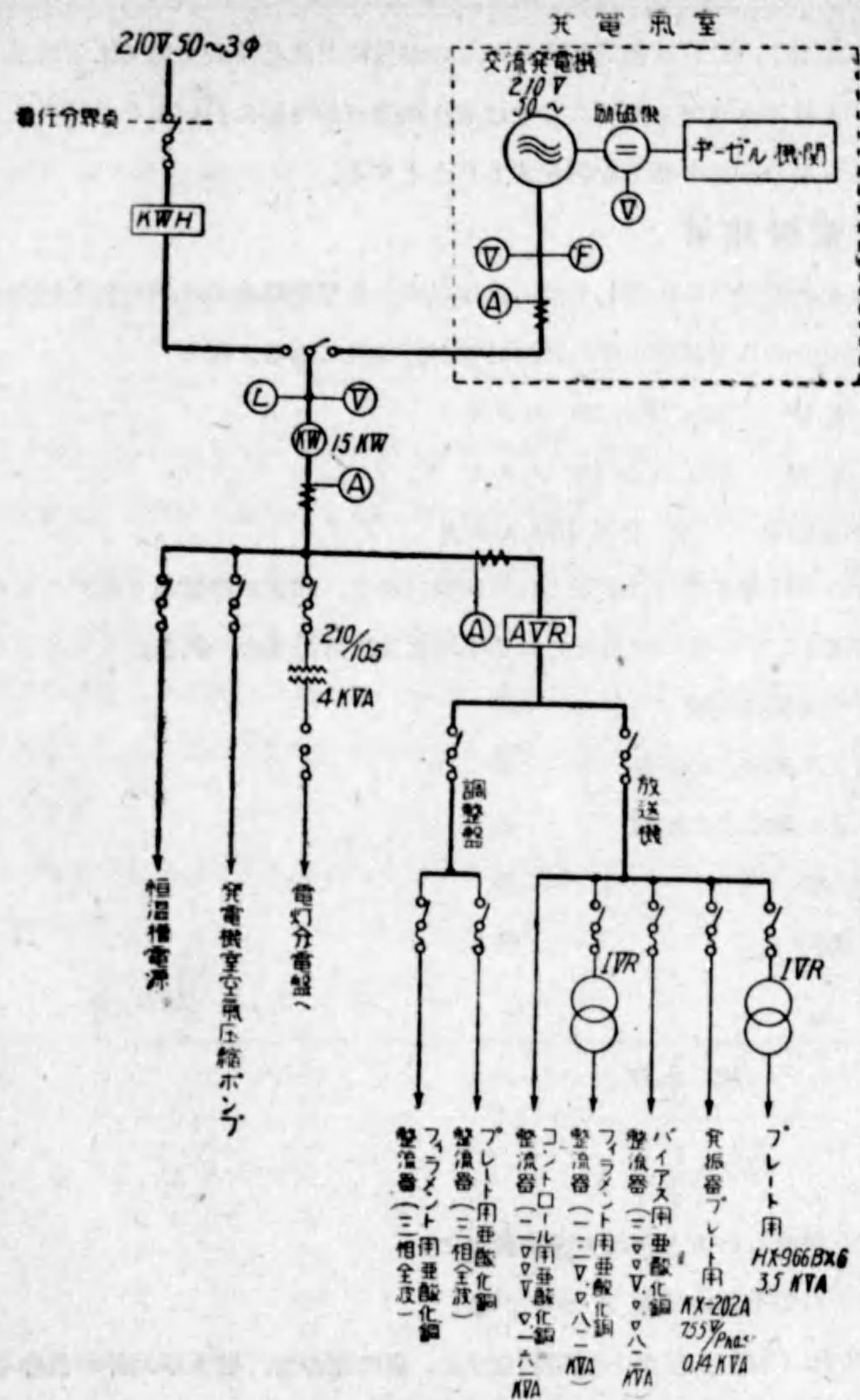
第5圖 名古屋中央放送局配電系統圖 10 kW
(マルコム製 大正14年)



第6圖 静岡放送局配電系統圖 500 W
(日本電氣製 昭和6年)



第7圖 甲府放送局配電系統圖 500 W
(東京電氣製 昭和12年)



第8圖 盛岡放送局配電系統圖 500 W
(放送協會設計, 東京電氣製 昭和13年)

やうに見えるが、これは放送技術そのものが常に日進月歩のものである以上、必然の結果と見るべきである。ここでは第3圖乃至第8圖に於いてその代表とも考へられる6局のものゝ系統を例示することとする。

1.3 電燈照明

各放送局の電燈照明に關しては、數年以來より照明學會の推奨照度を標準として、大體次のやうな基準の下に設計計算が行はれてゐる。即ち

演奏室 150 乃至 200 ルクス

機械室 100 乃至 150 ルクス

一般事務室 75 乃至 100 ルクス

これ等の方針の下に設計建築された各放送局は、相當の好結果を収めてゐる。

次に参考として一般に使用せられる平均照度設計計算の一例を述べてみよう。

光源相互間の間隔 S

床面より光線迄の距離 H

光源より側壁迄の距離 S_0

室の幅 B

室の奥行 C

とすれば

單位. 米

$$S \leq \frac{3}{2} H$$

$$S_0 \leq \frac{1}{2} H$$

なる關係を保たしめるときは大體體裁がよい。

これによつて全體の燈數 N がわかる。

次に B/H , C/H の値から室指數を求め、更に蓋の形、壁及び天井の色等を考

へて利用率 k を求める。(普通 $k=0.2$ 乃至 0.25)

しかるときは次の關係式が成立する。

$$F.N.k = E.B.C = ES$$

ここに F . 光線として使用せる電球のルーメン

E . 床面の平均ルクス

S . 床面積

即ち要求されてゐる照度を E ルクスとすると

$$F = \frac{E.S}{W.k}$$

即ち(2)式より使用すべき電球の大きさ即ち電力が定る。

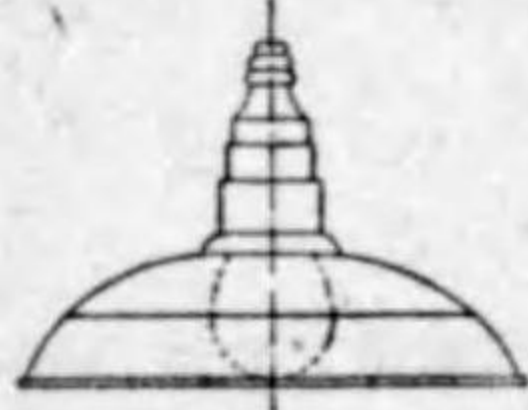
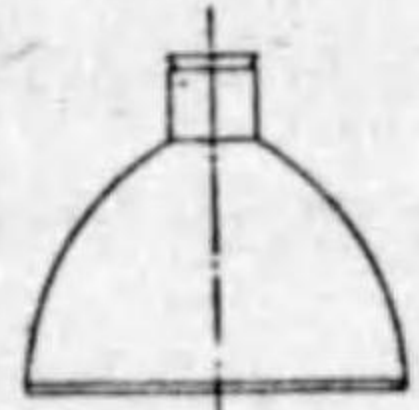
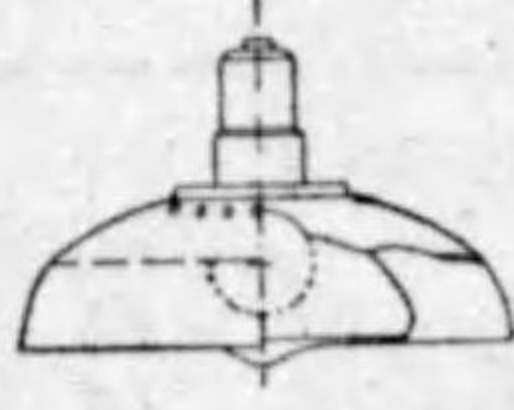
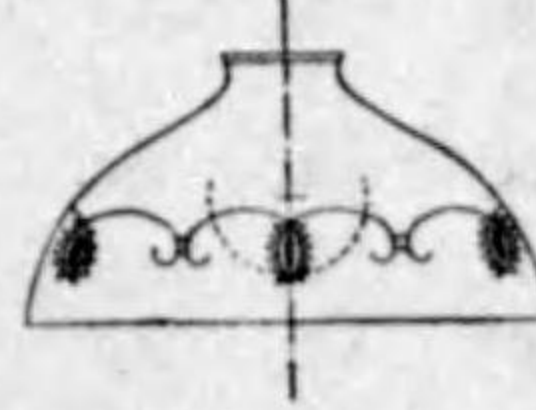
この方法はただ單に平均照度を求めるだけであるから、演奏室その他特殊の目的のものに利用するとき、また特殊の照明器具を使用するときは、照明される各點各點の照度を求める方法を採用しなければならないのであつて、山形、帶廣等の演奏室は後者により設計計算され、その他のものに比し非常に良好なる結果を収めてゐる。しかしこの方法は一般的に餘り必要でないから、今ここでは省略することとする。

次に平均照度の設計計算に必要な室指數利用率及び推奨照度表を第6表乃至第11表に示す。

第6表 室指數

C/H B/H	C/H								
	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	10.0
0.8		0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8
1.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0
1.5	0.6	0.8	0.8	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.5
2.0	0.6	0.8	1.0	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5
3.0	0.6	1.0	1.2	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0
4.0	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5
5.0	0.8	1.2	1.5	1.5	2.0	2.5	2.5	3.0	3.0
6.0	0.8	1.2	1.5	2.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0
7.0	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0	3.0	4.0
10.0	1.0	1.5	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0	4.0	5.0

第7表 利 用 率 (I)

器 具	性 質		天 井	明	中	中	暗
			壁	中	中	暗	暗
			室指數	利 用 率 (K)			
1 工場用金屬製擴散反射 笠 	垂直面 の照度	良	0.6	0.36	0.35	0.30	0.29
			0.8	45	44	39	39
			1.0	49	48	44	43
	眩 輝	良	1.2	53	52	48	47
			1.5	57	55	51	50
			2.0	62	61	57	56
	陰 影	良	2.5	66	65	62	62
			3.0	69	67	64	63
			4.0	72	71	68	67
	維 持	優	5.0	75	73	70	69
	2 工場用金屬性擴散反射 笠 	垂直面 の照度	否	0.6	0.30	0.30	0.27
0.8				37	36	33	33
1.0				40	39	37	36
眩 輝		否	1.2	43	42	41	39
			1.5	45	44	42	42
			2.0	48	48	46	45
陰 影		否	2.5	52	52	49	48
			3.0	53	53	50	50
			4.0	55	55	52	51
維 持		優	5.0	56	56	53	53
3 工場用金屬性擴散反射 笠良乳色硝子製外球附 		垂直面 の照度	良	0.6	0.25	0.24	0.20
	0.8			31	30	26	25
	1.0			33	33	30	29
	眩 輝	優	1.2	36	35	33	31
			1.5	39	37	34	33
			2.0	42	41	38	37
	陰 影	優	2.5	45	44	42	41
			3.0	47	45	43	42
			4.0	50	48	46	45
	維 持	良	5.0	51	49	47	46
	4 屋内乳色硝子製笠 	垂直面 の照度	良	0.6	0.32	0.31	0.26
0.8				40	38	34	33
1.0				44	42	38	37
眩 輝		否	1.2	47	46	42	40
			1.5	51	49	45	43
			2.0	56	54	50	48
陰 影		否	2.5	60	57	54	52
			3.0	63	60	57	54
			4.0	66	63	60	57
維 持		良	5.0	67	65	61	59

第7表 利 用 率 (I)

器 具	性 質		天 井	明	中	中	暗
			壁	中	中	暗	暗
			室指數	利 用 率 (K)			
5 屋内用乳色硝子製外球 	垂直面 の照度	良	0.6	0.19	0.18	0.14	0.13
			0.8	24	23	19	17
			1.0	27	25	22	20
	眩 輝	良	1.2	31	28	24	22
			1.5	33	30	27	24
			2.0	37	34	30	28
	陰 影	良	2.5	41	37	34	31
			3.0	43	39	35	32
			4.0	47	42	39	35
	維 持	良	5.0	48	44	40	36
	6 屋内用乳色硝子製外球 	垂直面 の照度	良	0.6	0.25	0.23	0.19
0.8				31	29	24	22
1.0				35	32	28	26
眩 輝		良	1.2	39	35	31	28
			1.5	43	39	34	31
			2.0	48	43	39	35
陰 影		良	2.5	51	47	42	39
			3.0	55	49	45	41
			4.0	59	53	49	44
維 持		良	5.0	61	55	51	46
7 乳色硝子製半間接照明 器具 		垂直面 の照度	否	0.6	0.18	0.15	0.12
	0.8			22	19	15	12
	1.0			26	22	18	14
	眩 輝	良	1.2	30	25	21	16
			1.5	33	27	23	18
			2.0	38	31	27	21
	陰 影	優	2.5	41	34	30	24
			3.0	44	36	32	25
			4.0	49	40	36	28
	維 持	否	5.0	51	42	38	29
	8 間接照明器具鏡反射笠 附 	垂直面 の照度	否	0.6	0.15	0.11	0.09
0.8				18	13	11	07
1.0				22	15	13	08
眩 輝		優	1.2	25	18	15	09
			1.5	27	20	17	10
			2.0	30	22	19	11
陰 影		優	2.5	34	24	22	13
			3.0	36	26	24	14
			4.0	40	28	26	15
維 持		否	5.0	42	30	28	17

第8表 推奨照度
所要照度(Lx)

(1) 工場及び作業場(最低限)	精細な仕事		精細を要せぬ仕事
	作業の種類, 製品の性質	視角<0.001rad	
極めて暗い材料 ($\rho < 6\%$)	200	100	50
暗い材料 ($\rho = 6 \sim 20\%$)	100	60	30
灰色の材料 ($\rho = 20 \sim 50\%$)	75	45	20
明るい材料 ($\rho > 50\%$)	50	30	20
危険なしかも觸れる處ある機械又は材料	部分品大さ 5 cm 角位 それ以上		100 60
洗面所, 浴室, シャワー等	(床 上)		50
脱衣室	(腰掛の上で)		25
通路, 階段, 出入口, 倉庫等	(床 上)		10
廣場, 門口等	(地 上)		2
(2) 公共建築		(3) 商店, 事務所	
屋内運動場	80	事務室	80
競技場	150	書類庫	30
プール	40	製圖室	150
學校, 教室, 自習室	50	地下室	30
作業室, 實驗室	100	銀行	60
製圖室, 裁縫室	120	百貨店及び大商店	80
劇場, 講堂, 公會堂	40	華かな物を賣る店	60
映畫館(映寫中)	1	普通の商店	50
食堂	50	飾窓(環境により)	100~500
洗面所, 手洗所	50	前面の投光照明(環境)が………明暗	
ダンスホール	40	明い建物($\rho = 50\%$)	150 80
圖書館, 閱覽室	50	暗い建物($\rho = 20\%$)	250 120
書庫	30		
電話室 手動	30	(4) 住 宅	
自動	60	居間, 客間, 食堂, 浴室, 臺所	30
病院 局部燈ある病室	30	書齋机, 勉強部屋, 仕事場	60
局部燈のない病室	60	出入口, 廊下, 手洗所, 物置	15
病室の常夜燈	1		
手術室	100	(5) 街 路	
手術臺	750	一流商業街路	10
ホテルの室	60	二流商業街路	6
廊下, 入口, 廣間等	15~50	主要交通街路	3
列車内	40	住宅街路その他	1

ρ = 反射率

獨逸照明學會制定の標準推奨照度

第9表 事務所, 商店, 工場及び學校

仕事の種類	一般照明のみ		一般照明と局部照明併用			
	普通		最悪の場合		一般照明	
	最低照度 ルクス	推奨照度 ルクス	最低照度 ルクス	普通照度 ルクス	最悪の場合 ルクス	仕事面の照度 ルクス
粗い仕事	20	40	10	20	10	50-100
普通の仕事	40	80	20	30	15	100-300
精密の仕事	75	150	50	40	20	300-1,000
特別精密の仕事	150	300	100	50	30	1,000-5,000

第10表 住 宅

所要照度の種別	一般照明		
	普通		最悪の場合
	最低照度 ルクス	推奨照度 ルクス	最低照度 ルクス
低	20	40	10
中	40	30	20
高	75	150	50

第11表 交通機關

種 別	通 普		最 悪 の 場 合	
	最低照度 ルクス	推奨照度 ルクス	最低照度 ルクス	推奨照度 ルクス
a. 街路及び廣場				
交通開散	1	3	0.2	0.5
・ 普通	3	8	0.5	2
・ 頻繁	8	15	2	4
・ 特別頻繁(大都市)	15	30	4	8
b. 通路及び階段				
交通開散	5	15	2	5
・ 頻繁	10	30	5	10
c. 鐵道關係				

構内廣場				
交通開散	0.5	1.5	0.2	0.5
・頻繁	2	5	0.5	2
プラットホーム				
荷揚通路、階段				
交通開散	5	15	2	1
・頻繁	10	30	5	10
d工場構内				
交通開散	1	3	0.3	1
・頻繁	5	15	2	5

第2節 電圧調整器

発電所、変電所から供給される電圧は、負荷の状態その他で必ず多少の変動を伴ふものであるから、放送事業のやうに空中線電力を常に一定に保持せねばならないやうな場合には、必ず電圧調整器を使用し、電圧を一定に保つ必要がある。

電圧調整器には、手動式と自動式の二種類あるが、ここでは自動電圧調整器について述べる。

自動電圧調整器の濫賜ともいふべきものは、發明王エヂソン氏によつて考案せられたが、これが G. E. 会社の Tirrill 氏により改良され、今日のチリル型が出来たのである。このチリル型即ち振動型に對して、B. B. C. の Sector 型があつて相當の好成績を収めてゐる。また最近になつて真空管制御方式、飽和鐵心型等が表はれ漸く實用に供されるやうになつて來た。

現在各放送局で使用されてゐる自動電圧調整器を、その動作の點から分けてみると次のやうになる。

誘導電圧調整器を使用しこれを制御するもの

振動型

三極放電管制御方式

油壓式

発電機の界磁電流を制御するもの

振動型

抵抗型

三極放電管制御方式

サイラトロン制御方式

直流制御リアクター方式

次にこれ等のものについて述べる。

2.1 誘導電圧調整器方式

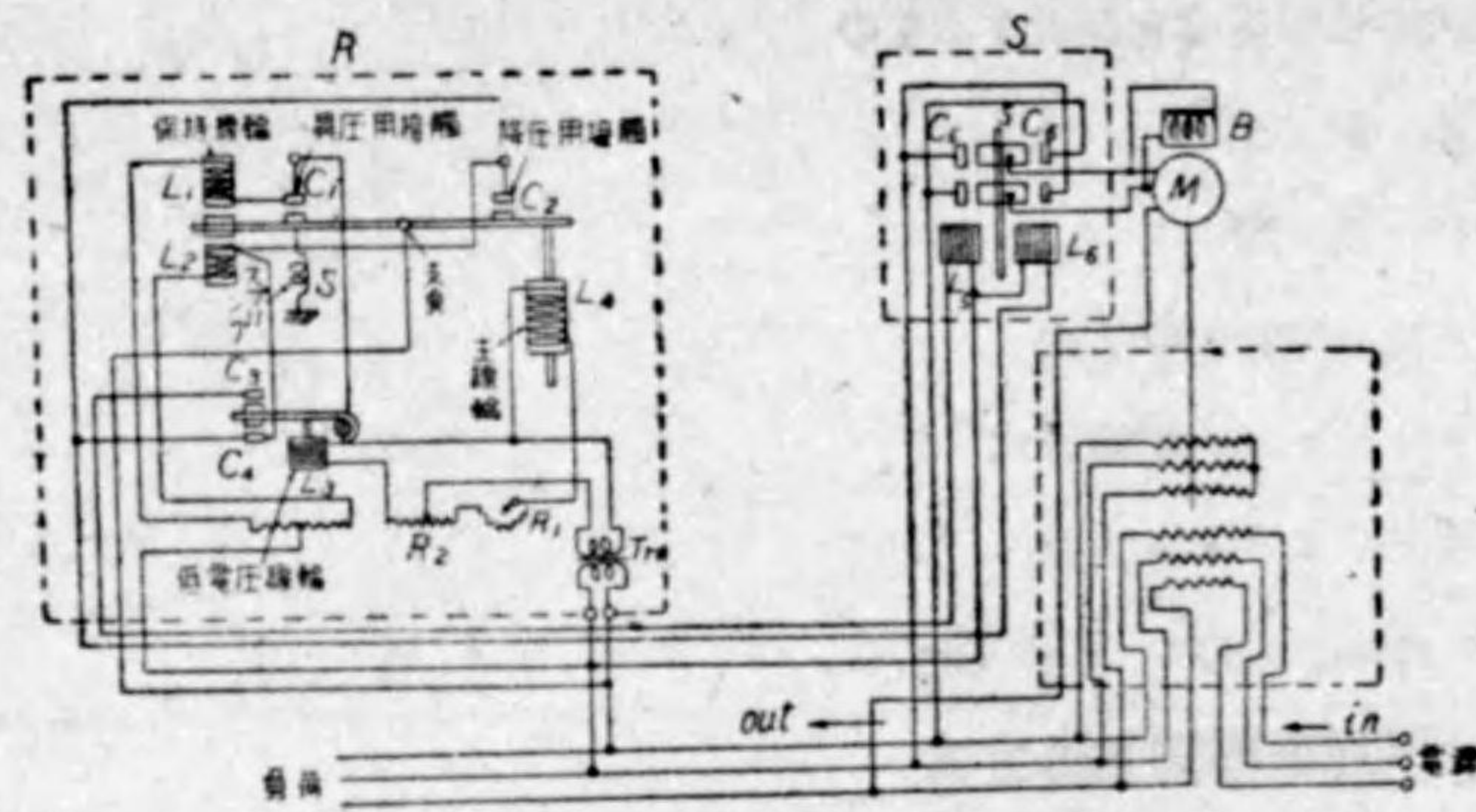
(a) 振動型

これは G. E. 会社の Tirrill 氏の考案になるもので、一名 Tirrill regulator ともいはれ、最も廣範圍に使用されてゐる。接続は第9圖(A)に示す通りであつて、驅動電動機 M 、電磁制動器 B 、電圧調整繼電器 R 、電動機切換用電磁閉器 S 等より成る。その構造は同圖(B)(C)のやうである。

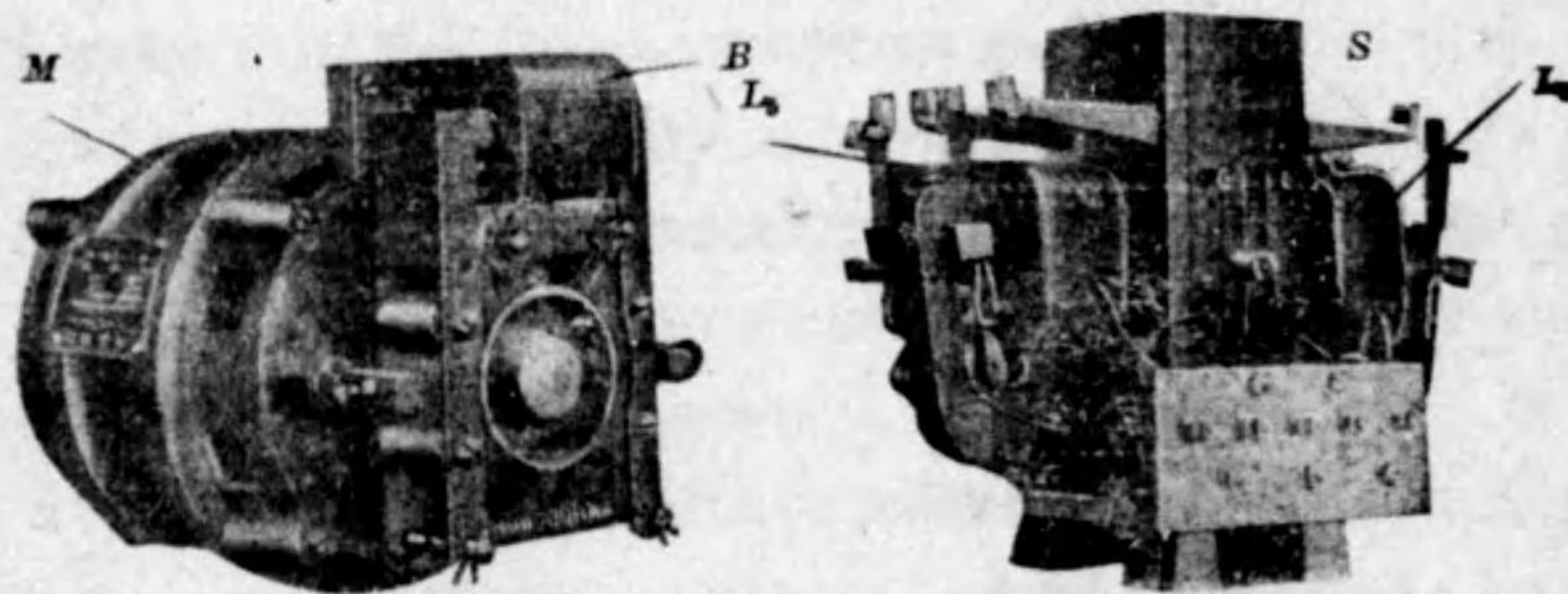
動作 電源が接続されると入力變壓器 Tr (200 V 等の低壓のものには Tr は無い) により低降された電圧は、それぞれ抵抗 R_1 、 R_2 を経て L_3 、 L_4 にかかる。 L_3 は接點 C_3 を接觸せしめ、主線輪 L_4 は動作してスプリング S と平衡を保つ。

電源電圧が下ると S と L_4 の平衡は破れ、昇壓用接點 C_1 は接觸すると同時に L_4 も動作し、 C_1 の接觸を一層確實ならしむ。依つて電磁閉器の勵磁線輪 L_5 は動作し、驅動電動機 M は廻轉する。この廻轉方向を誘導電圧調整器 (I. V. R.) の昇壓の方向と一致しおけば電源電圧は昇る。これと反對に電源電圧が上ると L_6 は動作し、驅動電動機 M は反對に廻轉し、電源電圧は降下する。 R_1 なる抵抗は L_4 の電流を加減し、感度を調整する。驅動電動機 M には電磁制動器 B を備へ、 M の廻轉する時のみ制動を中止し、本調整器の亂調を防止する。

L_2 なる低電圧線輪は、電源電圧が $\frac{1}{2}$ 以下に降下すればその動作停止し、 C_4



(A) 振動型誘導電圧調整器接続図



(B) 駆動式電動機

(C) 電動機切替用電磁開閉器

第9圖

は接觸し、 M は $I.V.R.$ をして電源電壓を降下せしむるやうに動作せしめ、回路の短絡その他による障害を軽減せしむる役をなす。

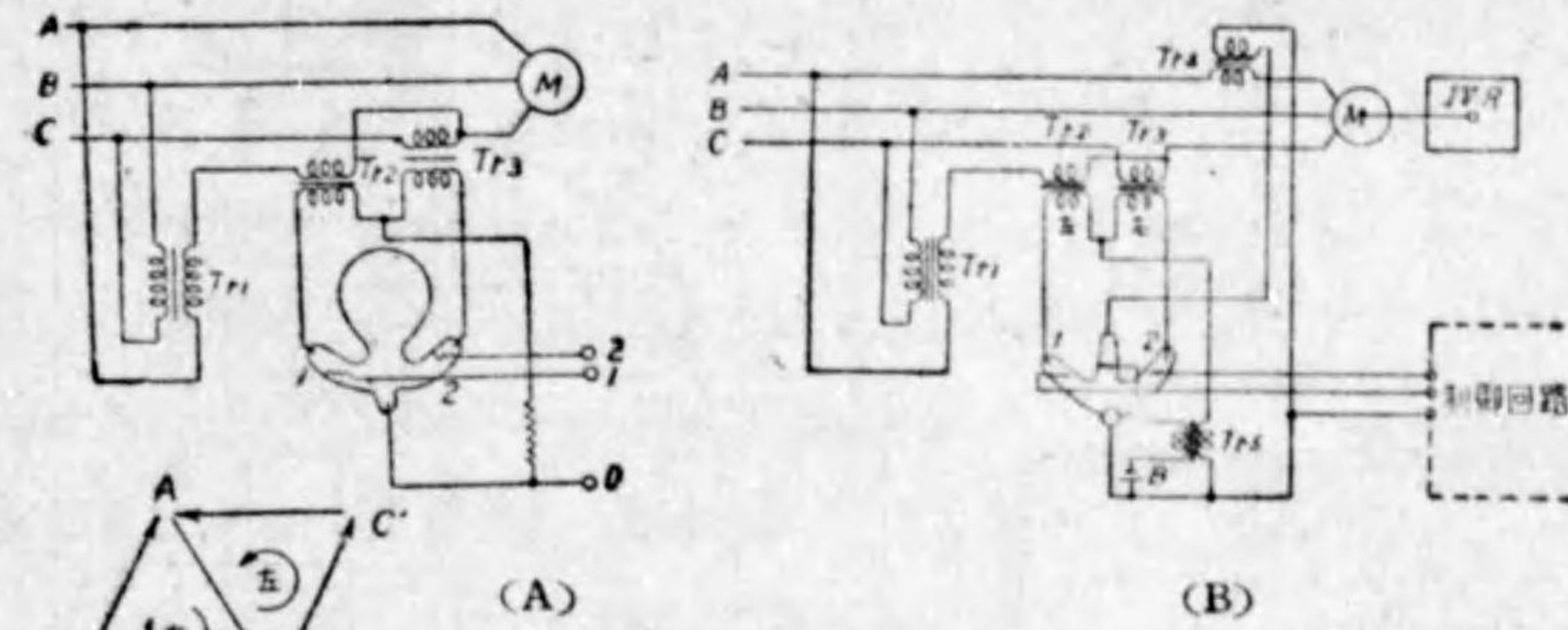
本電圧調整器は、 $I.V.R.$ が電壓を最低より最高まで變化せしめるに要する時間は、約10秒、最大感度は約1%である。

(b) 三極放電管式

この方式は、駆動電動機 M により $I.V.R.$ を廻轉せしめ電壓調整をなすしむること Tirrill 式と同一なるも、ただ駆動電動機 M は三極放電管に制御されて居る。

動作 第10圖の(A)により三極放電管の格子1に正電壓が加はると、

1の極は放電を開始し、このため變壓器 Tr_2 の二次側は殆ど短絡せられたと同



第10圖

じ状態となる。かくなれば變壓器 Tr_1 の一次電壓 BC はその二次側に現れ、且つその接続は圖の通りであるから、結局そのベクトル圖は ABC より ABC' に變化するをもつて、駆動機 M は格子2に正電壓が加つたときと反対方向に廻轉し電壓調整を行ふ。

この方法は M が静止状態のときは、 AB の相は駆動電動機の巻線を通じて短絡され、電動機は熱する故第10圖の(B)のやうに改造された。

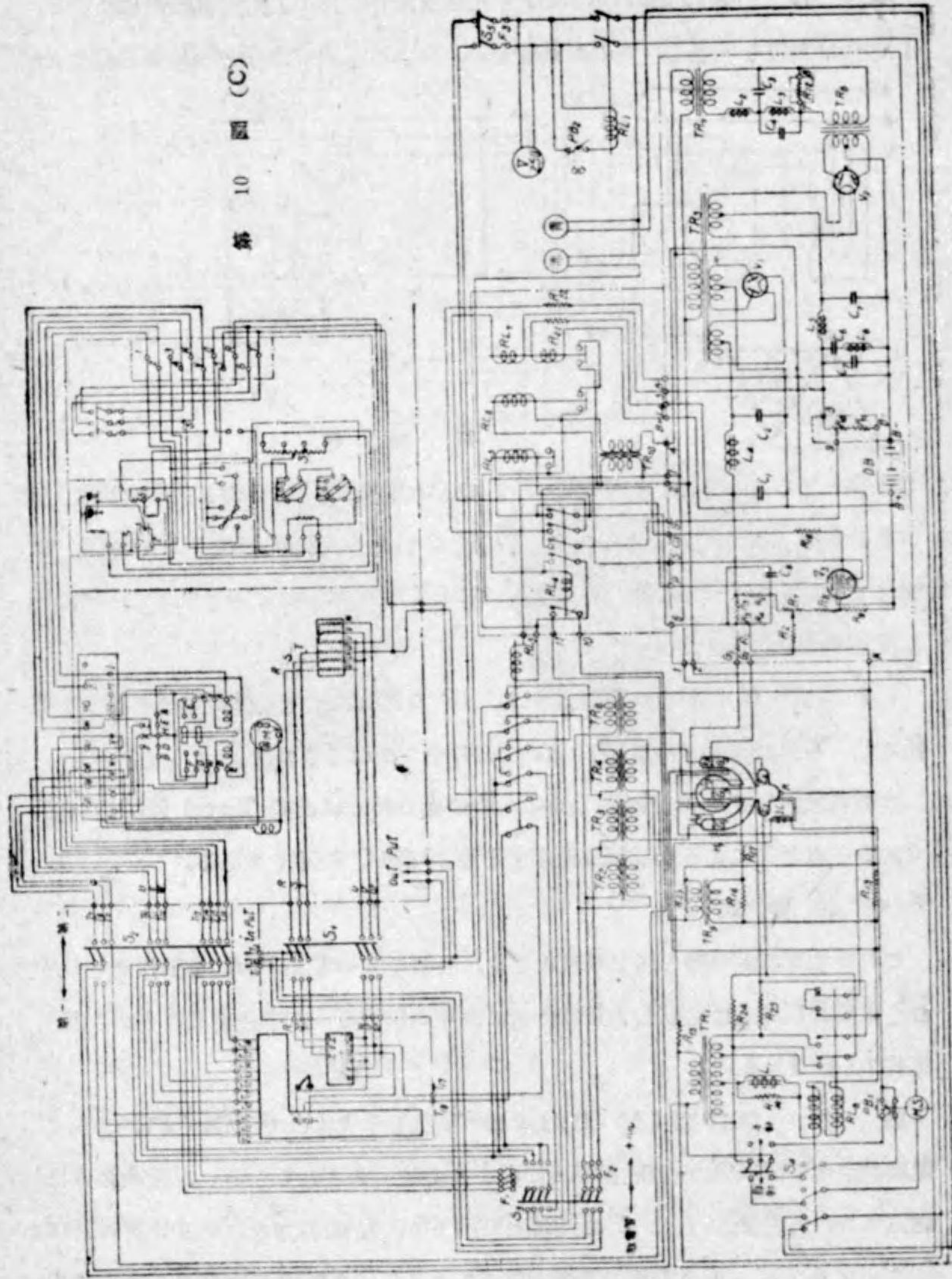
本器の最大感度は 0.1%位、しかし M の動作時間は前の Tirrill 同様約10秒である。本型式による全接続圖を示すと第10圖(C)の通りである。

(c) 油壓式

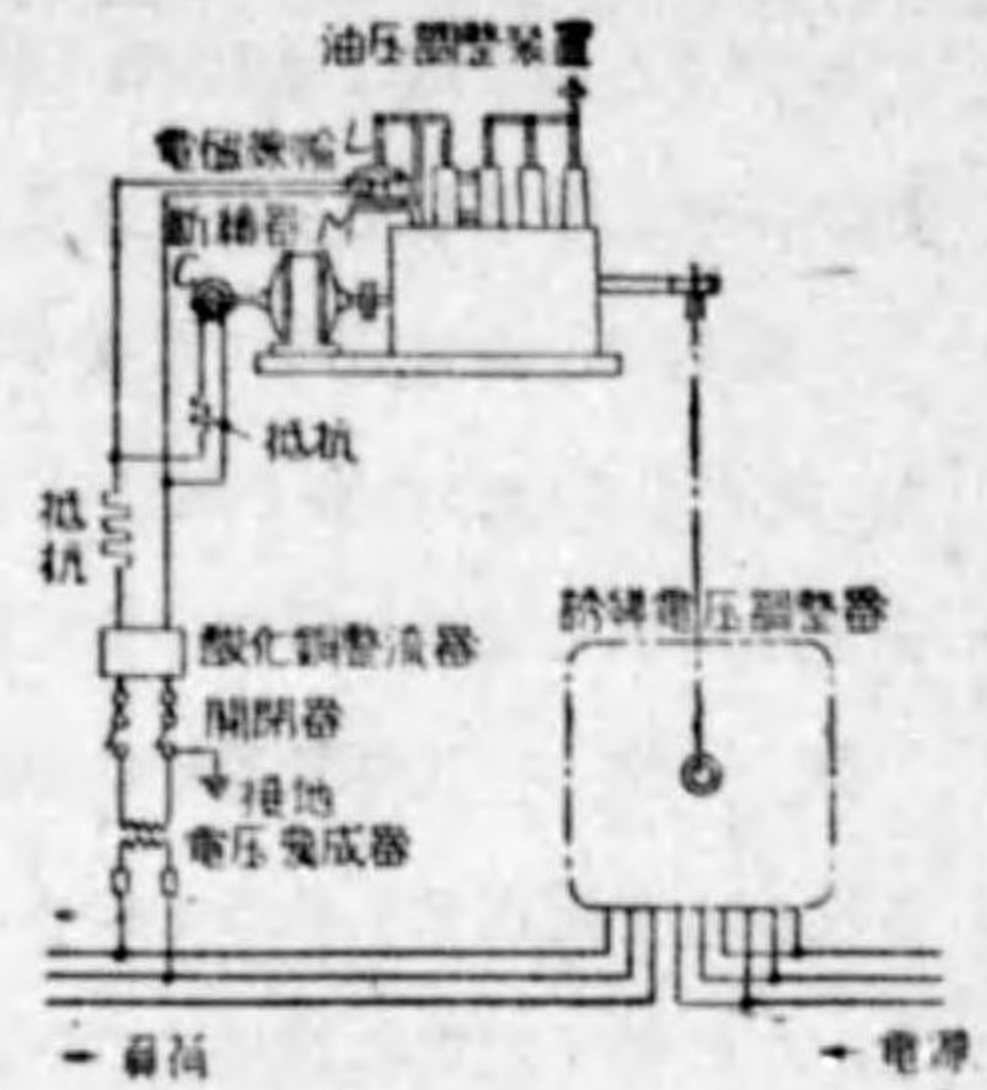
これは水車の調整機と同じ原理により、油壓をもつて $I.V.R.$ を動作せしむる故、電動機制御式に比較し非常に急速に調整が出来る。調整速度は最小から最大迄約1.5秒である。

動作 第11圖(A)(B)は本機の構造を示すもので、同圖(A)において電圧調整用電磁線輪は、亞酸銅整流器により直流制御されてゐる。電磁線輪 L は固定され、可動鐵片 I は L に近接して吊下り、 L の引力とスプリング S 及びピストン II とは、規定電壓で平衡を保つてゐる。いま電壓が異ると L に流れる

第 10 圖 (C)

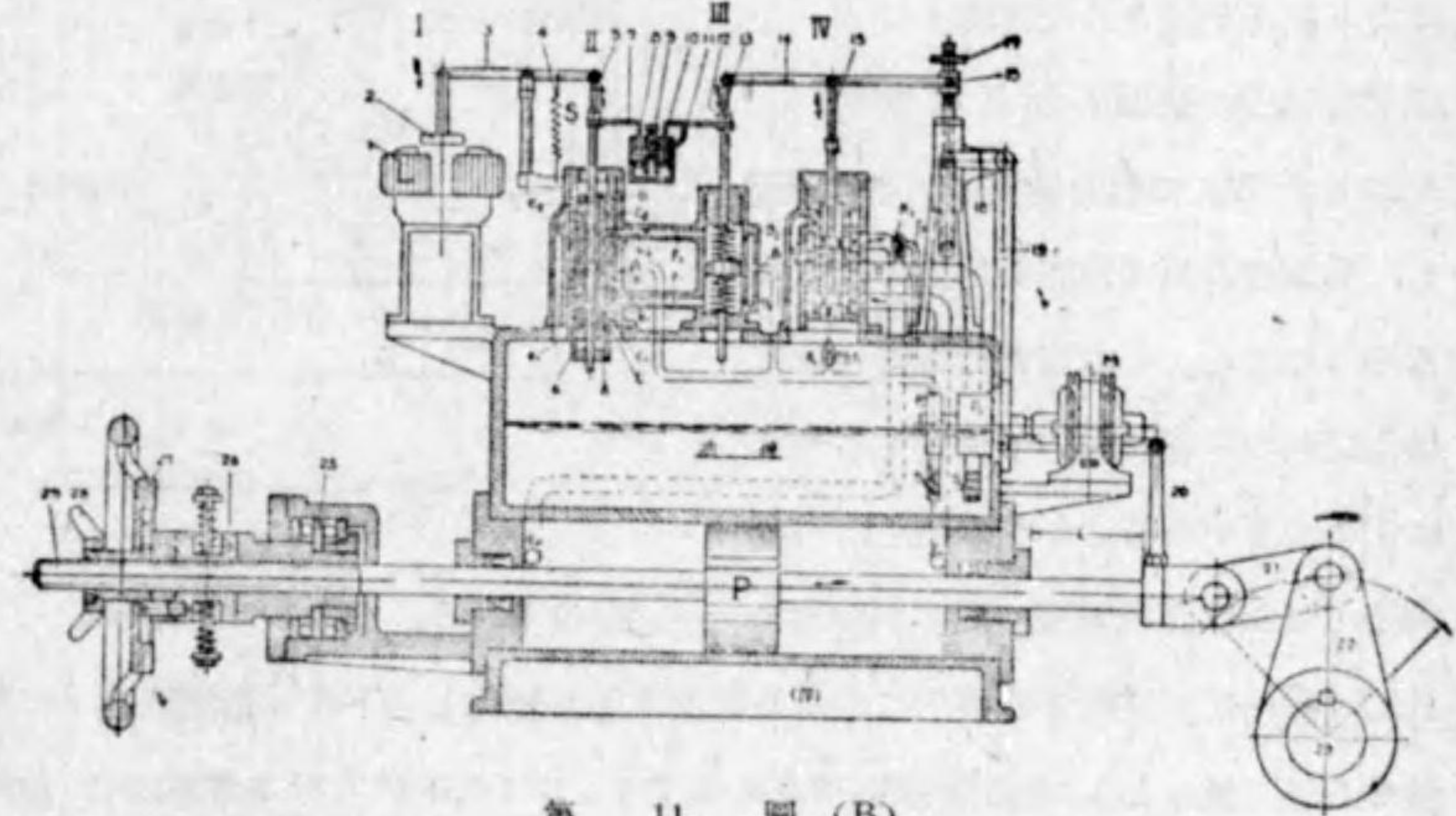


電流は増大し、可動鐵片 I は矢の方向に動き、これがため II、III、IV はそれぞれ矢の方向に動く。IV が少しでも下の方に動くとパイプ E_1, E_2 は開き、油は E_1 より E_1' に至り、 $I.V.R.$ に取付けた軸 P を矢の方向に押し動かし、 P の左側にある油は E_2' より E_2 をへて油槽にかへる。 P が左に動けば $I.V.R.$ は左に廻轉し、電壓は降下する。



本機の電動機 M は常に廻轉し、ポンプを

第 11 圖 (A)



第 11 圖 (B)

動作せしめてゐるから、油を相當高温にする缺點がある。この缺點を除くための水を使用出来るときは、なるべく水を使用すると良い。

電動機 M は常に廻轉し整流器の接点 C は常に短絡を繰返すから、可動鐵片 I は常に振動し、電壓調整に際しての摩擦を減少する。

2.2 發電機界磁調整方式

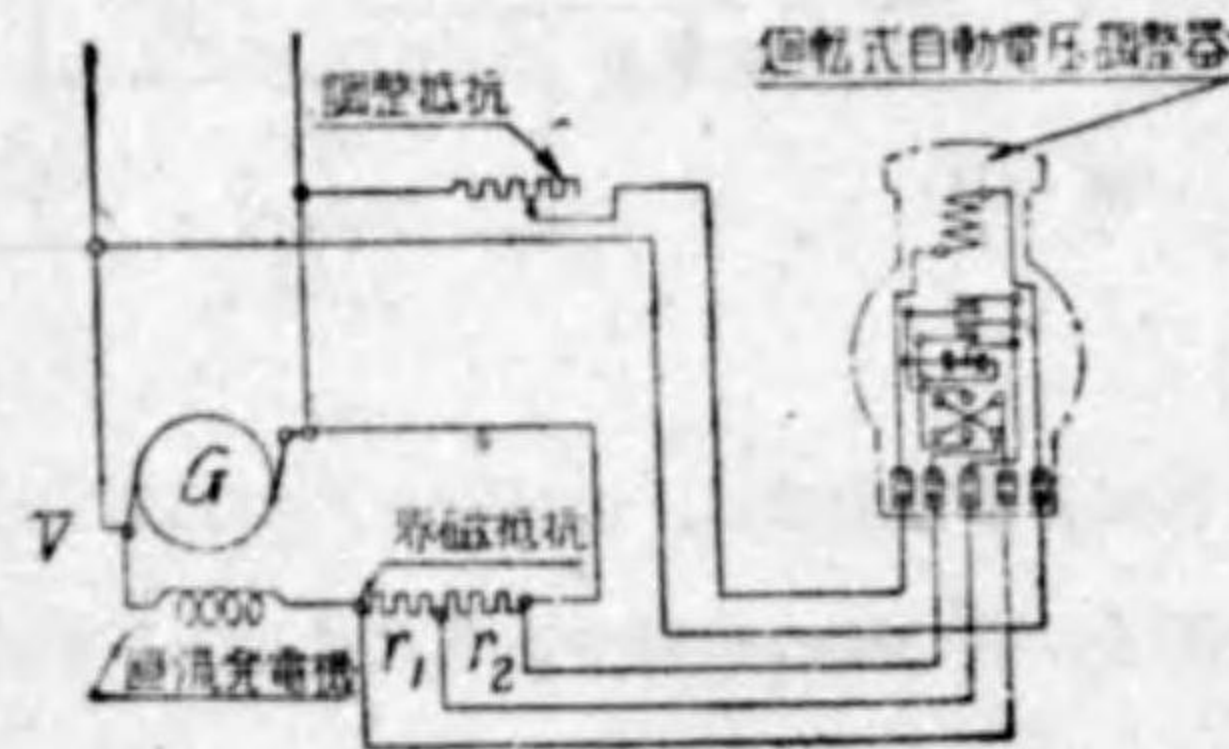
(a) 三極放電管制御式

磁線輪 L の引力は増加し可動鉄片は引上げられる。その結果上部接觸子と下部接觸子とが接觸する時間は短くなる。即ち勵磁發電機 EX の界磁抵抗 r_1, r_2 を短絡する時間は短くなり、勵磁電流は減少し發電機 A の出力電圧は降下する。

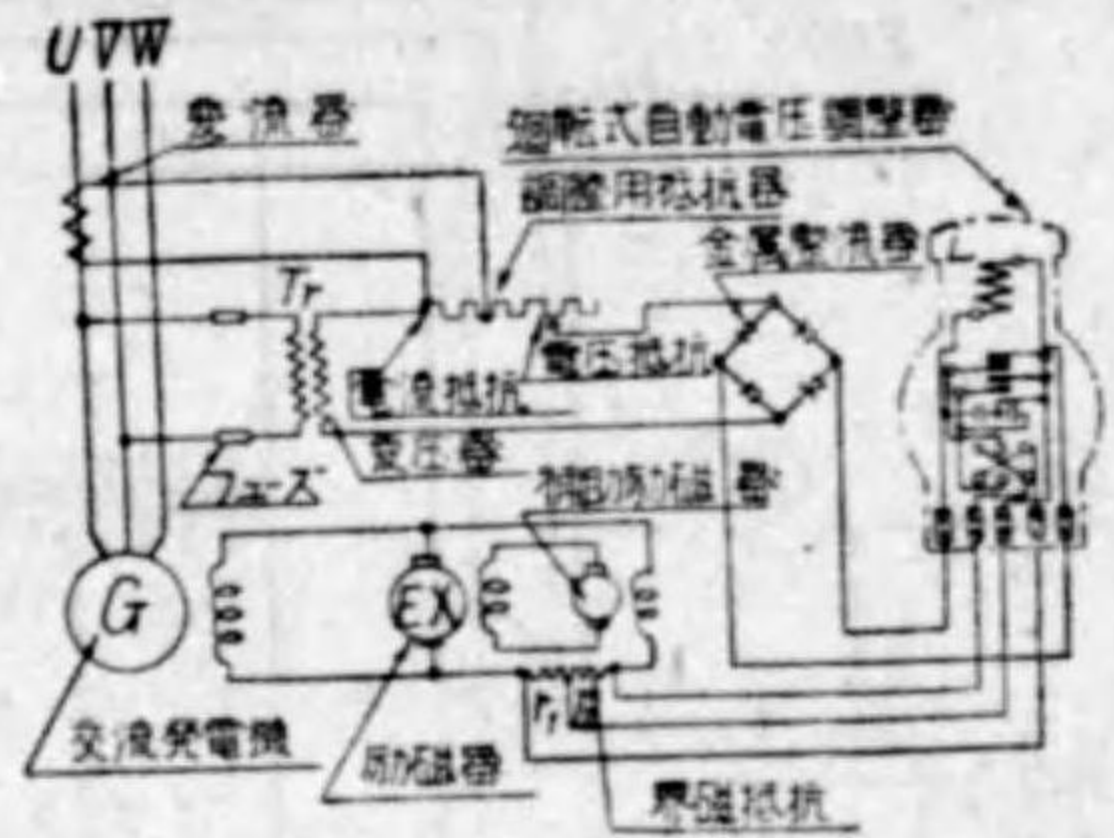
(c) 抵抗型 (B. B. C. sector 方式)

この方式の原理は、前に述べた振動型と同様である。第14圖において勵磁用發電機 EX の界磁抵抗 R と直列または並列に入つてゐる摺動抵抗 r を加減して、勵磁發電機 EX の出力電圧を調節し、これに依つて交流發電機 A の出力電圧を一定に保持するものである。

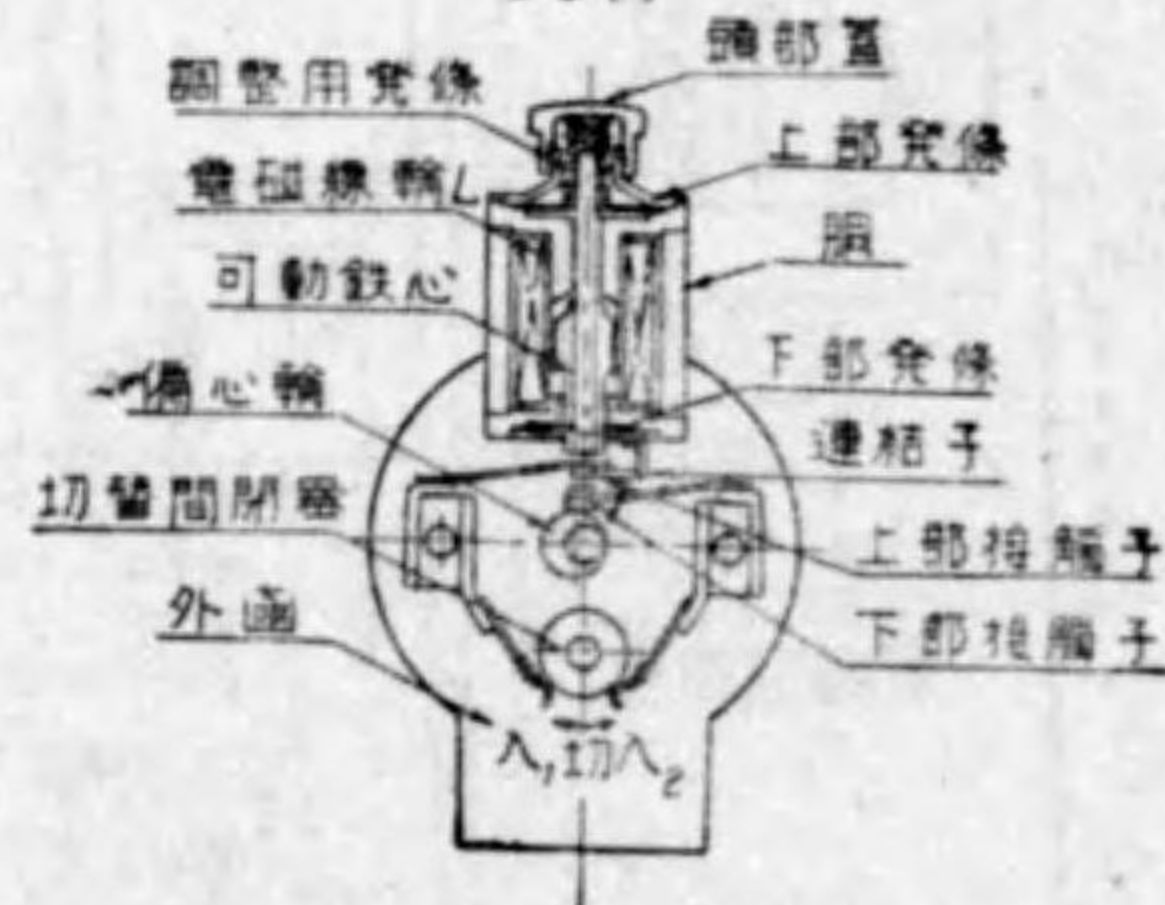
動作 交流發電機 A の電圧が昇る



第13圖(C) 自動直流發電機に本機を使用せる例



第13圖(A) 交流發電機に本機を使用せる例



第13圖(B) 廻轉式自動電壓調整器



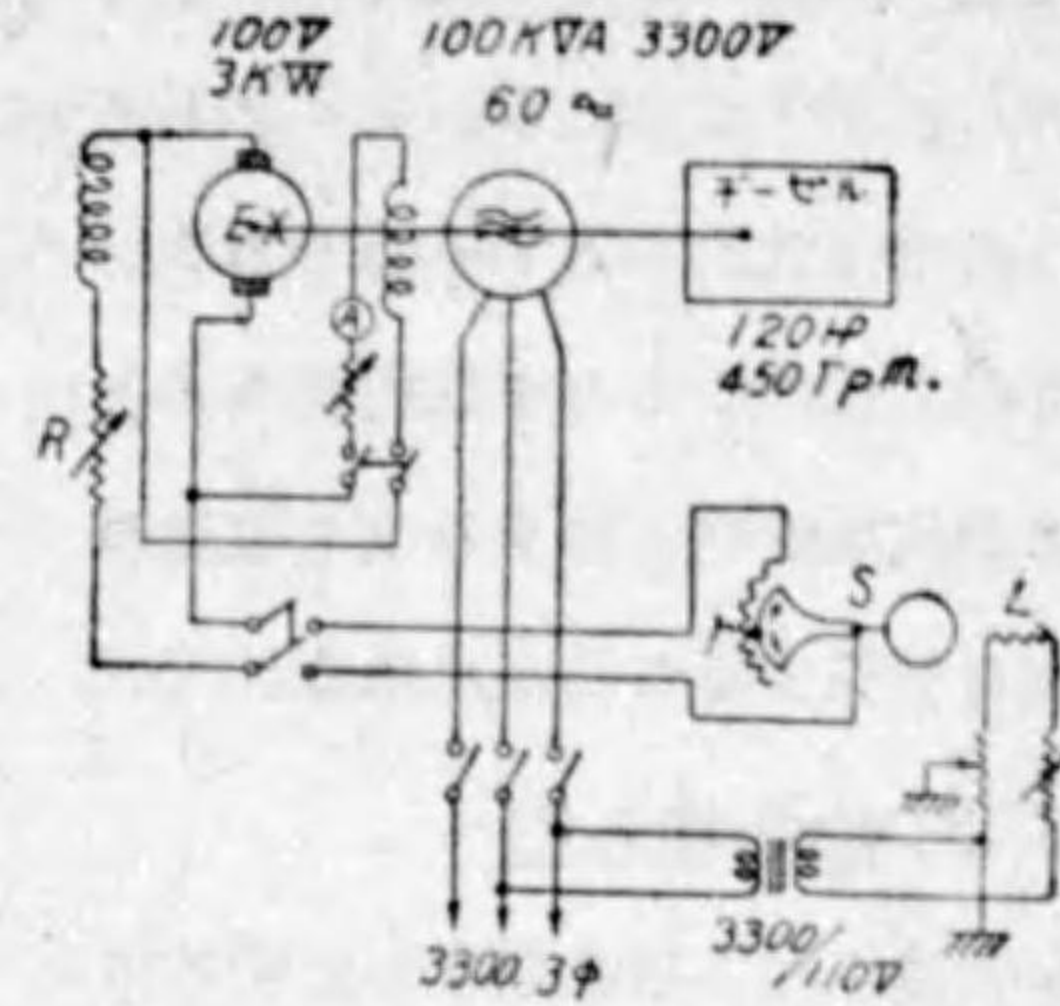
第13圖(D) 自動電壓調整器の構造

と、變壓器 Tr の電壓は昇り線輪 L の電流は増加し、摺動機 S は r の値を増加するやうに動く、その結果發電機電圧は舊に復す。

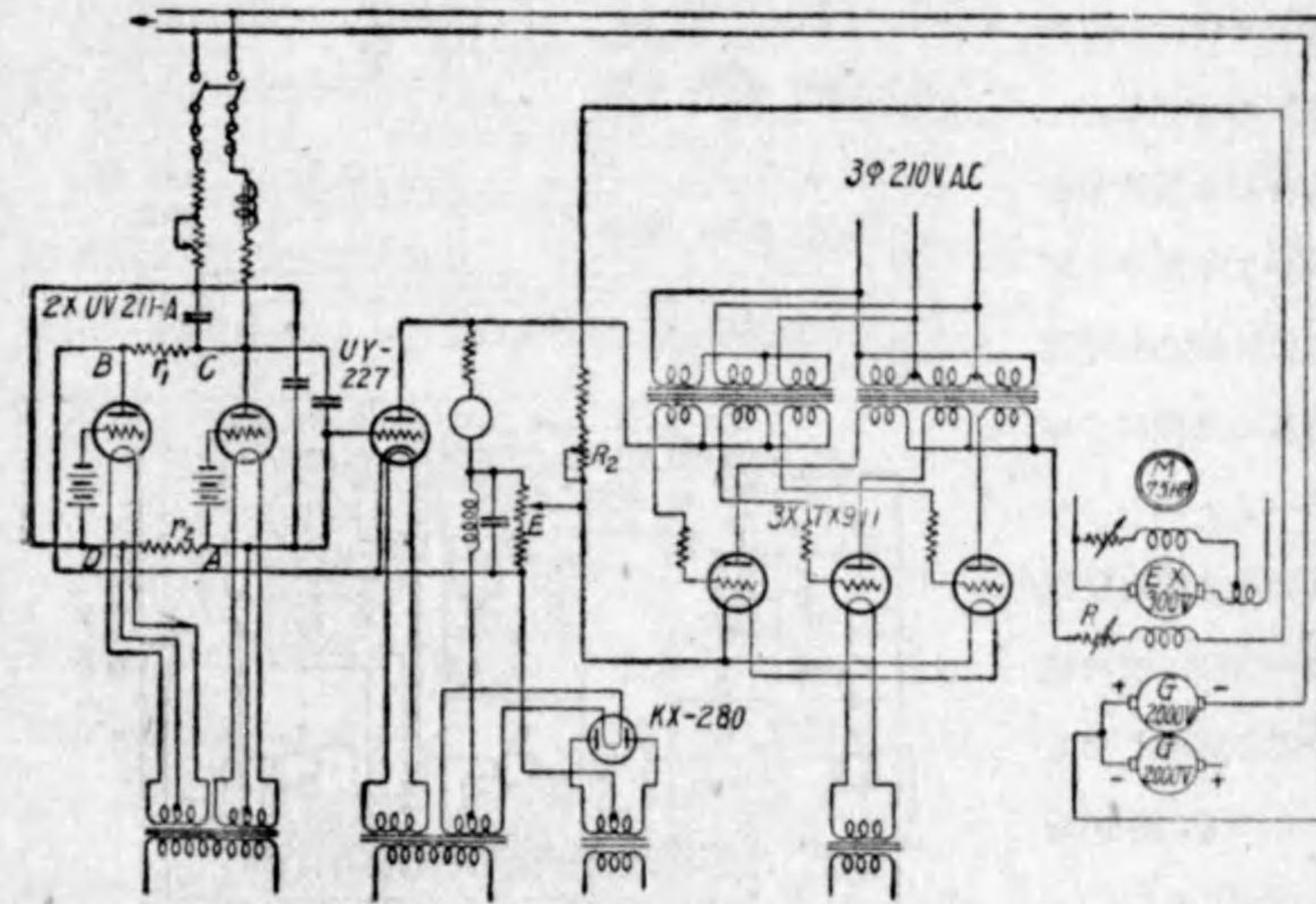
(d) サイラトロン型

これは發電機 G の勵磁電流をサイラトロン TX-911 の整流電流で置換し、このサイラトロンの整流電流を發電機 G の出力電圧に応じて變化調節するものである。

動作 第15圖において發電機 G の電圧が變化すると、電橋 $BCAD$ により AB 間に生ずる電壓變化は發電機電壓變化を擴大して表し、この電圧が更



第14圖 抵抗型制御式



第15圖 自動電壓調整器接続略圖

て直流増幅器により増幅され、サイクロンの格子に加へられてゐる交流電圧に重疊して格子に加はり、サイクロンの整流電流を制限するのである。

この方式による時は前者 *b, c* と共に周波数の変化による出力電圧の変化を制限することが出来る。

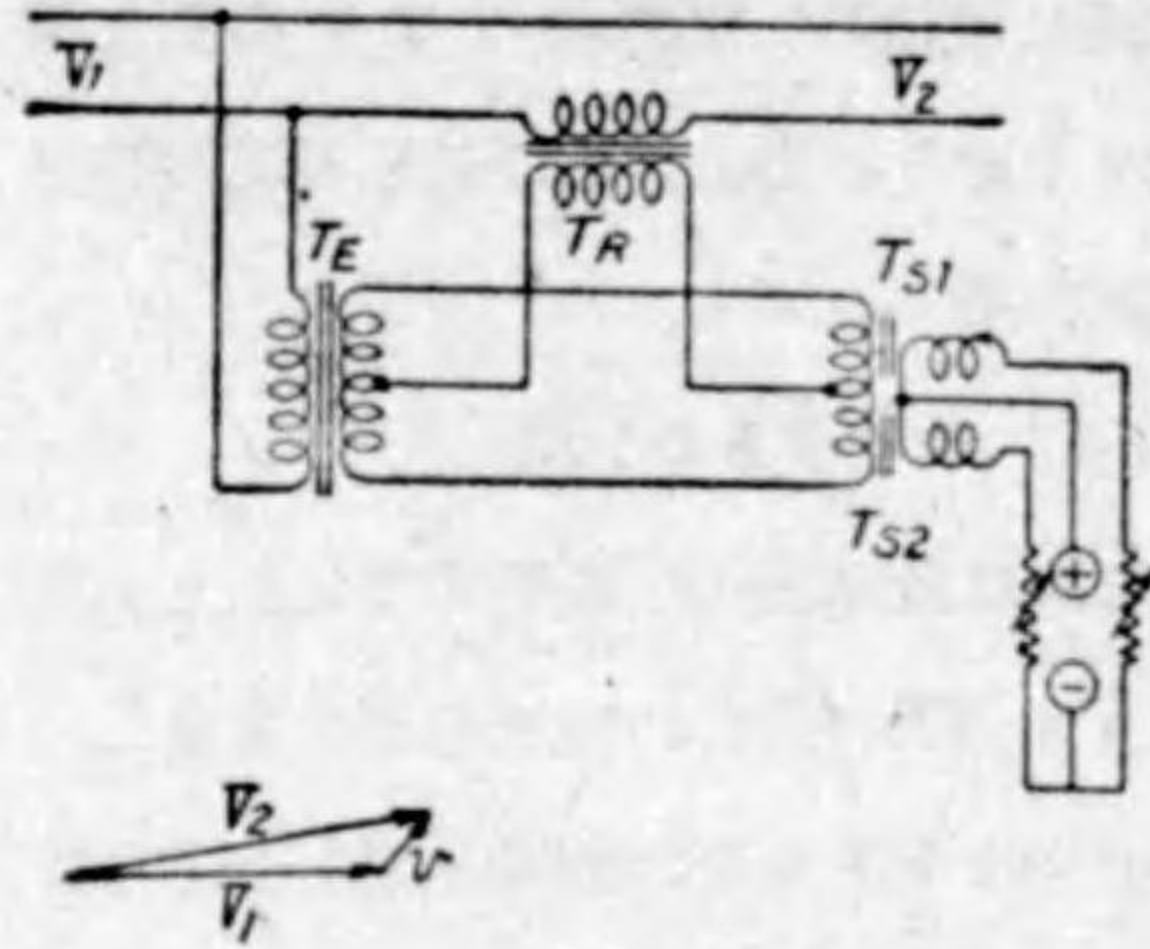
2.3 飽和鉄心型

飽和鉄心による電圧を加減する方法は相當以前より使用されたのであ

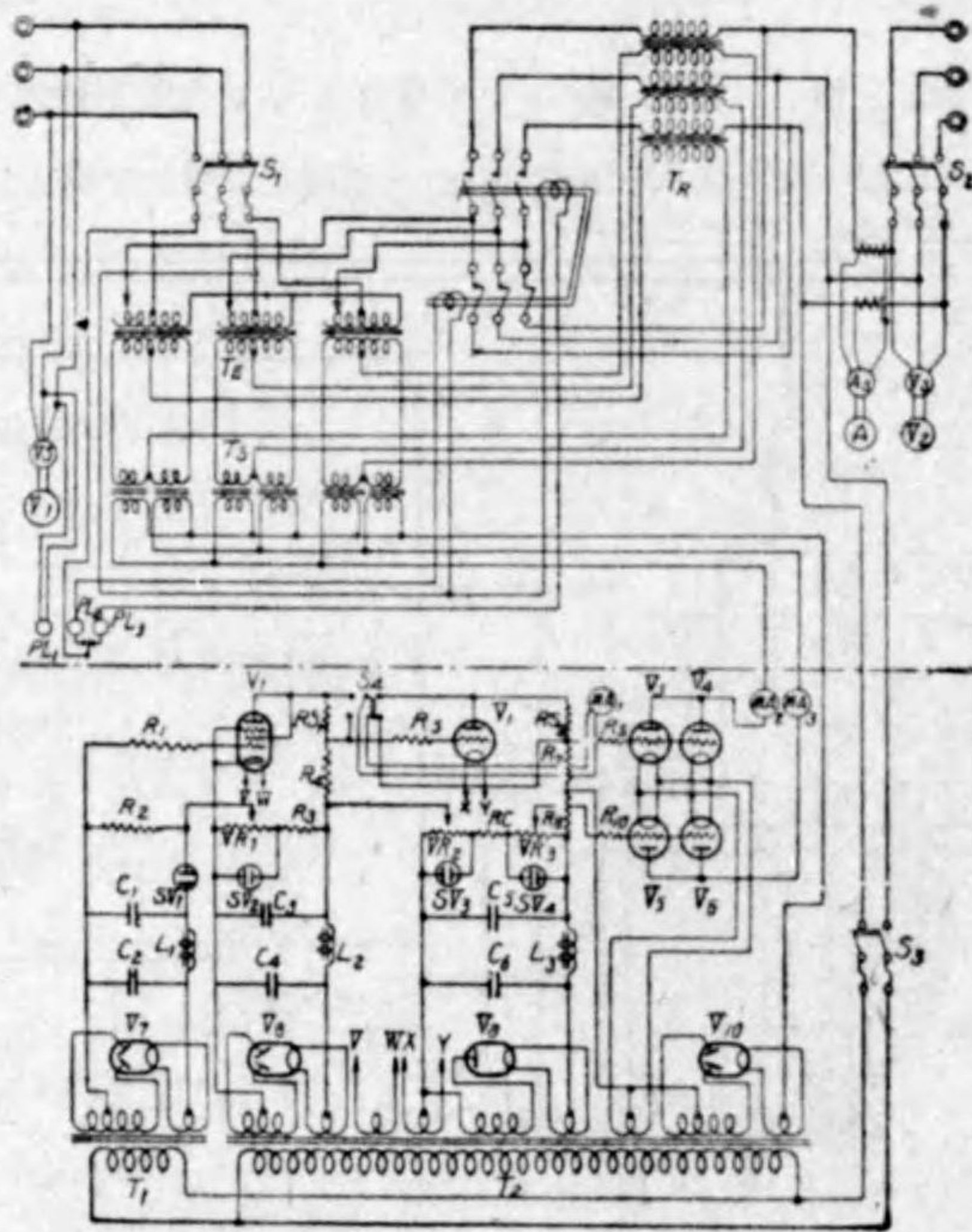
るが、これを真空管により制限し、自動電圧調整器として利用されたのは極く最近のものである。

現在日本放送協会において使用されてゐる飽和鉄心型電圧調整器の原理について述べる。

飽和鉄心型自動電圧調整器は、交流電橋の理を應用したものであつて、第16圖(A)に示すやうに、勵磁変壓器 T_K の兩



第 16 圖 (A) 飽和鉄心型制御式



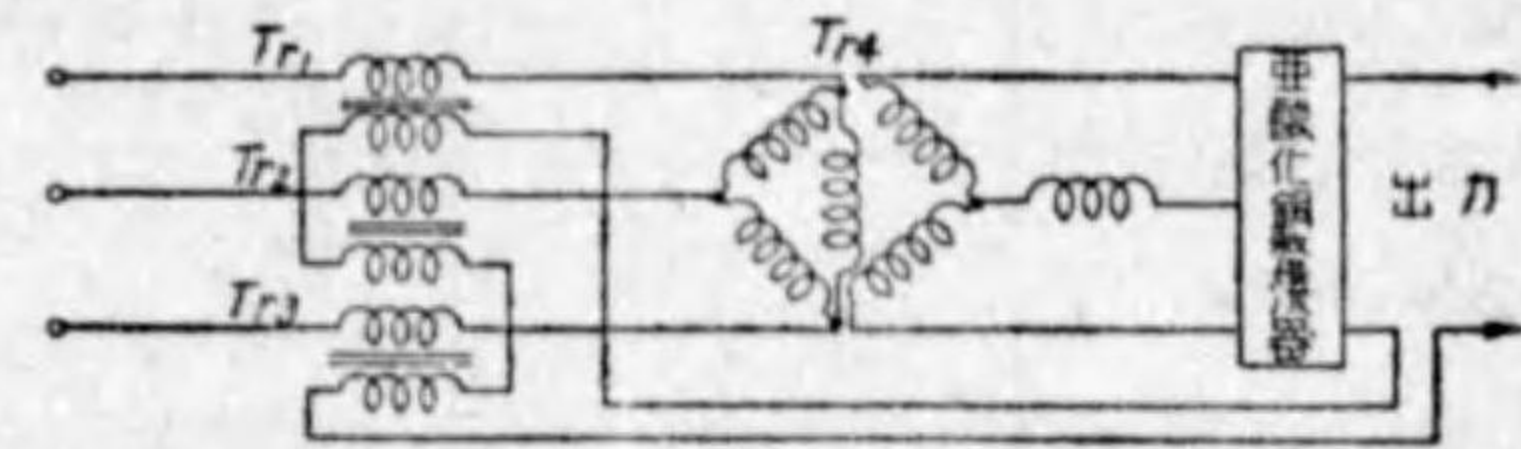
第 16 圖 (B) 飽和鉄心型調整器接続圖

端に直流勵磁により、飽和し得る可飽和リアクトル T_{s1}, T_{s2} を接続し、 T_K の中性点と T_{s1}, T_{s2} との間に電圧調節用變壓器 T_r を接続してゐる。 T_{s1}, T_{s2} のインピーダンスが等しいときは、 T_r には何等電壓は現れないが、 T_{s1}, T_{s2} のいずれか一方が直流で勵磁されると、そのインピーダンスは下り、平衡は破れ T_r には不平衡電圧がかかり、 T_r の二次側にも誘起電圧が生じる。且つこの電圧は直流勵磁電流の大きさに比例し、且つ T_{s1}, T_{s2} のどちらかに飽和せしむることにありその位相差は180度である。

よつて負荷端子電圧が規定値より上昇、または降下する場合には、これにより直流増幅器を動作せしめ、 T_{s1}, T_{s2} のいずれかを勵磁し、以つて電圧を常に一定に保持するものである。第16圖(B)は本方式の接続の一例である。

これと同じ原理によるものとしては、亜酸化銅整流器の出力電圧を負荷に無關係に一定に保つため、第17圖の如き接続のものが利用されてゐる。

即ち T_{r1}, T_{r2}, T_{r3} は飽和線輪にして亜酸化銅整流器の負荷電流により直流制御され、その電壓降下を加減してゐる。



第 17 圖

第3節 フィラメント電源

フィラメント用電源として最も重要なことは、電圧變動少く、脈動少く、點火に當つて徐々に電圧を上げ得るものでなければならない。これがため従來電動發電機的方式が採用されてをつたのであるが、最近放送機の交流化が盛んに採用されるやうになり、亜酸化銅整流器を使用するものが増えて來た。しかし亜酸化銅整流器は大容量のものになると、構造上簡単に製作し得ないから、大電力放送機用としては、依然電動發電機が使用されてゐる。しかるに極く最近になつて

ベルトローが出来た。これは廻轉變流器に似たものであつて、廻轉部分は極めて小さく、殆ど静止の状態といつても差支へなく、且つその能率力率共相當良好で、今後大容量電源として採用されることと考へられる。

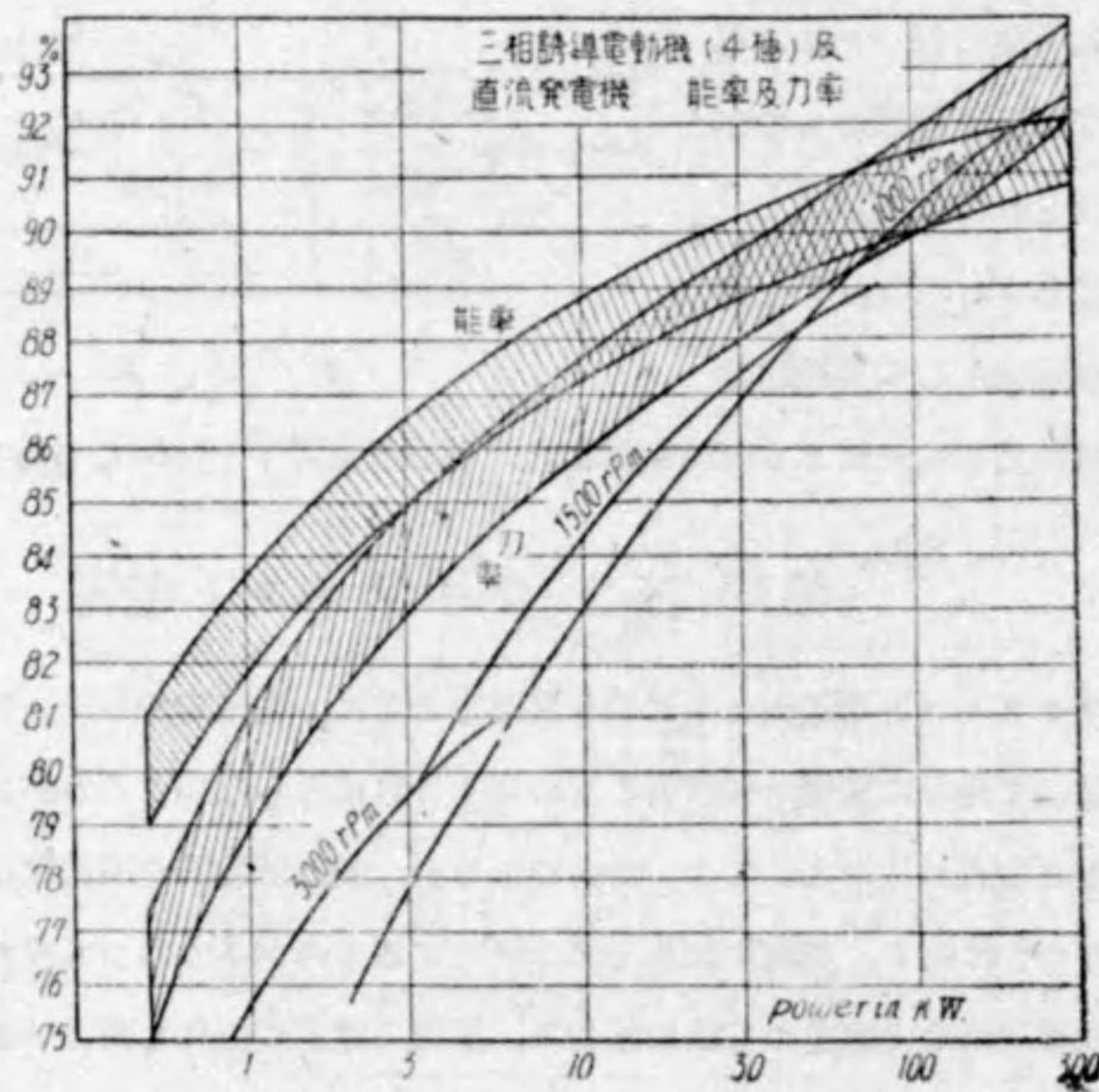
調整盤用電源としては、従來は蓄電池のみが使用されて來たが、最近亞酸化銅整流器を並用した浮動蓄電池式が採用されてゐる。

3.1 電動發電機

發電並びに取扱上から考へても最も簡單であるが、据付に相當留意しないと噪音の大きい缺點がある。能率は普通使用される三相誘導電動機（四極）と、直流發電機を一括して、大體 60 乃至 80% 位である。

起動方式としては、小型のものは全電壓で起動せしめるが、少し大型になると起動電流が過大（約6倍）になるから、抵抗挿入法又は Y-Δ 切換方法が用ひら

れる。即ち起動電流（約3倍）が大體全負荷電流に等しくなつたとき、YよりΔに切換へるのである。電壓調整は摺動抵抗により發電機の勵磁電流を加減して行ふ。この電動發電機



第 18 圖 電動發電機方式の特性曲線

方式は、脈動少く、故障少く、放送用電源としては最も良好である。

その大略の性能を示すと、第18圖のやうになる。

3.2 亞酸化銅整流器

一般に二種類の異なる物質を緊密に接觸せしめるときは、その境界面の抵抗は電流の方向に依つて異なるものである。この理を應用したのが本整流器である。銅の酸化物には酸化第一銅 Cu_2O と酸化第二銅 CuO とがある。前者を亞酸化銅といひ、銅母體との間に整流作用を有してゐる。

構造は圓形、四角等あるが、普通使用されてゐるものは、外径4c.m、厚さ1m.mの中央に内径1.3c.m位の孔を有してゐる。使用に際しては第19圖に示すやうに酸化層の上に鉛の如き軟い接觸板を當て端子板

と共に絶縁ボルトを以つて強く締付ける。

電流密度は、使用状態で異なるも放送機用電源の如く、連續使用するときには 0.06 amp/cm^2 以下、一枚の阻止電壓は大體 6.4 V と取つてゐる。

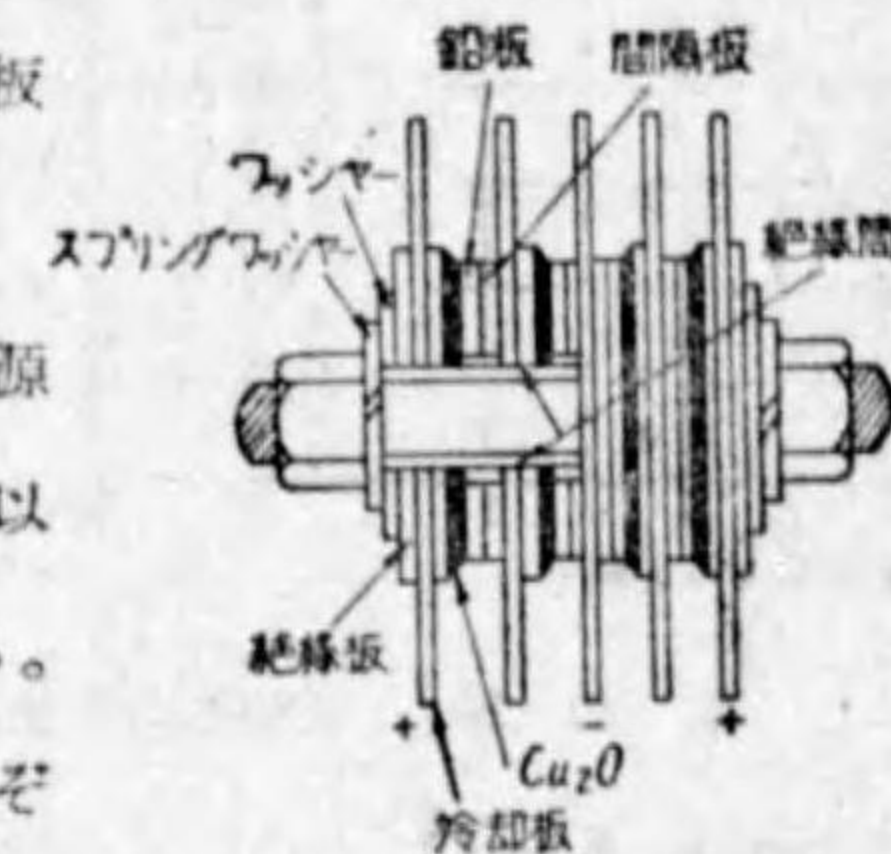
亞酸化銅製法としては、各製作會社でそれぞれ異なるが大體銅板を約 $1,000^\circ\text{C}$ で約10分間位

熱し、次にこれを 650°C 位で數分間加熱する。更にこれを硫酸等の液に入れ、表面の CuO を除去するのである。

本器の劣化は、主として溫度上昇により支配されるものであつて、 20°C 以内の溫度上昇のときは、半永久的といはれてゐる。

日本放送協會の本整流器に對する大體の規定は、

電壓變動率	30°C において	25% 以下
溫度上昇	Cu_2O において	15°C 以下
	變壓器その他	35°C #
逆流電流	30°C における溫度上昇試験直後定格の	12% 以下にして逆加

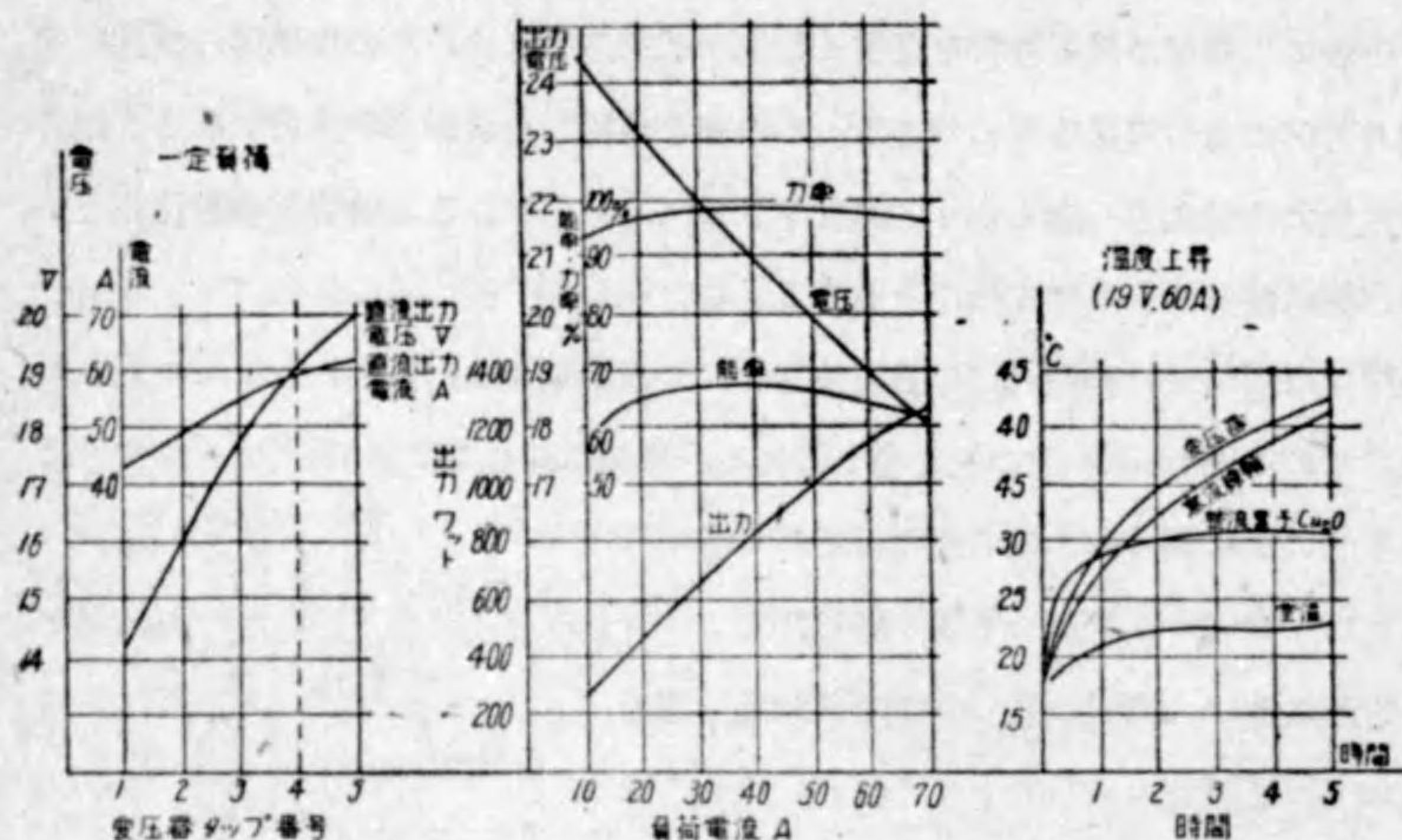


第 19 圖 亞酸化銅整流器

電圧30分後も電流値増加せず。

能率 濾波器を含み65%以上。

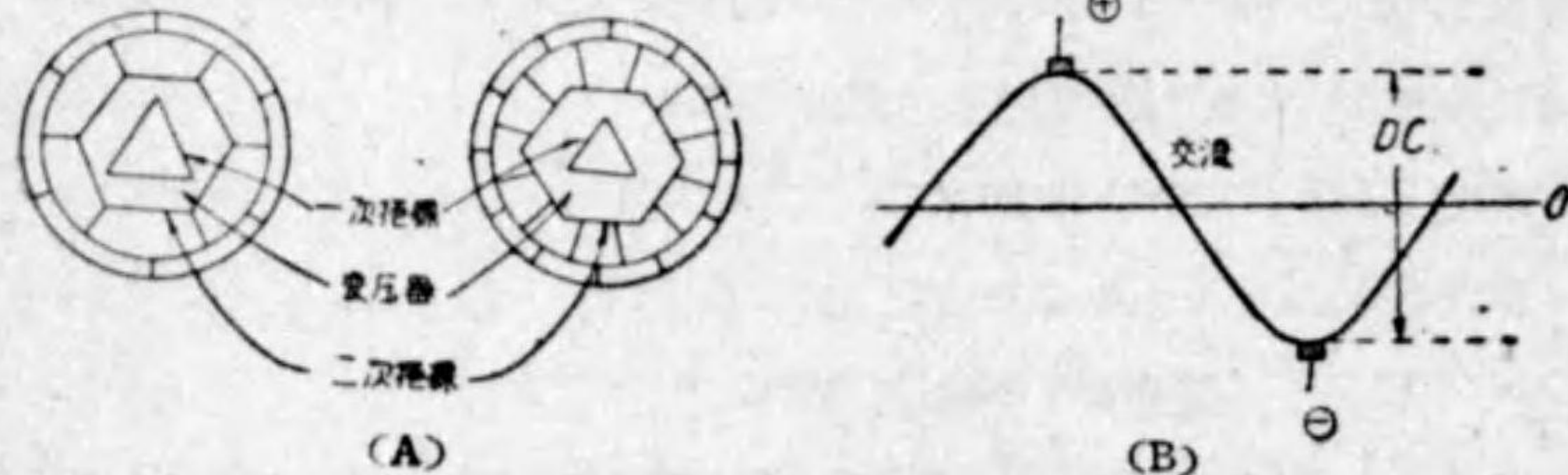
次に最近放送局に使用せる本整流器の一特性を示すと第20圖のやうである。



第20圖 亜酸化銅整流器特性曲線 (DC, 19V, 60A の例)

3.3 ベルトロー

これは多相變壓器に依つて生ずる廻轉電位を、整流子上に廻轉せしめ、そのほば極大と極小の位相に常に刷子を接觸せしめおき、交流電力を直流電力に変換する一種の變流機である。第21圖の(A)に示す如くに二次巻線を多角形の環狀に結線し、各邊上に空間的二等分點を得る如く接點をつけ、その位相の順に次★の



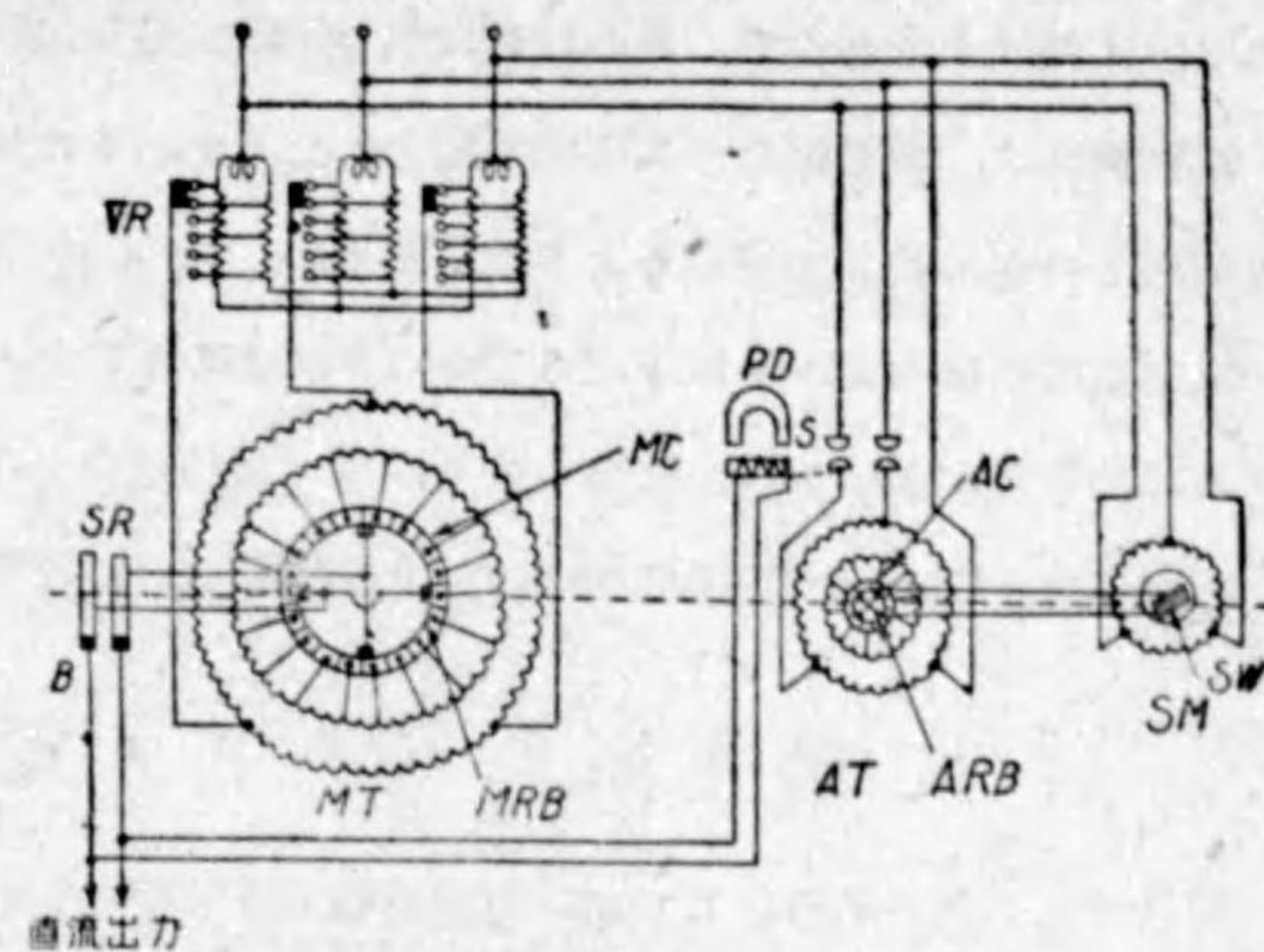
第21圖

整流流子片に接続す

れば整流子片上に廻轉電位が得られる。

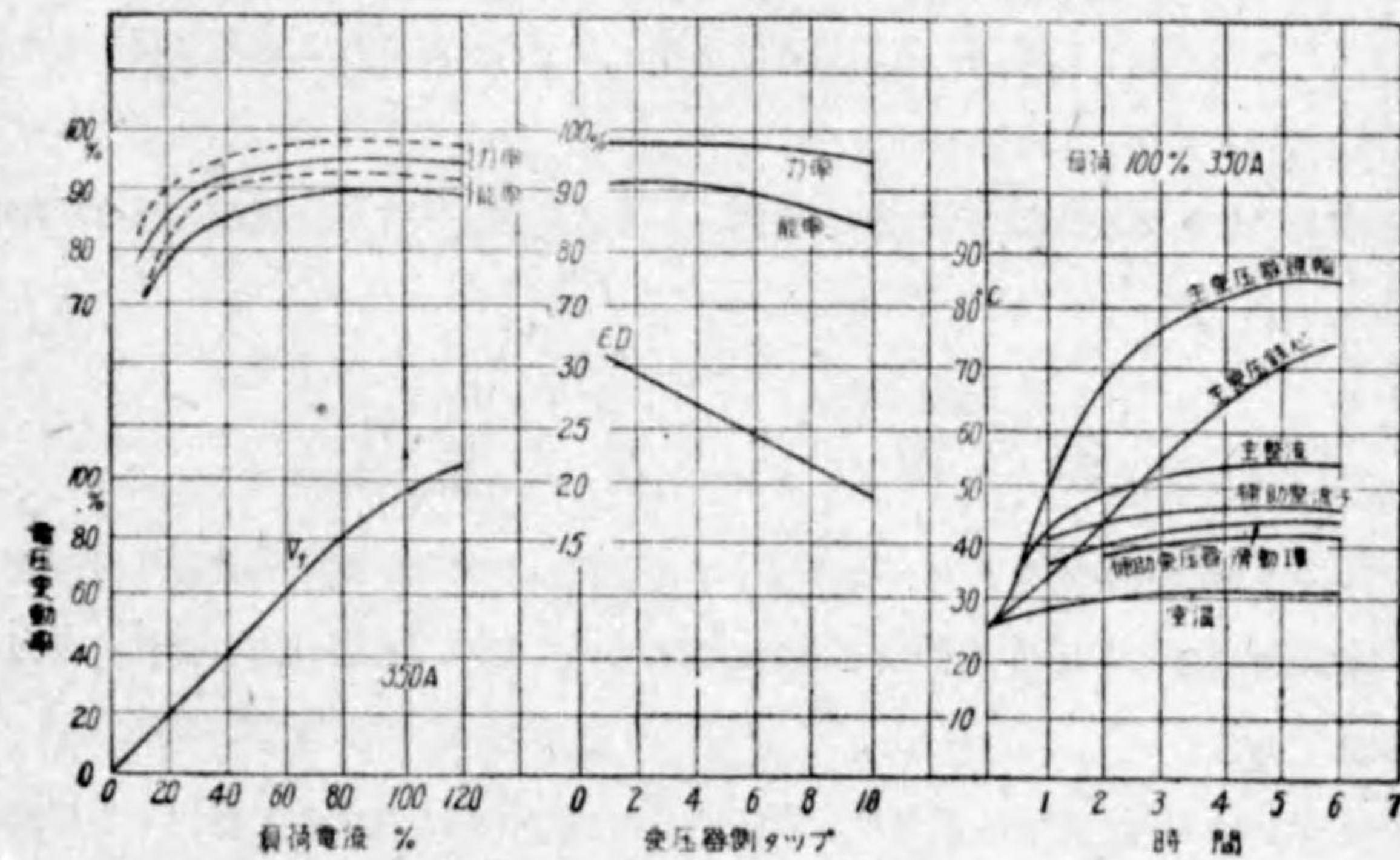
故に2箇の刷子が整流子片上の廻轉電位のほば極大、極小の位相に常に接觸して廻轉すれば、兩刷子間には第21圖の(B)の如き、交流電壓の最大値に相當する直流電壓が得られる。

普通使用されるも



- MT=主變壓器
- MO=主整流子
- MRS=主廻轉刷子
- SR=滑動環
- B=固定刷子
- AT=補助變壓器
- AO=補助整流子
- ARB=補助廻轉刷子
- SM=廻轉刷子及滑動環を廻轉せしむるための誘導起動同期電動機
- SW=SMの同期化巻線
- PD=極性決定器
- VR=電壓調整器

第21圖(C)



ベルトロー
 交流側 210/200 Volt 50/60% 750/90 Vpm
 直流側 32/30 Volt 350 amperes 連續
 第21圖(D)

のは、24相以上であつて、その接続は第21圖の(C)に示す。

電圧調整は、變壓器の一次側の電圧をかへるか、または出力側の電圧を抵抗挿入法、その他により加減するより仕方がない。

出力電圧は數百ボルト以下、10アンペア以上のものが、最も有利とされてゐる。

これは相數が多いから、脈動も少く、且つ廻轉部分が小さいので噪音も少い。

第21圖の(D)に最近試験した出力10.5KWのものの特性を示す。

第4節 バイアス電源

従來バイアス用電源としては、電動發電機が使用せられたが、放送機の交流化とともに漸次廢止せらるるに至り、最近の小電力局では亞酸化銅整流器、または熱陰極水銀整流管が使用されてゐる。また大電力局でも熱陰極水銀整流管が使用されるやうになつた。しかし今後は前記ベルトローが追々使用されることと考へられる。

バイアス用電源としては、放送用各真空管それぞれに適當なる電壓を與へるため、分壓器を使用してゐる。

調整盤用としては、傍熱真空管の發達とともに、最近バイアス電源は殆ど使用されない。

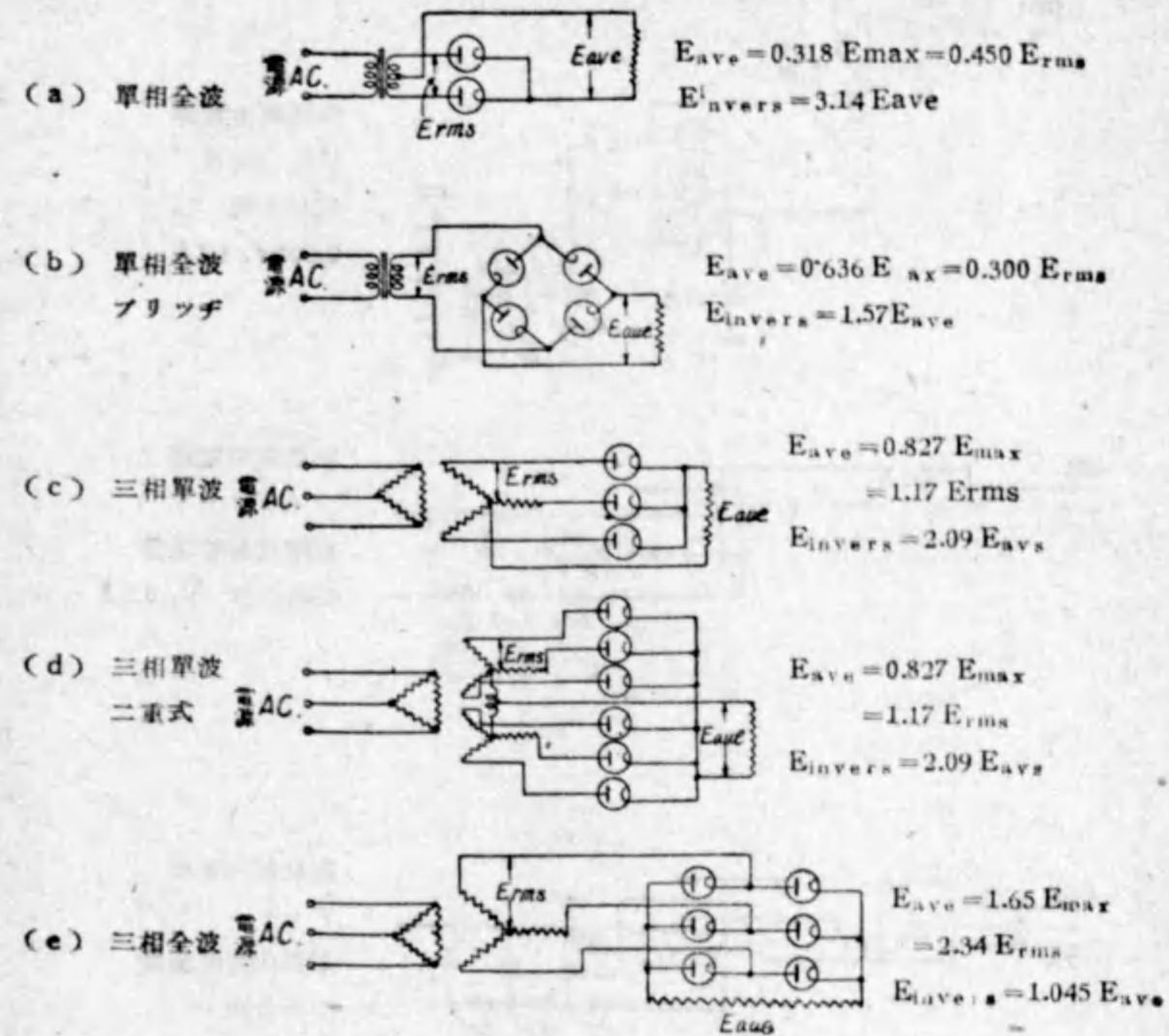
第5節 プレート電源

プレート電源もフィラメント及びバイアス用電源と同様、漸次熱陰極水銀整流管が使用されるやうになつて來た。殊に高壓用としては、この整流方式によるのが最適である。

調整盤用プレート電源としては、蓄電池及び亞酸化銅を蓄電池と併用する浮動蓄電池式が使用されてゐる。

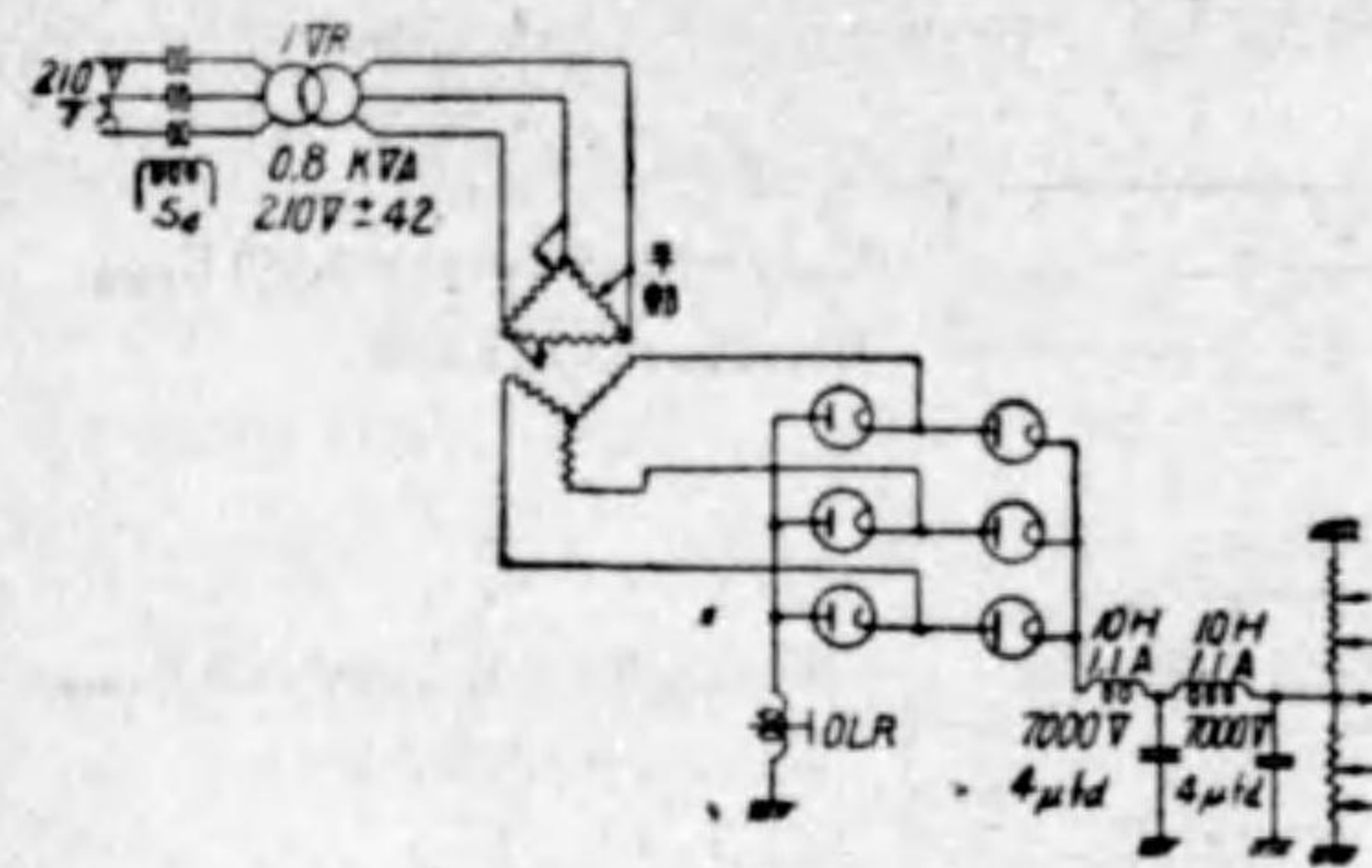
次に一般に使用されてゐる整流方式を挙げると、大體第22圖に示す五つの方式

がある。

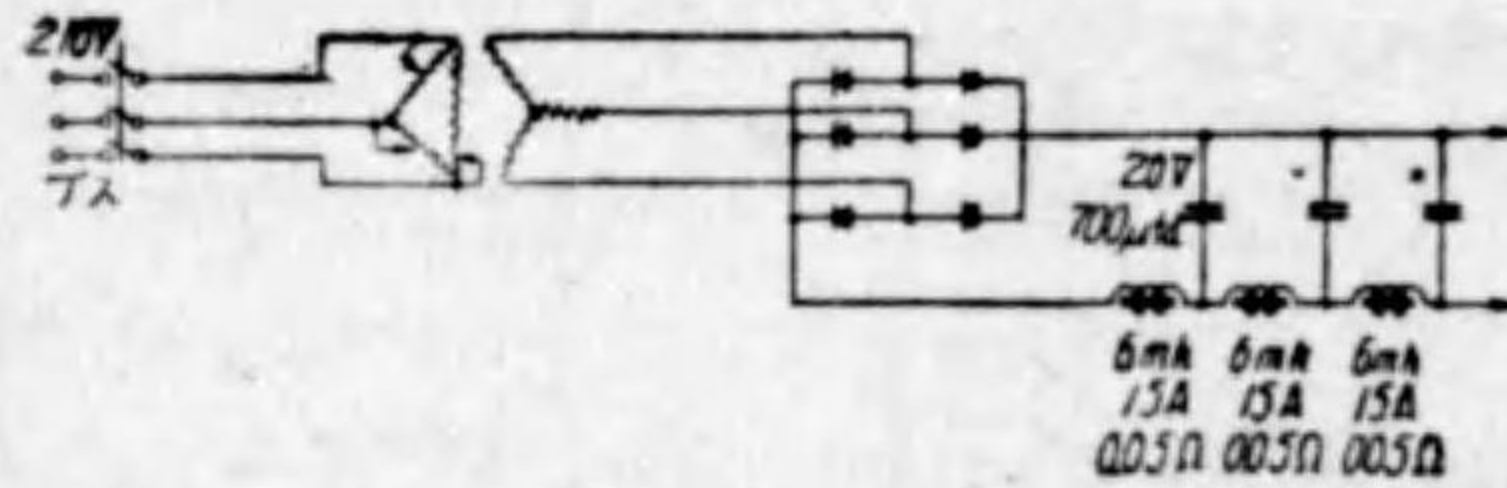


第22圖 プレート電源整流方式

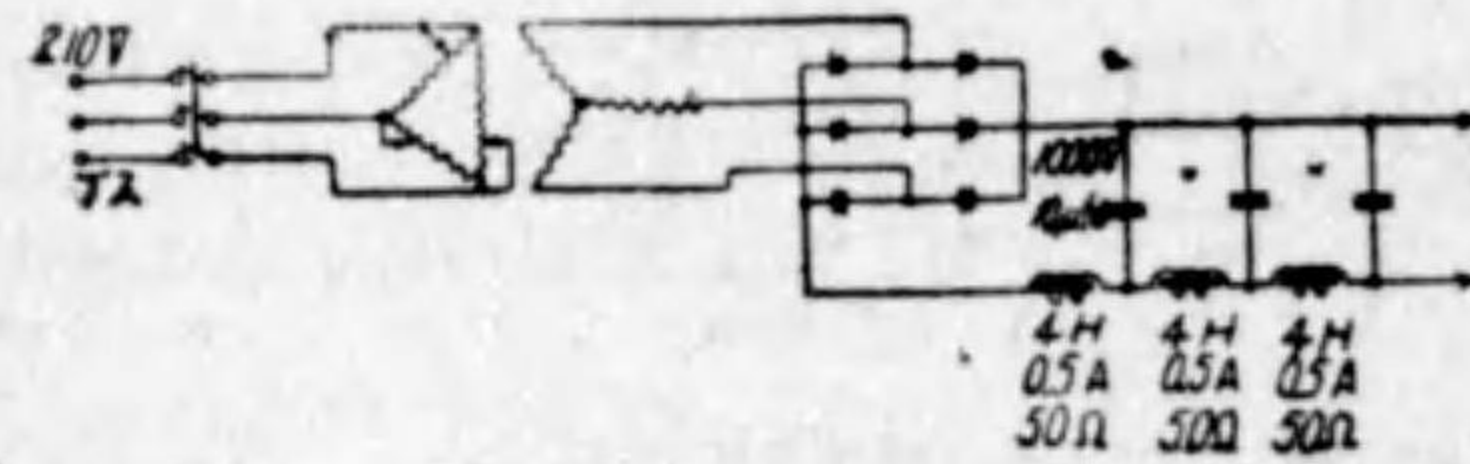
以上の通り放送機用電源としては、フィラメント、バイアス及びプレート用の三種類、調整盤用としては、フィラメント及びプレートの二種類があるが、これ等のものは如何なる回路により、どのやうに利用されてゐるかは、第22圖乃至第28圖の各種電源接続圖により實例を示す。



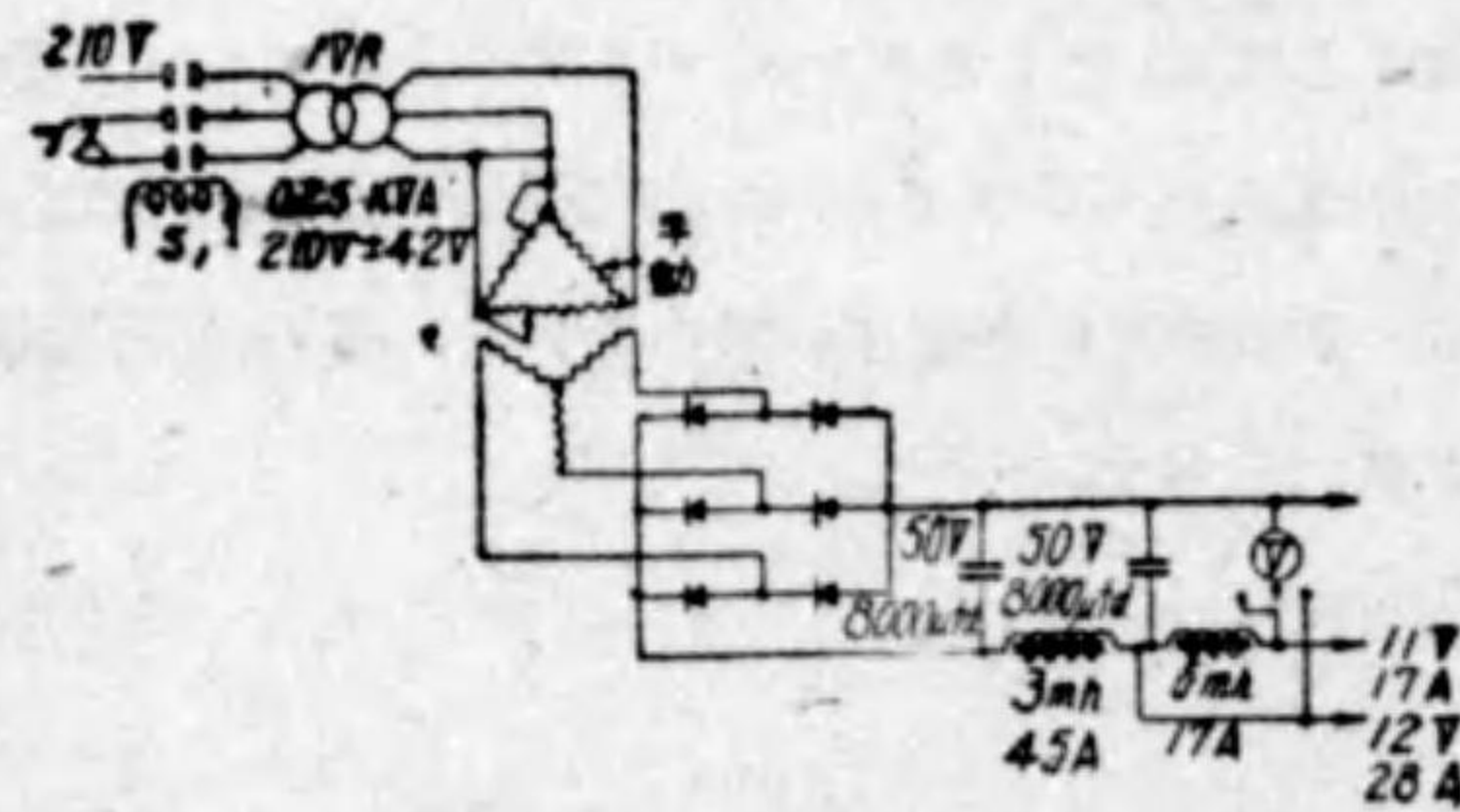
放送機用電源
HX-966B
三相全波
2,500V, 1.1A



調整盤用電源
フィラメント
亜酸化銅整流器
三相全波 7V, 0.5A

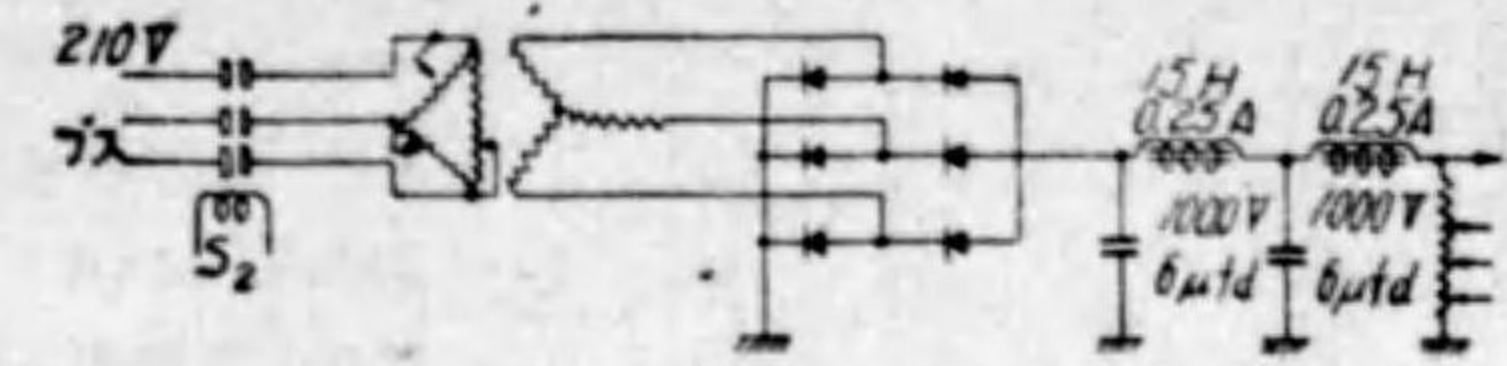


調整盤用電源
プレート
亜酸化銅整流器
三相全波
250V, 0.5A

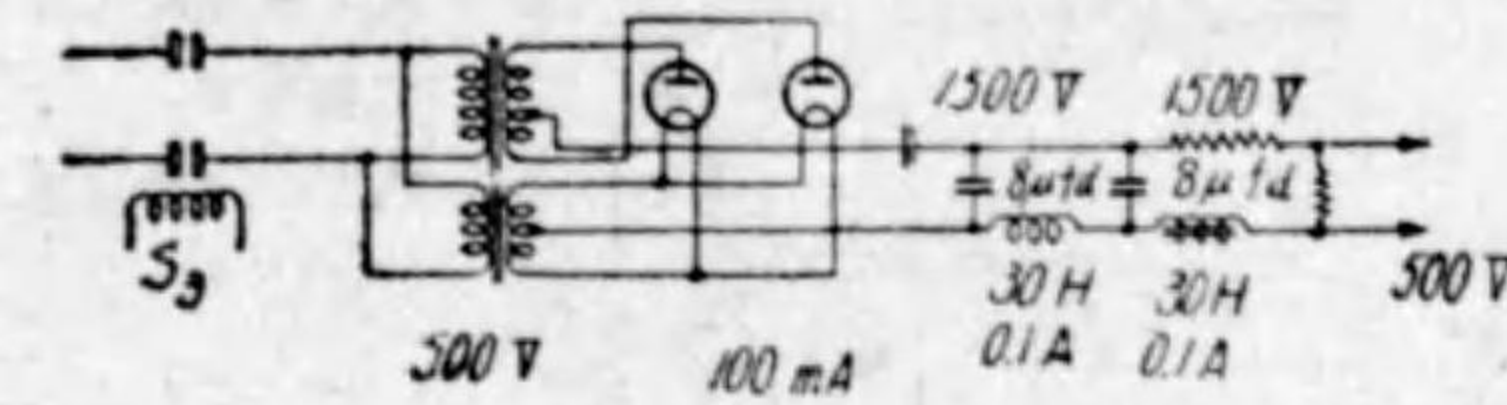


放送機用電源
フィラメント
亜酸化銅整流器
三相全波
11V, 17A, 12V, 20A

第23圖(A) 盛岡放送局 500W

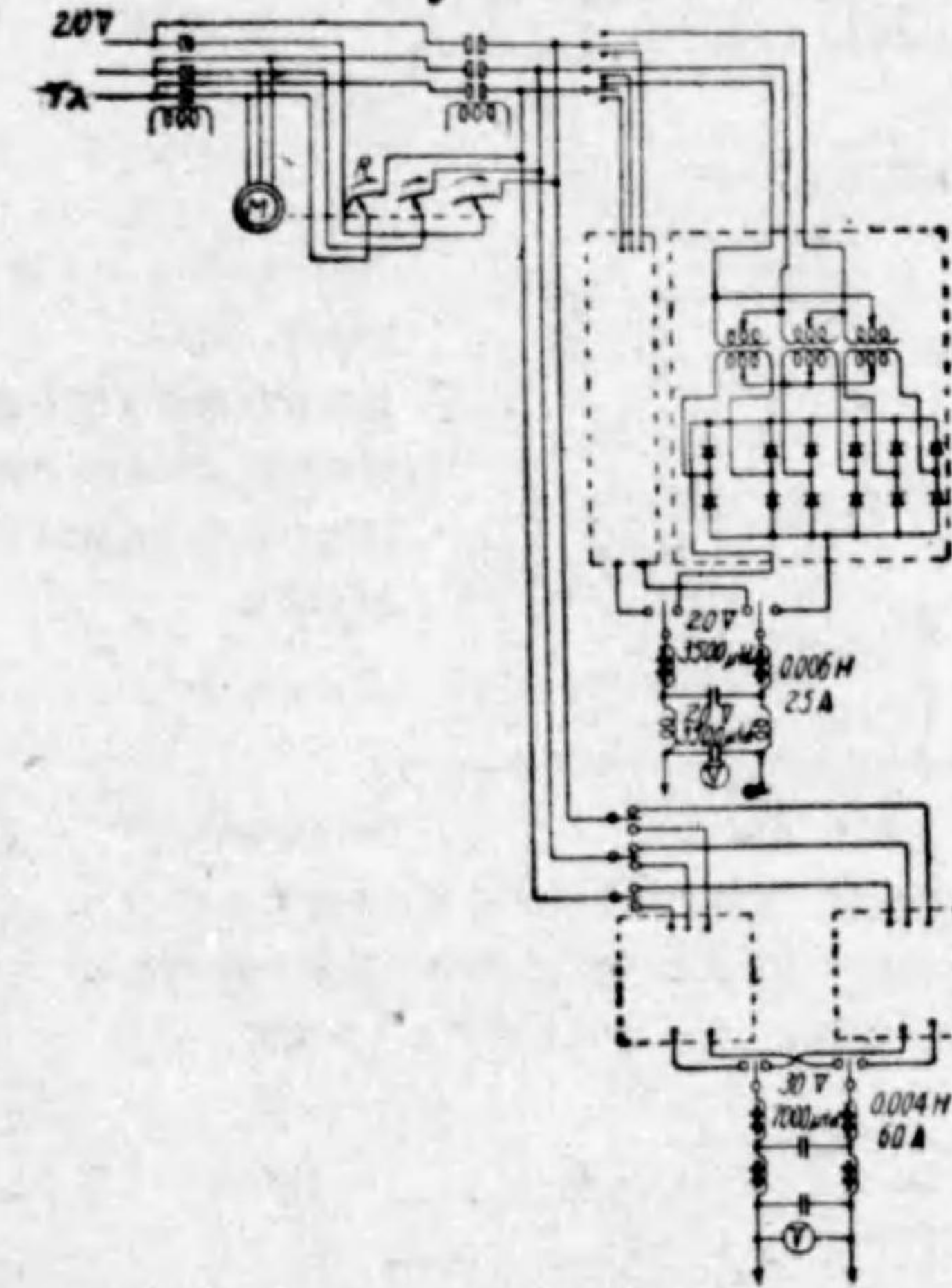


バイアス
亜酸化銅整流器
三相全波
220V, 0.22A

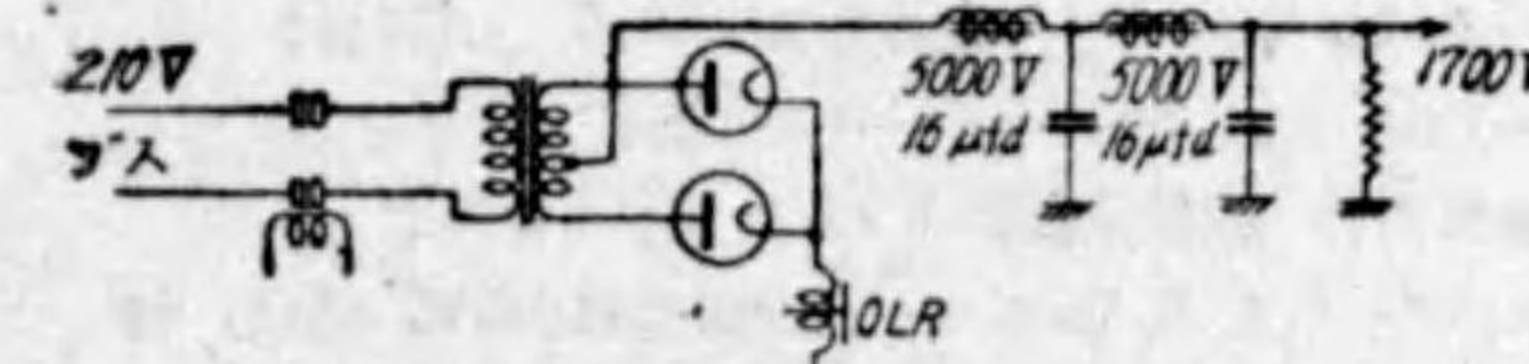


プレート
送信器用電源
KX-202A
単相全波
500V, 100mA

第23圖(B) 盛岡放送局



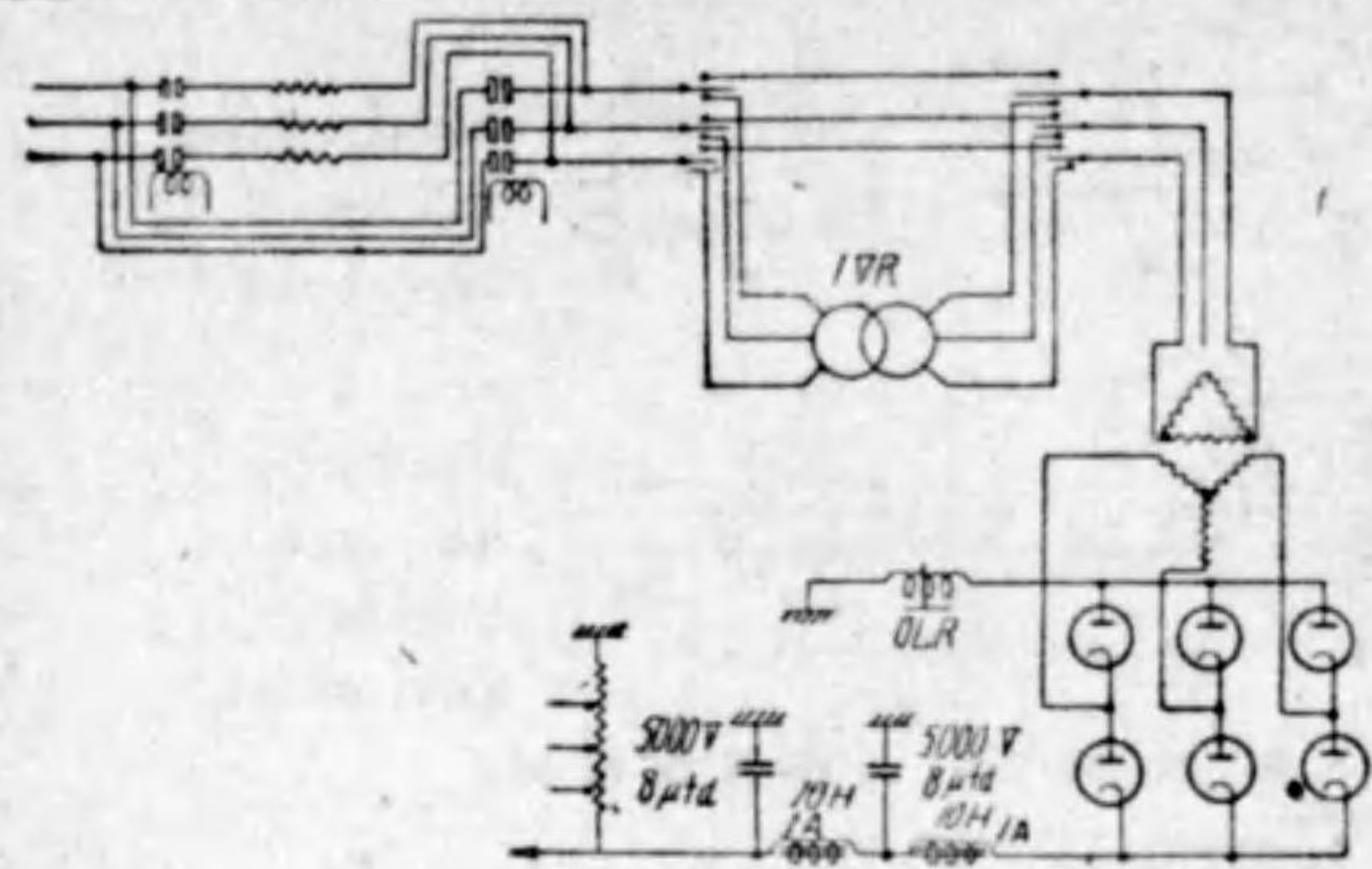
放送機用電源
フィラメント
亜酸化銅整流器
六相全波
130V, 25A, 16V, 60A



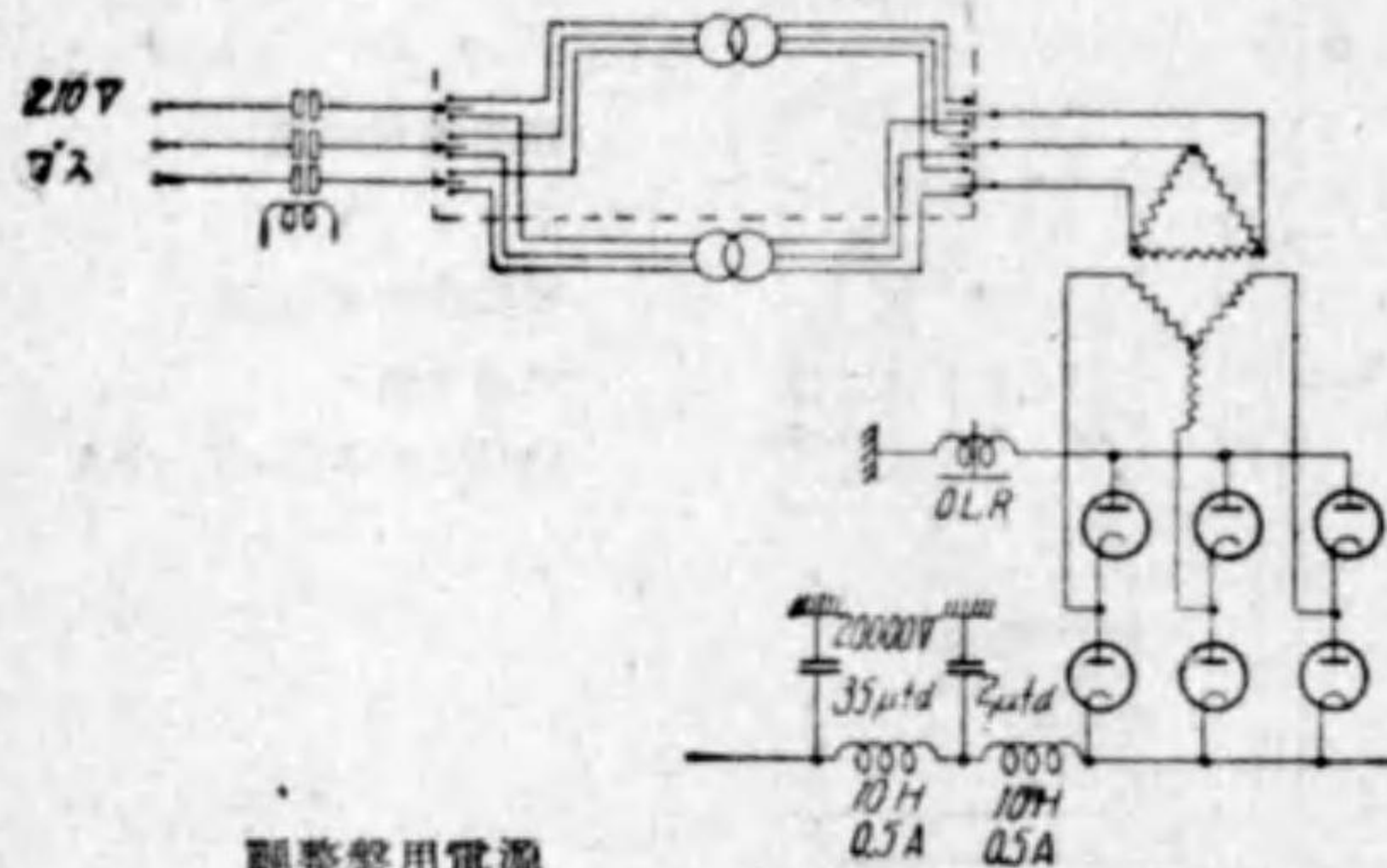
バイアス
HX-966B 単相全波
1700V, 0.25A

真空管は豫備 1 個を實装し故障時には切替へて使用する

第24圖(A) 甲府放送局 500W



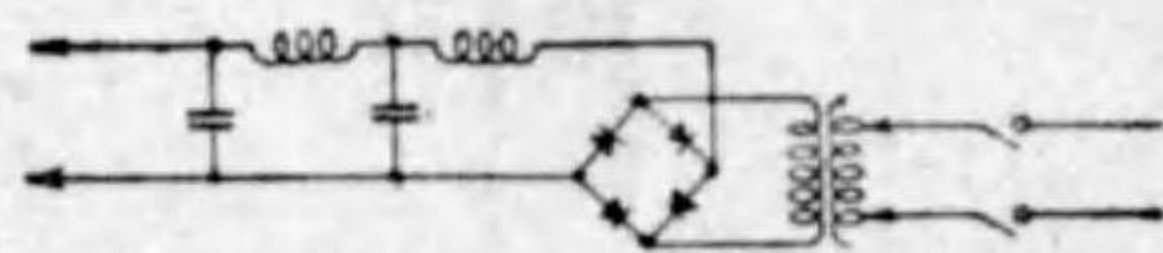
プレート
HX-966B 三相全波
2000V, 0.58A
真空管は豫備2個を實
装し故障時には切替へ
て使用す
1VRの調整は電源側よ
り電源をとる



HV-966A 三相全波
7000V, 0.45A
真空管は豫備2個を實
装し故障時には切替へ
て使用す
1VRの調整は電源側より電
源をとる

調整盤用電源

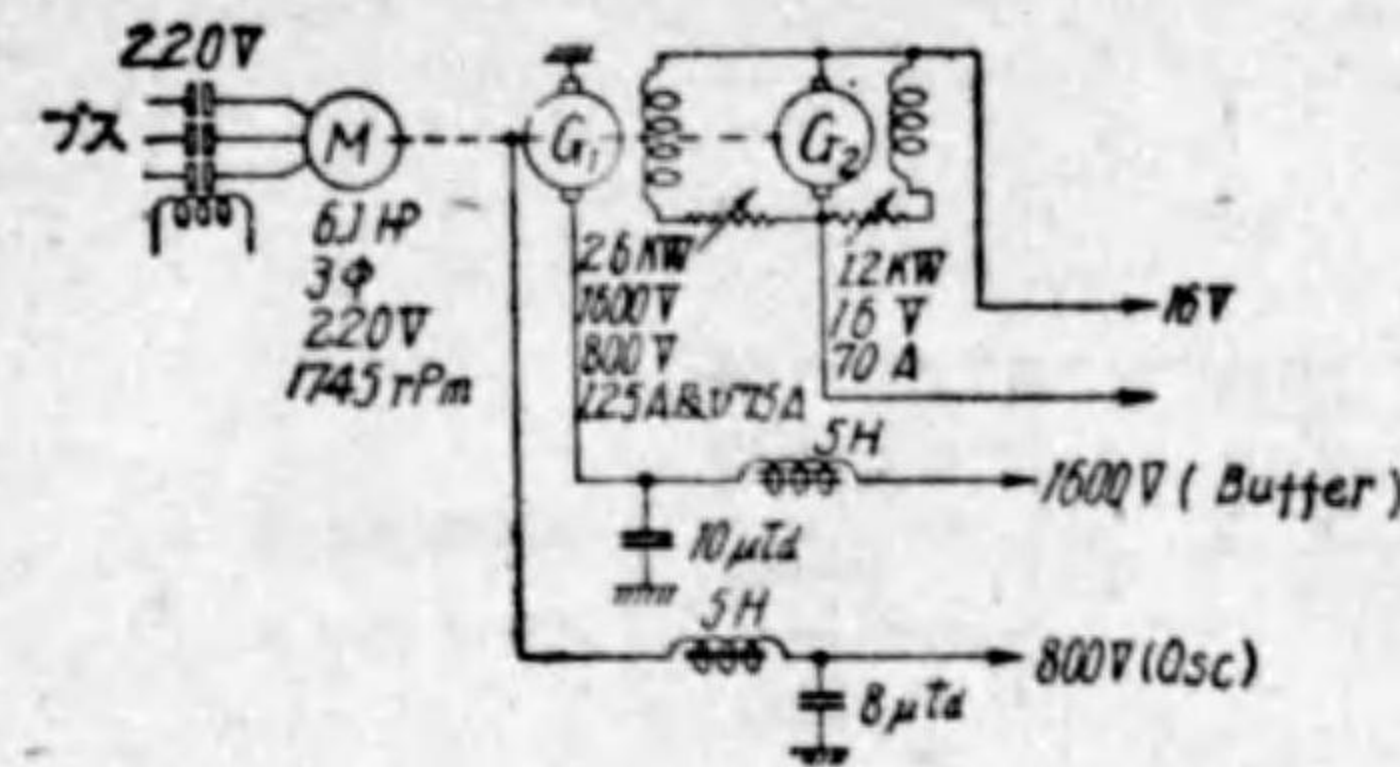
フィラメント 亜酸化銅整流器 亜酸化銅整流器は単相全波にして (1A, 1B), (2A, 2B), (VI. Monitor. PU) の3個に対して豫備1個 (LSA. Rec)は同豫備1個を有す 電壓は全部一次側タップより加減す



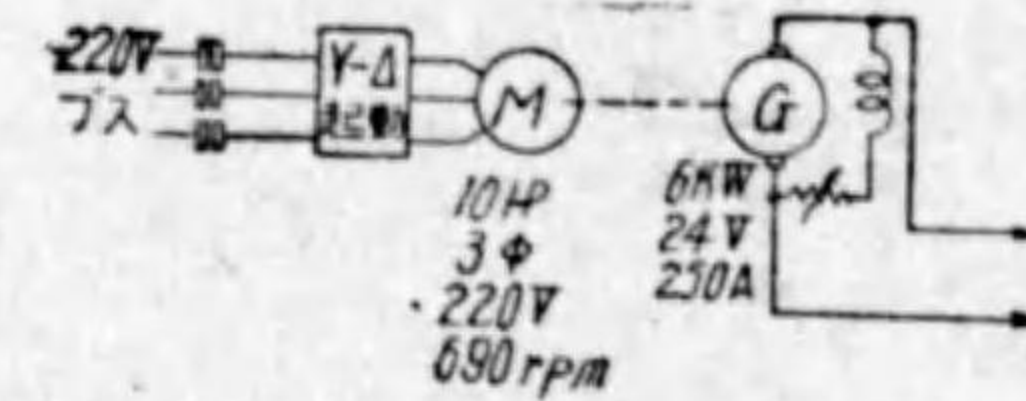
- 9.5V, 5A.....A. B. VI用.....浮動蓄電池 (450V, 4AH 付)
- 7.5V, 7A.....LSA Rec 用.....なし

プレート 亜酸化銅整流器 個數及接続はフィラメントに同じ
370V, 0.18A.....A. B. VI用.....浮動蓄電池(350V, 4AH) 付
350V, 0.285A...LSA. Rec用.....なし

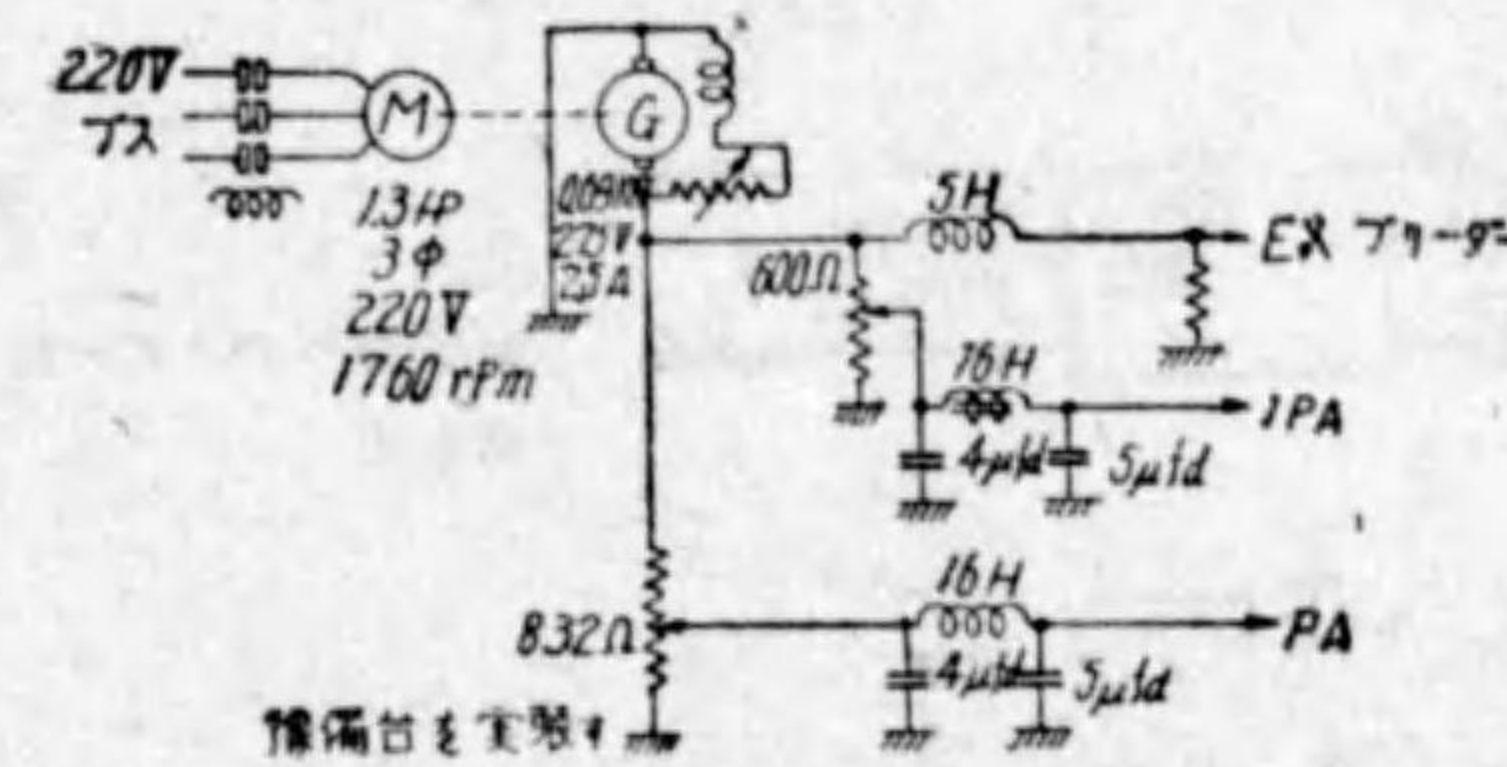
第24圖(B) 甲府放送局500W



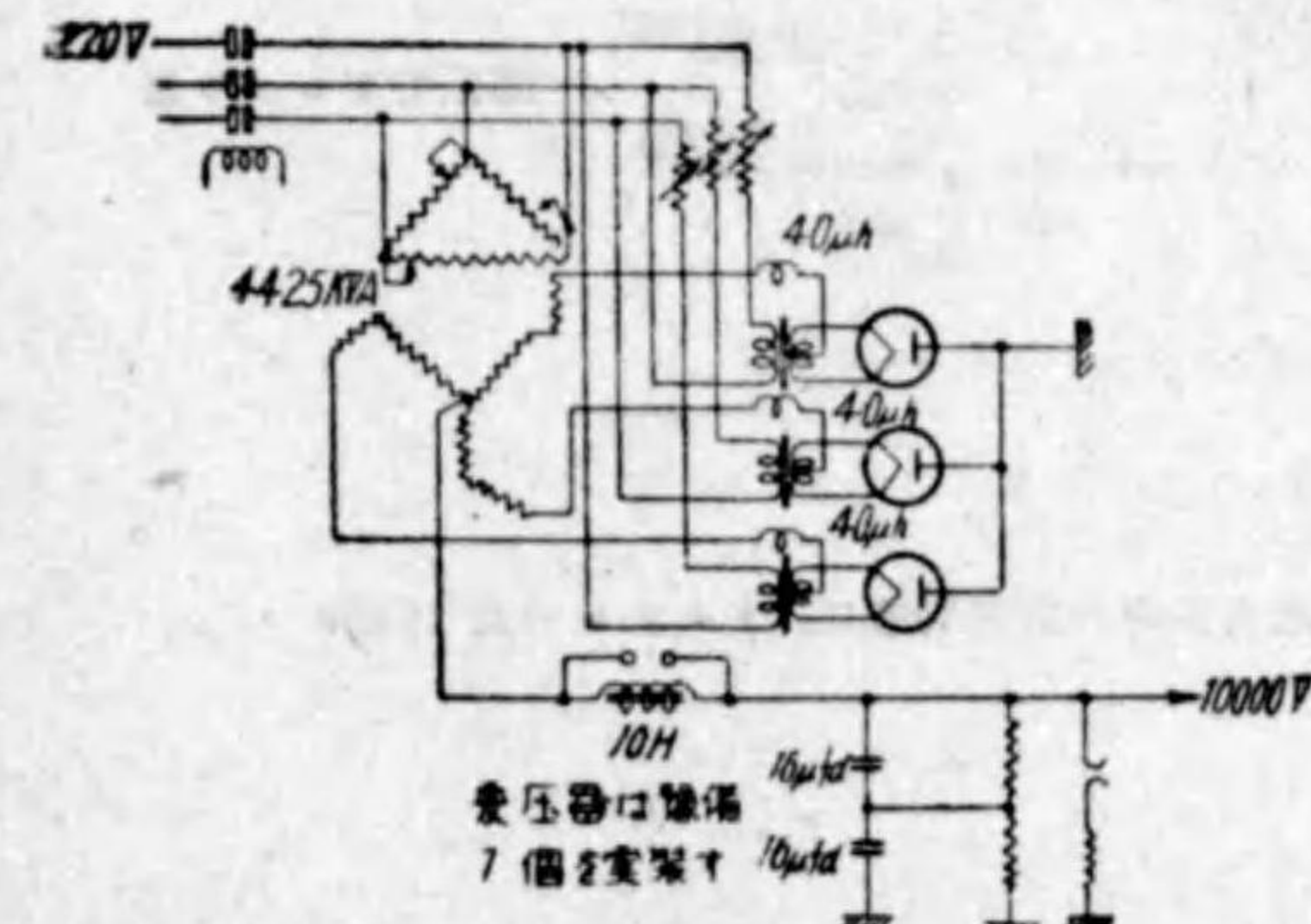
放送機用電源
發振器プレート用發電機は 800
V, DC は 100V 電池にて電動
發電機として發電する装置を有
する現用豫備2臺を實装す
勵振整プレート及びフィラメン
ト電源用, 豫備1臺を實装す



フィラメント
豫備1臺を實装す

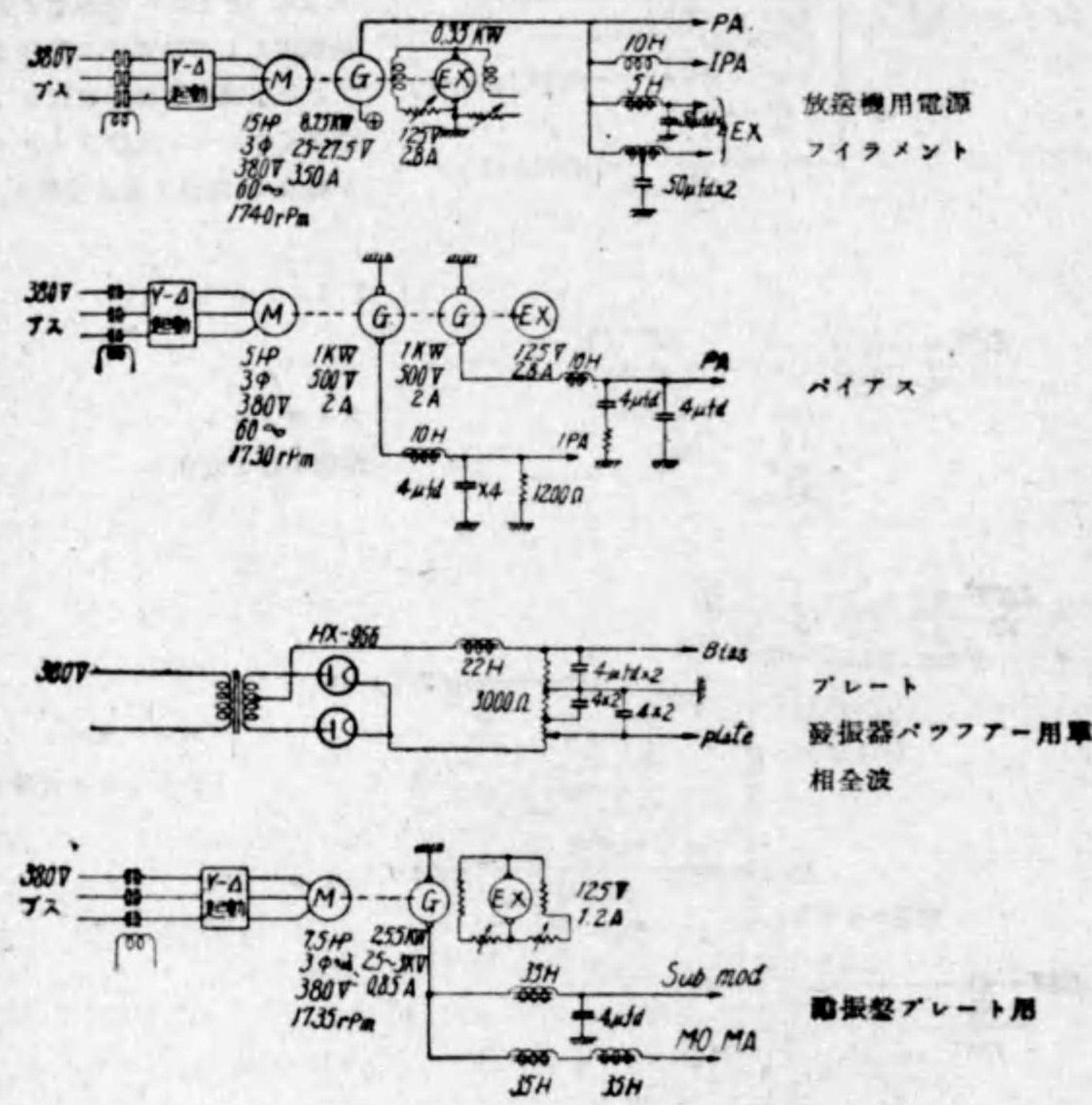


バイアス
豫備1臺を實装す

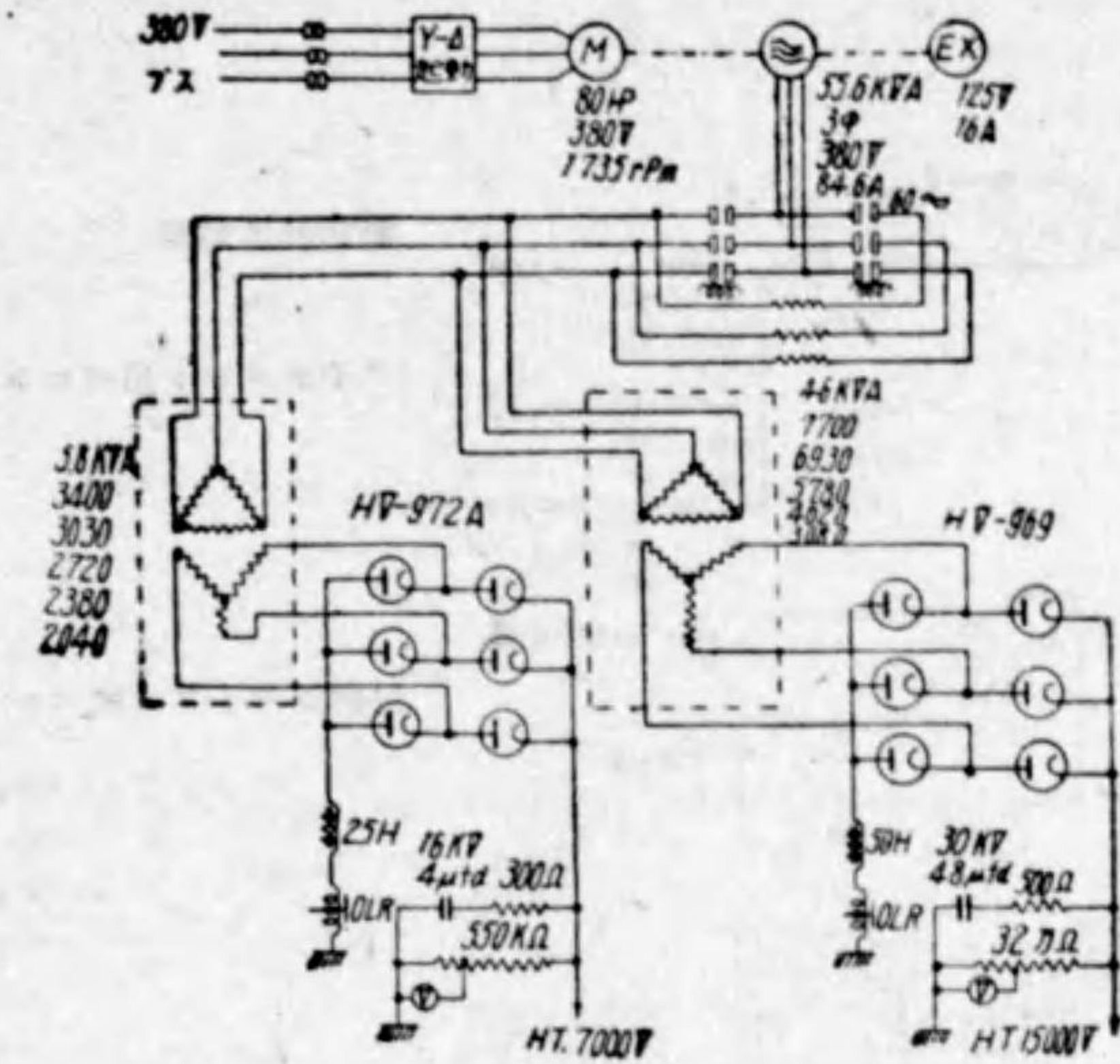


プレート
422-A(水冷)三相半波
調整盤用電源
フィラメント用.....12V
バイアス用.....30V
プレート用.....360V
及同上充電用設備を有す

第25圖 仙臺中央放送局(S. T. C・式16kW)



第 26 圖 (A) 名古屋中央放送局第二, マルコム式 10kW



真空管は兼備 2 個を
変圧器は兼備 1 個を
実装し故障時には切
換へて使用する

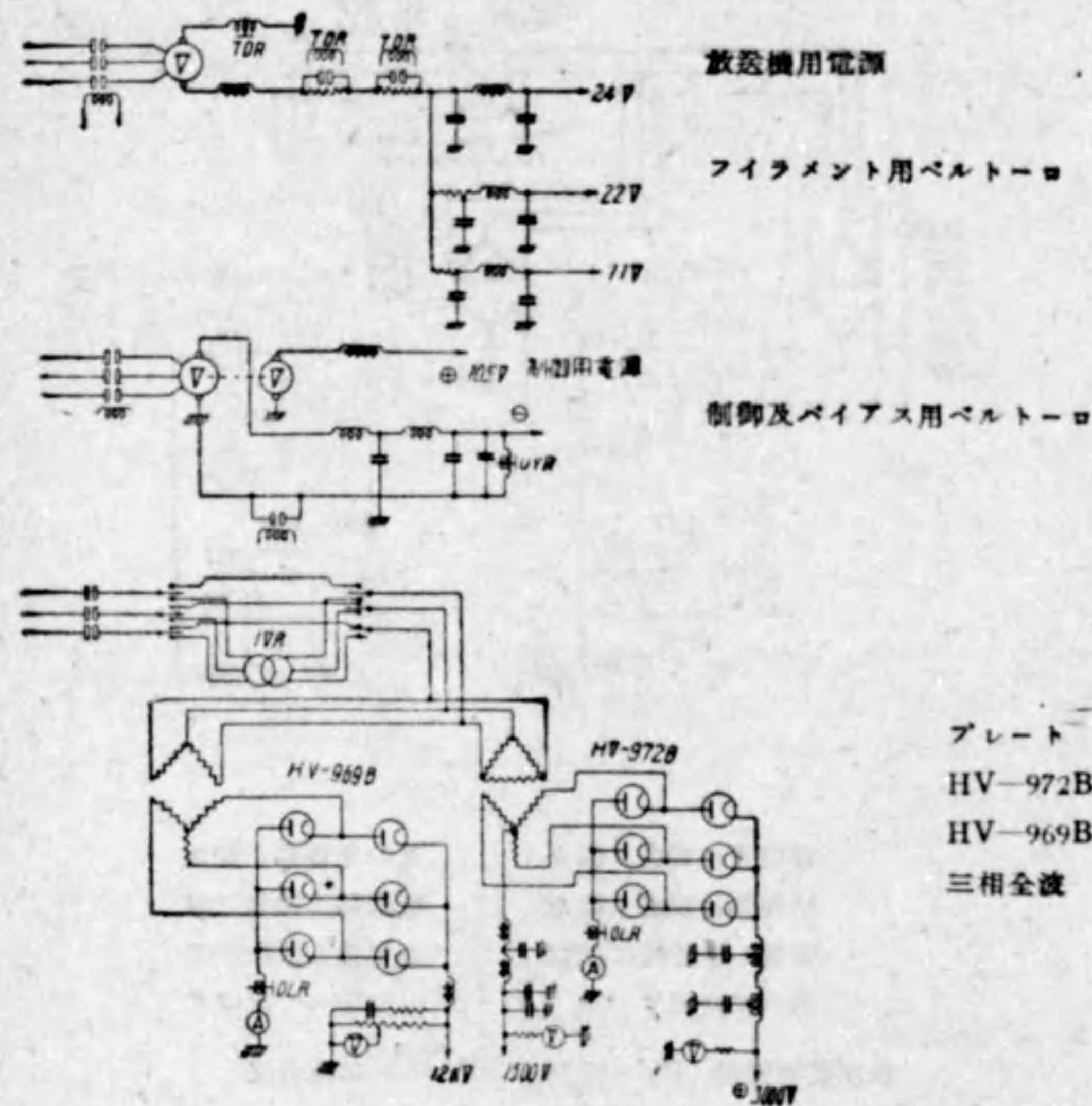
真空管兼備 2 個を
変圧器は兼備 1 個
を實装し故障時に
は切換へて使用する

主高壓整流器 HV-972A, HV-969 三極全波

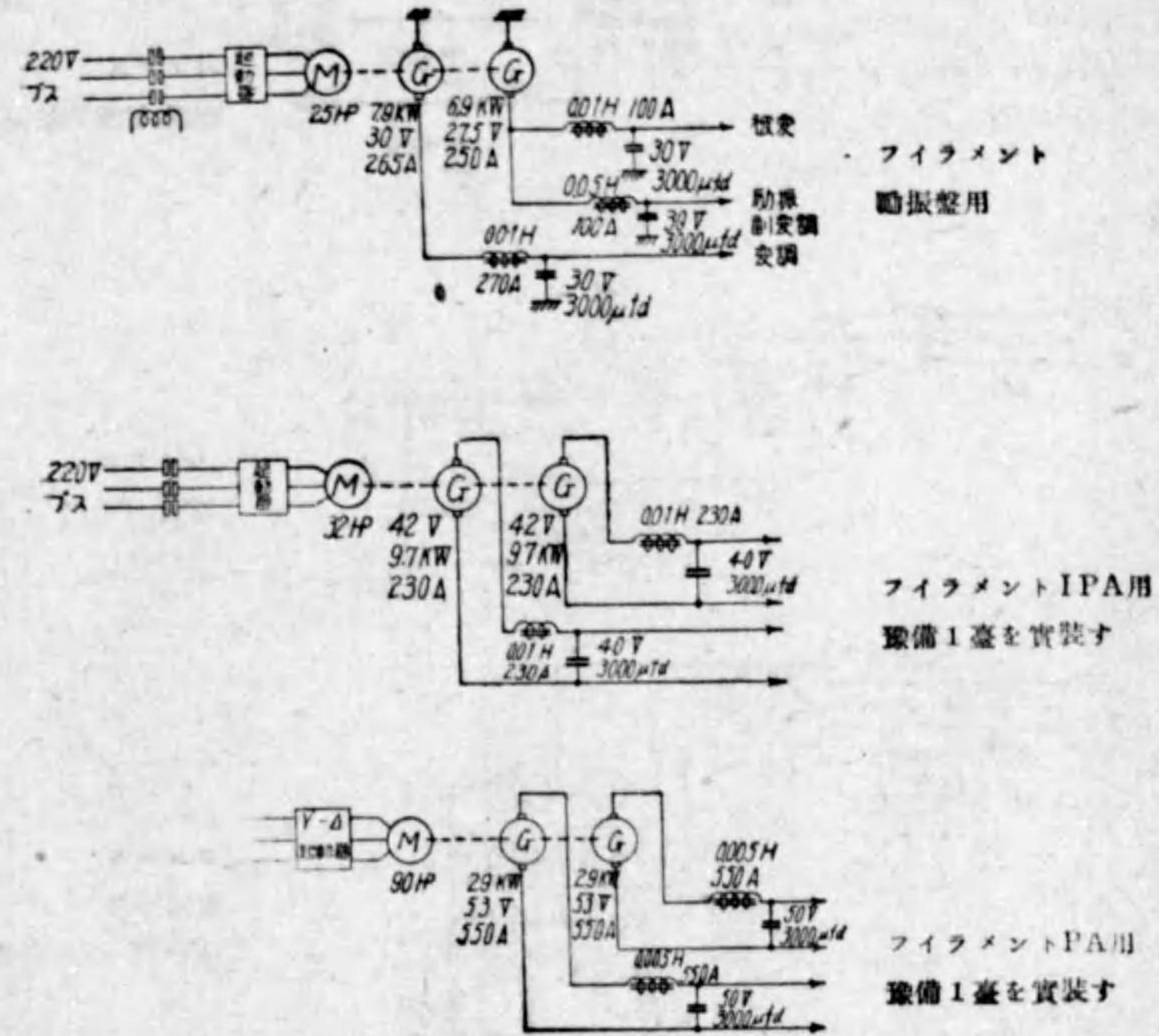
調整整用電源

フィラメント及プレート共に蓄電池を使用する

第 26 圖 (B) 名古屋中央放送局



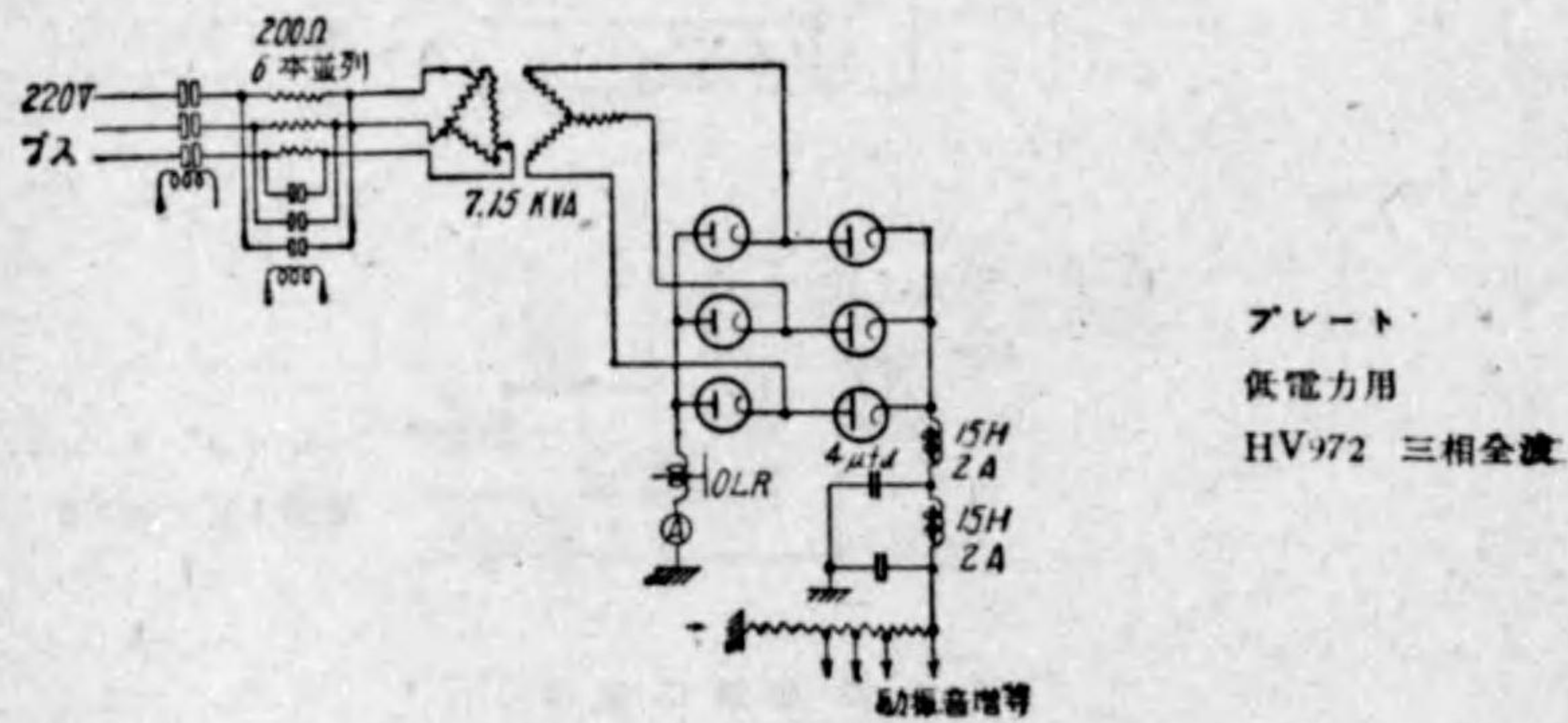
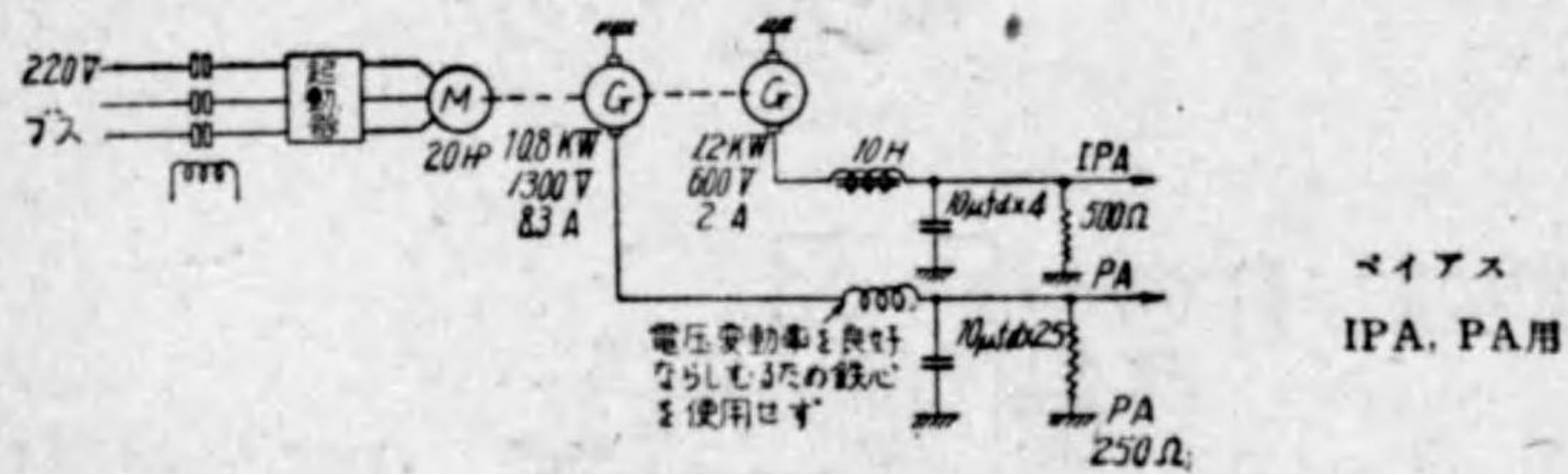
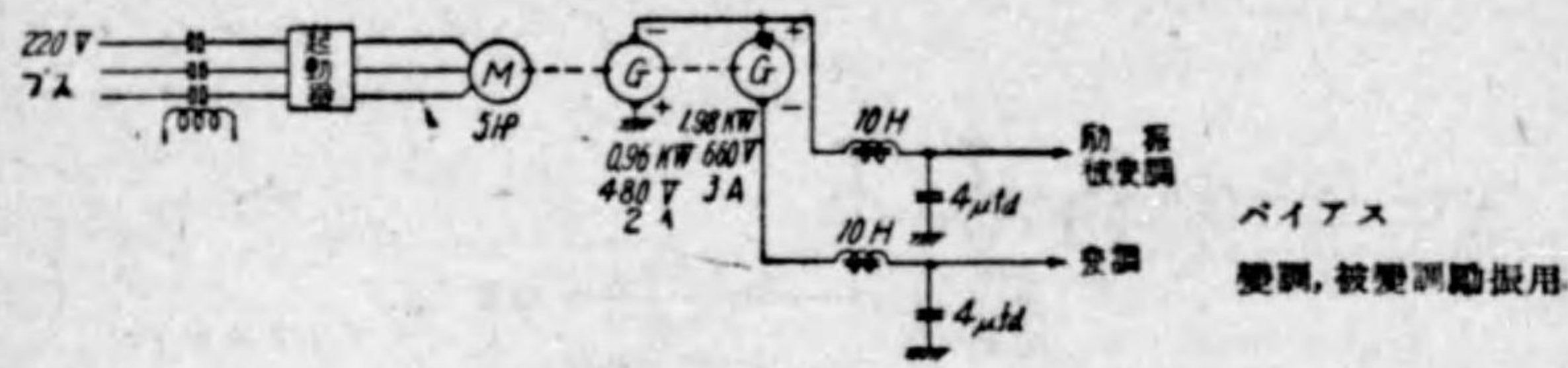
第27圖 新10kW放送局



(a) 放送機用電源

PA用は真空管1個に付発電機1個を必要とする、発電機は上記2セットを以て現用とし、1セットの豫備を實装す

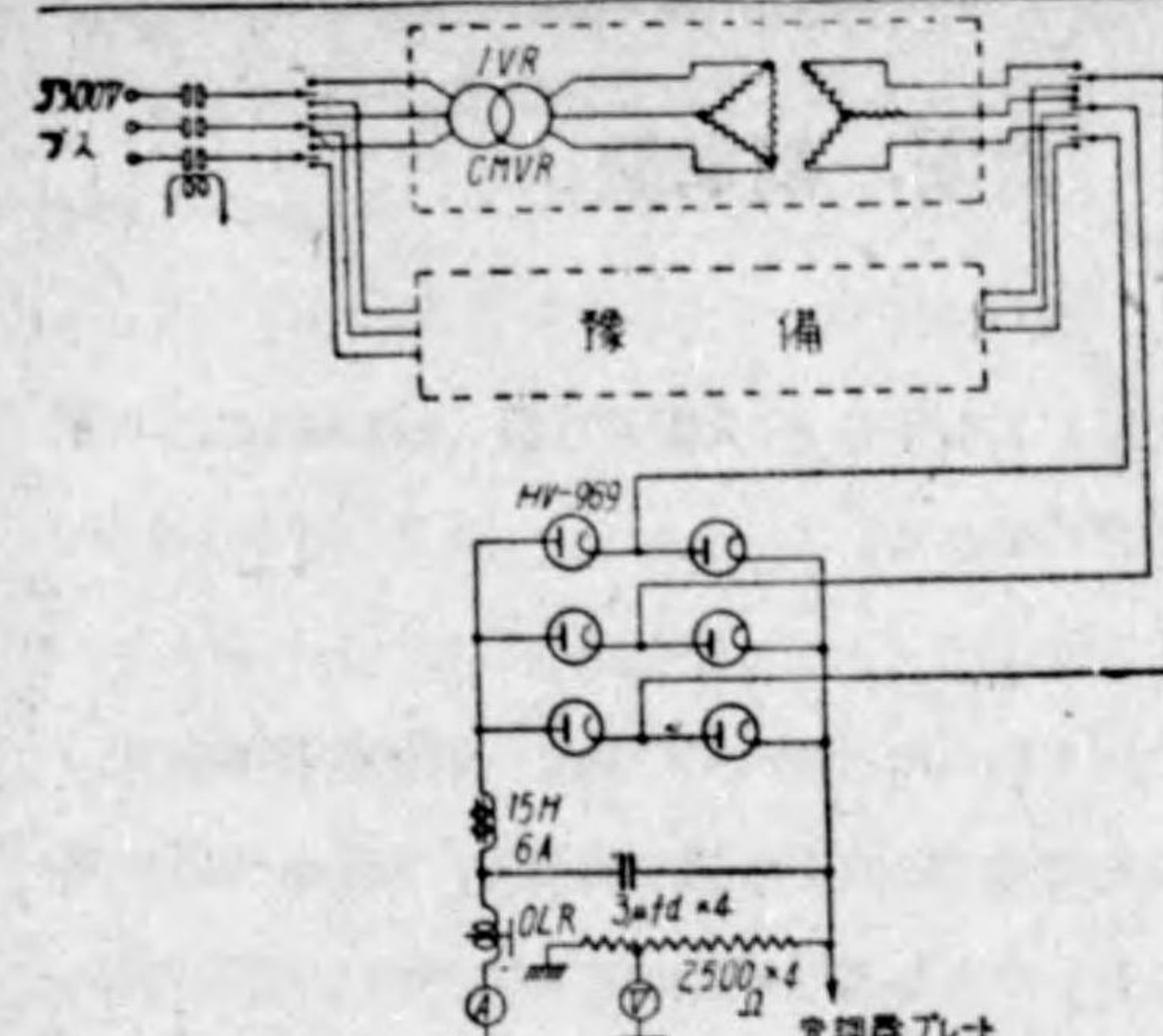
第28圖(A) 150kW 東京大電力放送局



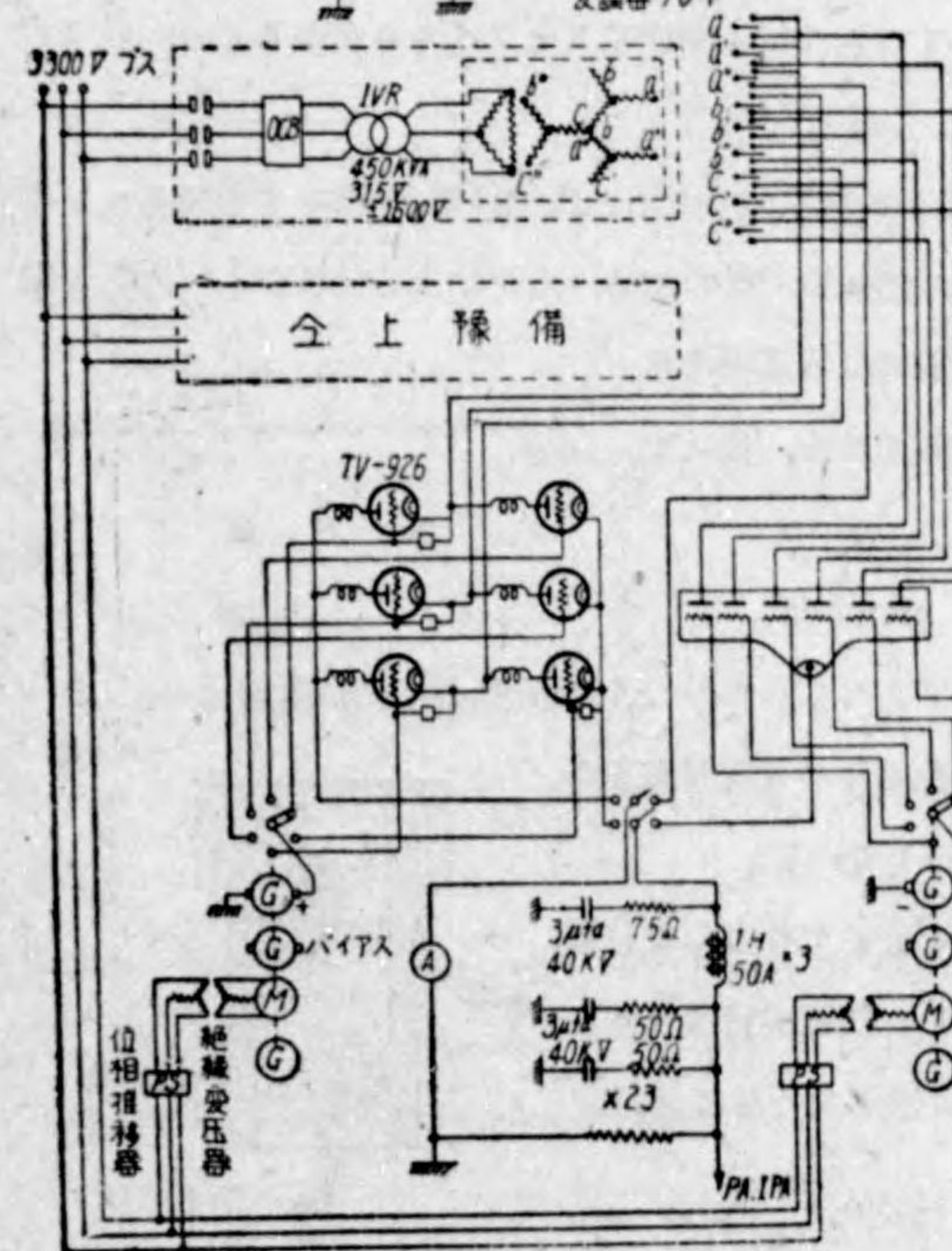
(b) バイアス変調被変調周振用

真空管は豫備2個を實装し故障時には切替へて使用する

第28圖(B) 150kW-東京大電力放送局



プレート中間整流器, 三相全波, 真空管は豫備2個を實装し故障時には切替へて使用する IVR は CMVR により自動起動をなし且つ自動的に電圧調整をなす



プレート IPA, PA 用 TV-926 三相全波及鐵槽六相全波 真空管は豫備2個を實装し故障時には切替へて使用する TV-926 のフィラメントを加熱する時間は約30分間 出力; 18kV, 60A 1080kW P. S (位相推移器) は IVR と連動なり

第28圖(C) 150kW 東京大電力放送局

第6節 保安, 制御装置

6.1 保安装置

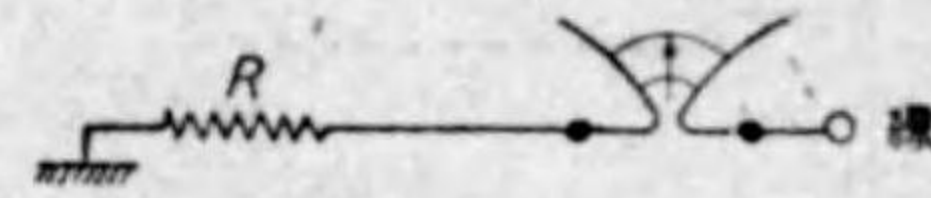
放送局で使用されてゐる保安装置を大別すると、大體避雷器 (arrester), スイッチ, ヒューズ及び繼電器の4種類に分れる。

(a) アレスター

これは線電圧が何等かの原因で高くなつたとき、その線を一時的に接地して、過電圧を放電せしめ、放電が終わると同時に接地から切り離して、完全な保護作用をなすものである。普通使用されるものとして (air gap arrester) 空気間隙、ペレット・オキサイド・フィルム及びオキサイド・フィルムがある。

(i) air gap arrester

最も簡単なものであつて、盛んに利用せられる。構造は第29圖のやうにホーン型をし火花の電磁誘導作用と、熱氣の上昇のため、火花は上方に移動し、火花間隙は自然に伸びて切れる。一般には放電電流を制限し、餘分の電圧降下を防ぐため、抵抗を挿入する。

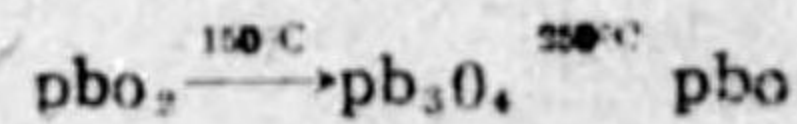


第29圖

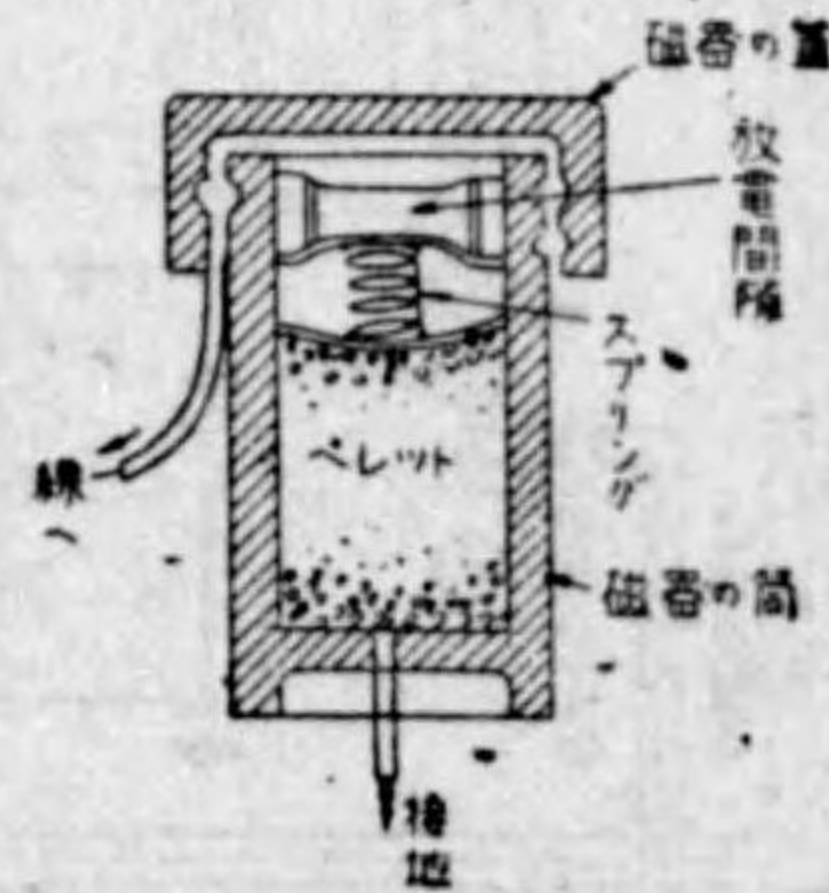
(ii) pelet-oxide-film arrester

これは一種の擧型避雷器であつて、直徑 2.5 mm 位の小粒の所謂 pelet の一群と、これに直列に設けた金屬製の放電間隙とから成る。構造は第30圖の通りである。

pelet に二酸化鉛の粉末を固めて作り、これに一酸化鉛の薄層を被せてある。放電が行はれると PbO_2 は PbO に變化し電流は通らなくなる。即ち



即ち PbO_2 は 1 ohm/inch^2 , Pb_3O_4 (光明丹)



第30圖

は、24 meg. ohm. 更に熱せられると、實用上無限大の抵抗を有するとみられる pbo となる。

この避雷器は動作確實な上に、取扱及び取付は極めて簡単であり、最も廣く使用されてゐる。

(iii) oxide-film arrester

これも一種の擧型避雷器であつて、動作確實であり且つ放電の遅れはない。構造は放電間隙と cell とから成る。cell は環狀の磁器の兩側に眞鍮板を取付け、その中に特別に作られたる PbO_2 が入つてゐる。眞鍮板の内面には、ワニスを塗り、製作後 350 V で化成してゐる。

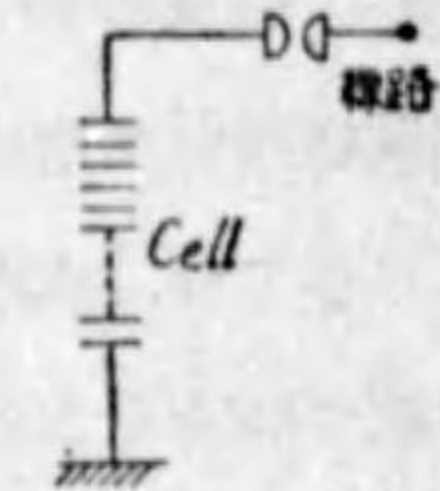


(b) スイッチ

日本放送協會で使用されてゐる各種スイッチについて説明する。

(i) ナイフ・スイッチ

一般に廣く使用されてゐるもので、次の二つの作用を有する。



第31圖

電流を開閉する

二つの回路の電壓を開閉する

ナイフ・スイッチはこの兩者の性質を有してゐるが、チスコン (disconnecting switch) はただ電壓を切るだけである。いづれにしても、回路を作る以上、電流を安全に流す必要がある。このため接觸抵抗を出来るだけ少なくする必要があるから、接觸面の仕上は良好、壓力は充分適當でなければならない。大體の規定は

電流容量 1,200A迄 (直流または交流)

導體断面にて 155 A/cm² 以下

ボルト締付接觸面にて 25A/cm² 以下

クリップ接觸面にて $12.5\text{A}/\text{cm}^2$ 以下

温度上昇(寒暖計法)

定格電流 3,000A 迄は 30°C

定格電流 4,000A 迄は 40°C

遮断電流

定格電流 200A までは定格電流を遮断して差支なし

絶縁試験

600V 以下は交流にて $(2E+1,000)$ V にて1分間

但し E は定格電圧

600V 以上は交流にて $(2.25E+1,000)$ V にて1分間

(ii) 接觸器油入遮断器

高圧線回路または常に回路を開閉する場合には、生ずる火花を如何にして消すかについては、次のやうなことが考へられる。

端子間隙を大とする

各相間に障壁をおき、相間の短絡を防ぐ

切断の時間を短くする

以上の他に積極的に

電磁作用を利用する

油、空気またはガスの働きにより機械的に消す方法

油または水中で弧光を生ぜしめてこれを冷却する

小さい部屋で弧光を生ぜしめて壓する

遮断箇所を數箇所に分ける

これ等の方法が使用される。そして油入遮断器が最も多く利用されてゐる。

接觸器 接觸器は回路を頻繁に開閉する目的に使用するものであつて、電磁接觸器が使用される。

これは同軸上の電磁石で操作され、普通のものゝは氣中遮断である。大型のものゝとなると相間障壁及び強力な吹消用線輪を有してゐる。電磁石は定格電壓の110%で連続使用に耐へ、始動電壓は80%(直流)乃至85%(交流)以下、最小保持電壓は50%以下である。開閉能力は300%である。直流動作のものゝは、動作すれば保持電流を少くするやうに、特に必要なだけの抵抗を挿入する必要がある。

油入遮断器 一般に oil circuit breaker (O. C. B) といへば繼電器動作により、自動的に回路を遮断するものをいふのである。また oil switch (O. S) とは、繼電器の動作なく、單に回路を開閉するものをいふのである。

油の中で大電流を遮断すると、火花のため多量の瓦斯(水素、メタン、エチレン等)が発生し、その壓力のため油が飛び出すから、飛出しても尙ほ絶縁を保つやうにしなければならない。このため大容量のものは爆發室を設けてゐる。發生瓦斯は弧光のエネルギー 1 kW 一秒につき、大氣壓 25°C で約 46.5 cm^3 である。

いま遮断後の接觸片間の電壓を E (kV)

短絡電流 I r.m.s. (Ampere)

電弧の瞬間電壓 e (kV)

電弧の瞬間電流 i (Ampere)

電弧の繼續時間 t 秒

とすると、電弧に費されたエネルギーは

$$W = \int_0^t e \cdot i \cdot dt = K \cdot E \cdot I \cdot t$$

$$K = 0.07 \text{ (constant)}$$

また電弧長を u cm とすると

$$u = \frac{E}{2} \text{ cm.}$$

また $t = \frac{E}{2v}$ にして $v = 100\text{ cm/sec}$ 以上と取る。即ち電壓及び短絡電流

がわかると、電弧により発生する瓦斯の容量は求められる。

次に O. C. B. または O. S. の爆発について述べる。

電弧のため発生する瓦斯は、容量で示すと水素70%、エチレン20%、メタン10%の割合であるが、これが次の範囲内にあるときは爆発性となる。水素 95—79% エチレン 15%、メタン 5.6—1.3%、空気 92—40.5%、即ち空気の量が多いか少いときは良いことになる。

(c) ヒューズ、可鋸片

可鋸片を大別すると、非包装可鋸片と包装可鋸片の2種類に分れる。

非包装可鋸片 これには糸ヒューズ及び爪付ヒューズがある。糸ヒューズは概ね鉛線で、電流の少い場所(5A以下)に用ひられる。爪付ヒューズは鉛または鉛と錫の合金で作った線状、または帯状の可鋸片に銅製の端子を鑲付したものと、亜鉛、アルミニウム等の薄板を所要の形状に打抜いたものがある。定格電圧は大抵 250 V、電流は 1,500 A 迄である。

包装可鋸片 これには筒形可鋸片と可鋸栓とがある。筒形可鋸片はファイバーその他の筒に亜鉛板製のヒューズ片を収めたものが多い。普通は 250 V、600 V の2種がある。電流は最大 600 A 以下、近來小容量のものにはファイバーの代りに、透明材料を用いたものがあるが便利である。可鋸栓は米式、獨式の2種があり、普通前者が多い。これは可鋸體としては亜鉛板を用ひ、雲母の窓を具へてゐる。定格は 125 V、30 A 以下である。

以上のヒューズはいづれも定格電流の125%にて、連続使用に耐へ、145%で5分間、200%で1分間以内に鋸断する。

(d) リレー (Relay. 繼電器)

リレーとして具備すべき條件は、

動作正確にして感度鋭敏なること

動作電力の小なること

調整範囲廣く調整容易なること

大なる熱容量及び機械的強度を有すること

溫度及び電流波形等による誤差少きこと

振動に對し充分耐へること

永年使用するも變らないこと

保守點檢の容易なること

價格の低廉なること

等である。次に放送局で使用されてゐる各種リレーについて述べる。

(i) 過負荷繼電器 O. L. R.

これは電流繼電器で陽極回路等に挿入されるもので、呷子型が多い。正確な動作を要求するときは、電流計型を用ひる普通絶縁保安上より接地側に入れる。650 V 0.1 A 以上のものが製作されてゐる。瞬時動作のものが使用され、交流、直流の二つがある。

(ii) 低電壓繼電器 (U. V. R.)

一般に呷子型が使用され、鋭敏な動作または正確な動作が要求されるときは電壓計型を用ひる。交流、直流の二つがある。

(iii) 限時繼電器 (T. D. R.)

普通使用せられるものは、電動機または圓板を廻轉せしめ、接點を作るものである。整流管の陽極を保護する等に使用せられる。

(iv) 水繼電器

これは水流により接點を作るもの、水壓により接點を作るものとの2種類があり、普通は兩者を併用するも、ときには簡單のため前者のみを使用することもある。

(v) 溫度繼電器

溫度上昇すれば水銀柱により接點を作るものである。水晶發振器恒溫槽用及び水溫用として使用せらる。

(vi) 通風繼電器

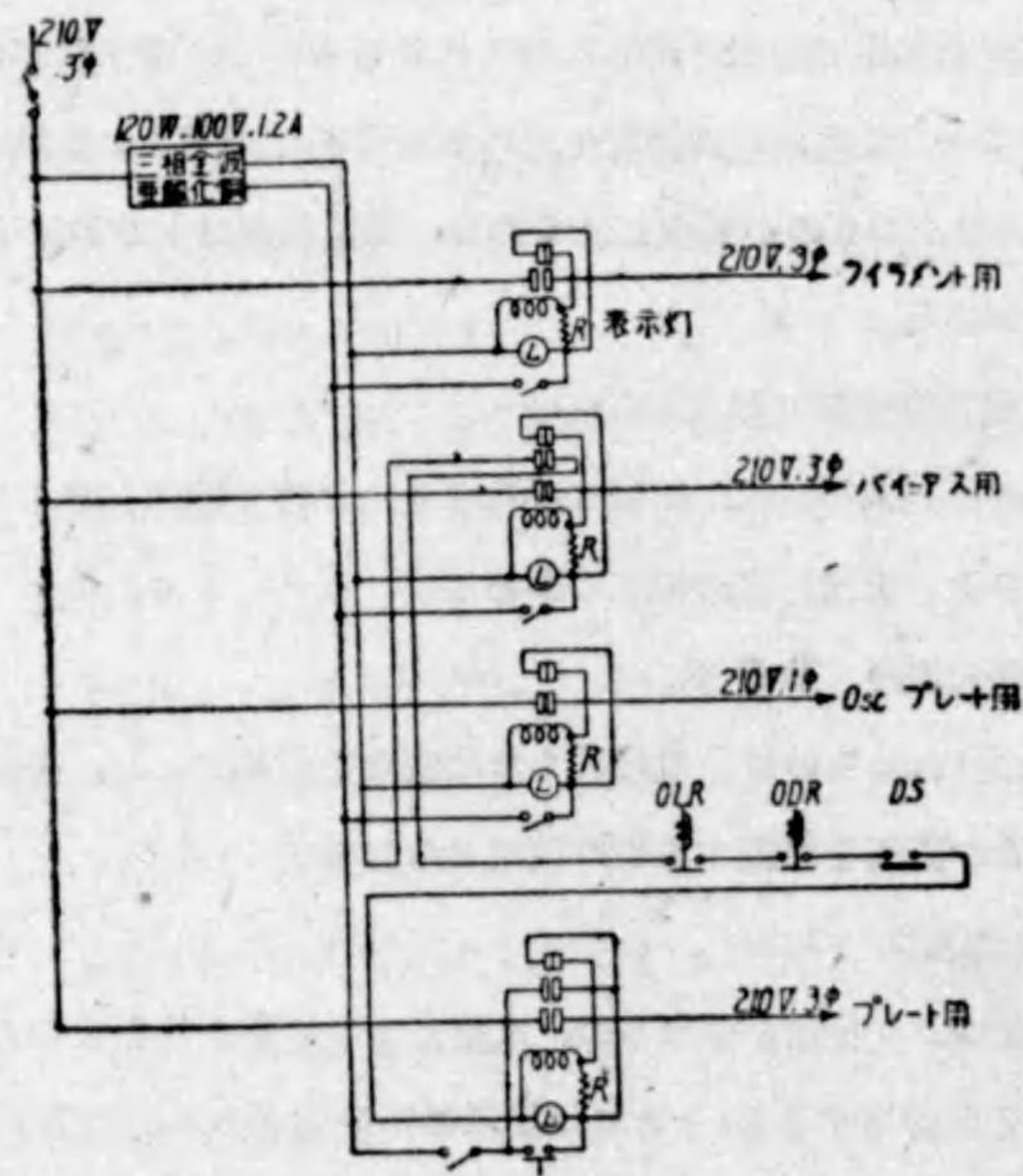
真空管を空気ポンプにより冷却するとき、通風により陽極回路を閉路せしむるに用ひらる。

以上各種の保安装置の實際的接続圖は、次の制御装置と共に示すこととする。

6.2 制御装置

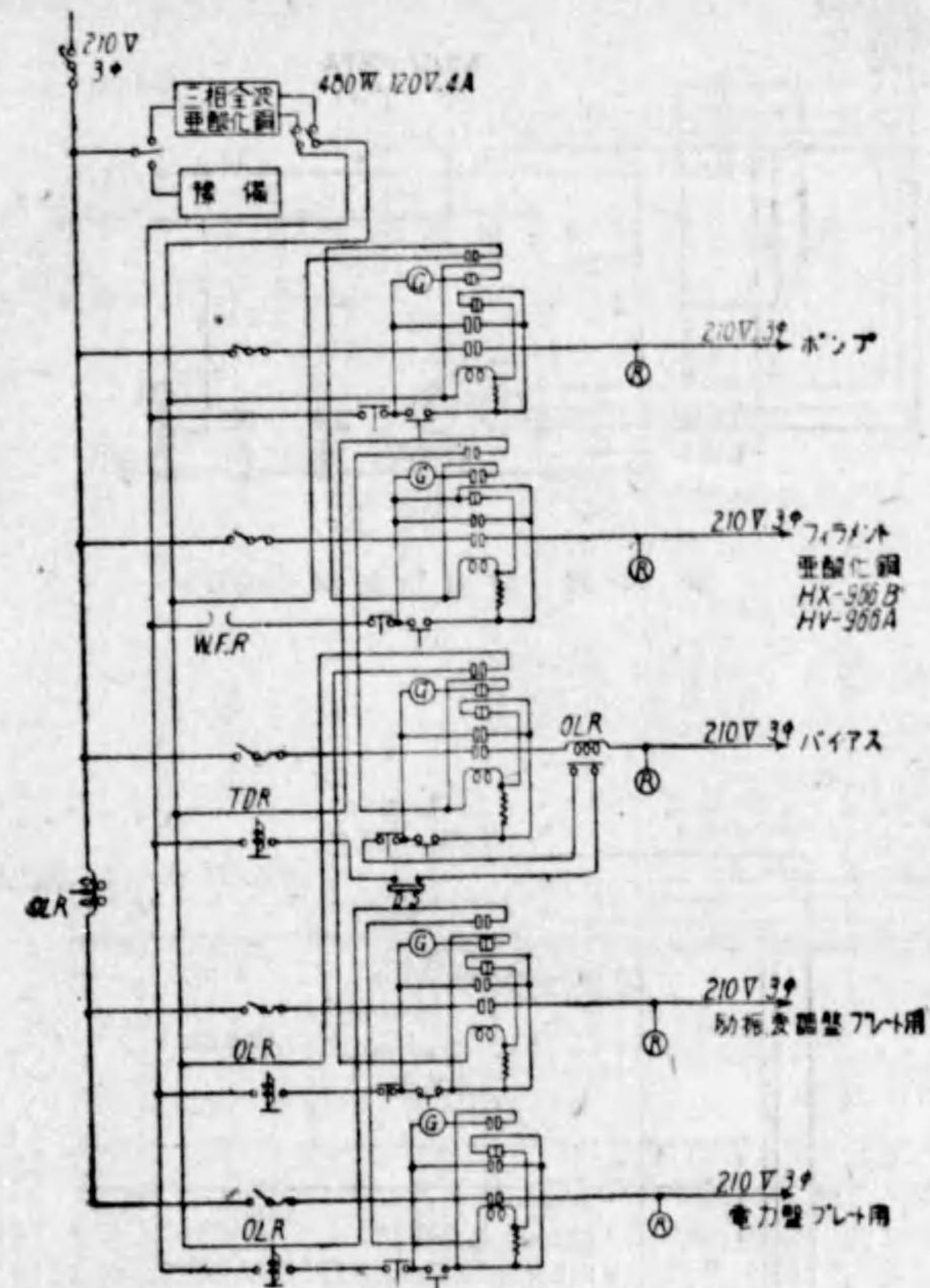
制御電源としては、従來のものは交流を使用したが、最近のものは動作の確實性及び噪音除去等の點を考慮し、すべて直流を用ひる。

次に各局にて使用されてゐる系統を第32圖乃至第36圖に示す。



D. S.....扉スイッチ

第32圖 盛岡放送局(500W)



⊙ = 表示燈緑
 ⊕ = 表示燈赤
 W. F. R. は流水繼電器である

第33圖 甲府放送局(500W)

第36圖に示したる150kW放送機の實例につき、制御方式の説明をすれば次のやうになる。

放送機の制御は、起動準備、起動停止、放送休止及び非常停止に分けらる。

(i) 起動準備

起動準備とは、放送機起動前30分に、鐵槽型水銀整流器陽極加熱器、及び熱陰極水銀蒸氣整流器のフィラメント變壓器の開閉器を閉することを意味する。これは加熱にいづれも約30分を要するために、起動に先だち豫め準備するものである。これを通常は時計及び繼電器に依り自動的に行はしめる。即ち目的時刻の30分前に時計を合しておけば自動的に開閉器が閉ちる。また別に手動的に行ふことも勿論出来る。この場合電源は全部交流である。

(ii) 起 動

起動とは準備完了後、制御電源用電動發電機の起動より、規定搬送波送出までを意味する。制御電源用電動發電機にて直流を得、この出力に依りてこの以後の制御繼電器その他を直流にて動作せしめ、動作の確實及び騒音を防止する。この後の起動操作順序は下記の通りである。

1. 冷却水ポンプ起動

一次水用 二次水用

2. 真空管フィラメント電動發電機起動

勵振器用 (EX)

中間電力増幅器用 (IPA)

電力増幅器用 (PA)

3. 熱陰極整流器用フィラメント加熱

(主整流器を除く)

4. バイアス用電動發電機起動

勵振器用 (EX)

中間電力増幅器及び電力増幅器用 (IPA, PA)

5. 勵振器部用陽極電源用整流器陽極起動

6. 中間電力整流器陽極起動

7. 主整流器陽極起動

連續的關係は、先づ冷却水ポンプ電動機起動完了(壓力及び流水繼電器)せば、フィラメント用電動發電機の起動回路完了す。フィラメント用電動發電機を起動すれば、發電機界磁抵抗を自動的に三段に短絡することに依り、フィラメント電流の突流を自動的に防ぎ、一定の時間を経て正規電壓(各タップ共約10秒位)に達し、電壓繼電器に依り、次のバイアス電動發電機起動回路を完了す。

勵振器部陽極電源用整流器のフィラメント加熱は、上記フィラメント電動發電機の起動と關係なく、冷却水ポンプと同時に起動し、限時繼電器に依り約5分の後バイアス電動發電機起動すれば、この出力電壓繼電器により、勵振器陽極電源用整流器陽極起動回路完了す。

本器起動せば、陽極接續器補助接點により、次の中間電力整流器の陽極起動回路完了し、同様にして中間電力整流器陽極起動すれば、豫め選擇されたる鐵槽型水銀整流器、或は熱陰極水銀蒸氣整流器の起動回路を、それぞれ附屬の補助回路と共に完了し、最後の主整流器陽極起動に依り搬送波を送り出す。それ等の起動開閉器を豫め閉ちておき、全起動の押釦を押せば、適當なる時間的關係を以て自動的に全部起動することを得る。全起動に要する時間は、水銀整流器フィラメント加熱の30分を除き約5分間位である。

(iii) 停 止

起動準備及び起動時において、起動したるもの全部の停止を意味する。これを行はしむるには、停止用押釦を押す。この場合は制御用直流電源の一部を開路し、冷却水用ポンプ以外のものは先づ停止し、次に限時繼電器に依り、30分の後制御用電動發電機を停止し、依つて冷却水ポンプ停り全部停止なる。

(iv) 放送停止

起動準備に長時間を要するため、放送休止時間が短いときは、全停止せず放送休止となす。即ち各整流器の陽極を開路す。

(v) 非常停止

障害時に手動にて高圧を遮断することを意味し、障害の場所に依り遮断部分を異にす。

6.3 保護装置

保護装置としては次の如くなつてゐる。

水冷管保護

水冷管保護としては、水流、水圧及び水温繼電器陽極過荷繼電器を備へ、時宜に應じ高圧遮断、或は警報をなし、整流器に對しては限時繼電器に依り、熱陰極水銀蒸氣整流器に對してはその整流管、鐵槽型水銀整流器に對してはその陽極加熱器等に對し、充分なる安全装置を設け、また電力に對しては、それぞれ交流側及び直流側に、過負荷繼電器を備へて安全なる保護をなす。尙その他電動發電機に對しても、それぞれ過負荷繼電器を具備す。

これ等すべての過負荷繼電器の動作したるときは、故障表示器に依り直に警報するとともに、その箇所を明示し應急處置に便ならしむ。

機械に故障生じ、その故障修理のため機器内に立入るとき、人體に危険なきやう、機器入口にはそれぞれ扉開閉器を設け、その扉開放するときは、直ちに高圧部分遮断され安全なる作業をなすことを得。

機器運轉中異状起りたる場合、その部分の高圧を遮断し、機器の大なる損傷なからしむべく、各機器に非常停止用開閉器を設く。

放送機制御卓には過變調表示及びその警報装置をおき、過負荷に對する監視を行ふ。

空中線の雷に對する保護として火花内障をおき、この内の火花を利用して、光

電燈電器を動作せしめ、高壓回路を遮断す。

なほ各機器の起動に當り、それ等起動順序に齟齬を來たし、危険を生ずることなきやう、確實なる連鎖回路となしてあることは勿論である。

第7節 發電装置

發電装置は、非常用として各放送局に設置されてゐるものであつて、ディーゼル機關又はガソリン機關直結の交流發電機を使用してゐる。かかる内燃機關發電装置に附屬して、貯油槽、冷却槽等を設備する。局電力の大小に應じて設備容量に差違があるが、その二三の代表的例を掲ぐれば第12表乃至第14表の如くである。

かかる非常用發電装置は突發停電の如き事故に際し、急速に起動運轉する必要があるが、現在の設備ではディーゼル機關の如きものでも、2分乃至5分位の短時間で起動完了し、全負荷をかけ得るに至る。このために常時壓縮空氣を用意して置くのが常である。

このやうに迅速起動を行はしむるためには、常時保守を嚴重にして置かねばならぬ故、毎日一定時間運轉するか、または定期的に運轉を行つて常に起動可能状態に保ち、萬全を期する必要がある。このことは大電力放送の如き場合には、購入電力の節減を計るため、或は地方小放送局において、毎月定期停電日のある場合に自家發電を行ふ等のためむしろ好都合である。

第12表 10 KW 放送局自家用發電設備施設例

内 燃 機	種	類	ディーゼル機關
	製	所	池貝鐵工所
	造	型	4 S D 24型
	キ	ワ	112 kW (150HP)
	ロ	ツ	4
	ット	數	4
	サイ	ク	4
	クル	數	360 rpm
	氣	筒	235 グラム
	筒	數	
	回	轉	
	轉	數	
	燃	料	
	消	費	
	量	(kWH當り負荷100%)	

消音装置	構材大個	造料さ數	鐵筋コンクリート造の消音室を池中に埋設しその上に鑄鐵製消音器を設備す 鐵筋コンクリート及鐵 消音室 30 立方米, 消音器 0.19 立方米 各 1
内燃機冷却設備	ボ冷 ン却 ブ水	種 容 個 原 構 容 個	類 量 數 機 造 量 數
	冷却池		
發電機	種 型	類 量 數	交流同期 0-AF 125 kVA, 力率 80% 3,300 V 3 60 360 rpm 星 型 直 結 原動機との連結方式 製造所名 明電舎
	k V A 及 力 電 率 相 壓 周 數 回 波 結 數 線 法 原動機との連結方式 製造所名		
勵磁機	種 キ ロ ワ ツ ト	類 量 數	直流分巻型 5 kW 110 V 360 rpm 自動式 直 結
	電 回 轉 勵 磁 法 原動機との連結方式		

第 13 表 50W 放送局自家用發電設備施設例

内 燃 機	種 製 造 所 名	ディーゼル機關 電動機製造株式會社
	型	ILS-19 型
	キ ロ ワ ツ ト	16.4 kW (22HP)
	サ イ ク ル	4
氣 筒	數	1
回 轉	數	500 rpm

燃料消費量 (kWH 當り負荷 100%) / 0.275 立			
消音装置	構材大個	造料さ數	地上露出箱型 鐵筋コンクリート 0.36 立方米 1
内燃機冷却設備	ボ冷 ン却 ブ水	種 容 個 原 構 容 個	類 量 數 機 造 量 數
	冷却池		
發電機	種 k V A 及 力 電 率 相 周 回 結 線 原動機との連結方式 製造所名	類 量 數 機 造 量 數	交流同期 12 kVA 力率 80% 210 V 3 50 サイクル 500 rpm 星 型 直 結 原動機との連結方式 製造所名 明電舎
勵磁機	種 キ ロ ワ ツ ト	類 量 數	直流分巻型 1 kW 100 V 500 rpm 自動式 直 結
	電 回 轉 勵 磁 法 原動機との連結方式		

第 14 表 500W 放送局自家用發電設備施設例

内 燃 機	種 製 造 所 名	ガソリン機關 米國ウォークシヤモーター會社
	型	6 M L U 型
	キ ロ ワ ツ ト	37 kW (50 HP)
	サ イ ク ル	4
氣 筒	數	6
回 轉	數	1,200 rpm

燃量消費量 (kWh當り負荷100%)		480 グラム	
消音装置	構材大個	造料さ數	コンクリート地下埋設式 鐵筋コンリート 145×130×80釐 1
	内燃機冷却設備	種容揚個原構容個	類量程數機造量數
ボ冷ン却プ水	冷却池	遠心ポンプ 45立毎分 5米 1 機械主軸より齒車傳導を以て回轉 鐵筋コンクリート槽地下埋設式 1.5×1.5×1.5米 1	
發電機	種型	類	交流同期 回轉界磁型 20 kVA 力率 80% 200 V 3相 60 1,200 rpm 星型 直結 明電舎
	KVA及力率 電壓數 相數 周波數 回轉數 結線法 原動機との連結方式 製造所名		
勵磁機	種	類	直流分捲型 0.75 kW 110 V 1,200 rpm 自動 直結
	キロワット數 電壓數 回轉數 勵磁法 原動機との連結方式		

第3章 放送機器

第1節 放送機構成

放送機構成は、大別して次の二つに分けることが出来る。

低電力變調方式

高電力變調方式

低電力變調方式とは、水晶發振器より漸次電力を擴大し、所謂電力増幅を行つて空中線へ至る放送機の階程において、變調を比較的低電力の部分で行つて、しかる後、變調されたる電力を増幅する構成方式をいふ。これに對し變調を最終段において行ひ、途中の階程では變調されたる高周波の増幅を省く構成方式を、高電力變調方式と呼ぶ。以上の他、特殊なる方式として

高能率増幅方式 (ドハーチー方式)

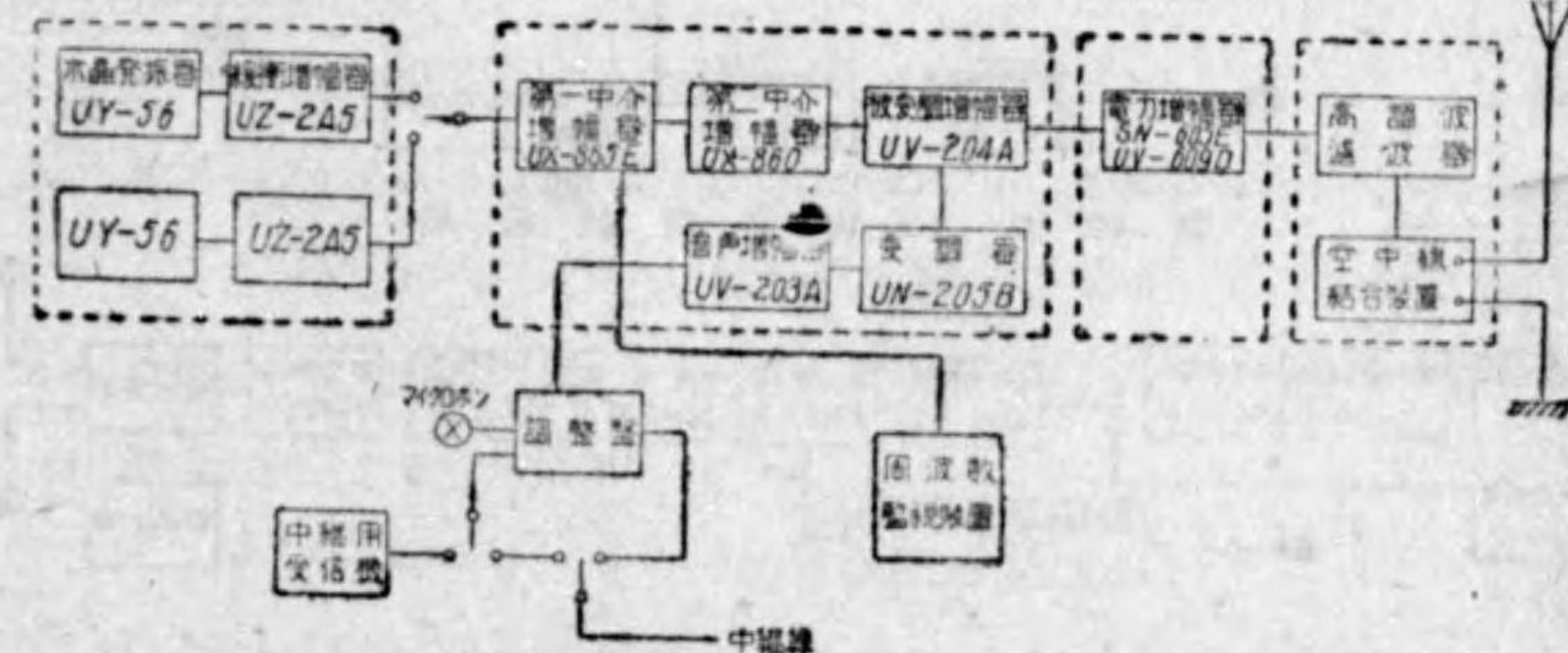
加變位相變調方式 (シレー變調方式)

浮動搬送波方式

等の諸方式を擧げることが出来る。

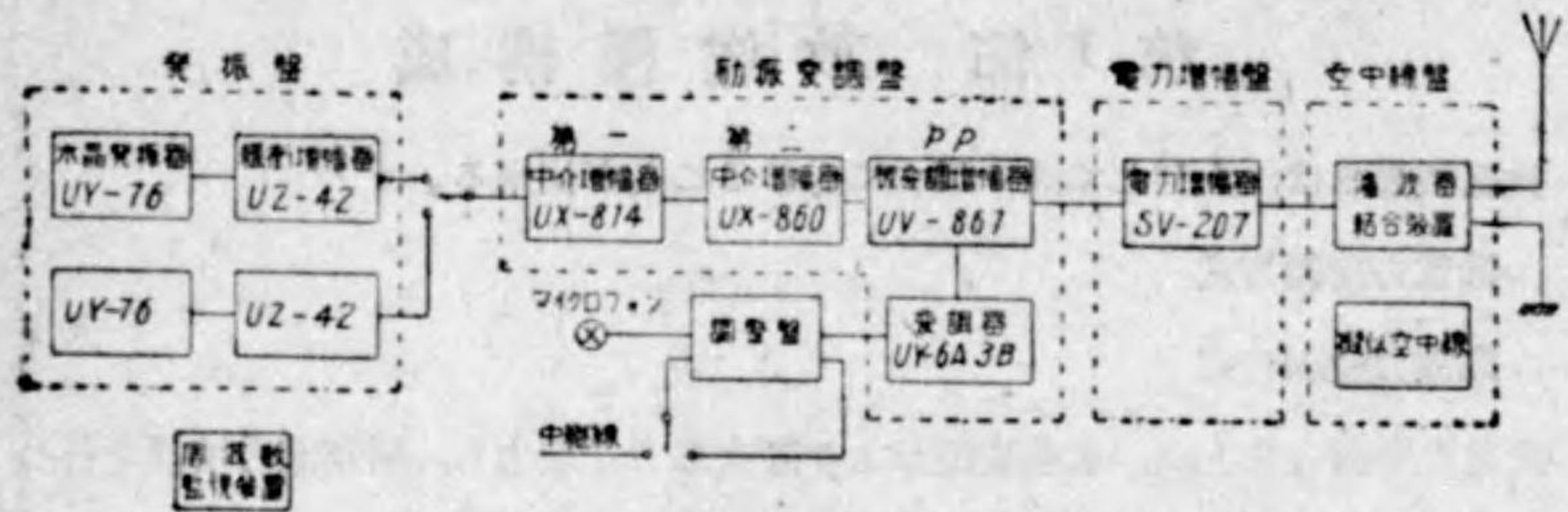
1.1 我國の放送機構成

我國の放送機は、現在のところ、低電力變調方式及び高電力變調方式の二種類

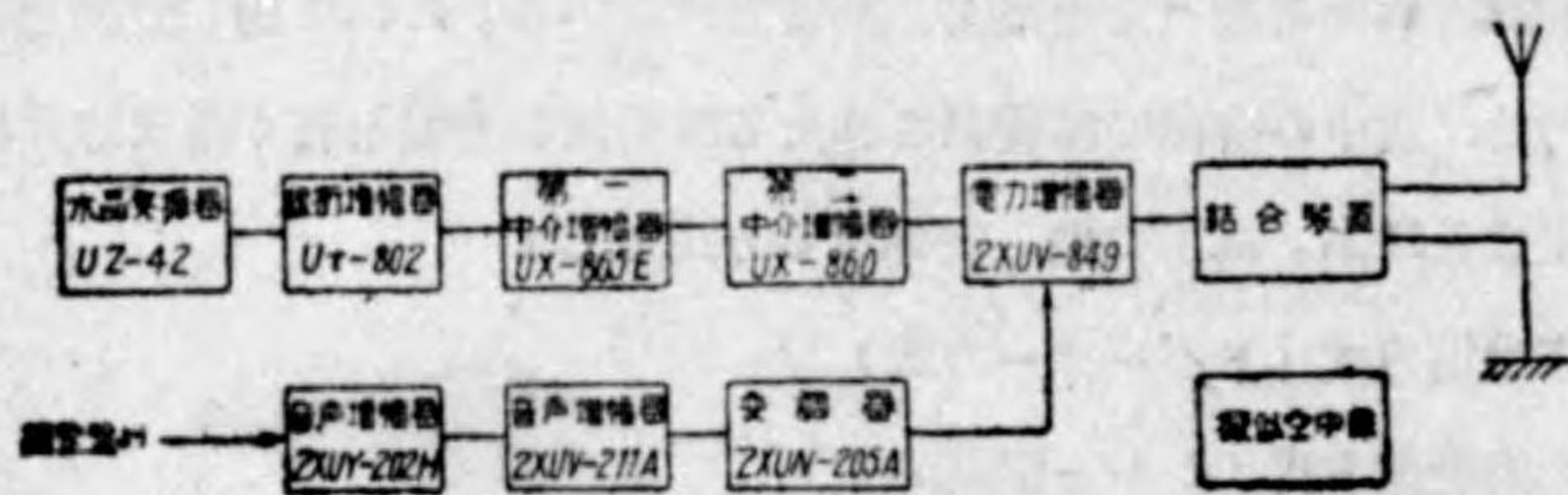


第37圖 500W (東京電氣無線) 宮崎, 甲府, 山形, 帶廣各放送局

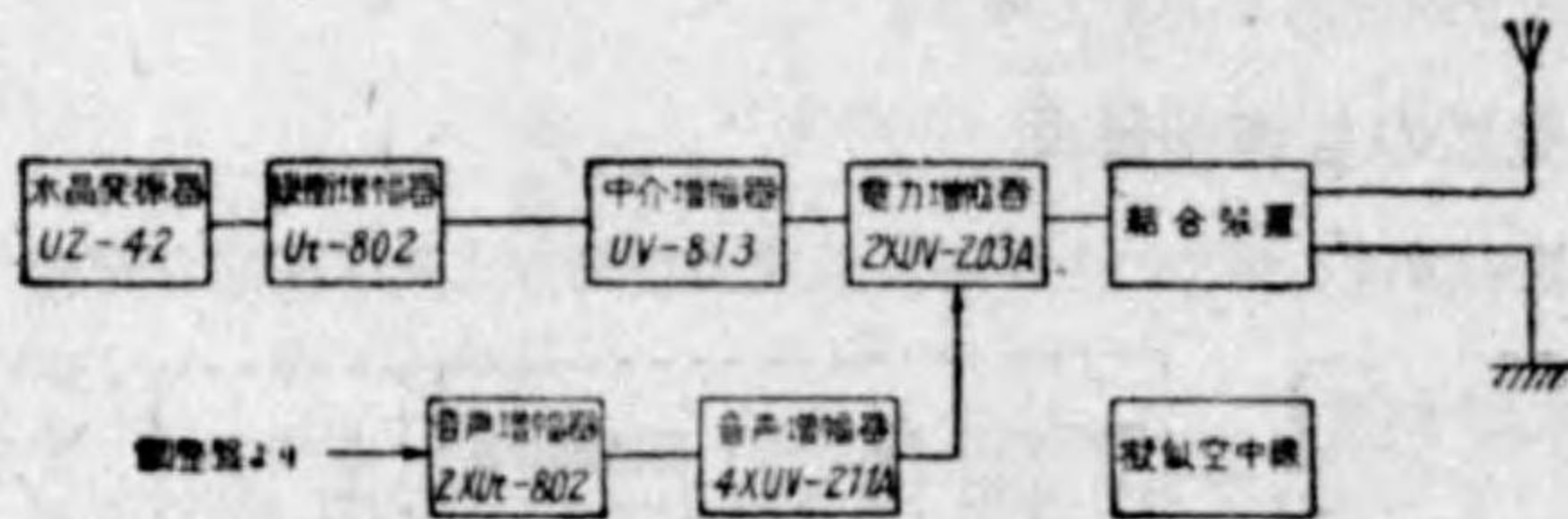
のみであつて、特殊な方式のものはない。この實例を示せば第37圖乃至第43圖の如くである。



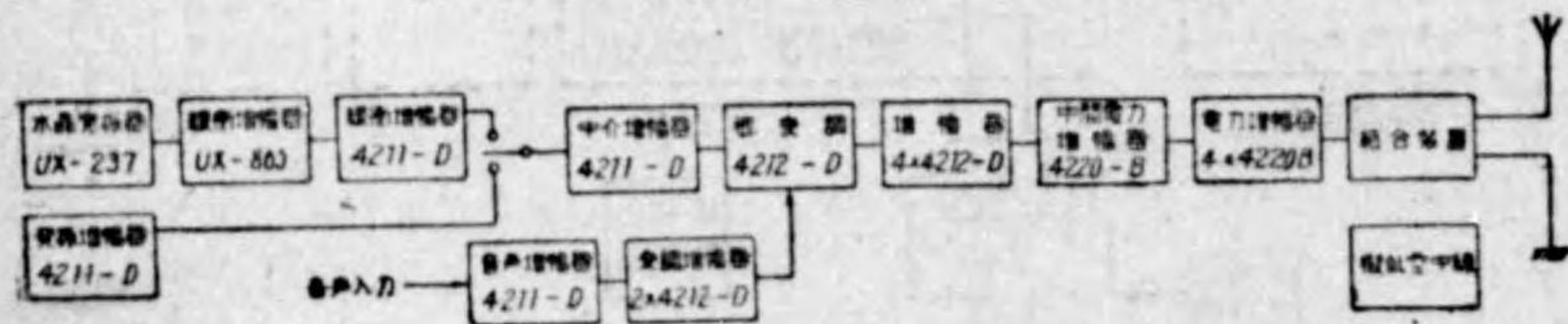
第38圖 500W (日本無線) 富山、鹿児島各放送局



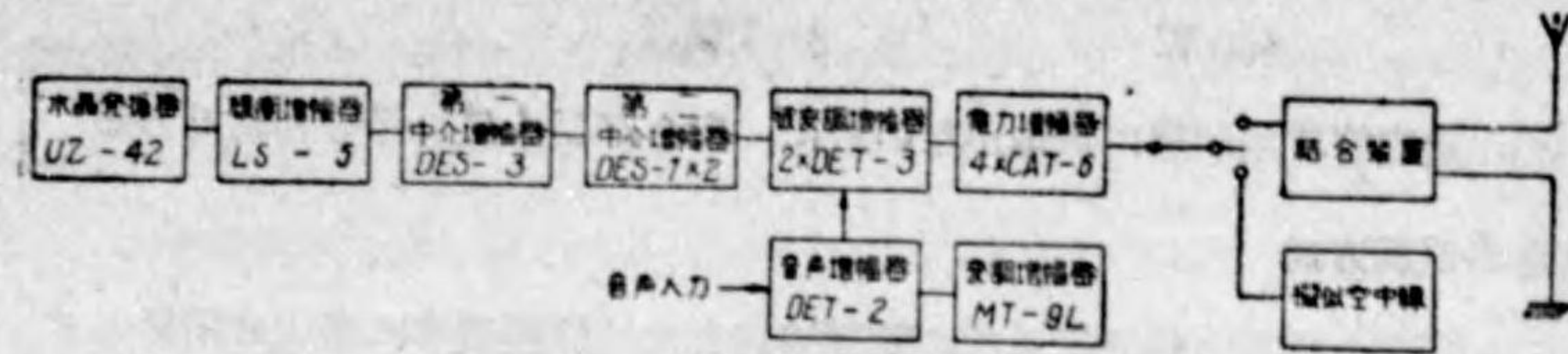
第39圖 500W (日本放送協會, 東京電氣無線終段變調,) 松本放送局



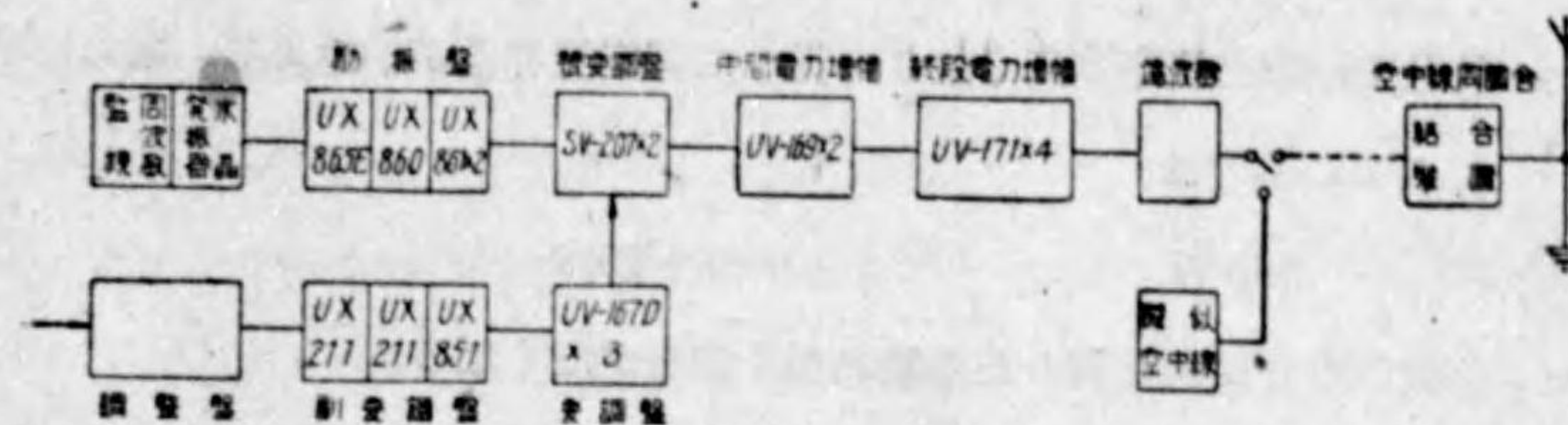
第40圖 100W 鋼路放送局



第41圖 10kW (S.T.C式)



第42圖 10kW (マルコニ-式)



第43圖 150kW 東京中央放送局

1.2 低電力變調方式と高電力變調方式

現在の如く周波数偏差が嚴格に規定されると、發振器としては、水晶制御の微小電力のものを用ひる他に方法がない。水晶發振器の出力は1W程度であるから、これを所要の空中線電力、例へば10kW或は150kWまで増幅する必要がある。従つて現在の放送機は、昔のそれに比して増幅段数が多くならざるを得ない。これに對して低電力變調方式と、高電力變調方式の二つの方法があることは既に述べたが、ここで兩方式の特徴、優劣を比較してみよう。

低電力變調方式

- (i) 變調を低電力部分で行ふ故に、これが容易である
- (ii) 變調技術が簡單であり、且つ電力増幅の途中において modulation rise を與ふることが出来る故に、變調特性の補償が容易である
- (iii) 放送機の電力能率が悪く、且つ真空管容量が大となる缺點あり、電力能率は大體次のやうになる

150 kW	$\eta = 19\%$
10 kW	20~25%

500 W

3~5%

(iv) 真空管使用状態に無理がない故に、寿命が長く且つ保守容易である

高電力変調方式

- (i) 変調を高電力部で行ふ故に變調線輪または變壓器等に多大の困難あり
- (ii) 電力増幅の階程が少くなる故、放送機の構成が簡單、小型となり得る
- (iii) 放送機の電力能率が高くなり、従つて真空管容量が小で足る。電力能率は我國の例では

500 W

$\eta=8\sim 10\%$

(iv) 終段真空管は過變調のため壊れ易く寿命が短くなる。

1.3 特殊方式

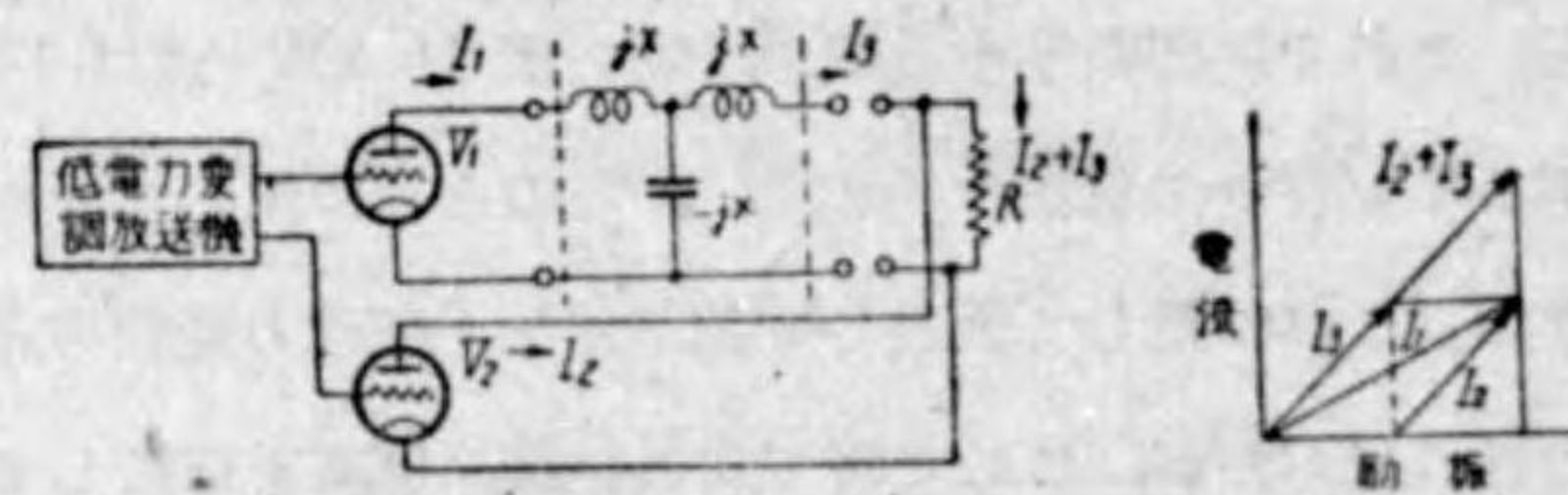
(a) 高能率増幅方式 (Doherty 方式)

この方式は、低電力変調方式の低能率たる致命的缺點を救ふために、發明された増幅方法であつて、終段電力増幅器を第44圖のやうに2組に分けて、その各々の出力を共通負荷 R

(例へば空中線)へ供給するのである。第4節で詳しく述べるやう

に電力増幅器の低能率

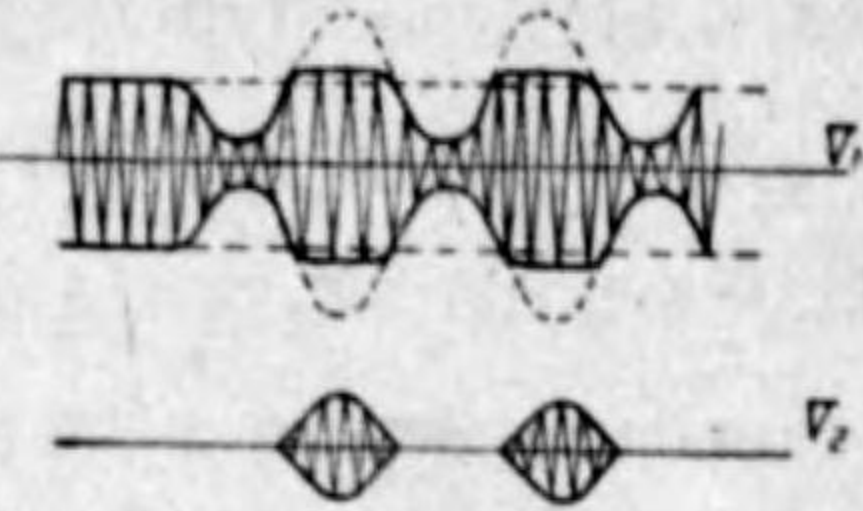
なる原因は、100%變調のピークを供給し得るやう搬送波の状態では、充分の餘裕を残してゐる必要に基くものである。依つてこの方式では變調のピークを V_2 なる真空管で供給し、搬送波は V_1 なる真空管で供給し、その能率を可能なる最高値に保つやうにする。このとき兩出力を合成するのに、ただ兩者を一緒にするだけでは、目的は達せられない。依つて第44圖に示すやうに、 V_1 の出力は、或る特殊な回路網を経て R へ供給される。圖のやうな回路網は、四分の一波長回路網であつて、所謂インピーダンス反轉の性質を有つてゐることは、昔から知られ



第 44 圖

てゐた。この性質を利用した點が本發明の骨子であり、その動作の概略を説明すれば次の通りである。

V_1 は負荷抵抗を高く採つて最高能率にする。従つて變調の正のピークは延び得ないで、その出力は第45圖のやうな負變調のみを受けた變調波形となる。そこで V_2 の動作を搬送波より以上、正變調の場合のみに働くやう、バイアスを調節しおき、第45圖の如きピークの出力を供給する。この兩者を合はして完全なる變調波形を得るのである。

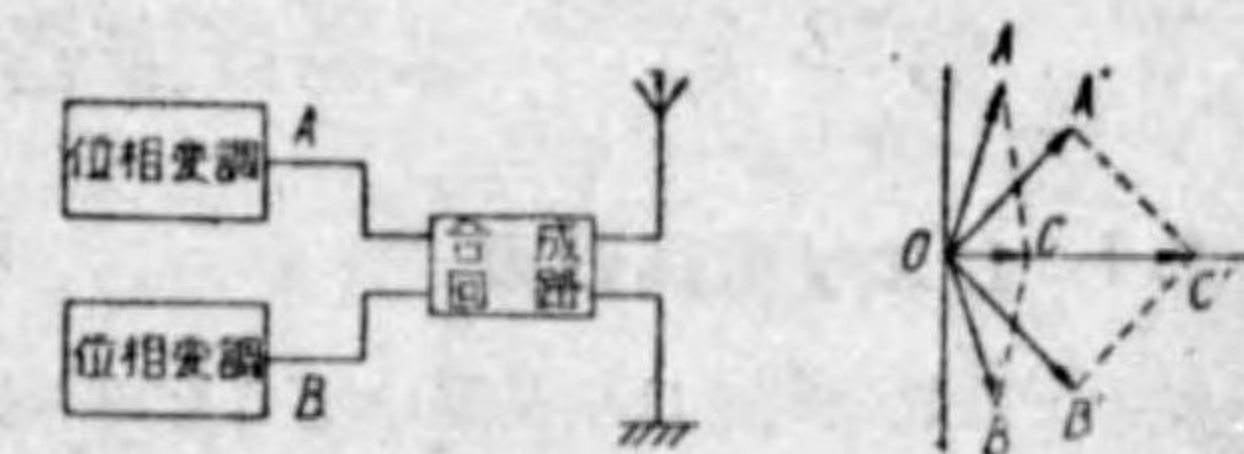


第 45 圖

インピーダンス反轉回路網の作用は、 V_2 が出力を供給し出すと R の端子電圧が高まり、これは V_1 側の出力から考ふれば、 R なる負荷抵抗の値が増加したことに相當する。従つて V_1 の出力は減少するに至る。これを補償するために挿入されるのであつて、負荷抵抗が高まることは、この回路網の反轉作用によつて V_1 に対しては負荷抵抗が低下したこととなり、出力は減少することなく供給されるのである。この電流の有様は第44圖に示してあるやうになる。この方式はウェスターン會社の特許であつて、同社の標準型として採用されてをり、終段の能率は60%以上になるといはれてゐる。

(b) 加變位相變調方式

本方式は振幅變調を受けた被變調波を増幅することを止めて、第46圖のやうに位相變調を行つた放送機2組を作り、この兩者の出力を合成して振幅變調波を得んとする方法である。位相變調とは搬送波の位相角を變へてやるのみであつて、その振幅の方は何も變化しないのであるから、2組の増幅器は常にその最高能率で動作することが出来る。これによつて高能率になり得ることは明らかである。



第 46 圖

位相變調より振幅變調波を合成する機構は、第46圖のベクトル圖でみるやうに、 A, B 兩增幅器の出力を、それぞれ OA, OB の位相關係にあるものとすれば、これを同時に OA', OB' の方向へ、或る角度だけ位相推移せしむれば、合成値は OC より OC' へと増大する。またこの反對の方向へ位相推移せしむれば、零にまで至る。かくして位相變調を振幅變調へ置換することが出来る。

本方式の實際上の問題には、種々と困難な點が多い。しかし高能率たり得ることは明らかであつて、これを實施してゐる 60 kW Radio Paris, または 120 kW Luxemburg 等についてみると電力能率 55~60% である。

(c) 浮動搬送波方式

搬送波なるものは、いはば有線電話の針金のやうなものであつて、これにプログラムが乗つて傳つて行くだけであり、それ自身では何の役にも立たぬ。従つて大なる音量を送るには大なる搬送波を要し、小なる音量を送るには小なる搬送波で済む筈である。一般のプログラムでは、平均してその變調率は 20% 程度であるから、大部分の搬送波電力は徒らに放射され空費せられてゐることとなる。この缺點を補はんがために考案されたのが本方式であつて、變調音聲入力の大小に応じて搬送波振幅を浮動變化せしめ、常に 100% 變調に近い高變調率に保ち、且つ音聲入力なきときは搬送波を零か、または可なり少い値まで減少せしむるのである。

本方法によれば低電力方式に比して、約 30% の電力節減が出来ることを、實施せる局の實例が示してゐる。

第2節 水晶發振器、周波數監視裝置

2.1 ピエゾ電氣効果

ピエゾ電氣効果とは結晶體に壓力を加ふるか、または伸張する場合に、或る方向に起電力を生ずる現象をいひ、1880年 J. Curie 及び P. Curie 兄弟によつて發見された。

逆効果は 1881年 Lippmann に依りて發見されたもので、この現象が現今の水晶發振器の基礎を爲すものである。

ピエゾ電氣物質として知られてゐるものは、電氣石、水晶、ロツセル鹽等 30 種に及ぶ。これ等の中、ピエゾ効果の最大なるものはロツセル鹽、次は電氣石である。しかしながらロツセル鹽は、結晶が脆い故に、發振器には不適當であり、また電氣石は良質の結晶を得ることが困難で、従つて高價なるが故に發振用としては専ら水晶が使用される。

2.2 水晶片

水晶は三方晶系に屬する透明の結晶であつて、第47圖の如く X, Y, Z の三軸を有する。これ等はそれぞれ

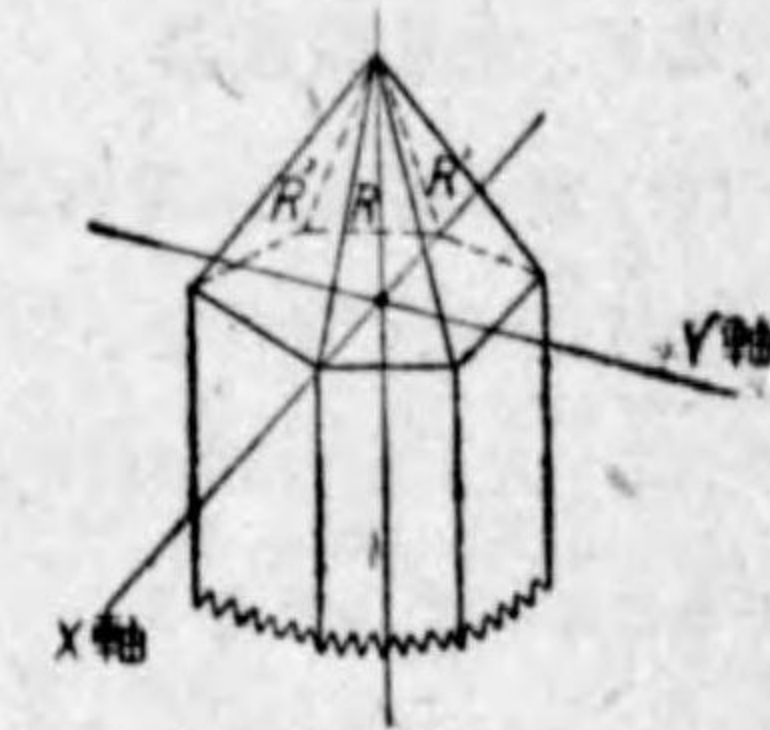
Z 軸——光 軸
 X 軸——電 氣 軸
 Y 軸——機 械 軸

と呼ばれる。 Z 軸の方向にはピエゾ効果はない。

Y 軸即ち結晶面の方向から、機械的壓力を加ふると、 X 軸の方向の兩側に電荷を生ずる作用、即ちピエゾ効果がある。またこの逆効果もある故に、電氣的壓力を與ふことに依つて、適當に切取つた水晶片に機械的壓力を生ぜしめ、これを高周波交流で行ふときは、水晶片を振動せしむることが出来る理である。

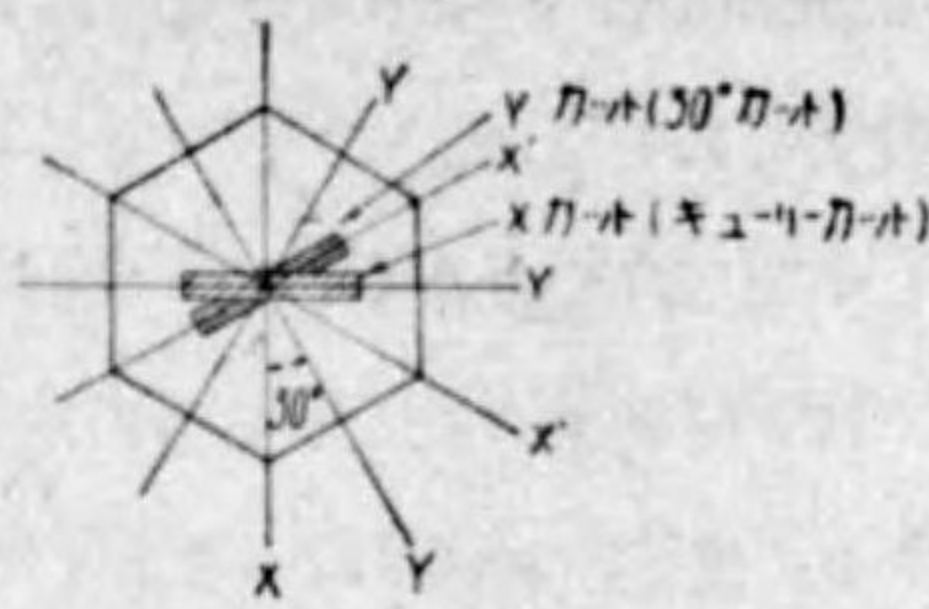
水晶片の切取り方に種々の方法が研究されてゐる。現在用ひられるものは、 X カット、 Y カット、 R カット、 R' カット、 YT カット等である。 X カット及び Y カットは、第48圖に圖示せる如く、 Z 軸の方向に切り出した片である。 R カットは本圖より明かに推察出来る如く、水晶片の横方向の振動、即ち横振動を行ふものである。これに對し Y カットは厚み振動を含んでゐる。

R カット及び R' カットは、古賀博士に依つて發見せられたもので、第49圖の

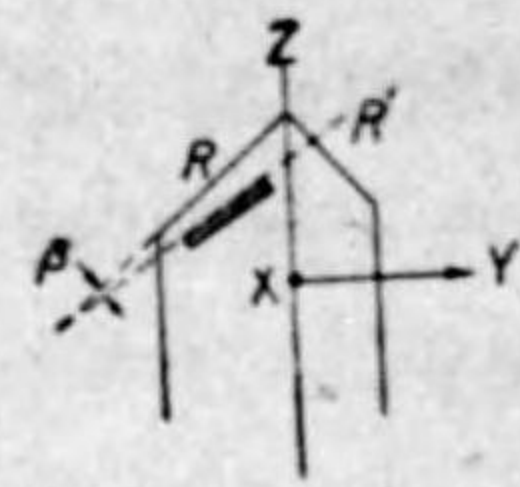


第47圖

R面及R'面にそれぞれ平行に切取るものである。これは厚み振動をなすもので、後述するところの温度係数の極めて小なる利點をもつてゐる。



第48圖



第49圖

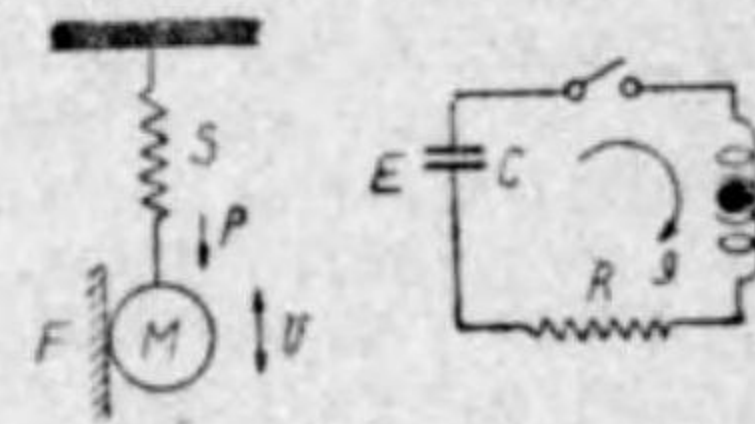
YTカットは、第49圖のやうに、X軸に平行、R面と β なる角度で切取るものであつて、 β は大體 10° 位である。この片の特徴は、温度係数の極めて小なる利點と、更に厚味振動の強勢なる點であつて、放送用として廣く用ひられてゐる。

2.3 水晶發振器

(a.) 機械的振動と電氣的振動の關係

水晶發振器の動作を理解するには、一般の機械的振動の概念を明かにする必要がある。これがため機械的振動を、我々の知悉してゐる電氣的振動と對稱して考ふるのが好都合である。

第50圖の(A)に示すのは機械的振動のモデルであつて、Sは弾力、Mは質量、Fは摩擦、 v は速度、Pは力を示す。これ等の量は機械振動の必要にして、充分なる要素である。これを(B)の如き電氣回路と比較して考ふるに、コンデンサーCにEなる電壓を與へスイッチを閉ぢるなら



(A) (B)

弾力 S...C 質量 M...L
摩擦 F...R 速度 V...J
力 P...E

第50圖

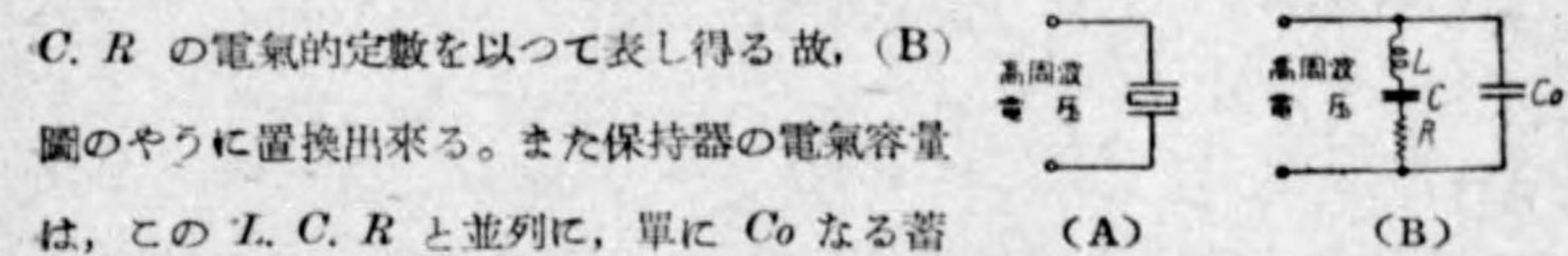
ば、Iなる電流を以つて自由振動を發生し、その勢力は漸次Rに消費されて減衰するに至る。機械振動においては初めPなる力を加へて放つならば、Mは v なる速度を以つて自由振動をなし、摩擦Fのため漸次減衰するに至る。従つて振動現象としては、兩者は全く同一として取扱ふことが出来る筈であつて、弾力Sは半週期、例へば伸張週期の勢力を蓄へて、次の半週期即ち收縮の勢力を供給

する如く作用する故、電氣回路のCに相當し、また質量Mは v なる速度で、運動するときの慣性の勢力を保有するが故Lに相當する。また力PはE、速度 v はI、摩擦FはRにそれぞれ相當することとなる。かやうに機械振動は電氣振動として、おきかへて考へ得るるのであるから、その振動の模様を研究考察するのに極めて便利である。

上の説明に依つて、水晶片の振動を電氣的等價回路として表すことを考へ、それによつて振動の模様を推察して見よう。

(b) 水晶片の等價回路

水晶片を用ひるには、これを支ふるところの所謂保持器を必要とするこゝはいふまでもない。これを圖示すれば第51圖の(A)の如くなる。水晶片自身はL、C、Rの電氣的定數を以つて表し得る故、(B)



(A) (B)

第51圖

圖のやうに置換出来る。また保持器の電氣容量は、このL、C、Rと並列に、單にCoなる蓄電器を挿入したこゝとなる故、結局水晶片回路は常に(B)圖のやうな等價回路を以つて表せる。

この等價回路の定數は、どの程度のものであるかを第15表の實例によつて示す。これは四邊形的水晶片で、Xカットの場合の例であるが、Qが1,000乃至

第15表

水晶片	寸法 cm			カット	振動状態	周波數 kc	等價定數				Q
	t	w	l				L.H.	C μ f	R Ω	C $_0$ μ f	
I	0.15	3.0	0.4	X	横	90	187	0.0235	7,500	3.54	10,300
II	0.25	2.5	2.5	X	厚味	1,100	0.33	0.065	2,700	1.0	844
III	0.636	3.33	2.75	X	厚味	451.5	3.656	0.0316	9,036	5.755	1,147

10,000といふ。極めて大なる値となつてゐる。Qとは $\omega L/R$ に依つて與へらるるところの損失定數であつて、これが1,000以上といふが如きは、普通の電氣回路においては、到底實現不可能の値であり、如何に優秀なる低損失のコイルにおい

ても、200乃至300程度以上を出ない。これに依つて水晶の振動の同調曲線が如何に尖鋭なるか察するに難くない。これは取りも直さず自由振動の周波数安定度が、極めて高いことを示すのであつて、水晶が主発振器として用ひられる根本理由である。

(c) 共振周波数

第51圖の水晶等価回路から、この回路の共振周波数が単一でなく、二種類あることが察せられる。即ち一つは入力電圧に対して L, C, R の直列共振をなすもの、他はこれに C_0 が並列に添加されたところの並列共振を爲すものである。 R を小なるものとして計算すれば、それぞれ次のやうになる。

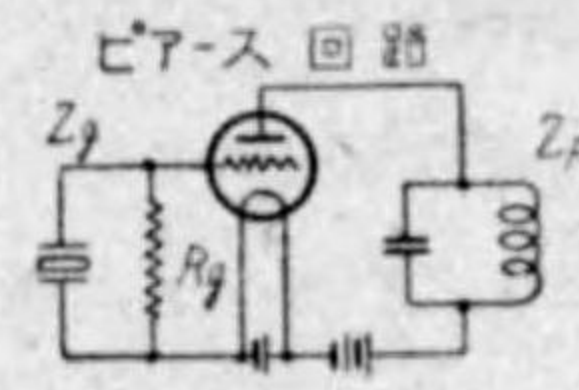
並列共振 $f_p = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L} \left(\frac{1}{C} + \frac{1}{C_0} \right)}$

直列共振 $f_s = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}}$

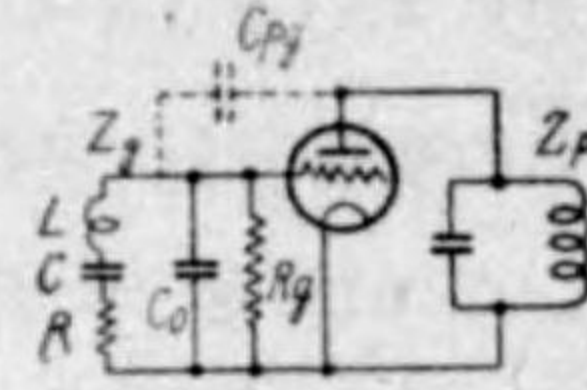
この兩者から、並列共振の周波数が若干高いことが知られる。

さてかやうな共振周波数をもつてをつて、如何なる状態で發振するかを考へて

みよう。一般に使用される水晶發振回路は、第52圖の如きピアース回路である。この等価回路は、第



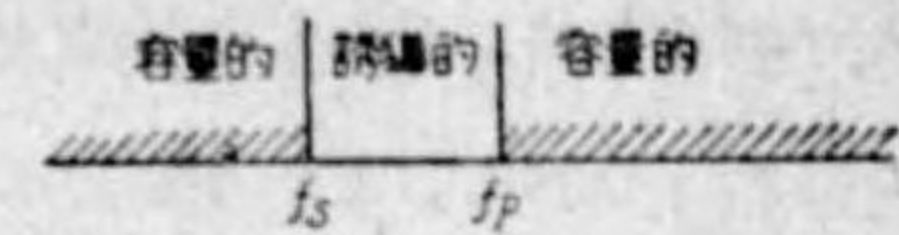
第52圖



第53圖

53圖のやうになる筈である。かかる回路の發振條件は、我々は真空管發振器の動作理論から、プレート、グリット兩回路のインピーダンス、 Z_p, Z_g とも誘導性を要するといふことを知つてゐる。依つて水晶の場合にも同様に、この理論が適用される筈である。第53圖の等価回路について考ふるに直列共振の場合は、 f_s より低い周波数に対しては容量的となり、これより高い周波数に対しては、誘導的となることは明かである。次に並列共振の場合について考ふるに、 f_p よりも低い周波数に対しては誘導的、高い周波数に対しては容量的となる筈である。この關係を圖示すれば第54圖の如くなる。

依つて發振の條件は、 f_s 及び f_p の間のみにおいて満足されることとなる。 Z_p の方はプレート負荷回路の共振周波数を豫め高くとるやうに設計するか、またはさやうに調整することに依つて、問題無く誘導的にすることが出来る故、水晶發振器の發振周波数は f_s と f_p との間に定まることとなる。

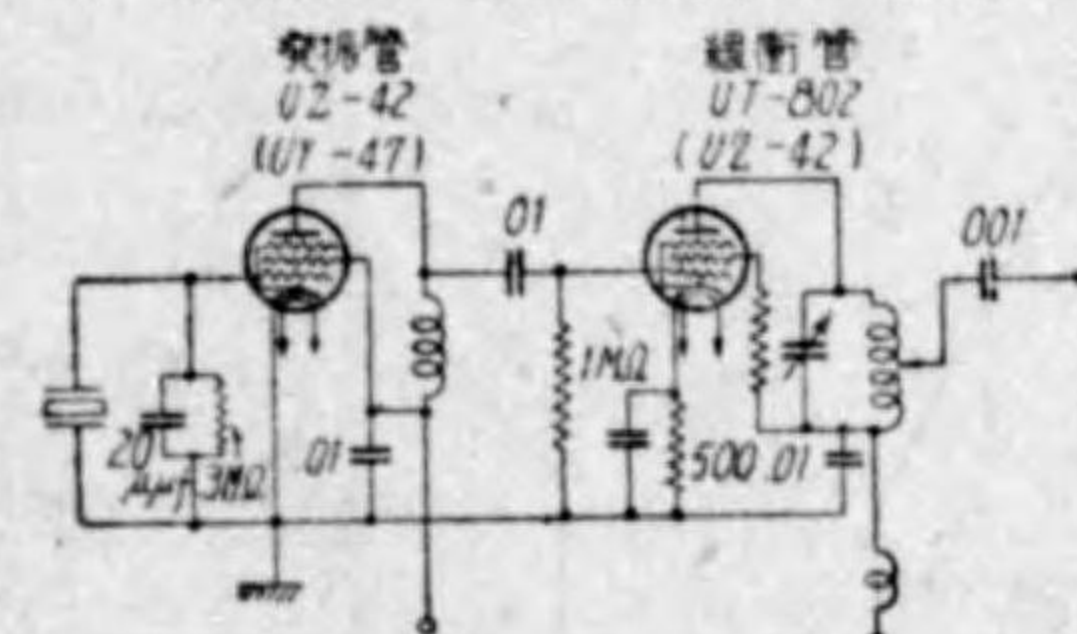


第54圖

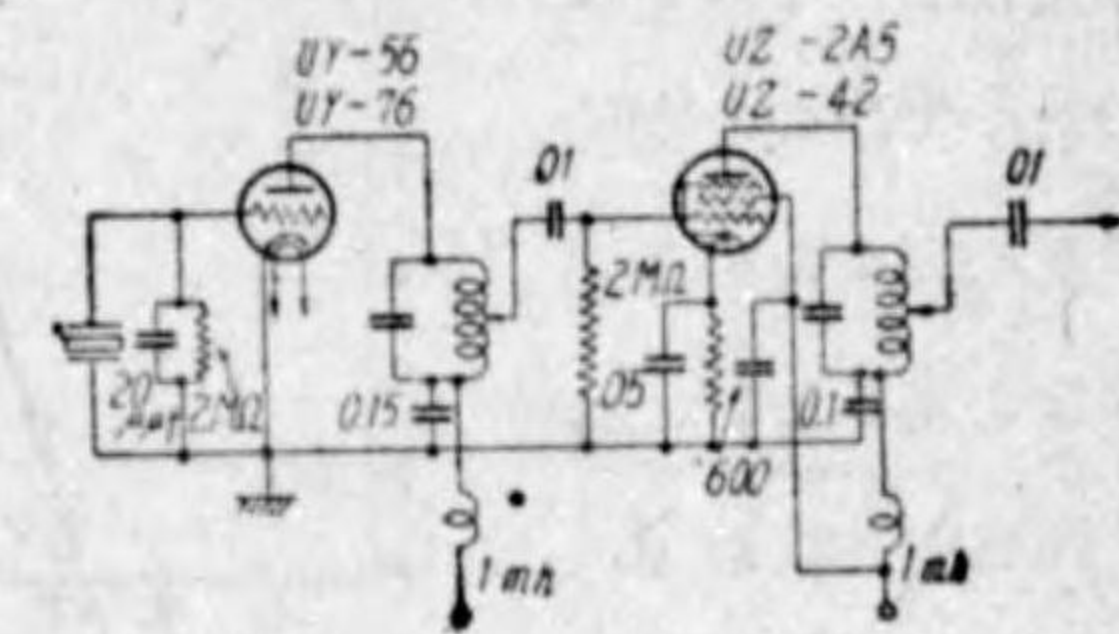
ここで f_s 及び f_p の差を考ふるに C_0 なるものは、第19表で見ると、一般には極めて小さいものであるから、この兩者の差は甚だ僅少である。この事實は、それだけで水晶發振器の周波数安定度の優れてゐることを示すものである。

(d) 回路の實際

水晶發振回路には種々の形があるが、廣く用ひられるものはピアース回路であつて、實用上はこれに緩衝増幅管を附屬して、第55圖及び第56圖のやうに作



第55圖



第56圖

るのが一般である。

プレート回路は第55圖のやうにコイルのみで構成して、その固有共振周波数を發振周波数より若干高くとるやうにすればよろしい。

この場合コイルの固有周波数を、約10%高く採るのが發振強度の上から最も適當である。第56圖のやうに C を並列とすることは、發振強度を調整するに便であるが、周波数安定度を害する因子となることは避け難い。

水晶發振器として必要な條件は、餘り水晶の振動を強くしてはならないことである。これが強すぎると、水晶の發熱温度上昇が甚だしくなり、周波数安定度を害するか、または水晶を破損する危険が伴ふ。依つて水晶自身の振動は出来る

だけ弱くして、しかも比較的大なる出力を得んがために、五極真空管を用ひる方が好都合である。また五極真空管としても、低周波用のものがよしく、高周波用のもので餘りに C_{pp} の小さいものは、發振し難く面白くない。依つて第55圖、第56圖のやうな真空管の組合せがよいこととなる。

水晶片に 20 μmf 程度の可變小容量蓄電器を入れるのは、發振周波数の微細なる調整さを行ふもので、構造堅牢なるを要する。

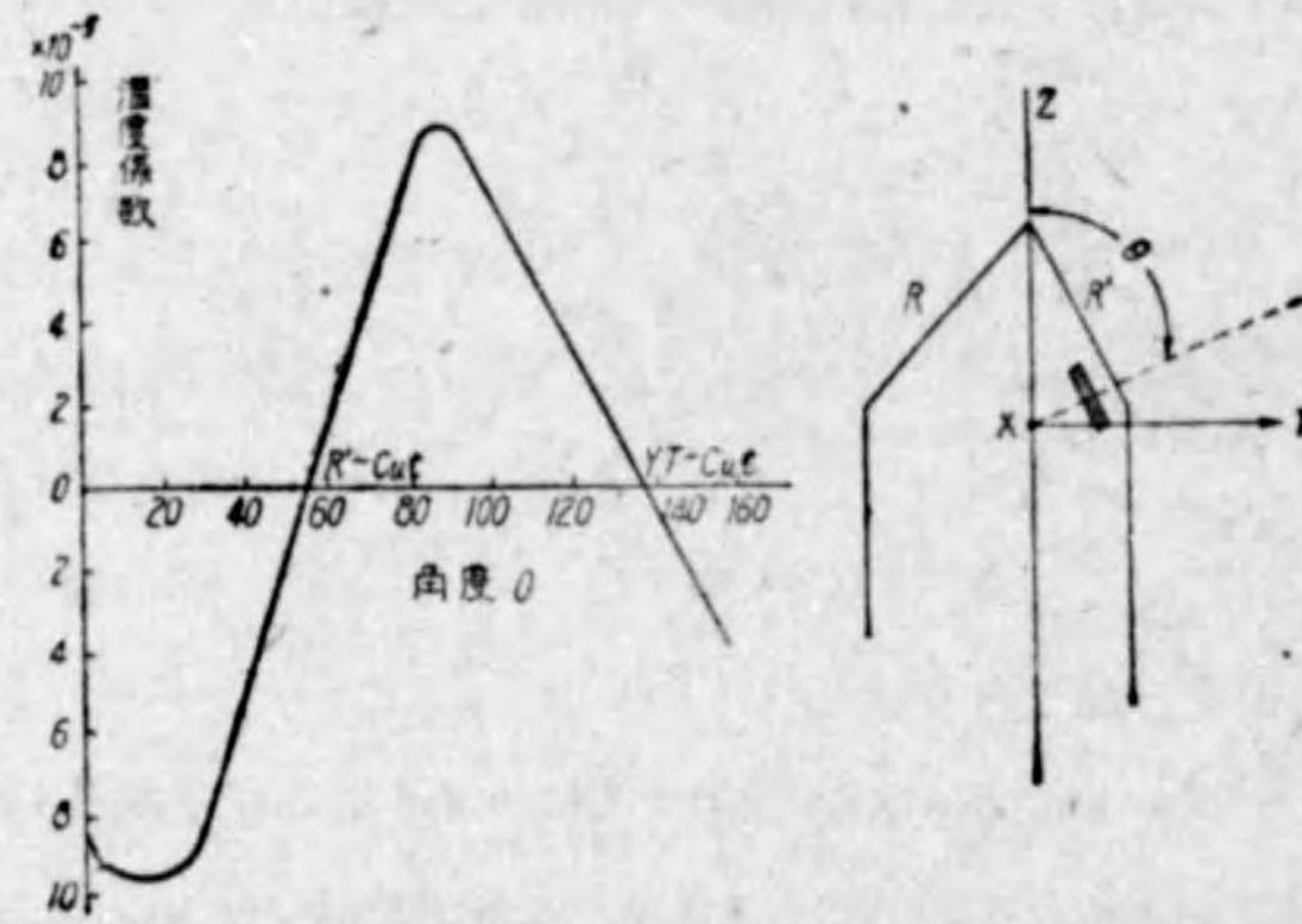
2.4 周波数安定度

(a) 温度の影響、温度係數

水晶振動子の固有周波数は、その寸法、密度、弾性に依つて定まるべきものである。故に温度の影響により、これ等の定數に變化を生ずるならば、當然周波数の變化を生ずるわけ

であつて、この變化の量を表すのに温度係數を用ひる。

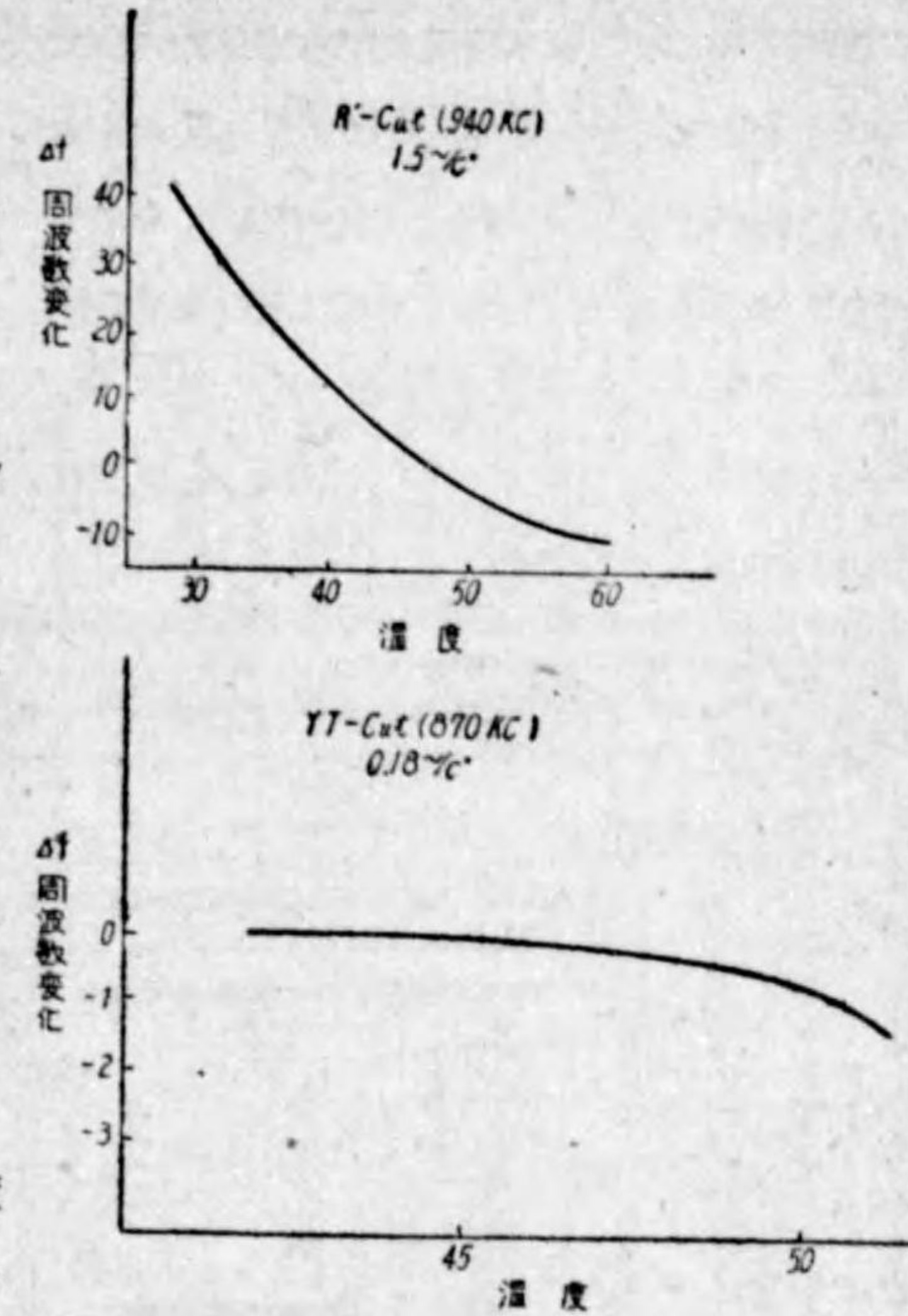
固有周波数を f 、温度による周波数變化を Δf とすれば、攝氏1度當りの變化 $\frac{\Delta f}{f}/\text{C}^\circ = \text{温度係數}$ として表す。



圖

この温度係數は、前記の種々の切り方によつて、廣い範圍に變化する。切り方に対して温度係數が如何に變化するかを實測した例は、第57圖に示してある。これによつてみると R' カット 及び YT カットと呼ばれるものでは温度係數が零たり得るといふことが了解される。このことは極めて重要な點である。しかしながら理想的に温度係數を零なるやう、水晶片を切り出すことは困難であつて、若

干の角度の誤差は免れない故、實際の R' カット、YT カットではそれぞれ多少の温度係數をもつのが常である。これは切り出しの工作技術によるのであるから、R' 及びYT カットの温度係數は幾何であるとはいひ得ない。放送周波帯で數多く製作した結果をみるに、現在の技術では、その二、三割は殆ど温度係數零のものが出来るやうになつてゐる。最悪の場合でも 1°C 當り 2 乃至 3 サイクルといふ程度で、温度係數は極めて僅少である。また R、YT カットと



第 58 圖

も温度係數は負である。即温度上昇とともに周波数は降下する。實測の一例を第58圖に示す。

X カット、Y カットは、本質的に或る程度の温度係數をもつのであつて、これも切り方の技術によつて不同があるが、大體第16表のやうである。

従つてかやうな水晶片を使用する場合

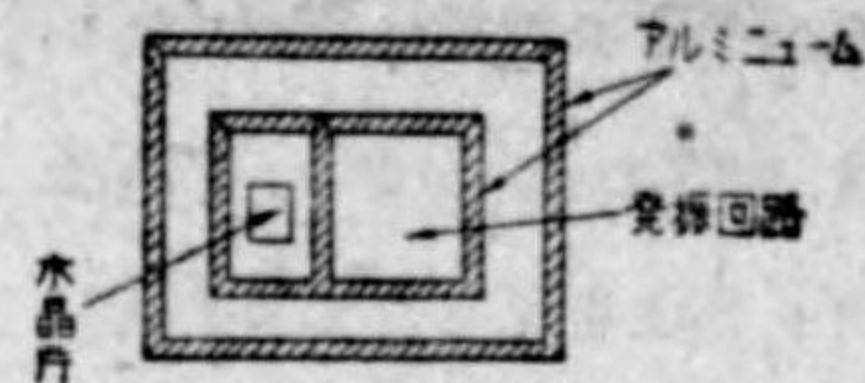
第 16 表

は、現在では放送周波数偏差が嚴格に規定されるやうになつてゐる故、相當精密なる恒温槽を併用する必要がある。

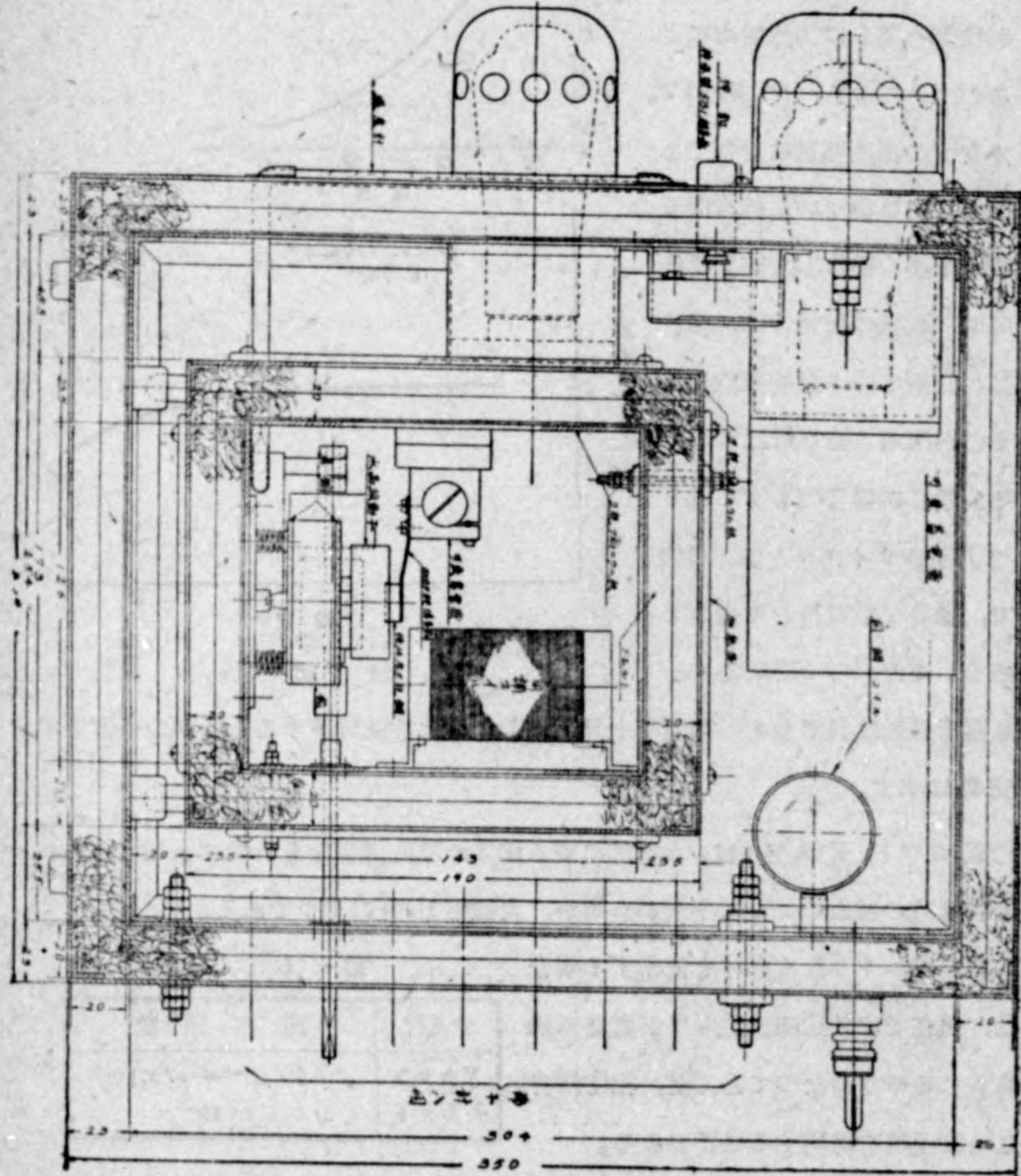
水晶片	温度係數
X カット	$-2 \times 10^{-5} \sim -7 \times 10^{-5}$
Y カット	4×10^{-5}

(b.) 恒温槽

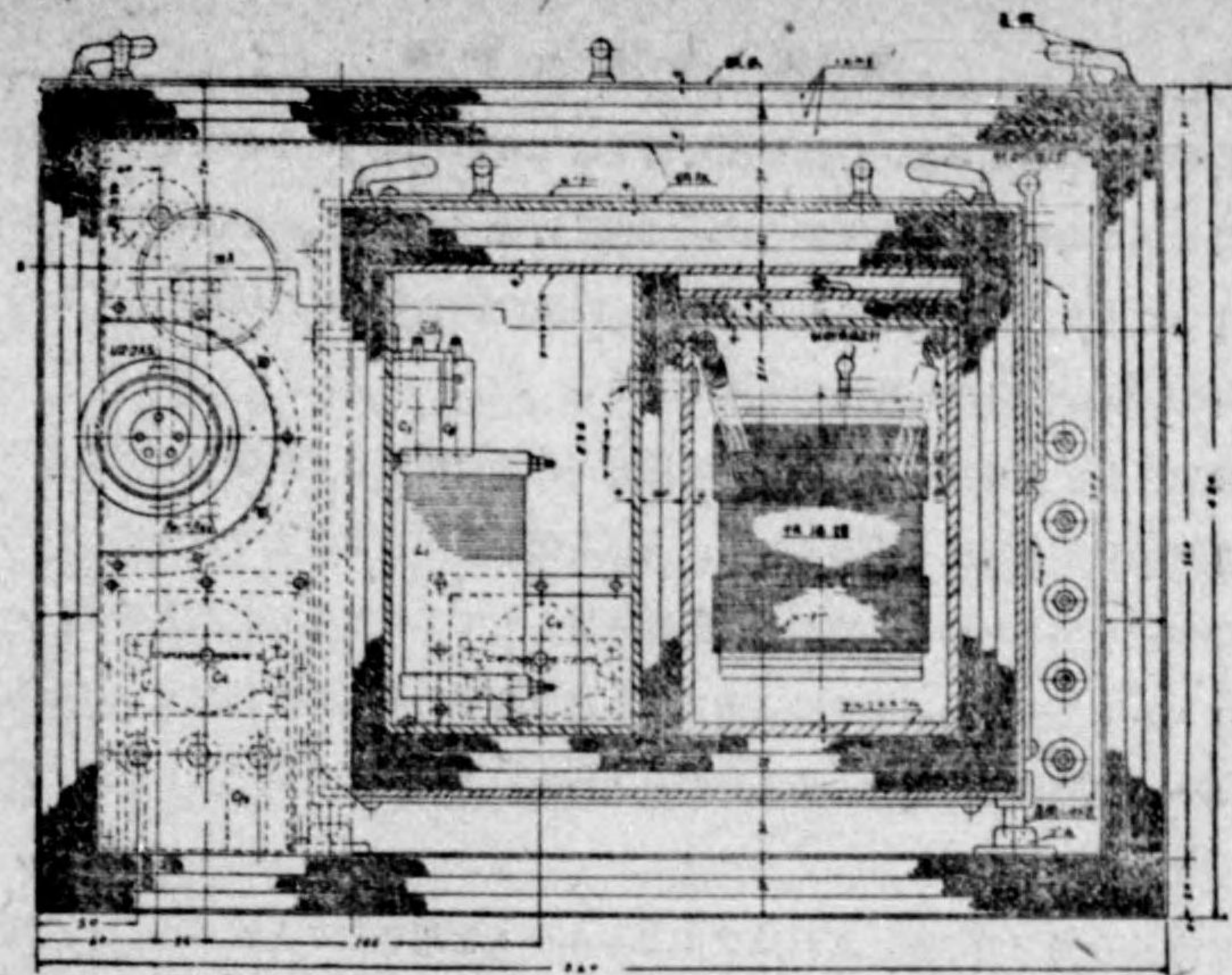
恒温槽の構造は、或る程度までは理論的に決定することが出来るが、工作技術の経験に俟つものが多い。例へば X カット水晶片を用ひて、その周波数を 1,500kC とし、1 サイクル以上の周波數變



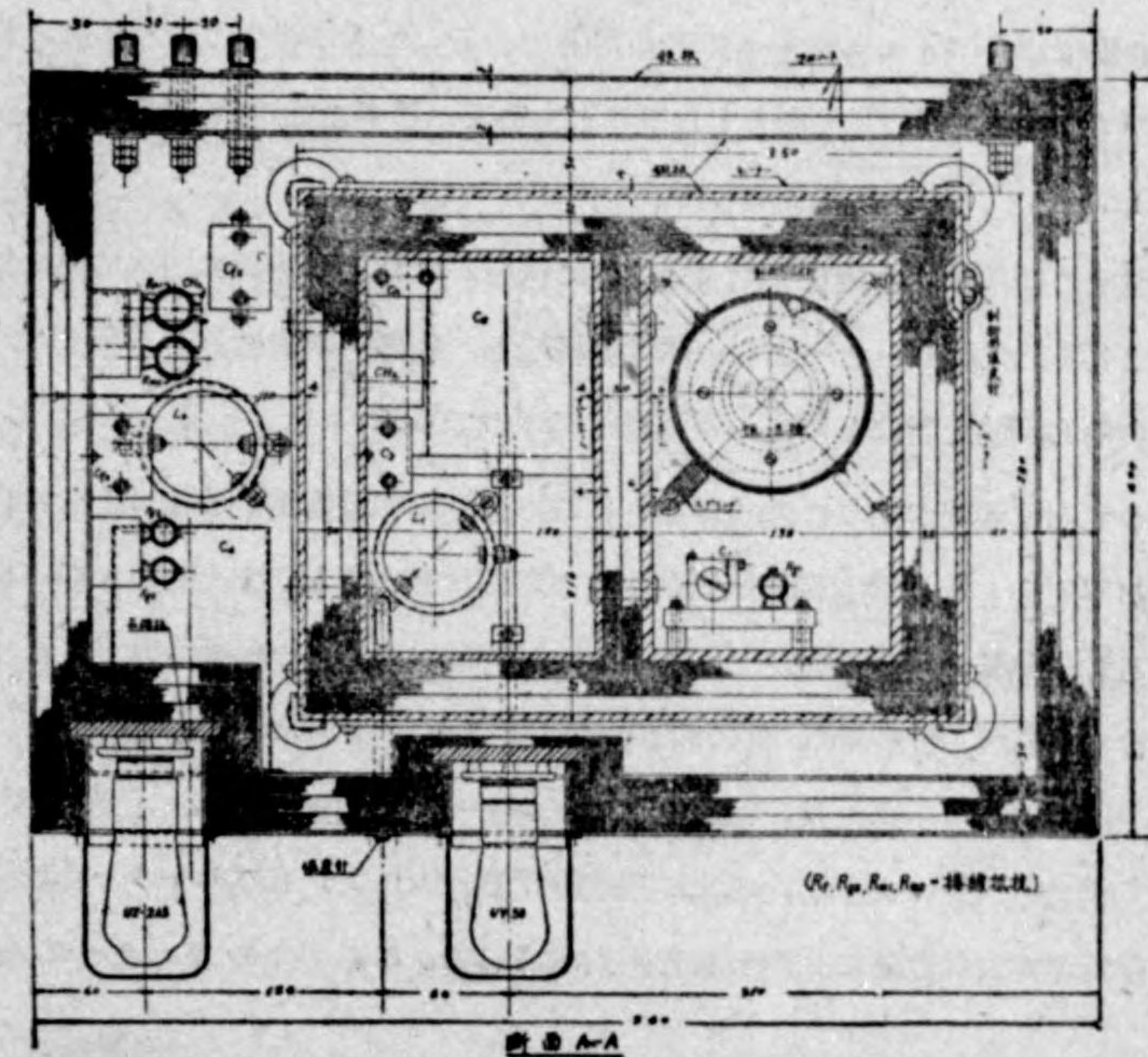
第 59 圖



第六十圖 (A) 放送機用水晶發振器恒温槽圖



正面断面圖



断面 A-A

第 60 圖 (B) 水晶發振器断面圖

動を許さずとするならば、恒温槽温度変化は 0.03°C 以内たるを要するといふことになる。この要求に對して我々は、大體第59圖の如き、二重恒温槽を用ひればよらしいことを工作經驗から判断出来る。同圖の如きものは、現在用ひてゐるものの中で、最も精密なる構造の方式である。

恒温槽として必要なことは、外界の温度が内部恒温槽まで影響を及ぼさざるやう、熱絶縁層が幾重にもあること、及び各部分の熱容量が大であつて、容易に温度の變化を生じないことである。熱絶縁層として多く用ひられるものは、コルク、フェルト等である。場合によつては、空氣間隙をそのまま利用することもある。コルクは熱傳導度が少なくてよいが、工作上に不便がある故フェルトの方が重用されてゐる。

函は無論金屬であるが、これはアルミニウムを用ひることが多い。その理由は、銅は熱傳導度が大きであつて、必要な一つの條件を満足するが、熱容量即ち比熱の點では、アルミニウムに劣るからである。外函は場合によつては、鐵板を用ひて、電磁遮蔽を完全ならしむることもある。槽の構造は第60圖(A)及び同圖(B)において、その實例を示した。

恒温槽の動作は、内槽を大約 45°C 位に保ち、これより外部に向つて熱の發散を行はしめ、加熱ヒーターよりの熱量の補給と、外部への發散とが平衡するやうに、自動的調整を行はしめて一定温度に保つのである。

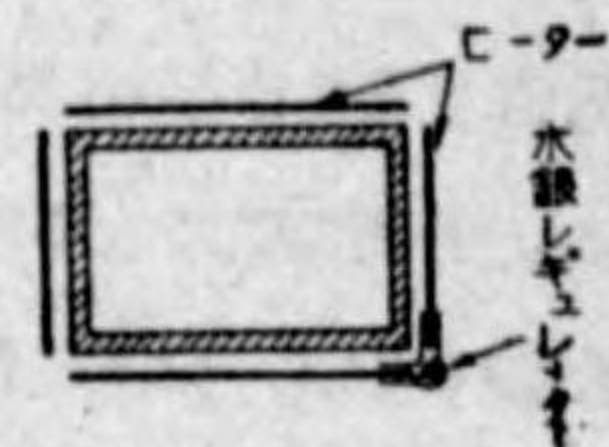
依つて内槽温度が餘りに低過ぎるときは、夏期外界温度が高くなつたときに、發散が不充分となり温度調整が出来なくなる恐れがあるし、またこれが餘りに高過ぎると、熱量の發散が甚だしくなつて、一定に保つことが困難となる。かやうなわけで、 45°C 乃至 50°C 位に採るのが一番よい。

加熱に要するヒーターは、恒温槽加熱部分を一樣に加熱すること、その熱惰性が少く電力の入断によつて、迅速に温度變化を行ふこと、及びヒーターと恒温槽との熱傳導が良好なることの三條件が要求される。これがためヒーターの構造

は、抵抗線をアスベスト編としてマツトを作り、これを雲母片で覆ひ、さらに薄銅板で包んだ板状となし、恒温槽と密着する構造とする。かやうな板状ヒーターを内槽の外側八面へ密着するのである。

第59圖の如き二重恒温槽では、水晶片を収むる小槽を圓筒状に作り、この外面へも抵抗線を捲きつけて、加熱するやうにする。

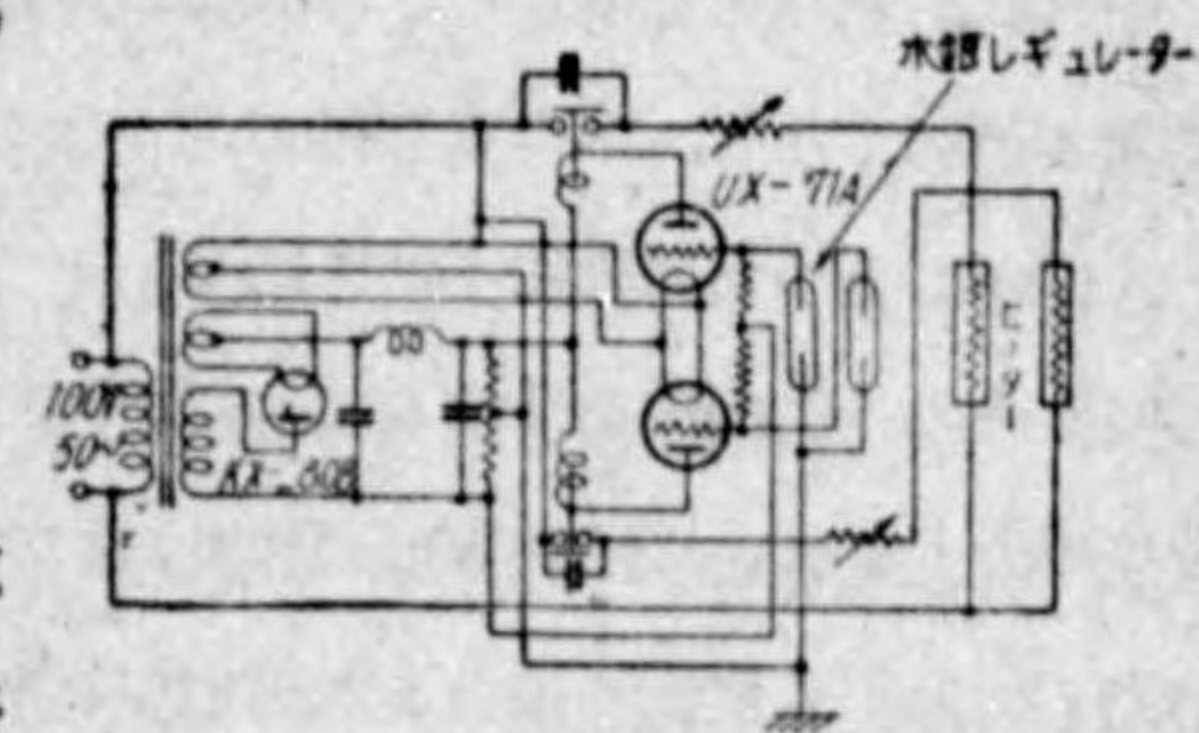
温度制御の方法として、現在廣く用ひられるものは、水銀温度計を利用して繼電器を動かす方法である。即ち第61圖の如き水銀レギュレーターを用ひる。これは水銀温度計に2個の白金の接點を封入しておき、或る温度においてこの接點が水銀で接續されるやうにしたもの第61圖である。動作温度の調節するために、上部に圖の如き水銀溜を作り、必要な水銀の量を變化して $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 位の調節が出来るやうにしてある。



第62圖

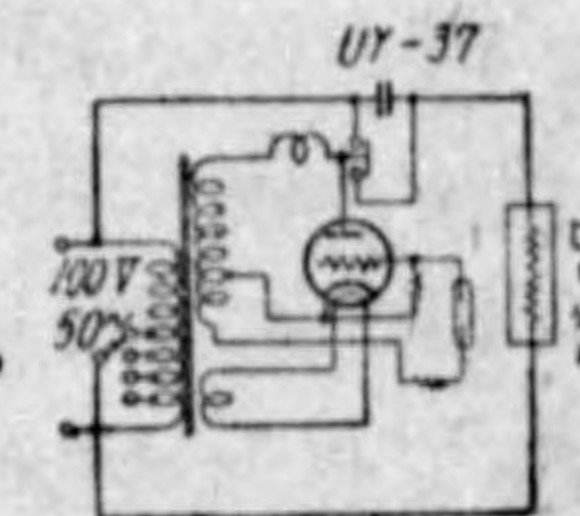
水銀レギュレーターの取付け場所は、第62圖の要領

による、温度制御の繼電器回路は第63圖及び第64圖の如き方法で行ふ。第63圖では温度上昇して水銀レギュレーターが動作すると、UX-71Aのバイアスが短絡され、プレート電流が通り、これがヒーター側の回路を断つやうに働く。この方式では真空管の破損、その他の故障で温度を上昇するやうに動作する危険がある。



第63圖

第64圖の方式は、プレート、グリッドに50サイクル交流を逆位相に加へ、水銀レギュレーターの動作せるとき、電流を切つてヒーター回路を断つ方式で、簡單確實



第64圖

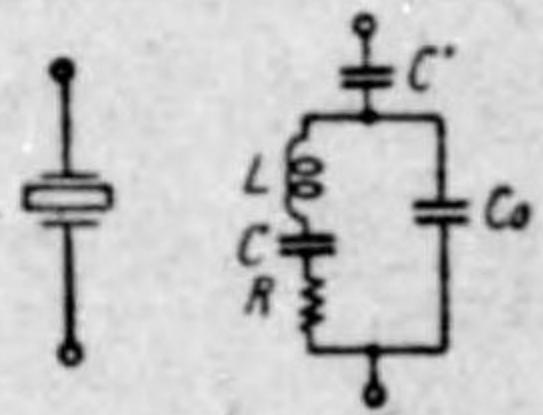
なる動作を行ふ上、故障時に温度上昇の危険は無い。

ヒーターを切断する接点へは、 $4\ \mu\text{fd}$ のコンデンサーを入れて火花発生による損傷を防止する。

現在の恒温槽の製作技術では、ここで述べた二重恒温槽で、内部温度変化は大體 0.05°C 以内である。發振真空管を槽内に入れるときは、そのフィラメント電力及びプレート電力等によつて、温度変化が大となつて面白くない故、最近では真空管はすべて槽外に設けるやうにしてある。

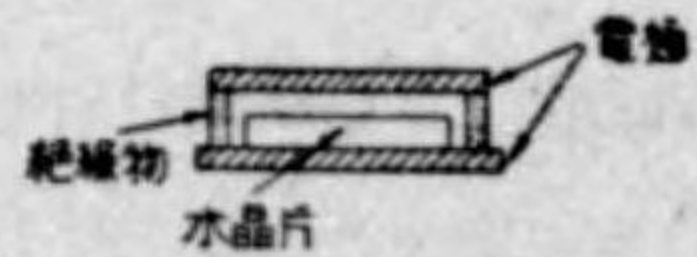
(c) 水晶片保持器

水晶片保持器と水晶片表面との間には、一般にある間隙をもたせる。この等価回路を畫けば第65圖のやうになつて、 C' なる容量が直列に入れられたこととなる。空気間隙の大小、及び保持器の構造如何が C' 及 C_0 に影響する故、發振の難易及び周波數等に大なる變化を及ぼすこととなり、これには相當の考慮を拂ふ必要がある。



第65圖

一般に空気間隙を増すと、發振回路の結合が疎になるので發振が弱くなり、かつ周波數が高くなるやうに變動し、場合によつては發振不能に陥る。



第66圖

保持器の一般的構造は第66圖の如くである。電極は水晶片の大きさと大體同程度に作り、餘り大きくしない。これが大に過ぎると C_0 が過大になつて發振せぬ。また電極の材料は、アルミニウム、またはニッケルを用ひ、酸化せざるものを可とする。

絶縁物は温度係數小で、電氣的に優れた物理的性質たるを要し、一般にテフラス、水晶、熔融シリカ等を用ひる。空気間隙を可變にした型もあるが、現在日本放送協會で使用してゐるものは、第67圖の如き固定型である。これは電極として、アルミニウム・メタコリンを使用してゐる。

水晶片は保持器内で、移動しないやうにピンで固定する。固定しない方法では

周波數變動があつて面白くない。

ピンの固定は振動の節部分で行ふやうにする。

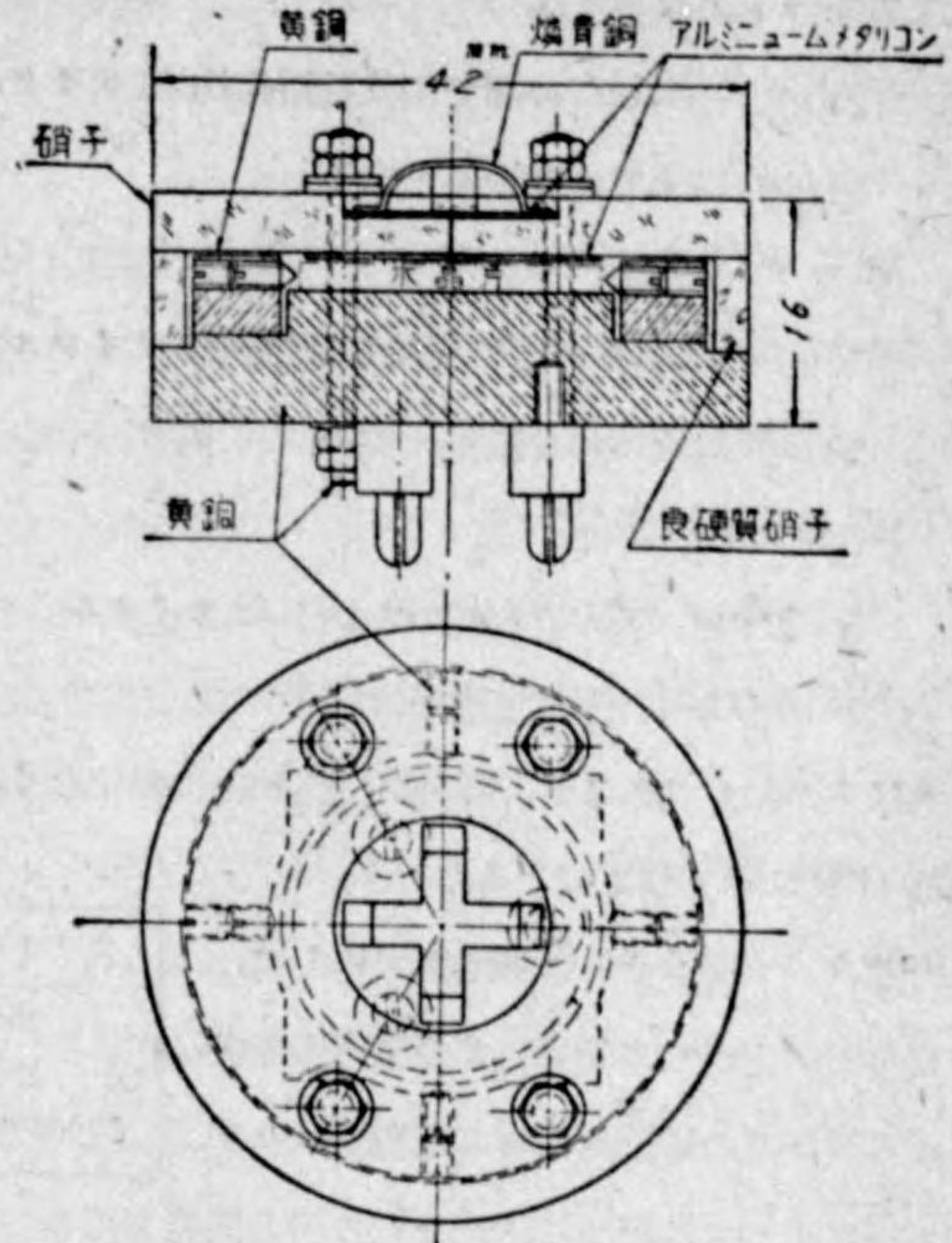
可變間隙の保持器は例へば明電舎型と呼ばれる如きものであるが、この間隙によつて變化する周波數は、大體次のやうである。但し下の値は、發振状態に變化を及ぼさぬ範圍内の數値である。

R' カット……

± 80 サイクル

YT カット……

± 100 サイクル



第67圖

(空気間隙の變化…… $2/100\ \text{mm}$ より $15/100\ \text{mm}$)

かやうに廣範圍に變化せしむることが出来るのは、場合によつては便利であるが、またそれだけに周波數安定度を害する危険も考へられる。寧ろ固定型として堅牢に作り、必要ならば第55圖のやうに並列コンデンサーを添加する方がよい。

(d) 並列コンデンサー

恒温槽で、温度の微細調整を行ふことは困難である故、一般には並列コンデンサーを用ひる。これは最大容量 $20\ \mu\text{fd}$ 乃至 $30\ \mu\text{fd}$ 程度のものである。

並列コンデンサーを増せば、發振周波數は低下する。その割合は水晶片の種類及び周波數によつて異なるが、大體次のやうになるとみてよい。

X カットの場合

2 μf - 30 μf の間で周波数変化約 40 サイクル
30 μf 以上では發振停止する

R' カットの場合

3 μf - 30 μf の間で周波数変化約 50 サイクル
30 μf 以上では發振停止する

YT カットの場合

0 - 20 μf の間で周波数変化約 30 サイクル
20 μf 以上では發振停止する

以上の如くであるが、實用上發振強度に変化なく、周波数のみ變り得る範圍は第 17 表に示す程度である。

第 17 表

カ ッ ト	周 波 数 變 化 c/s
X	20
R'	30~35
YT	20~30

並列コンデンサーは構造堅牢にして、長時間に亘つて容量變化の絶無たるを要する故、その構造は 2 板の電極をスクリーンによつて移動するか、または同心圓筒を用ひるかして、構造の狂ひ少くしかも容量の微細調整が可能なる如く作る。

(e) グリッド・リークの影響

グリッド・リークの値の變動は、周波数変化となつて表れる故、これは極力品質優良なるものを選定する必要がある。どの程度に周波数安定度を害するかといふに、大體次の通りである。

X カットの場合、グリッド・リークを減らすと、周波数が高くなる。0.2 $\text{m}\Omega$ 乃至 10 $\text{m}\Omega$ の變化に對し、周波数變化は 45 c/s 程度、1 $\text{m}\Omega$ 以下では發振弱く不安定となる。最適の値は 3 $\text{m}\Omega$ 附近である。

YT カットの場合、前者よりも周波数變化は少く、0.1 $\text{m}\Omega$ 乃至 100 $\text{m}\Omega$ に對し、僅々 2 c/s 程度、0.1 $\text{m}\Omega$ の間では、發振弱く不安定となる。やはり最適の

値は 3 $\text{m}\Omega$ 程度である。

R' カットは、YT カットの場合と殆ど同様であり、數 $\text{m}\Omega$ 以上では殆ど周波数には變化無しとみてよい。

(f) プレート、フィラメント電壓の影響

發振回路の動作電壓の影響は、その動作状態、特に負荷回路の状態の如何によつて種々に異なる。負荷回路が發振不安定域に近附くにつれて、その影響が大きくなり、發振の安定なる域においては、それだけ少くなる。第 55 圖、第 56 圖に示したやうな回路では、大體次のやうである。

X カットの場合、プレート電壓の 10% の變化に對し、周波数變化は 2 c/s 以内、フィラメント電壓の方は殆ど影響を認められず。

R' カットの場合、プレート電壓の 10% 變化に對し 0.1 c/s 程度、フィラメント電壓の 10% の變化に對し、0.05 c/s 即殆ど周波数變化は認められず。

YT カットの場合、プレート電壓の 10% 變化に對し 0.1 c/s 乃至 0.05 c/s 程度、フィラメント電壓の影響はこれよりも少く殆ど認められず。

(g) プレート回路の影響

プレート回路は既に述べたやうに、第 55 圖及び第 56 圖の如き 2 種の構成方法がある。第 56 圖のやうにプレート同調回路に同調コンデンサーを用ふる場合は、數サイクルの周波数變化を外部より制御し得る便があるが、容量を増すときに發振停止を誘起する危険がある。發振強度を弱めない範圍で制御し得る周波数は、X カットで約 6~7 c/s、R' カットで 5 c/s 程度に過ぎない。即ち或る狭い範圍内でのみ、かやうな制御が出来るのであつて、それよりも容量を減少すれば、周波数變化は極めて少く、徒らに發振強度を強めるのみである。また容量を増加すれば、周波数變化が大となるが、同時に不安定となつて遂に發振停止に至る。この有様は第 68 圖のやうになる。プレート回路の固有周波数 f が水晶の共振周波数 f_0 に近づくとつて發振強度は強くなるが、周波数變化が大となり不安定となる。か

やうな譯で同調コンデンサーを用ひることは、調整の失策によつて發振不安定乃至停止を誘起する危険があるので、第55圖のやうに全然これを用ひずプレート・コイルの固有周波数を適當にして發振せしむる方法が發達したのである。かかる場合には f を f_0 より 10% 位高く採るやうにすると、安定度も發振強度も適當である。



同調コンデンサー→増
増→プレート回路固有
周波数
第 68 圖

2.5 周波数監視装置

周波数監視装置とは、自局より發振してゐる搬送周波数が、正確なりや否やを測定監視するもので、古くは精密級波長計の如きものを使用してゐたのであるが、周波数編差の規定が厳格になるに及び、かやうな方法では駄目となり種々の工夫が爲された。

(a) 放送協會型

放送協會型と呼ばれるものは、第69圖に掲げたやうな所謂ビート法に屬する方式である。搬送周波数 f よりも 500 c/s だけ低い標準發振器を作り、兩者の唸り周波数を檢波増幅して採り出す。



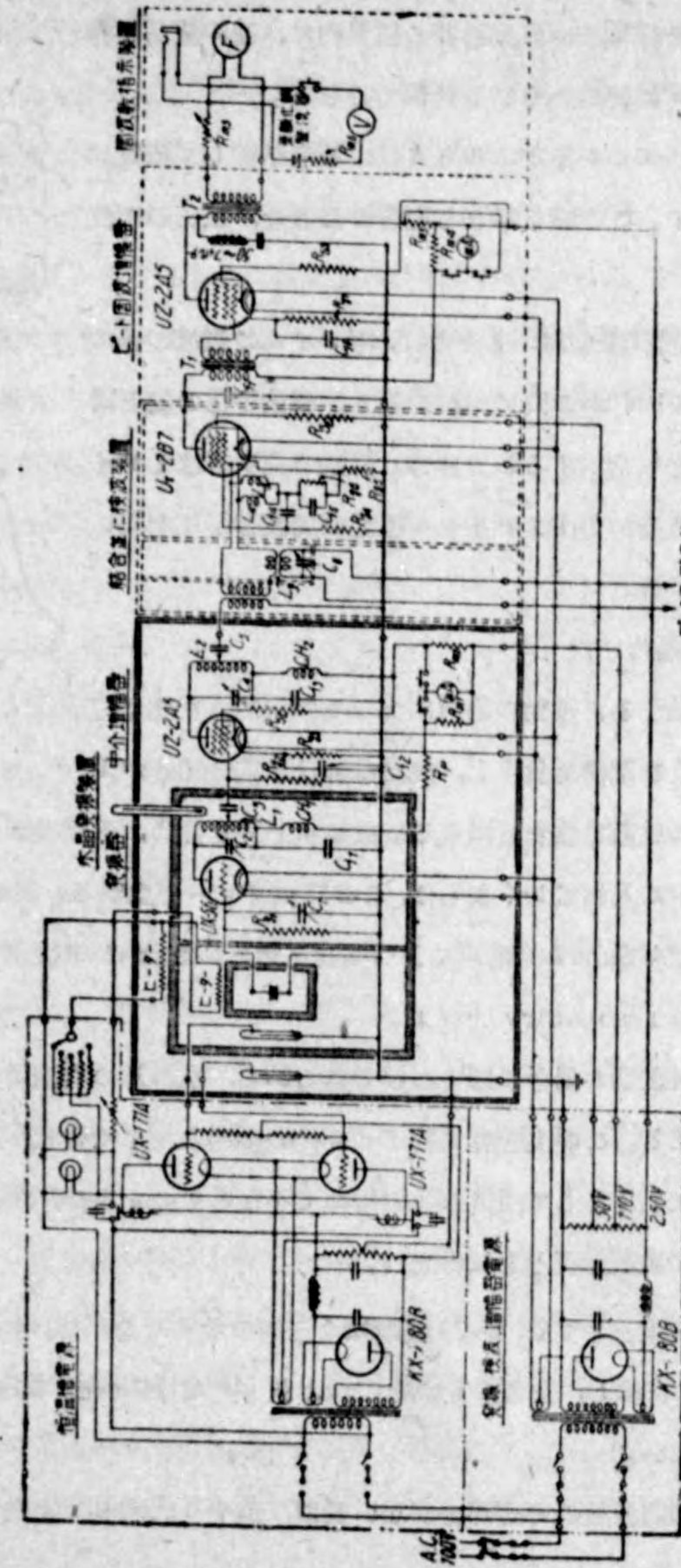
第 69 圖

搬送周波数が $\pm 4f$ だけ變化する場合

$$\text{唸り周波数} = (f \pm 4f) - (f - 500) = 500 \pm 4f$$

となつて、そのまま低周波 500 c/s の變化となつて出てくる。しかもその符號までも等しい。依つてこれを指示型の周波計へ入れて振らしむれば、搬送周波数の變化を読みとることが出来る。標準發振器は水晶制御の二重恒温槽入りの嚴重なものである。本装置の實例を第70圖に示す。

周波計は第71圖の如き接続であつて、1及び2の2箇の同調回路、及び酸化銅整流器より成つてゐる。各同調回路は第72圖に示す如く、僅かに異つた周波数で同調する如く調整され、500 c/s では兩者相等しい電流を通すやうになつてゐ



第 70 圖 周波数監視装置自局發送周波数監視装置接続圖

る。兩回路の整流電流は直流計器の磁界内に、互に直角に作られた2箇の可動線輪へそれぞれ供給される。

従つて恰度 500 c/s を加ふるときは、兩者平衡して指針は目盛中央を指す。この點を零とし左右の目盛を、正負の周波數で目盛る。

500 ± 4f の周波數を加ふるときは、兩コイルの電流の差によつて、正負ついかの側に指針が動き、周波變化の値と同時にその符號をも指示するのである。目盛の刻み方は1サイクルを示してあるから、0.5 サイクル程度の周波數變化を樂に讀むことが出来る。

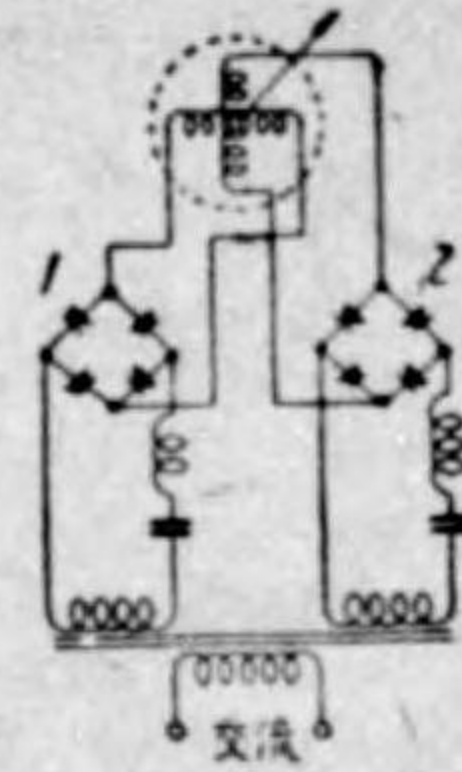
(b) 發光水晶片

水晶片が振動すると振動の節部に大なる機械的歪を生じ、この部分に多量の電荷を發生し、表面における電位傾度が大となる故、遂に放電を生ずるに至る。故に水晶片を豫め、低壓のネオン瓦斯を封入した容器の中に入れておくなれば、この時にグローを生ずる。この現象は1925年に Giebe 及び Scheibe 兩氏によつて發見せられた。かかる振動子を發光共振子 (Luminous resonator) と呼ぶ。

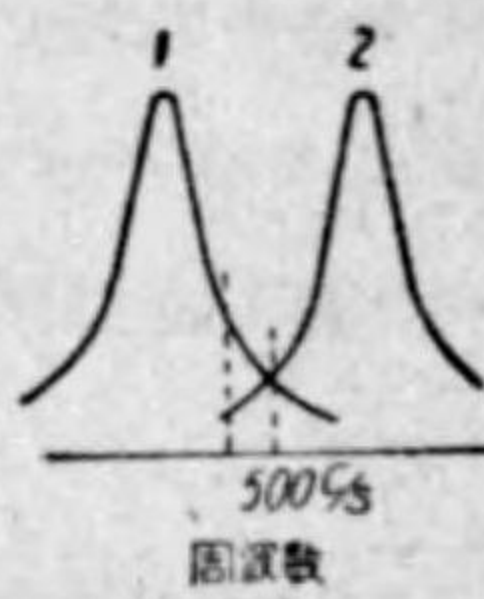
發光は、最強振動の場合に起るわけであるから、水晶片の共振周波數の附近で極めて尖鋭に光る。この尖鋭度は約 5 c/s 位の偏差のときに發光が止む程度になり得る故に、水晶片として溫度係數の極めて小なるものを用ひ、恒溫槽内に入れるならば充分周波數監視として役立つ。

周波數監視裝置としては、第73圖の如く三箇の水晶片を用ひ、中央の一箇を搬送周波數 f。に合はし、左右のものをこれより Δf だけ例へば 50 c/s だけ異なるやうにすればよい。

發光水晶片は周波數の可變部分がない故に、かやうに精密に指定周波數に合は



第 71 圖



第 72 圖

せて製作することは困難が多い。

この困難を救ふために側帶波を利用する方法がある。即ち f。をある低周波 f。で變調する場合、f。± f。なる側帶波を生ずる。この側帶波が發光水晶片の共振周波數と一致するときに發光するわけであるから、f。が知られ且つ水晶片の共振周波數が知られてをれば、放送機の搬送周波數を求めることが出来る。

第74圖はかかる方法の一例であるが、小電力で小型に作り得る利點がある。これに使用する低周波發振器は、200 c/s 位を連結に一つのダイヤルによつて變へ得るが如き餘り周波發振器で、その較正確度の高いことが必要である。

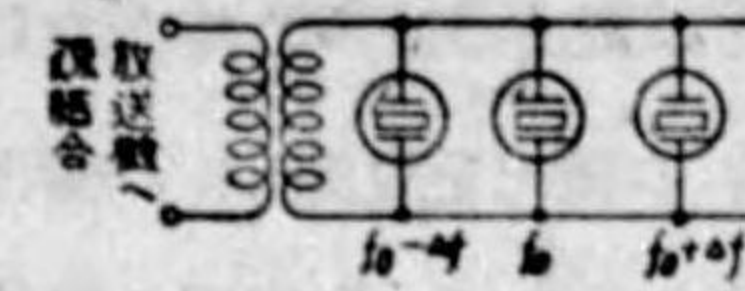
この方法で恒溫槽と低周波發振器とを良く設計すれば、5 c/s 以内の誤差で周波數監視を行ふことが出来る。

(c) 共振子

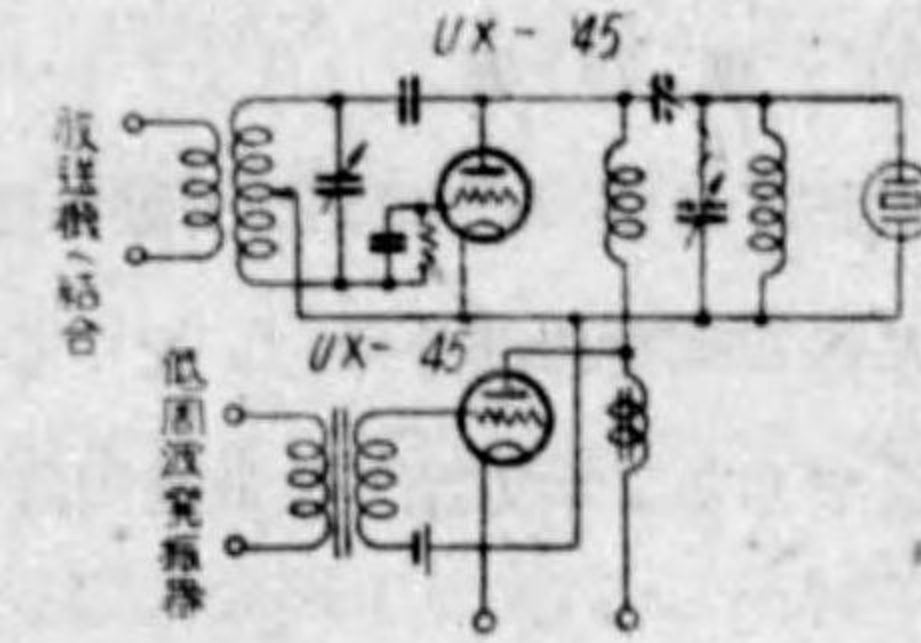
水晶片は單なる共振子として使用する方が、發振子として使用する場合よりも周波數確度が上る。即ち發振子として使用する場合には、附屬回路が必要となる故、どうしても周波數變化の危險が多くなる。これに反して單なる共振子として使用せば、純然たる水晶片の機械構造から定まるところの共振周波數で動作する故、周波數變化の因子が少くなり確度が上るのである。發光水晶片の如きも單に共振子として動作せしむる方法であるが、この他に以下述べる方法がある。

第75圖の回路で IC の同調周波數を、水晶の共振周波數と一致せしむるときは、入力高周波の周波數に對して、第76圖の如き同調曲線を畫き、共振周波數で極めて尖鋭に電流が落ち込む現象を呈する。

これは水晶片の直列共振に基くものであつて、以前から知られてゐる事實であ

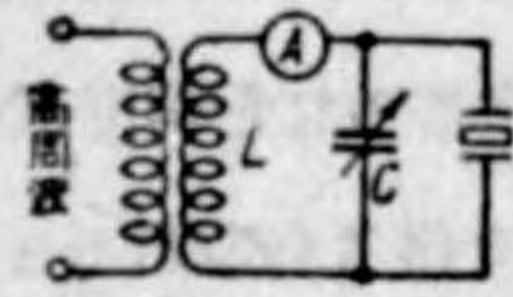


第 73 圖

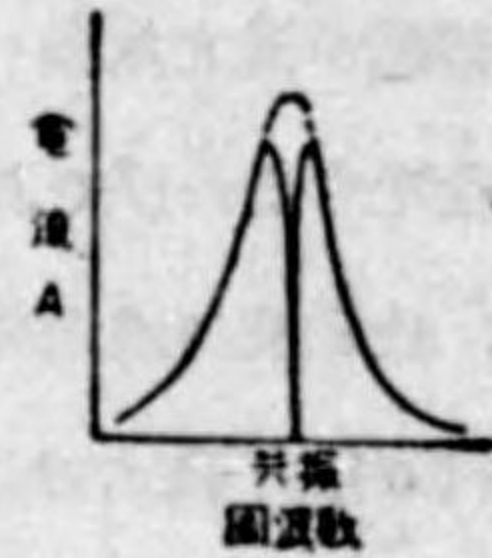


第 74 圖

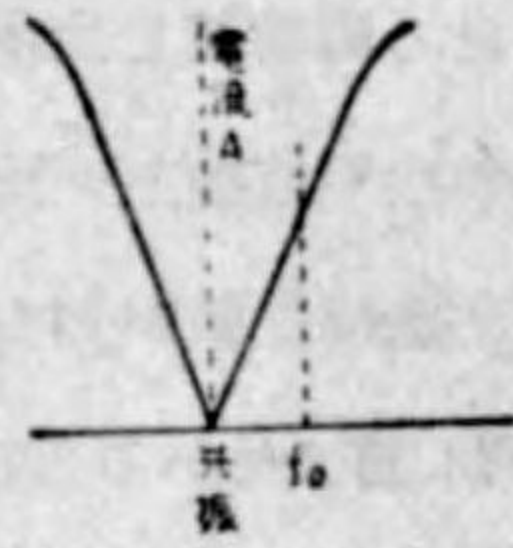
る。この電流の減少の傾度を利用して、第77圖の如く搬送周波数 f_0 を探るならば、 f_0 の變化を電流 A の變化として表はすことが出来る。従つて A を周波数で目盛るならば、指示型の周波数監視装置を作ることが出来る。



第75圖



第76圖



第77圖

共振子及び LC 回路は勿論恒温槽の中に入れる必要がある。

この電流變化部分は、 f_0 を中心として ± 100 c/s 位直線的となる故、極めて好都合である。本方法では放送周波数帯で 3 c/s 位の誤差で測定することが出来る。

第3節 高周波増幅器

3.1 高周波増幅器の基本的考へ方

高周波増幅器と、低周波増幅器との基本的差違は、単一周波増幅と、廣範圍周波増幅との點にある。

高周波増幅器は単一周波増幅器なるが故に、プレート負荷として同調回路を用ひ得る。従つて増幅方法として B 級または C 級増幅法を採用することが出来る。

低周波増幅器でも、或る特殊な目的のため単一周波を増幅することを目的とするならば、同調負荷を用ひる故、その動作機構は高周波増幅器と全く同様に取扱つて考ふことが出来る。

(a) A, B, C 級増幅法の比較

一般に真空管増幅器には、A, B, C 三種の増幅方式があることはここに述べるまでもないが、説明の順序としてその動作の基本的差違を比較してみよう。

A 級増幅はプレート電流波形にカット、オフが起らず、グリッド勵振に應じて、

そのままの波形の電流が得られる。従つて廣範圍周波の増幅、換言すれば音聲周波増幅に用ひられるものである。

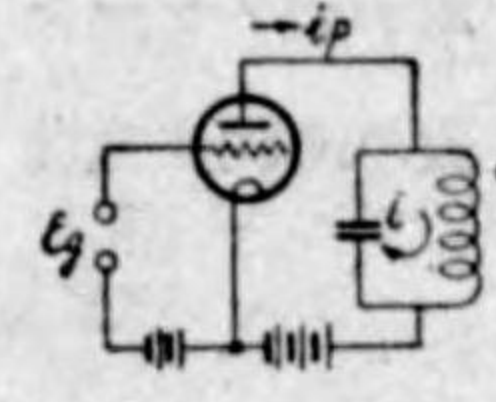
B 及 C 級増幅ではプレート電流に必ずカット・オフが起り、一週期を通じてグリッド勵振のままの波形が得られないのを特徴とする。従つてその波形の中に含まれる特定の周波数のみを、負荷回路の同調作用によつて、採り出す如き増幅作用を行はしむる場合に限り用ひられるものである。即ち単一周波増幅を爲すもので、高周波増幅器、または周波数選倍増幅器等に用ひられる。かやうな方式の生れるものは電力能率の如何によるのであつて、A 級はプレート能率が極めて悪い故、それぞれの目的に應じて B 級または C 級が発達したのである。

(b) C 級増幅法

プレート同調負荷回路は一度勵振されると、自由減衰振動を持続する。依つてこの振動回路に間歇的に衝撃を加ふるならば振動は永續する。即ち第78圖の如く



第78圖



第79圖



第80圖

プレート電流を極めて短時間衝撃的に加ふるによつて、負荷回路に純正弦波的输出が得られる理である。

即ち第79圖の如き回路でグリッド・バイアス電壓を充分に加へおきて、これに ϵ_0 なる勵振を加ふるとき、プレート電流は第78圖 i_p の如く極めて間歇的となる。この間歇的の衝撃を以つて負荷回路を勵振して、その中に含まれる基本波 i を採り出すのである。この動作は柱時計の振子を振らせ、第80圖の如くその週期の間の或る點で、間歇的に P なる力を加へてやり、振子の振動を持続せしむるのと同じ理である。これが C 級増幅法の基本的動作機構である。

かかる動作を爲し得ることは、プレート負荷回路として同調回路を用ひてゐる

ことに依るのであつて、その蓄勢論としての作用によるのであるから、かかる負荷回路をタンク回路と呼ぶ。

しかば i_p なる衝撃プレート電流と、 i なる振動電流との間に如何なる定量的關係があるか、このことは極めて重要な事柄であつて、 P なる力をいかやうに調整したら、振子の振幅を如何に変化出来るかを知ることと同様に、 C 級または B 級増幅の動作を解析する基本關係となるのである。

この説明に便するため、先づ一般の波形解析から述べよう。

(c) 波形の分析

第81圖(A)の如き衝撃的波形は、(B)の如き基本波、第二高調波、第四高調波に分解される。逆に(B)の如き三つの波形を合成すれば、(A)の如き衝撃的波形が得られる。

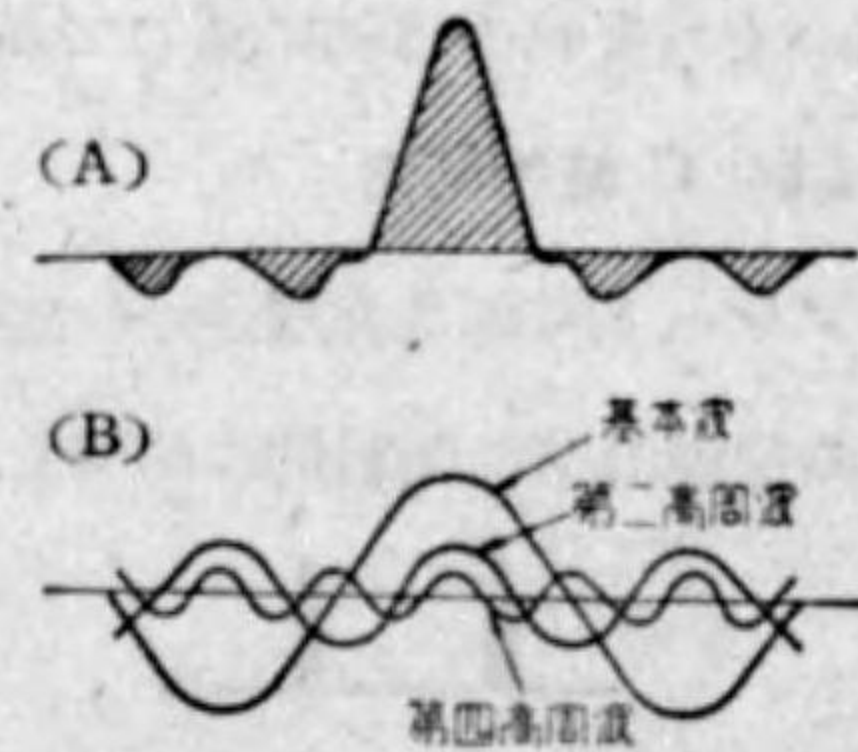
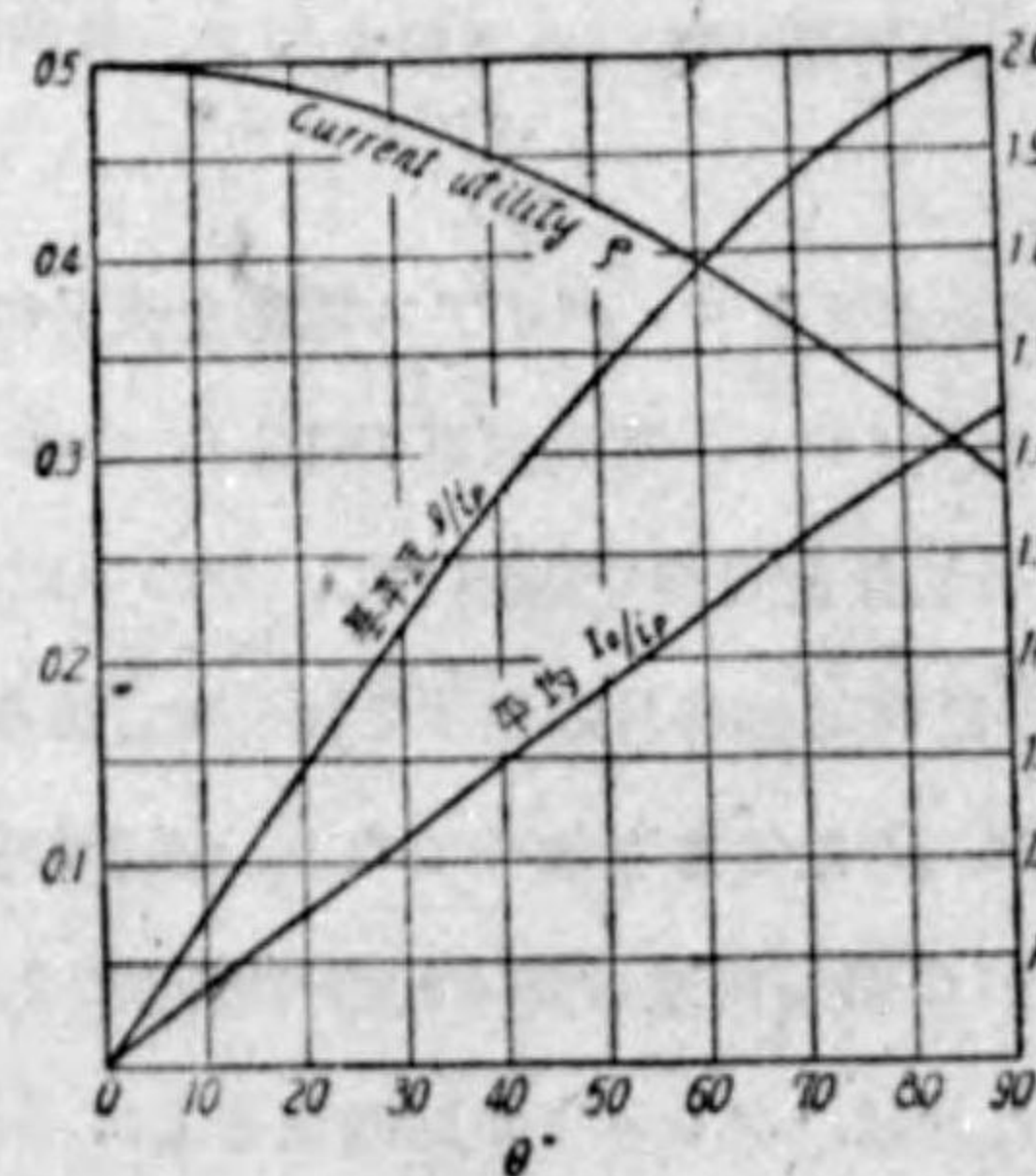
かかる理に依り C 級増幅器の衝撃的プレート電流は、基本波振動電流及び各種の高調波電流に分解される。

かかる分解を行ふ數學的取扱法を、フーリエ級數法と稱す。

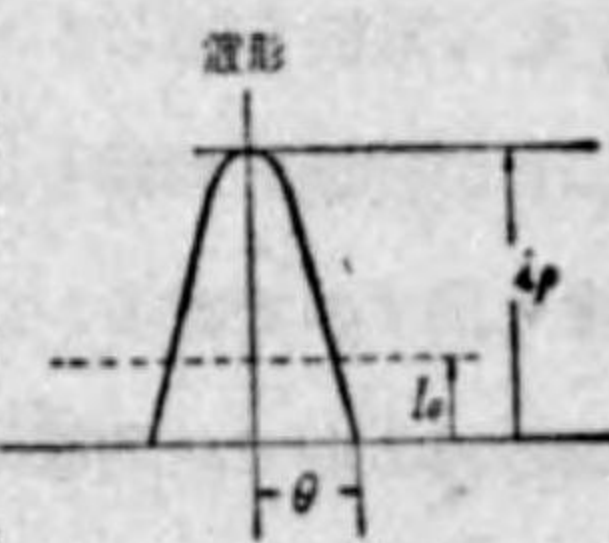
(d) プレート電

流と振動電流との關係

C 級増幅器のプレート電流 i_p と負荷出力振動電流 i との間には、一定の關係がある。即ちタンク回路を



第81圖



第82圖

勵振する衝擊の大きさ、及びその形と、タンク回路電流の振動振幅、即ち基本波との間に一定の關係がある。これは當然考へ得られることである。これをフーリエ級數の理論に依つて計算すれば、第82圖のやうになる。この關係は極めて重要なものである。

フーリエ級數によれば、第82圖の如き波形から數箇の高調波を算出することが出来るが、 C 級増幅として役立つのは基本波のみである故、圖表には基本波 f と他の量との關係を示してある。

i_p は衝擊的波形の尖頭値、 I_p はその平均値、即ちプレート直流電流計へ出てくる値である。

基本波 f は i_p の波形中に含まれるもので、負荷同調回路を閉回路として流れる電流 i とは別である。 i の大きさは負荷の構成によつて、如何やうにも變るものである故、 f で表した方が便である。即ち同調回路の L 側と、 C 側とを流れる電流のベクトルの合成値が、 f となるのであるから、 i_p のみで決まるところの f を知つておくことが重要である。

(e) C 級増幅器における高調波電流の行方

i_p 中の基本波は負荷回路へ出力として出て來るが、その波形中に含まれてゐる他の高調波電流は如何になるかといふに、その大部分は真空管プレートにおいて熱として損失になる。即ち負荷のコンデンサー側を短絡して、直接プレートで熱損失となるのであるが、一部は短絡が不充分となり、タンク回路へ表れて來て、空中線よりの高調波輻射となる。

以上で i_p なる波形の動作機構が、全部判明したわけである。

(f) B 級増幅法

B 級増幅法は $\theta = 90^\circ$ 即ち恰度半波だけプレート電流の流れる形をいふ。これは所謂直線増幅器 (linear Amp) と稱され、電力増幅器には廣く用ひられるが、勵振器としては用ひられることは少い。これは電力増幅器のところでも詳述する。

3.2 C級増幅器

C級増幅器の接続は第83圖の如くで、動作は第84圖のやうになる。

グリッド振動 = $\epsilon_g \cos \theta$

プレート電圧は 180° の位相差がある。 $\epsilon_p \cos \theta$

直流入力電流 I_0 は i_p の平均値

直流入力 = $E_p I_0$

高周波出力 = $\frac{1}{2} \epsilon_p \mathcal{I}$ \mathcal{I} は i_p の基本波

プレート能率 $\eta = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_p \mathcal{I}}{E_p I_0} = \frac{1}{2} \left(\frac{\epsilon_p}{E_p} \right) \left(\frac{\mathcal{I}}{I_0} \right) = \frac{1}{2} \epsilon \cdot \zeta$

ϵ = Voltage utility

ζ = Current utility

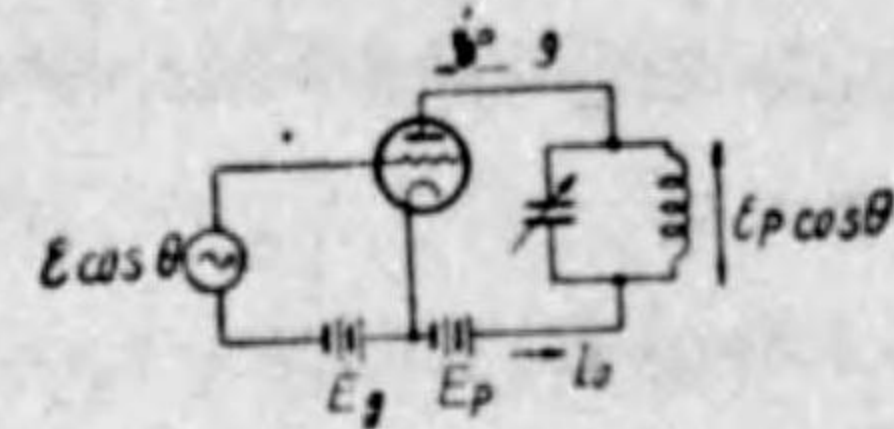
ϵ は負荷抵抗を高くすれば大となり、極限では1になる。一般にこの値は%で表はして、増幅器の動作を示す上に重要なものである。

ζ は動作角度 θ によつてきまる。即ちバ

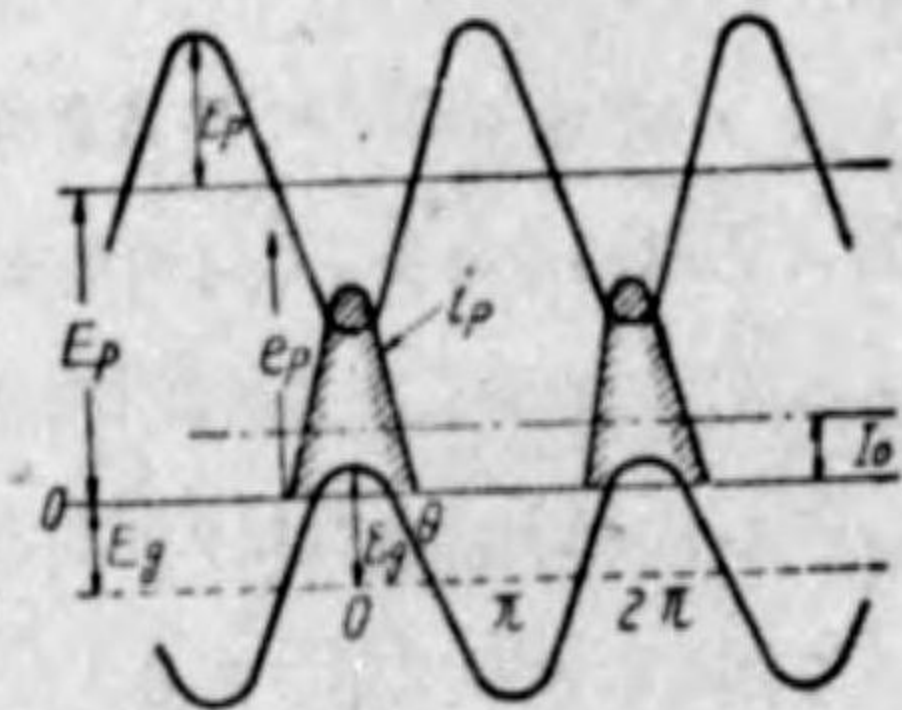
イアス電圧 E_g の採り方により大體決定する値であつて、これもまた増幅器の動作を示す上に重要なものである。

C級増幅の動作特性を以つて示せば、第85圖のやうになる。即ちプレート電圧 E_p 、グリッドバイアス電圧 E_g を以て動作し、 $\epsilon_g \cos \theta$ なるグリッド振動を加ふるとき、プレート電流は θ なる角度で流れ出し、EDなる直線に沿つて動作

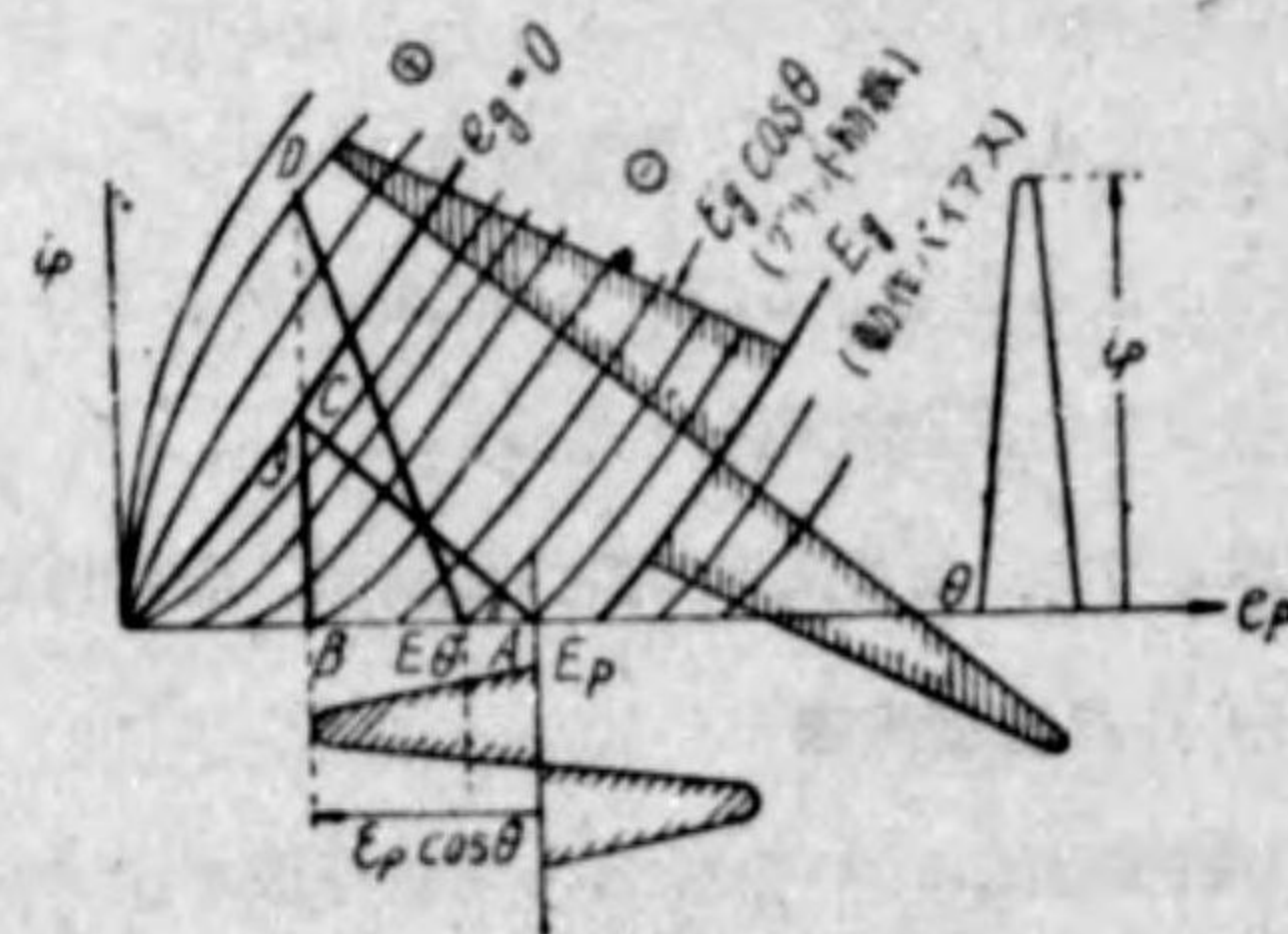
する。これを plate characteristic または tube characteristic と稱す。この電



第83圖



第84圖



第85圖

流 i_p 中に含まれる基本波により ϵ_p なるプレート電圧を生じ、ACなる直線に沿ふところの動作特性を畫く。この AC を load charactic と稱す。

これ等の動作特性曲線によつて各種電流、電圧、または出力等を知り得る。

load charactic の角 BAC を σ とすれば

$$\text{負荷抵抗 } R_p = \cot \sigma$$

として與へられる。また

$$\text{出力} = \frac{1}{2} \epsilon_p \mathcal{I} = \frac{1}{2} AB \cdot BC = \text{面積 } ABC$$

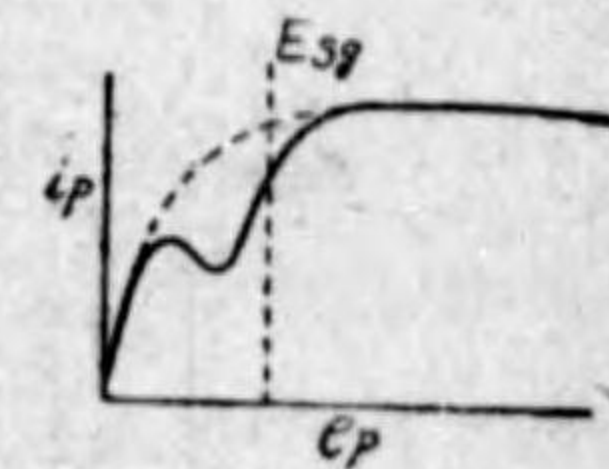
として與へられる。これを power triangle と呼ぶ。

前式でプレート能率 η は ϵ 及び ζ に比例することを知る。即ち負荷抵抗が高くて ϵ が大となるほど η は大きくなり、また第82圖に示す如く、 ζ はカットオフ角度 θ の函数として變る故、 θ が小となるほど ζ が大となり、 η が大となることを示す。この事實は θ を小としてプレート電流波形を衝撃的にすれば、するほど、プレートの損失が減少し、能率が向上することを示す。

C級増幅器は ϵ 及び ζ を大にとつて、高能率に動作せしむるを一つの動作目的とする故、現在の放送機では、主として高周波勵振器、即ち Excitor として、用ひられることが多い。

また真空管はこの目的から、三極真空管の代りに、四極真空管を用ひるのが普通である。

四極真空管の動作は、第86圖に示す如く、プレート電圧 e_p がスクリーングリッド電圧 E_{sg} に等しい附近で、負性抵抗を示す。依つて無歪増幅器として使用するには、不都合である故、C級の高周波勵振器として多く利用價值がある。

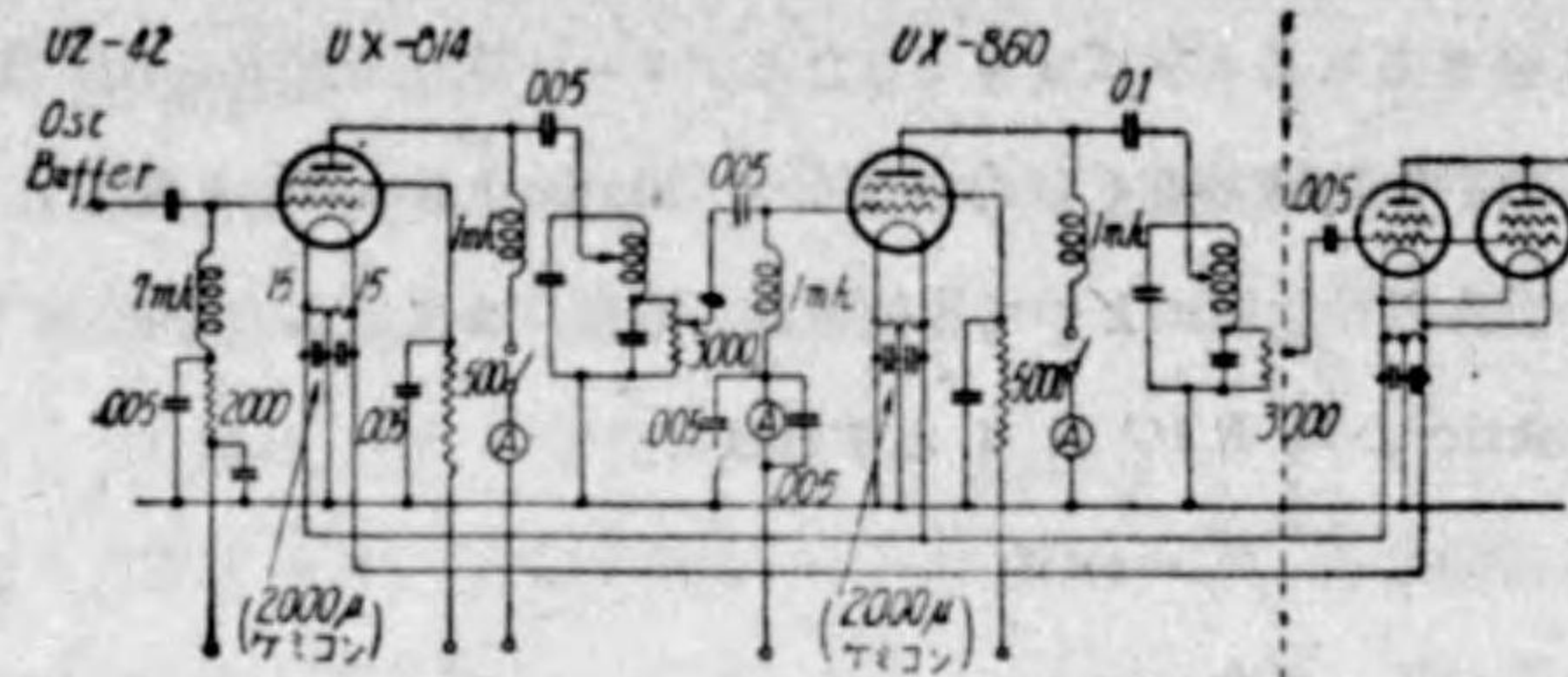


第86圖

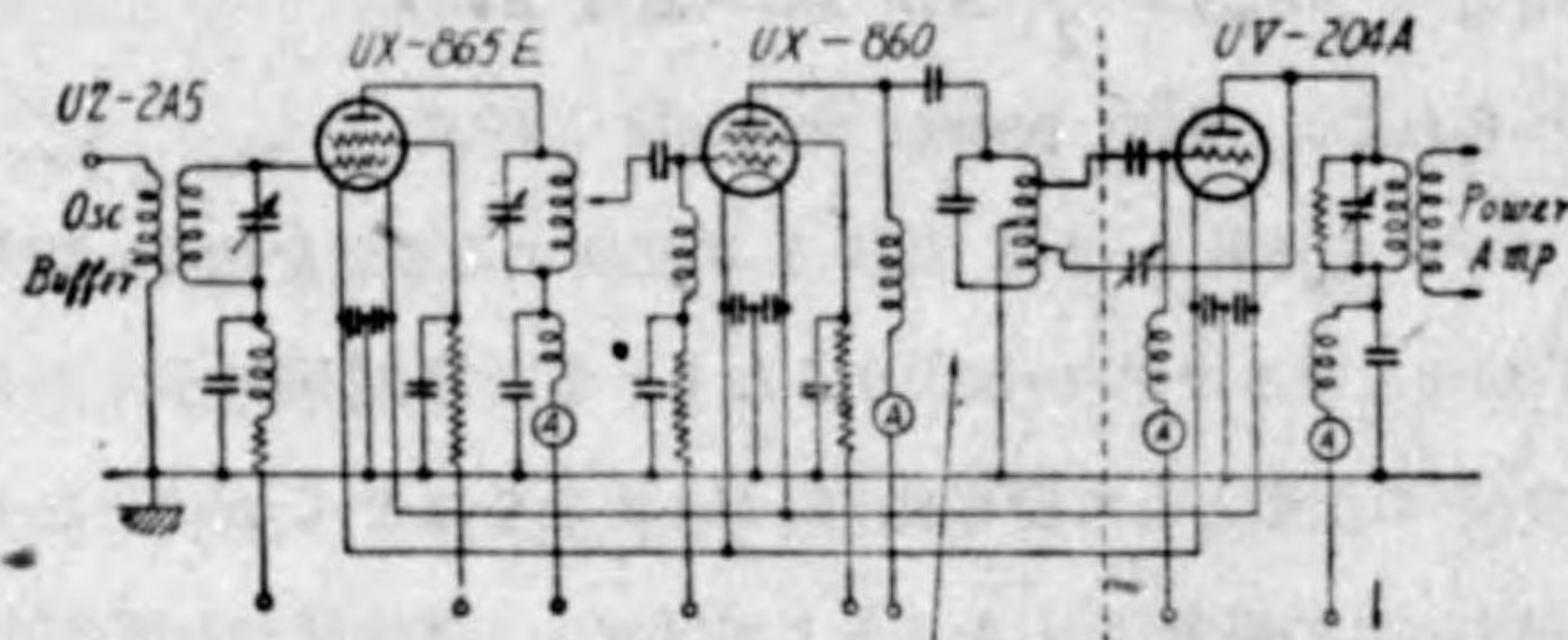
3.3 増幅器の實際

高周波勵振器として重要な點は次の如くである。

(i) 動作安定にして、寄生振動發生の恐れなきことを要す。

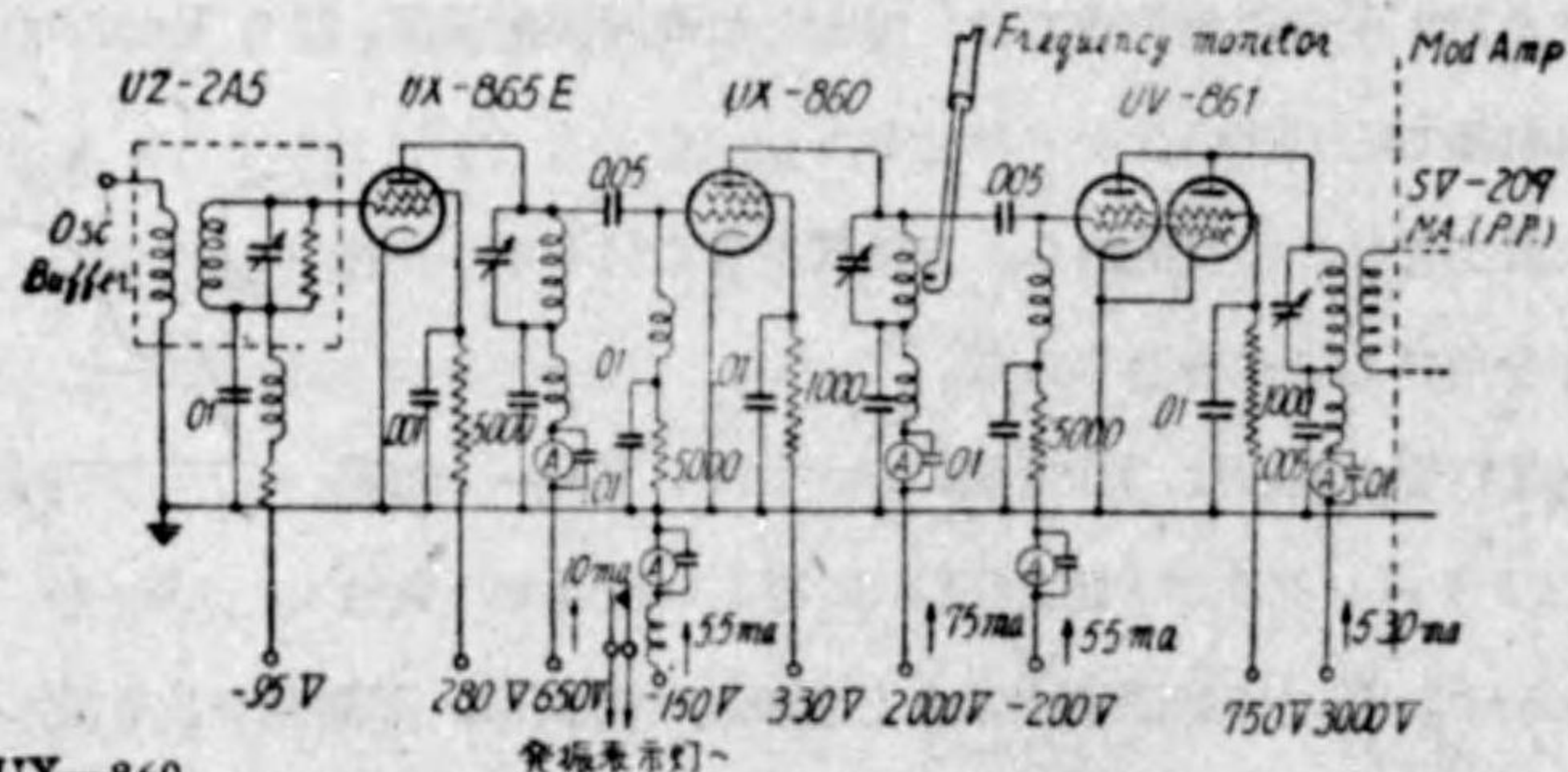


第87圖 富山放送局用(500W)



Mod Amplifier 三極管
に入れたニトロロを挿入
角めに特殊な回路をとる

第88圖 山形、帯廣兩放送局(500W)



UX-860
UV-861 は全部豫備の真空管を實装して一動作にて G.P.F. を切替へ
得る如くなす。
UX865E グリッド入力回路は遮蔽兩饋運結合をさせてある。
則波監視装置へ常に無變調電波を導入する爲、UX-860 のステージより搬送波
を探る。
發振指示燈は UX-860 のグリッド電流によつて動作する繼電器を用ひ、水晶發
振器の發振停止せる時故障表示をなましむる。

第89圖 JOAK 150kW送信機

- (ii) C級増幅として、能率を上げ得る
 - (iii) 變調の點を考ふる必要なく、従つて ξ 最も最大にとれる特徴あり
 - (iv) 遮蔽グリッド真空管を使用出来る利點あり
- 第87圖乃至第89圖に實例を掲げて、その構成の説明に代ふ。

第4節 電力増幅器

4.1 變調波の増幅

電力増幅器とは、低電力變調方式の放送機における變調波の増幅を行ふところ
の終段電力増幅器、または中間電力増幅器をいふ。従つて變調波の増幅といふ點
に特徴があり、これが勵振増幅器と異なる點である。

變調波の増幅を行ふためには、直線的特性を有する増幅器が必要である。これ
がため電力増幅器には原則として、B級増幅器が用ひられる。

しかしながら實際は使用真空管の特性如何により、特に大電力真空管において
は、その特性の裾の部分の彎曲が甚だしいため、B級増幅法では直線的増幅特性
が得られない場合が多い。依つて實際はC級増幅法を採用して、かかる點の補償
を行ふ場合も少くない。

(a) 電力増幅器に要求される基本條件

- (i) 使用真空管及びその使用状態に充分の餘裕をもたせ、100%變調の變調波
の最大値の場合も、歪なく増幅し得ることを要す。これがためには、搬
送波電力の4倍の最大出力を出し得ることを要す。
- (ii) Voltage utility ξ は搬出波の場合は、100%變調の場合の半分になるを
以つて、適當に選定し餘裕を残すを要す。従つてプレート能率は或る限
度以上高くし得ず。

一般の真空管では歪なき増幅を行ふためには、最大 ξ は70%~80%程
度、搬送波では35%~40%である。依つて能率 η は最大33%程度で

ある。

- (iii) Current utility ζ は B 級の場合は、1.57 であり、一定、変調率の變化即ち ε の變化に對し ζ は不變である。C 級動作としても、一般に θ は 90° に近いところで動作せしむる故、 ε に對しての變化は比較的少いと見てよい。即ち能率 η は殆ど ε のみに比例すると考へて宜しい。但し 100% 變調の場合のの最大值は、フィラメント全放射電流の 60% 乃至 70% 以内に止むるを要するを以つて、C 級動作とする場合は ζ の値に對し充分の注意を要する。
- (iv) 搬出波出力を興ふる動作状態におけるプレート損失が、真空管の許容最大損失以内たるやう注意を要す。
- (v) 100% 變調における最大グリッド正電壓 ($\varepsilon_g - E_g$) が最小プレート電壓 ($E_p - \varepsilon_p$) に對し、或る限度以下たるを要す。これは使用真空管に依つて異なるが、大體半分以下とすれば宜しい。

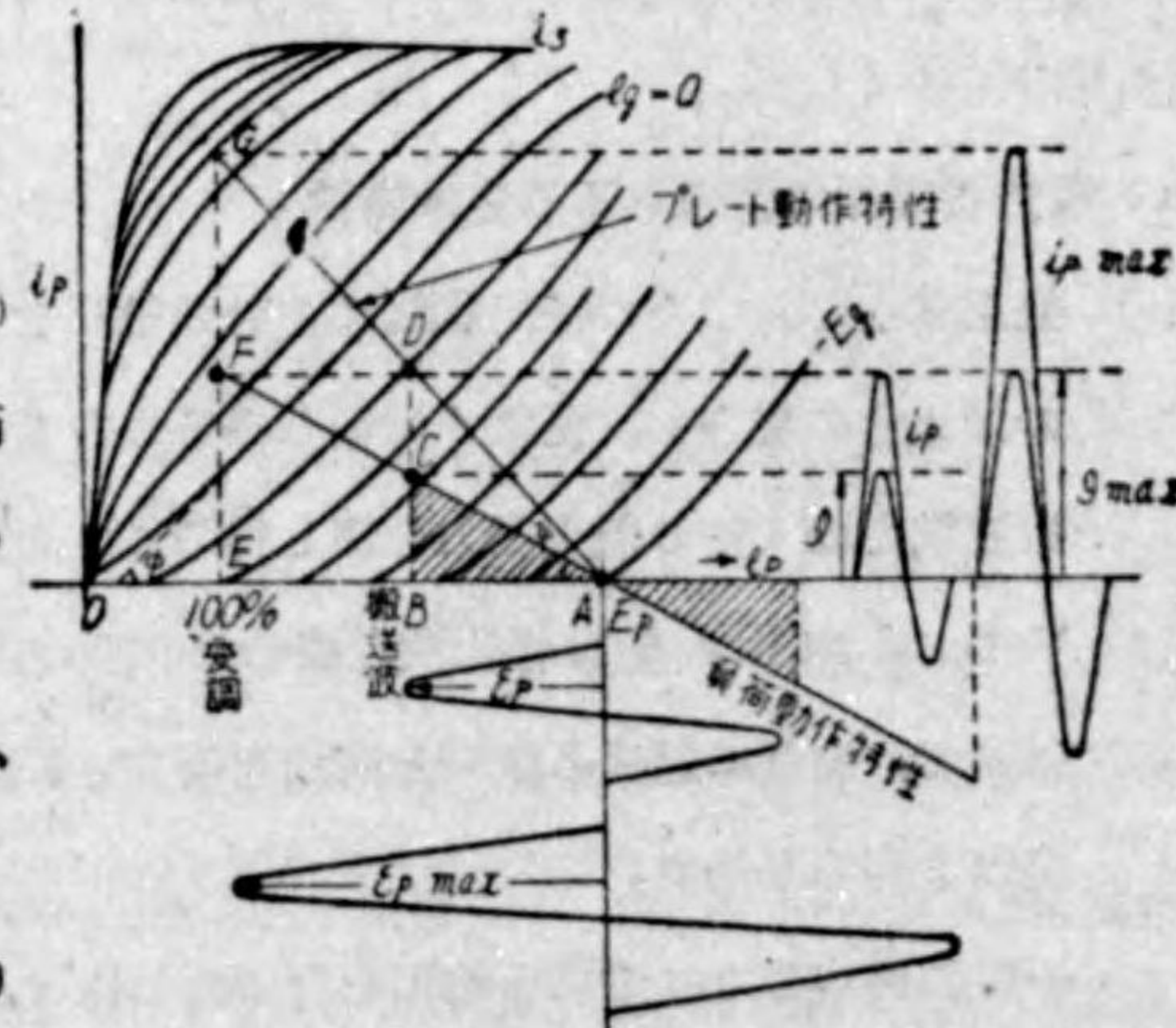
無歪増幅をなし、しかも動作状態が適切で、必要以上に大容量の真空管を使用しないやうにするには、大體上記の各種の條件を満足するやうにしなければならぬ。

(b) 電力増幅器の動作

(B 級)

以上述べた基本條件を満足せしむるには、如何なる動作状態としたらいいか、實際の動作特性曲線について考へて見よう。

動作特性曲線は、第 90 圖のやうにする。B 級では



第 90 圖

$\theta = 90^\circ$ となり、恰度半周期だけ電流が通る故、tube charactic も load charactic も A 點、即ちプレート電壓 E_p に相當する點より出發することとなる。これが B 級動作の特徴である。ABD は搬送波の状態、AEG が 100% 變調の状態であつて、AE、EG ともにそれぞれ AB、BD の 2 倍に達す。

i_s は飽和電流値を示すものであつて、これはフィラメントの全放射によつて定まる。

第 90 圖より

$$\begin{aligned} \text{出力} = ABC \text{ の面積 (power triangle)} &= \frac{1}{2} AB \cdot BC = \frac{1}{2} \varepsilon_p \cdot \mathcal{I} \dots\dots \text{搬送波} \\ AEF \text{ の面積} &= \frac{1}{2} AE \cdot EF = \frac{1}{2} \varepsilon_{p \max} \cdot \mathcal{I}_{\max} \\ &= 2 \varepsilon_p \cdot \mathcal{I} \dots\dots 100\% \text{ 變調最大出力} \end{aligned}$$

興へられたる出力に對し、AB を大にするか、BC を大にするか、いずれかの二方法があるが、この決定は前の基本條件に適當するやうにとる。最適動作状態の決定は結局 G 點を如何に定めるかにある。フィラメント全放射電流はタングステン・フィラメントでは、大體フィラメント加熱電力 1 watt 當り 4 mA 乃至 7 mA と考ふれば宜しい。

前にも述べたやうに、load charactic の傾度 ϕ より

$$\text{負荷抵抗 } R_p = \frac{\varepsilon_p}{\mathcal{I}} = \cot \phi$$

また特性曲線の傾き ϕ より

$$\text{内部抵抗 } R_s = \frac{\varepsilon_p}{i_p} = \cot \phi$$

として、二つの量が興へられる。これ等の量は後節の説明に必要な重要なものである。

一般に G 點附近の特性曲線は不明である。従つて、所要の 100% 變調最大出力に相當する $\triangle AEG$ (例へば 10 kW 終段電力増幅器ならば 40 kW に相當) を

決定するには、プレート電圧 E_p を適当に採つて $ip_{max} = EG$ の値を i_s の60%乃至70%位になるやうにすればよろしい。 i_s は普通の國産水冷式真空管では、5 mA/watt 位の見當とする方が安全である。

$\epsilon_p \text{ max} = AE$ の値はこのとき $E_p = AO$ の値の70%乃至80%程度になるやう選ぶ。

かくして100%變調最大出力の動作點がきまると、搬送波の $\triangle ABD$ が解る。即ち搬送波出力は、 $\triangle ABC$ できまり、プレート直流入力は $E_p I_o$ から知られる。ここに I_o は i_p の平均値であつて、前に示した第82圖の計算曲線で求められるもので、實際のプレート回路に入つてゐる直流電流計に出て来る値である。これはB級の場合は $\theta = 90^\circ$ で $I_o/i_p = 1/\pi = 0.319$ として、 BD の値から直ちに知られる。そこで $E_p I_o$ なる直流入力が知られる故、搬送波出力を差引いたプレート損失が、許容限度内にあるや否や、判定出来る。或はまた初め AE の値をきめてゐる故に、 AB の値も定まつてゐる故に、 $\eta = \frac{1}{2} \epsilon \cdot \zeta$ の式から搬送波の場合のプレート能率を求め、(B級の場合は $\zeta = 1.57$)、逆にプレート損失の判断を行つてもよろしい。

以上のやうな方法で増幅器の動作の大體が判明する。搬送波の場合の D 點は、一般の特性曲線で示されてゐる範囲内にある。従つて、この點からグリッド勵振電圧 ϵ_g が直ちに求められ、更にグリッド勵振電力を推定する出發點となる。100%變調の場合には、 $2\epsilon_g$ の勵振となる故、 $(2\epsilon_g - E_g)$ から、グリッド最大正電圧が知られる。この最大正電圧の値が、プレート最小電圧 $(E_p - \epsilon_{p \text{ max}}) = OE$ に對して、如何なる割合となるかといふことが重要である。これは前述したやうに安全に採るならば、50%以下となるやうにすればよろしい。

4.2 グリッド勵振

最大グリッド正電圧を、最小プレート電圧に對して、如何にとるかといふことは、グリッド正電圧によつて流れるグリッド電流が、過大になると變調波形の歪

を生ずるに至るが故に、變調歪の點から重要な問題である。

グリッド電流なるものは、真空管の構造によつて靜電的に定まるものであるから、グリッド電圧が正電位になつても、プレート電圧が高ければ過大になることはない。それ故グリッド正電圧を、出来るだけ低くすることが望ましい譯であるが、真空管を能率良く使用するためには、 ϵ を大きく採つて、 $(E_p - \epsilon_{p \text{ max}})$ を小さくし、しかも所要の電力を得る必要から、無暗に低くするわけには行かぬ。

經驗上グリッド正電圧は、最小プレート電圧の50%程度までは許し得る。即ちこの程度以下にすれば、變調歪は實際上問題にする程にはならぬ。ここで經驗上といふのは、グリッド電流なるものは、次に述べるやうに、その構成物質の如何により、また動作電圧の如何によつて相當の二次電子放射を行ふが故に、個々の真空管によりまた使用状態により、必ずしも理論的に推定することが出来ぬからである。

(a) 勵振電力

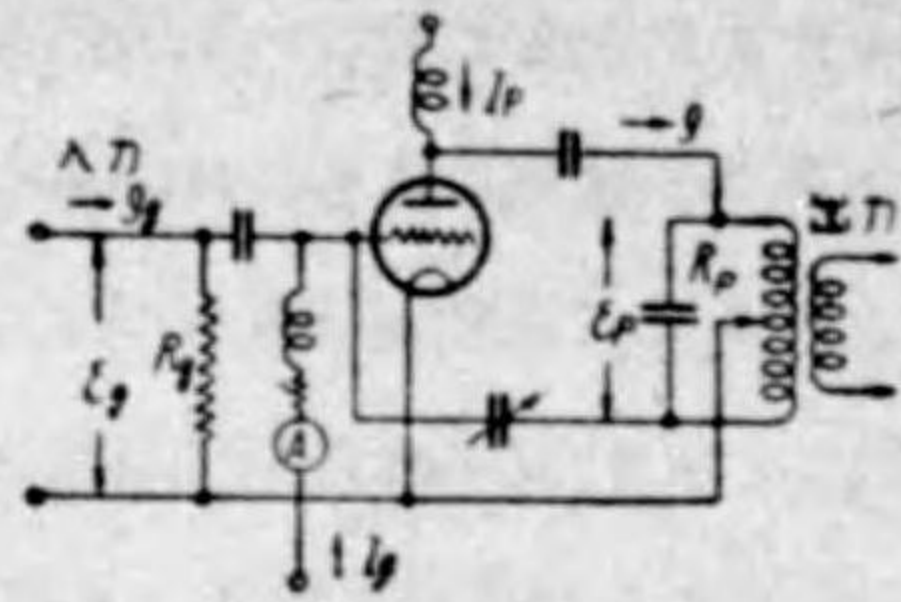
動作特性曲線から、グリッド勵振電圧 ϵ_g が知られることは前に述べた。従つて100%變調の場合の $2\epsilon_g$ 値も直ちに解る。

真空管の増幅定数 μ が大なるときは ϵ_g は僅少ですみ、 μ が小なるときは ϵ_g は大なることを要する。それ故 μ の大なる真空管 (high μ tube) は小なる真空管 (low μ tube) に比して、グリッド勵振電力が僅少で足るやうに考へらるるが、實際は必ずしもしからず、大體兩者大差ないものと考へてよろしい。何故ならばグリッド勵振を行ふには、單に ϵ_g なる電圧を與ふるだけでは出來ない。グリッド電流が流れるが故に、歪なき増幅を行はんとすれば、どうしても或る程度の勵振電力が必要となるからである。特にグリッド二次電子電流が著しい場合は勵振電力に相當の餘裕をもたせる必要がある。

勵振電力は第91圖によつて次のやうに與へられる。

$$\text{勵振電力} = \frac{1}{2} \epsilon_g I_o = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_g^2}{R_o}$$

グリッド入力とプレート出力の比を、電力増幅器の power ratio といふ。これは電力の増幅度を示すものであるが、上で述べたやうに歪無き増幅を行ふには、グリッド勵振に或る限度があつて、無暗にこの比を大きくすることは出来ぬ。



第 91 圖

一般に μ に無關係に大體 power ratio を、10:1 程度にする必要がある。例へば 10kW の終段電力増幅器を動作せしむるには、その前の段は 1kW 程度の出力が必要であるといふことである。

このことは重要な點で、電壓増幅器例へば勵振器または音聲増幅器等では、その増幅度は真空管の μ に關係して、 μ が大なる程グリッド勵振が小さくてよいのであるが、電力増幅器では大體において μ に無關係に 10 倍の電力増幅度をしか得られない。

勵振電力が不足のときは、變調歪を伴つて波形の頭が潰れる。これは變調してゐる場合に、プレート電流計の振れが、搬送波の場合よりも減ることから、外見上大體推定がつく。

(b) グリッド二次電子放射

グリッド電流は靜電的に定まる以外に、その物質及び動作電壓によつて、二次電子を放射する。即ちグリッドが、フィラメントに比較して正電位になつたとき、グリッドへ流れ込む電子の衝突のエネルギーに依つて、表面から電子が叩き出される。この電子を二次電子と呼ぶ。叩き出された二次電子は、一部はグリッド自身へ、一部はプレートへ流れ込む。従つて、グリッド電流は寧ろ減少するやうになる。その様子は第 92 圖のやうになる。



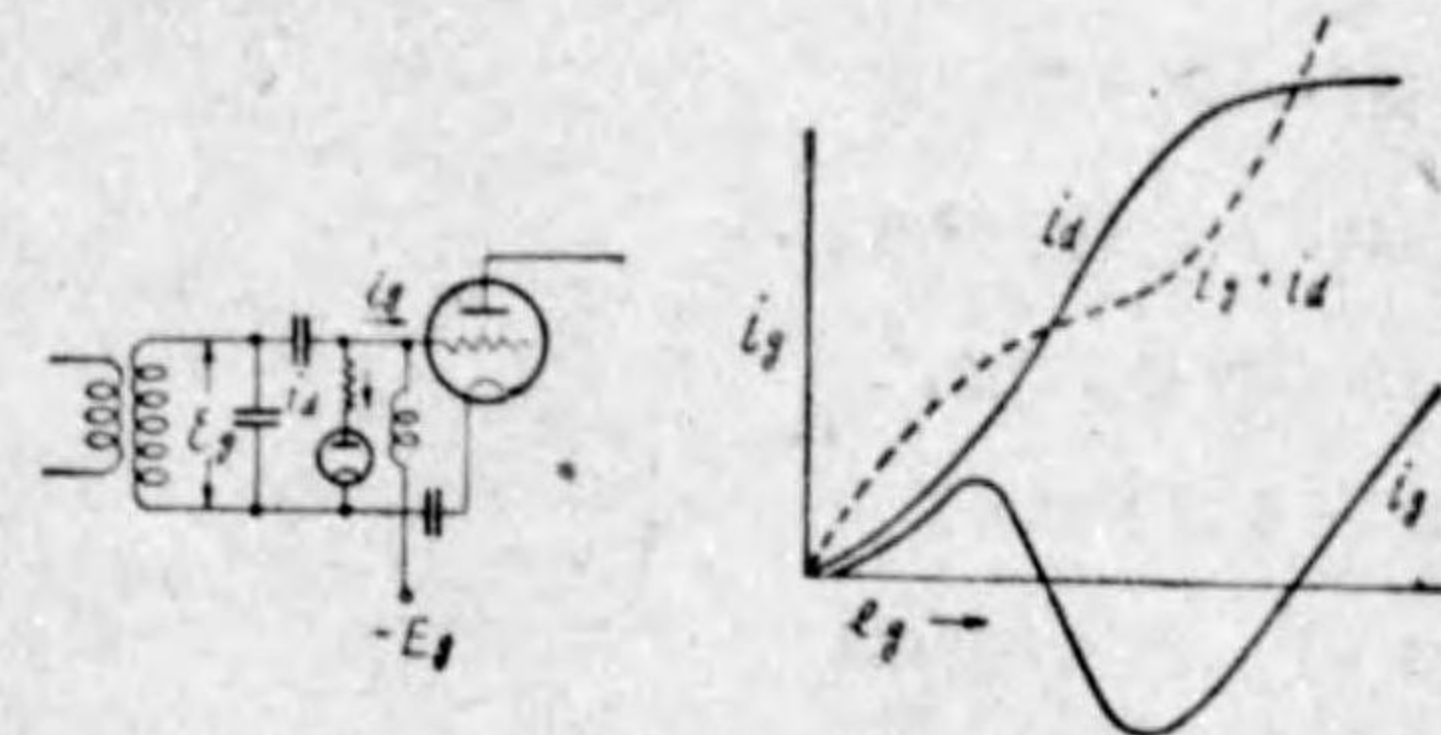
第 92 圖

グリッド電壓 e_g を高めるに従つて、電流 i_g が減する範圍がある。かやうな現象は、普通のオームの法則から考へられる現象とは、恰度逆である。故に負性抵抗 (Negative resistance) を呈するといふ。

かかる現象は、水冷式真空管において著しい。

グリッド勵振が負性抵抗の範圍に及んでゐるか否かは、外見上グリッド電流計の振れが負であるか、または變調時に減少するかで判斷出来る。

グリッド電流がかやうに不規則な形で流れ、しかも負性抵抗を呈するときは、



第 93 圖

勵振電壓 e_g が甚だしい歪を受けることとなる。依つてこれ等の影響を可及的に少くするためには、勵振電力が充分餘裕をもつことが必要となるのである。更にこの負性抵抗を補償するために、第 93 圖のやうに、ダイナトロン・サブレッツサーを入れて、合成電流を陽性とする場合もある。

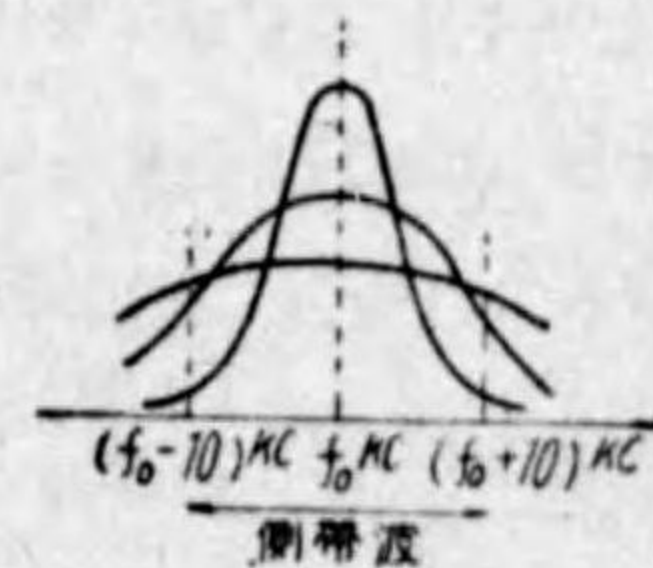
4.3 プレート負荷回路

電力増幅器のプレート負荷抵抗は、4.1の(b)項で述べたやうにして、最適の power triangle を決定することから決つてくる。即ち load charactic の傾き φ より

$$R_p = \cot \varphi$$

として R_p が決定するこの R_p を所謂並列同調回路で、構成すればよろしい。構成の方法は多數あるが、いづれにしても次の點を留意しなければならぬ。

- (i) 同調特性によつて、必要な側帯波が切り取られてはならぬこと



第 94 圖

(ii) 側帯波を切り取らぬ限度において、同調特性を尖鋭として、搬送波以外の高調波を除くやうにすること

即ち第94圖の如き同調曲線を、餘り尖鋭ならしめず、10 kc の側帯波の低下を1 db 以内に留むる程度にすればよろしい。

實際の回路の構成は第95圖の如く無數に考へられるが、最も普通に用ひられるものは、

(b)(d)(又はe), 及び(f)の三方法に歸する。ブツシュ・ブ

ル増幅法では、かかる

回路を2個組合せた構成と思へばよろしい。

要するに如何なる方法でも、プレートからみた場合に同調して純抵抗となり、その値が豫定の R_p となるやうに設計すればよろしい。

(a) は基本回路であつて、

$$R_p = \frac{L}{CR} = \frac{R^2 + \omega^2 L^2}{R}$$

となるやう L, C, R を決定すればよろしい。

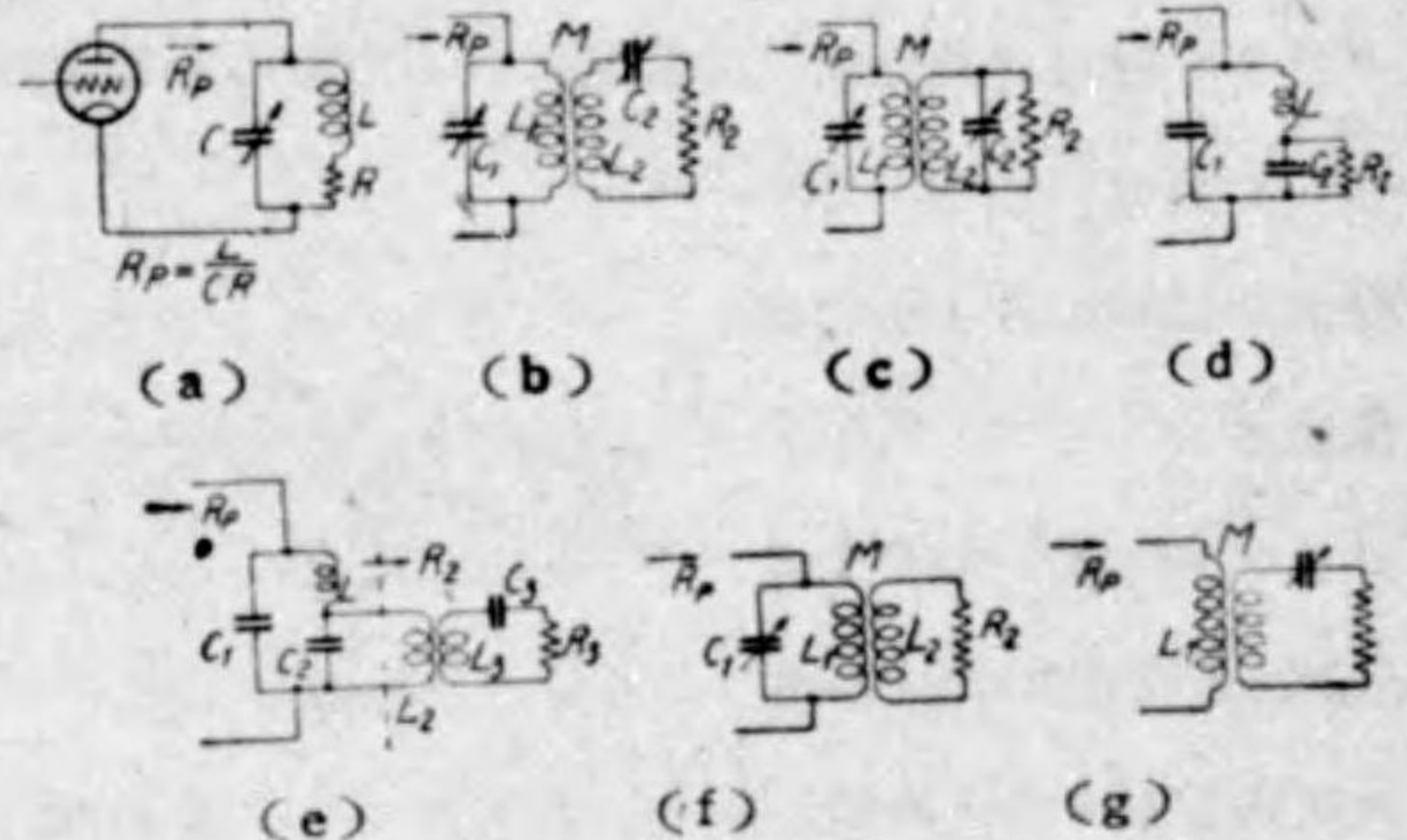
(b) は (c) と全く同種で、いづれも二次回路が同調してをる場合である。

(b) の場合二次回路が誘導結合 M を通して、一次回路に與ふる影響は、單に一次回路中に $\frac{(\omega M)^2}{R_2}$ なる抵抗を入れたことに相當する故に、

$$R_p = \frac{L_1}{C_1(\omega M)^2} = \frac{L_1 R_2}{C_1(\omega M)^2}$$

となる。

(f), (g) はいづれか一方が非同調の場合である。



第 95 圖

(f) の場合二次回路の影響は

$$\frac{(\omega M)^2 R_2}{R_2^2 + (\omega L_2)^2} - j \frac{(\omega M)^2 \omega L_2}{R_2^2 + (\omega L_2)^2}$$

が一次回路へ入つたことになる。この $-j \frac{(\omega M)^2 \omega L_2}{R_2^2 + (\omega L_2)^2}$ だけ L_1 を餘分に見込んで、(b) の場合よりも、大きくしておけば完全に同調がとれ、従つて、基本(a)の場合と同様になる。(g) の場合も同様で、二次回路から一次回路へ及ぼす影響を、 $-jL_1$ となるやうにすれば、完全に同調がとれて純抵抗 R_p となり得る。

(d), (e) は容量結合回路とみられるもので、所謂 π 型回路に屬する、(d) が基本型で(e)は、ただ R_2 を (g) の方法で更におき代へた型である。

(d) の場合構成の素子は次のやうになる

$$\frac{1}{\omega C_1} = \frac{-R_p \cdot \omega L}{R_p + \sqrt{R_p R_2 - \omega^2 L^2}}, \quad \frac{1}{\omega C_2} = \frac{-R_2 \cdot \omega L}{R_2 + \sqrt{R_p R_2 - \omega^2 L^2}}$$

(d) より (e) への如くして順次複雑なる高級回路を作ることが出来る。高級なる回路を作る理由は、要するに前に述べた二條件、即ち側帯波の切除と、高調波の除去を適切にするためである。

(a) の如き基本型についていへば

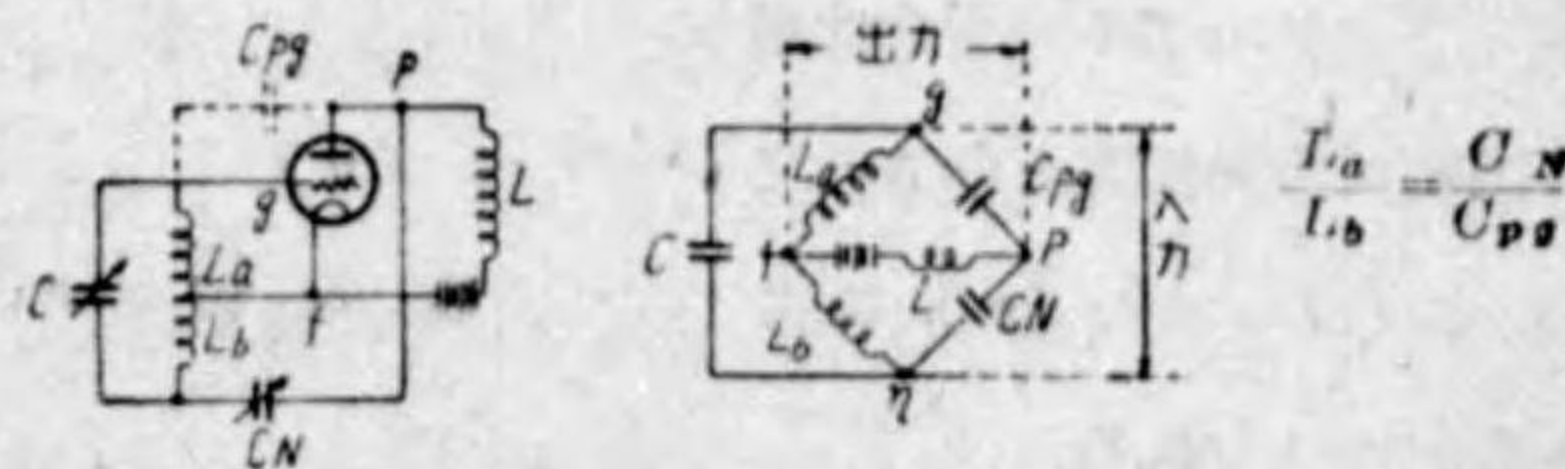
$$\frac{R_p}{1/\omega C} = \frac{\omega L}{R} = S = \frac{kVA}{kW}$$

として、これを10位になるやうにすれば、上の二條件が満足される。

4.4 中和法(平衡蓄電器)

三極真空管増幅器では特殊な場合を除き、普通は平衡用蓄電器を用ひて、真空管容量を中和し動作の安定を計る。

中和の方法は種々あるが、著名なる代表的方法は次の二つである。



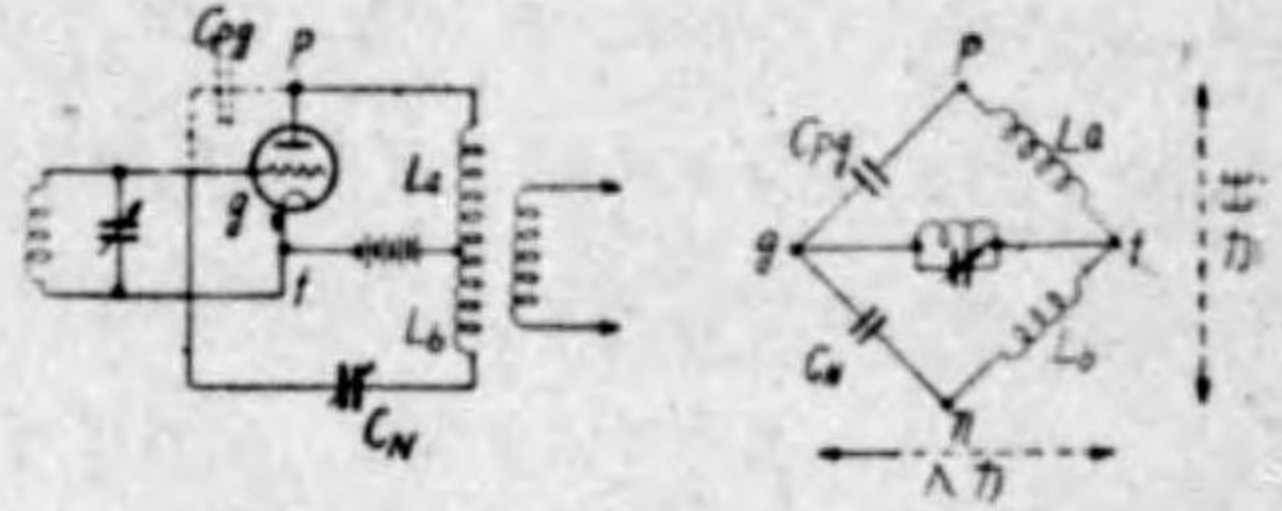
第 96 圖 ライン中和蓄電器方式

(i) ライス中和蓄電器方式

第96圖の如く I_a は並列に $g-f$ 間の容量が入ってくる故に、この方法は全周波数に対して、平衡は成立しない。

(ii) ハゼルチン中和蓄電器方式

この場合も第97圖の如く I_a に並列容量が入る故に、全周波数に対して成立しない。



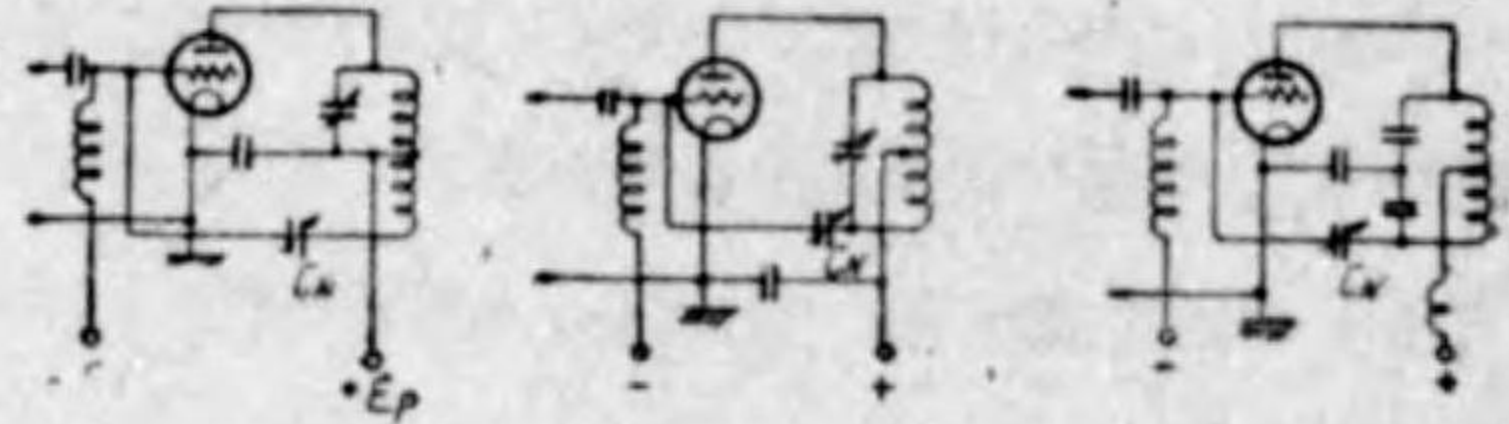
第97圖 ハゼルチン中和蓄電器方式

中和の原理としては、上の2種類に歸することが出来る。即ち前者はグリッド側で行ふ故に、一般にグリッド中和回路と呼ばれ、後者はプレート側なる故、プレート中和回路と呼ばれる。

(a) 中和法の実際

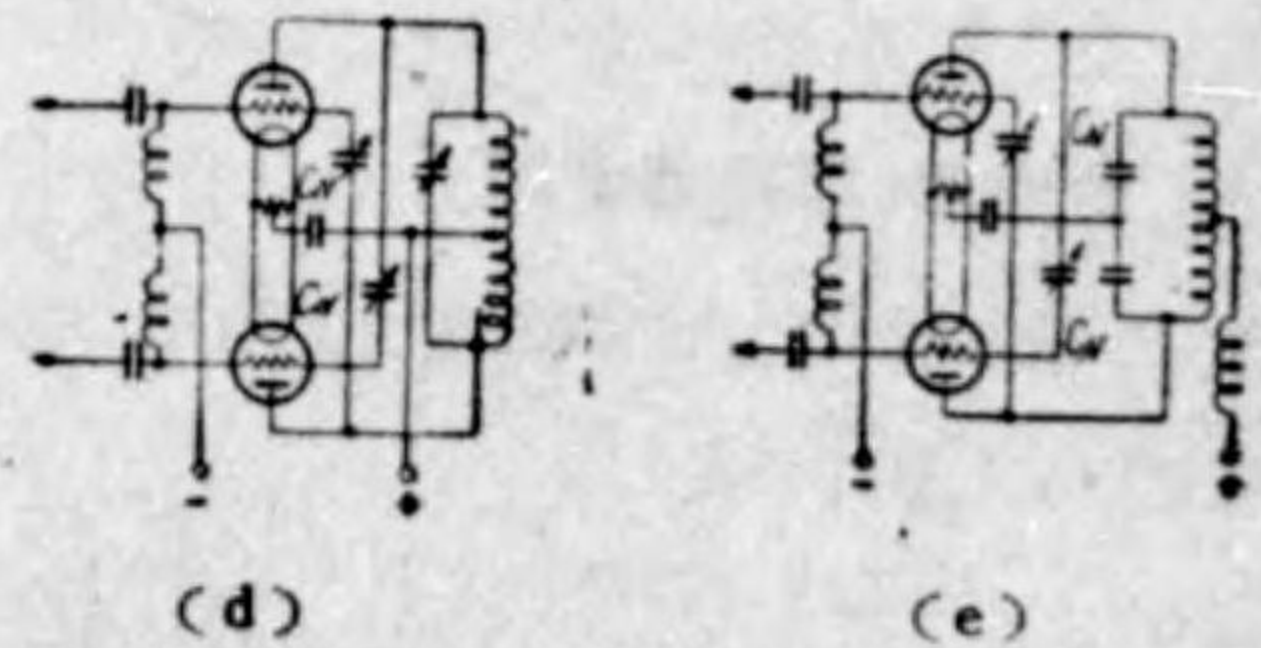
(i) プレート中和回路の各種

第98圖の中で (a) と (b) とは同一であるが、(b)の方が広い周波数に、互つて平衡がとれる。



(a)(b)のやうにコイルの中點をとる方法と、(c)のやうにコンデンサーを分割する方法とがある。

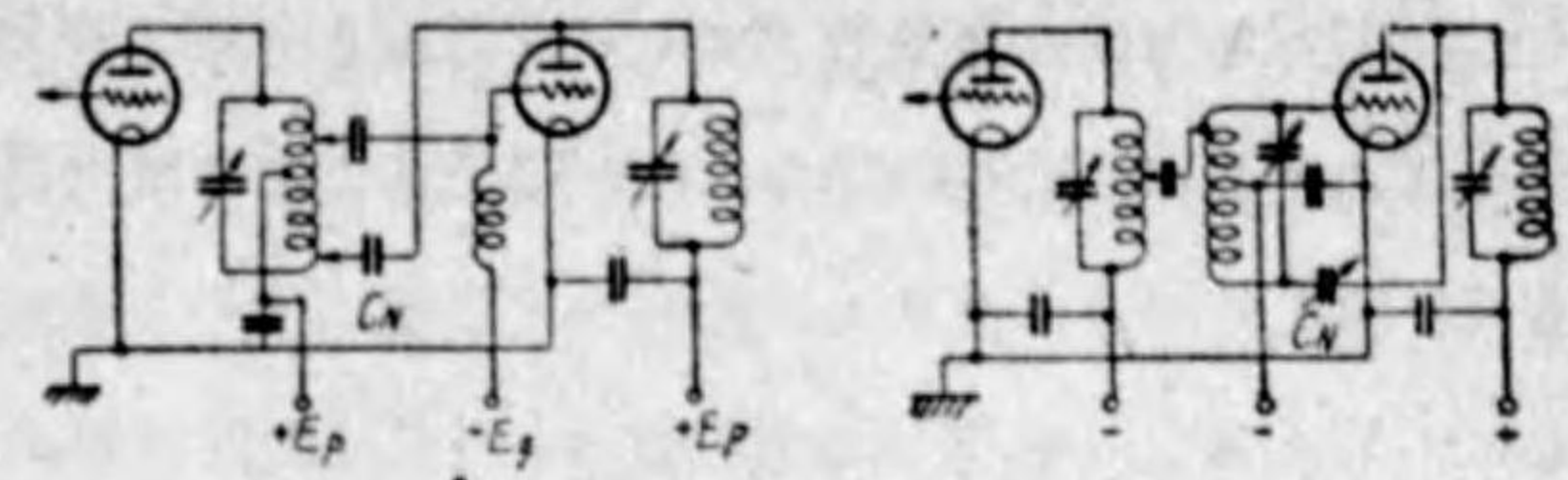
ブツシュブルの場合は所謂交叉中和回路と稱される。ところの (d), (e), の方法が用ひられる。



第98圖 プレート中和蓄電器方式

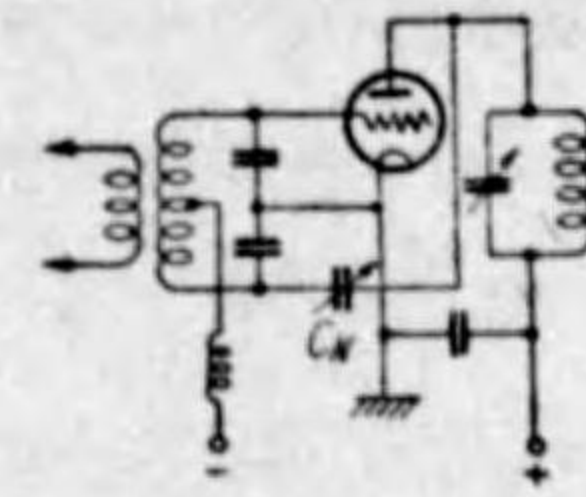
(ii) グリッド中和回路の各種

グリッド側に圖 (a) のやうに平衡した同調回路を用ひ得るときは、この方法は好都合である。一般に用ひられるのは、プレート中和法の (b), (c) の方法である。



(a) (b)

單球増幅器の中和は、如何に良く行つても、



(c)

第99圖
グリッド中和蓄電器方式

真空管内部容量、コイルの分布容量、その他の分布インダクタンスのため、ブリツチの平衡が完全に採れることはない。

従つて、搬送周波数が、自勵發振を起す傾向がある。特に負荷インピーダンスが高過ぎる場合とか、同調不完全なる場合にこの傾向が著しい。これに反してブツシュ・ブルの交叉中和法では、分布定数が機械的に完全に對稱となるが故に、平衡は完全にとれて安定度はよろしい。

4.5 不安定、寄生振動 (Parasites, Parasitic oscillation)

電力増幅器で中和が完全にとれてゐても、尙ほ自勵發振をしたり、或は他の周波数での發振を伴つたりして、不安定なる場合が屢々ある。

所定の周波数以外の周波数の附隨振動を寄生振動といふ。これは超短波の如き短いもの、即ち 1m 程度のものから長波に及ぶ間の非常に広い範圍に亘るのが常である。

かやうな不安定度が甚だしいときは、グリッド勵振を上げて行く途中とか、またはプレート電壓を上げて行く途中とかで、突然プレート電流が増加し出す故に直に判斷することが出来る。即ち或る動作状態になると、自己振動が発生してこ

れが持続するやうになる故、プレート電流が急激に増加することとなる。

これに反して搬送波の場合に極めて安定であつて、豫定の如く動作してゐても、變調した場合にグリッド勵振の或る値に達したときのみ、寄生振動を生ずることもある。かやうな時はちよつと外見上氣付き難いが、受信音で検してみると音が汚くなつてゐたり、または可聴音で變調されてゐたりすることから推察することが出来る。このやうに、或る動作状態で突然發生して、また急激に減衰して持続せざる寄生振動を Trigger parasitic oscillation と呼ぶ。

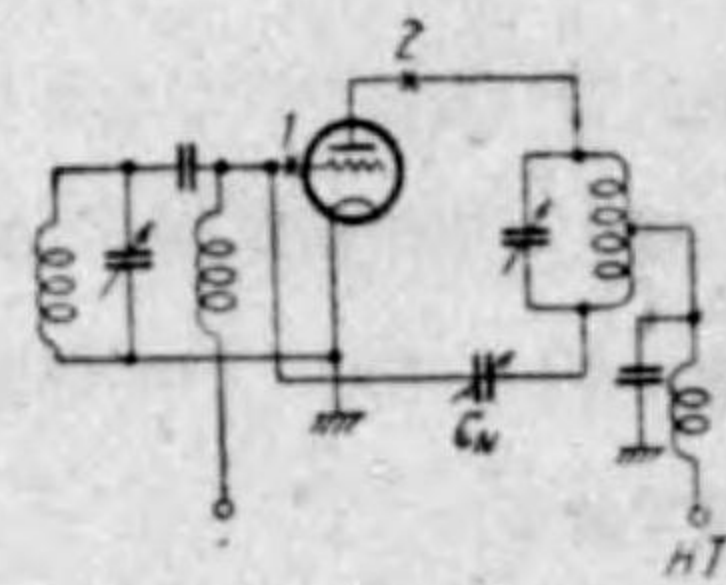
(a) 中和の不平衡

中和法は凡ての周波數に對して成立し得ない。従つて平衡電器を介して、寄生振動を發生する場合がある。これは電力が大きくなつて回路の構成が大規模になつてくると、どうしても平衡電器その他の導線が長くなつて、分布インダクタンスが入り、また分布容量が多くなる故、中和ブリツヂの平衡がとれなくなるためである。

中和回路の構成は見方を變ふれば、そのままハートレー回路、またはコルピツツ回路と同様であつて、 C_N で平衡が完全にとれない限り、發振を起す傾向がある筈である。實際上は分布定數の他に、更にブレード・グリッド回路の迷結合もある故、完全なる平衡をとることは殆ど出来ない。かやうな場合は動作が不安定となつて、搬送周波數で發振する危険がある。これを防ぐには、迷結合をなるべく避けるやう遮蔽するとか、位置を變へるとかして、

その上第100圖の1,2の箇所へ安定用の抵抗を挿入すればよい。

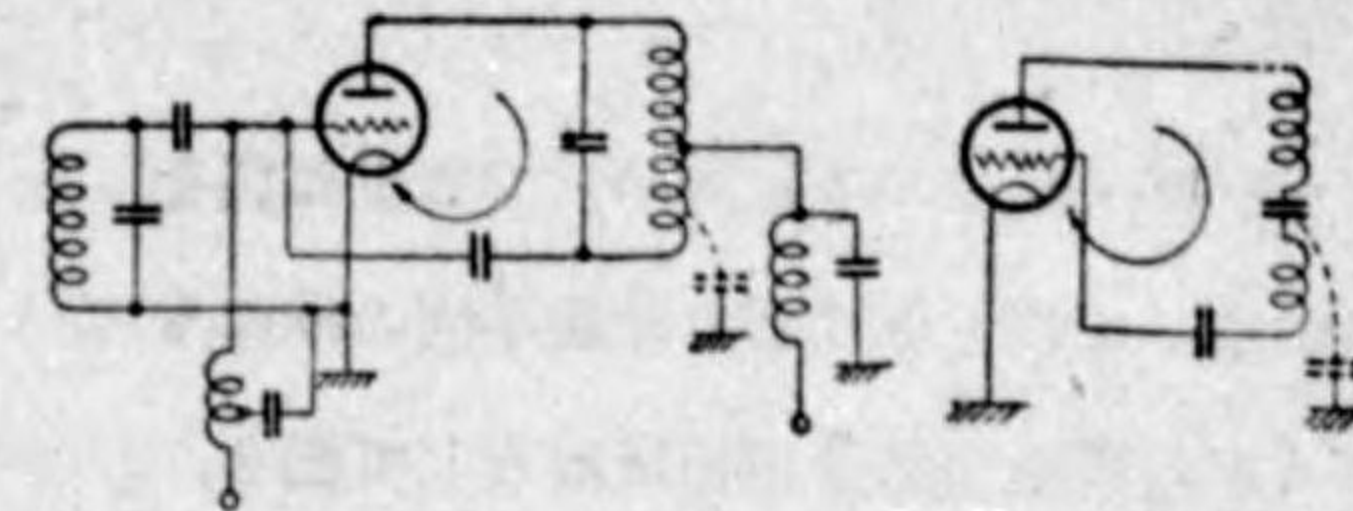
この抵抗は、高周波の損失となるから、出来るだけ小さい方が望ましい。真空管によつて異なるが、大體數十オームの値でよろしい。特にかかる不安定はプレート、グリッド同調型の所謂 T.P, T.G 回路で發生し易い。



第100圖

次に C_N を通して短波長の寄生振動を發生する場合、第101圖の如き回路で、分布インダクタンス、分布容量があると平衡がとれないから、圖の如き短波の發振を生ずる。これは第102圖の

如き等價回路となつて、所謂コルピツツ回路を變形した型となる故である。

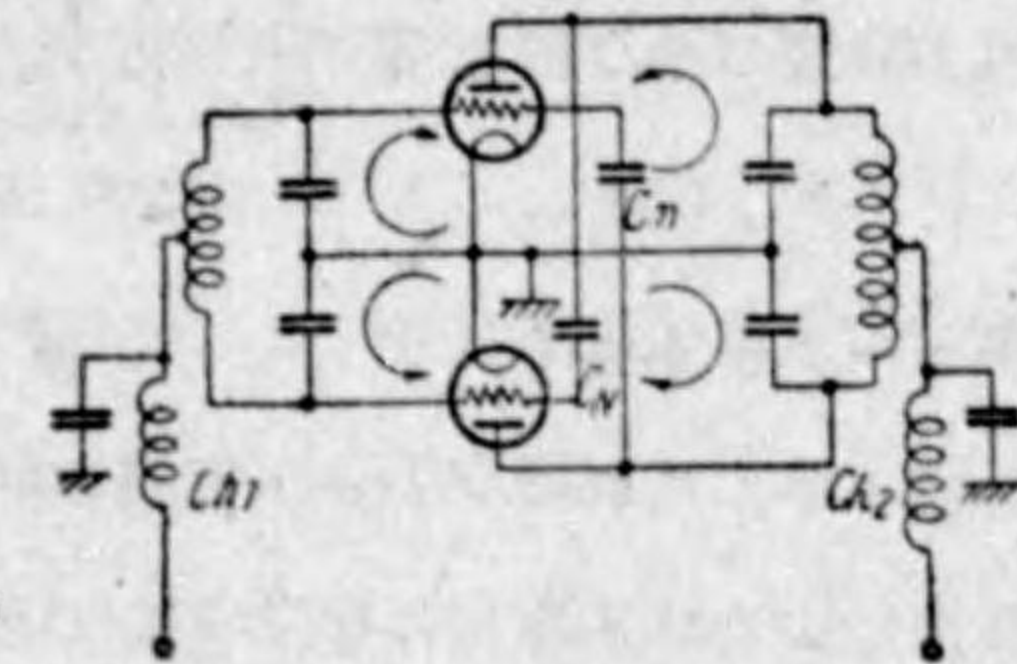


第101圖

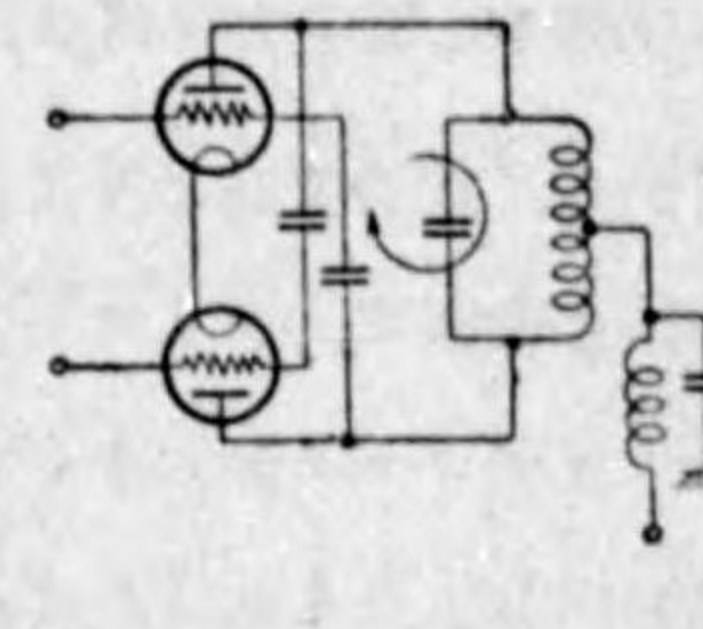
第102圖

プツシュ・プル回路では、機械的構成が對稱となる故、かやうな不安定は起り難くなるが、全然除去することは出来ない。

第103圖の如き場合矢の方向に、短波の寄生振動を發生する。



第103圖



第104圖

またコンデンサ一中點を接地せざるときは、第104圖の如き發振をなす、これは對稱型發振器と同様の形となる故當然である。

第103圖の如き接続のものを並列寄生振動といひ、第104圖の如きを直列寄生振動といふことがある。以上の短波の寄生振動は場合によつては、超短波に及ぶこともある。

かかる寄生振動を除去するには、グリッドまたはプレートの接續點に抵抗、または小インダクタンスを入れるとよろしい。小インダクタンスは寄生の短波に對しては、充分高いインピーダンスを呈するやうな値とする。

抵抗は無誘導のカーボン抵抗の如きものがよい。これは數十オームに限るべきで、特にグリッドへ入れる場合には、グリッド電流によりて、變調波形の頭を潰さぬやう、小インダクタンスを並列にする方がよろしい。

(b) チョーク・コイルによる低周波寄生振動

第103圖を書き直せば第105圖のやうになる。

チョーク・コイル ch_1, ch_2 で振動回路を形成する。このときは C_N は最早何の役にもたず、寧ろ發振の結合用蓄電器として働き、發振を助長することになる。

この種のものは、單管増幅器でも生ずるもので、例へば第101圖を書き直せば第106圖のやうになることから、當然發振し得る。

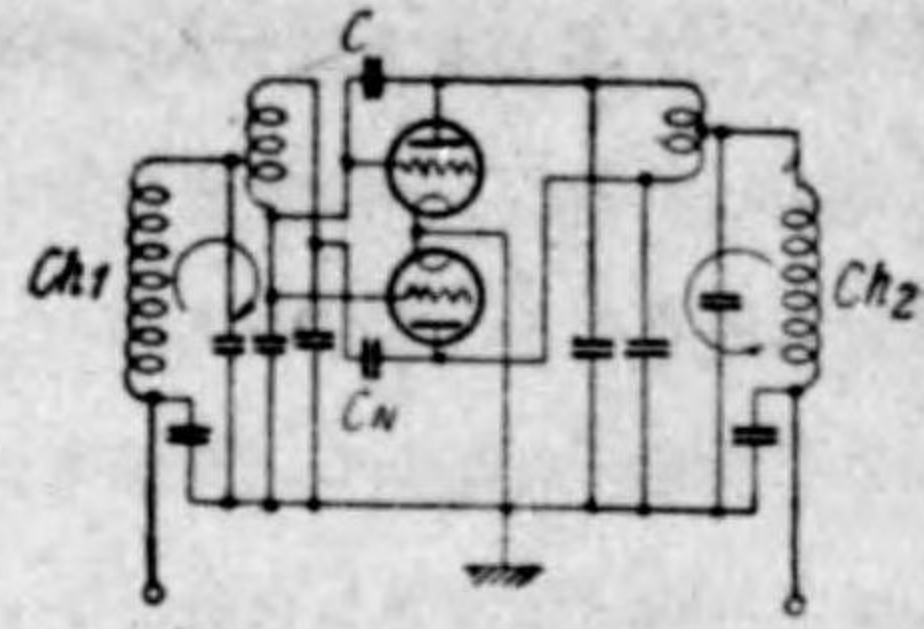
かかる發振は、グリッド・チョークを小さく、プレート・チョークを大きくすればよい。これはプレート回路の同調が、グリッド回路の同調よりも低ければ、發振せぬといふ原則に依るものである。また兩チョーク・コイルに、並列に低抗を入れて止めることも出来る。

場合によつては第107圖のやうな並列饋電回路でチョーク・コイルによる低周波振動を發生することもある。並列饋電の場合圖のやうに2個のチョークを用ひると、極めて發振し易いことがある故、グリッド、プレートいづれか一方だけ使用して、他を直列饋電の方法とすれば困難は除かれる。

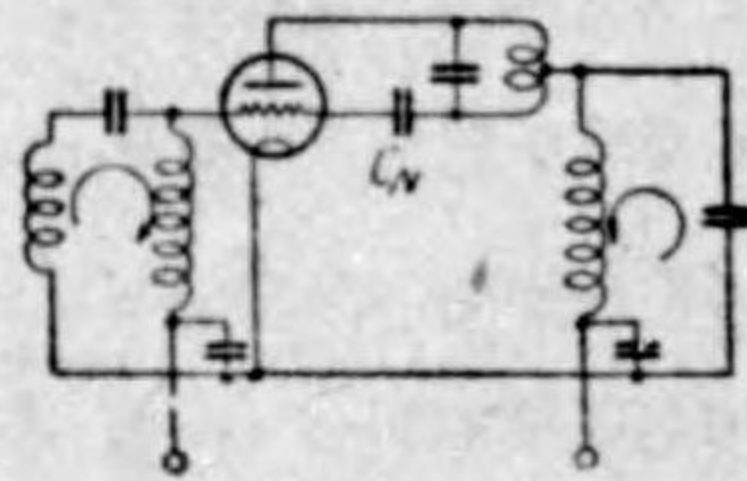
(c) グリッド・ダイナトロン特性による寄生振動

前に述べたやうに、グリッド特性が第108圖の如く負性抵抗を呈することがある。

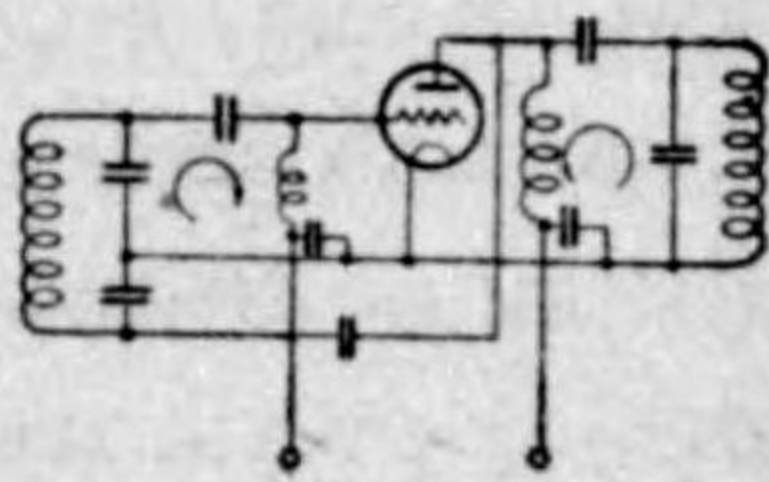
第109圖の如き同調グリッド回路の場合は、負性抵抗 AB の範圍で發振を生ずる。同調グリッド回路でない場



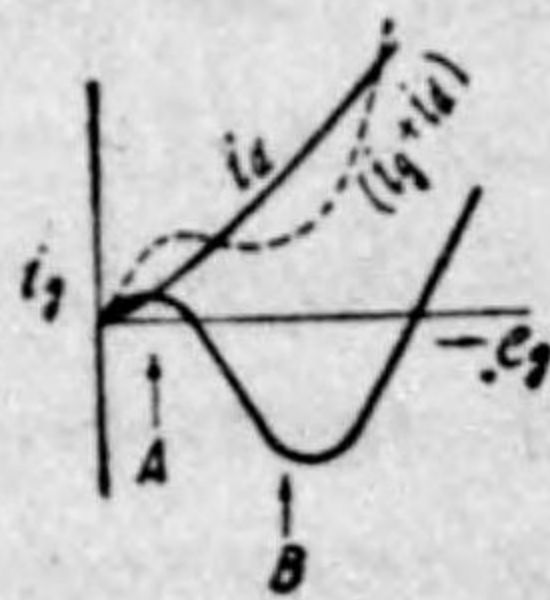
第 105 圖



第 106 圖



第 107 圖



第 108 圖

合でも、その構成が何等かの振動回路を作つてゐるならば、その固有の周波數で發振する。即ちダイナトロン發振を行ふのである。

これはグリッド電壓が、或る値に達した場合にのみ發生するから、變調せる場合變調波形の頭で起る。それ故 Trigger parasite となり易い。

かかる寄生振動を、根本的に救ふ方法は、第110圖の如きダイナトロン・サブレッツサーを用ひることである。

(d) 並列真空管における寄生振動

真空管を直接並列に結ぶときは、第111圖、第112圖のやうに導線のインダクタンスと、真空管容量によつて超短波の寄生振動を發生することがある。

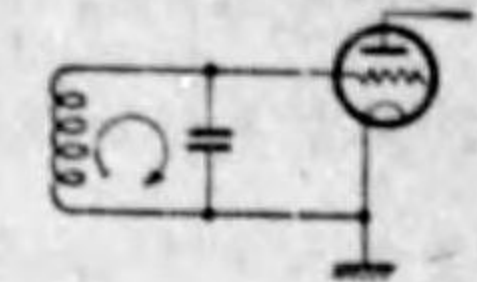
この種のものは、比較的容易に除き得るもので、圖のやうにグリッド側に抵抗を入れるか、またはプレート側に小さいインダクタンスを入れればよい。

第112圖のやうに各真空管のグリッドとワイラメントとの間に、小容量のコンデンサーを入れるのも有効である。

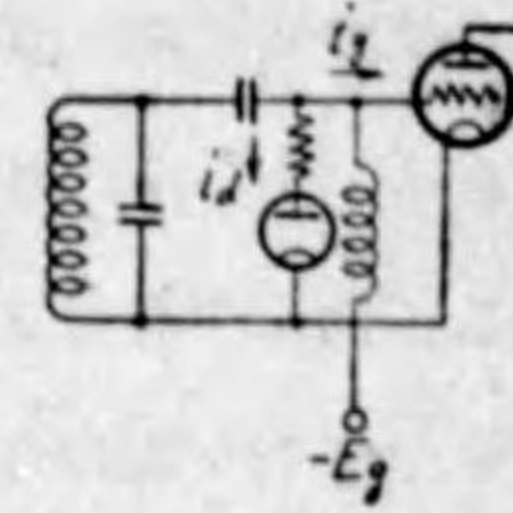
(e) スクリーン・グリッド真空管における寄生振動

スクリーン・グリッド真空管回路でも不安定となり、寄生振動を生ずることは少くない。即ちスクリーンに充分のバイパス・コンデンサーを入れても、第113圖のやうにプレート回路と、グリッド回路間に迷結合があると、搬送周波の發振をなす。

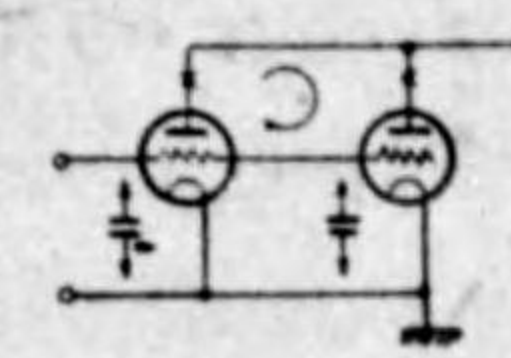
スクリーン・グリッドの導線が長くなり、そのスクリーン効果が良くないときは、位置を變へたり遮蔽したりして、迷結合を避けるやうにしても、この不安定はよくならぬ。



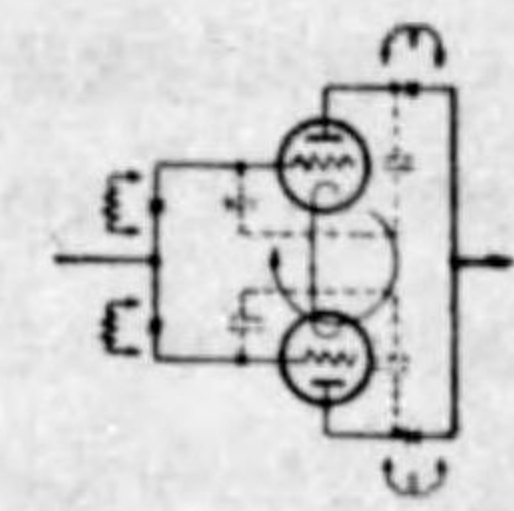
第 109 圖



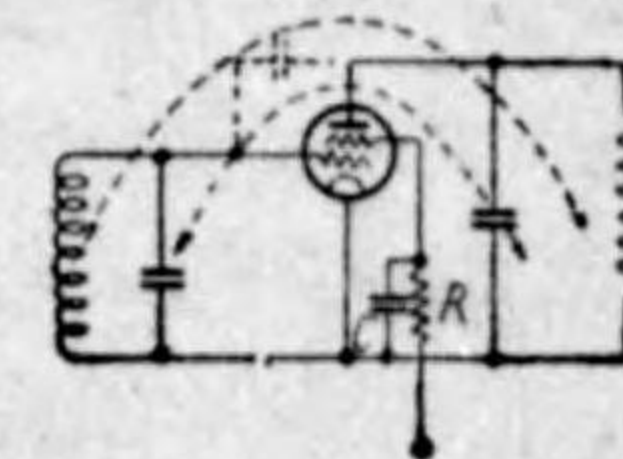
第 110 圖



第 111 圖



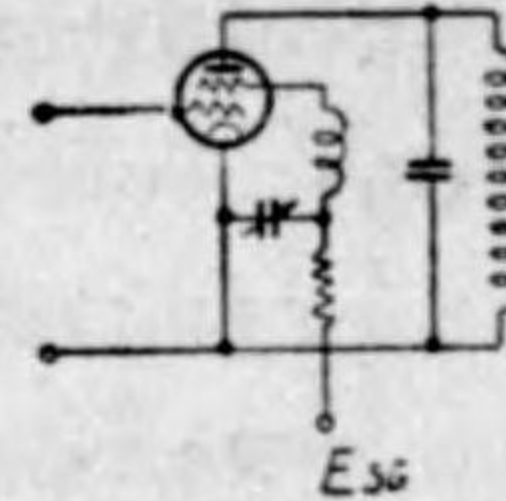
第 112 圖



第 113 圖

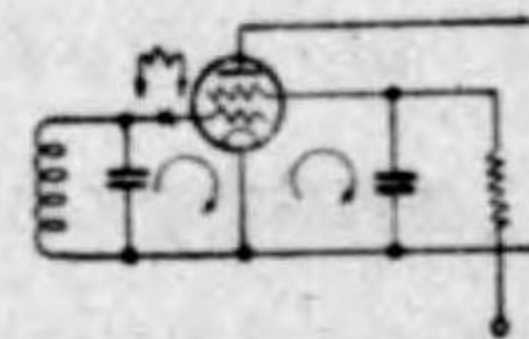
かかる場合第114圖のやうにして、スクリーンを直列同調でフィラメントに結び、スクリーン効果を増加してやる方法もある。

またスクリーン電圧をプレートから、高抵抗を通じて供給する場合に、ときとして第113圖の RC なる時定数で定まる弛張振動 (relaxation oscillation) を生ずることがある。かかるときは、スクリーン電圧は、ブリーダーを通して供給すればよい。



第114圖

また第115圖のやうに、スクリーン・グリッドがプレートの作用をして超短波の振動を発生することがある。この種のものには前に述べたやうに、グリッド側に抵抗、またはインダクタンスを入れれば除かれる。

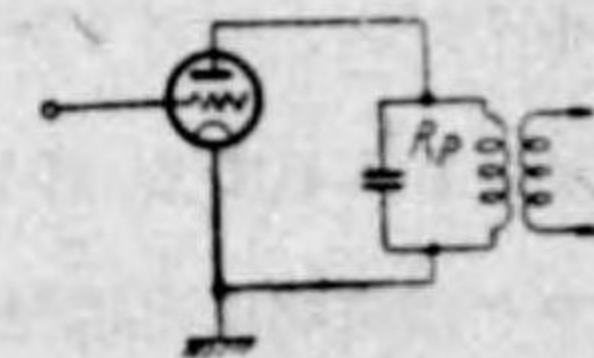


第115圖

4.6 對稱増幅器、ブツシュ・プル増幅器

ブツシュ・プル増幅器は、前述のやうに中和が有効に行はれること、及び高調波が消去し合つて少くなること等の利益から多く使用される。特に大電力となると、2個以上の真空管を用ふる必要のある場合、プレート負荷回路の構成の上からも、ブツシュ・プルとした方が高インピーダンスとなつて、實現が容易であること等から、大電力の増幅器では、殆どこの方式が用ひられる。

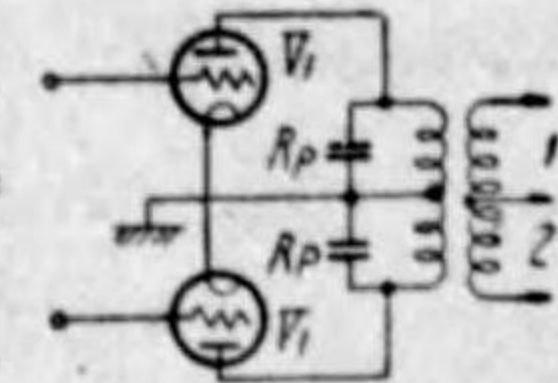
高周波ブツシュ・プル増幅器で、プレートに同調負荷回路を用ひてゐる B 級、または C 級増幅は、とかく考へ方に誤りやすい點がある故、以下かかる回路の取扱ひ方を述べよう。第116圖のやうな場合のプレート負荷インピーダンスの採り方は、既に述べたやうに特性曲線の上で $R_p = \cot \phi$ で與へられる。真空管2個を用ひて2倍の電力を出さうとする場合に、並列にするならばこの負荷インピーダンスの半分、 $R_p/2$ となるやうな負荷を作ればよいことは勿論である。即ち真空管2個を並列にすることにより、その實効内部抵抗が半分に減じたと考へ



第116圖

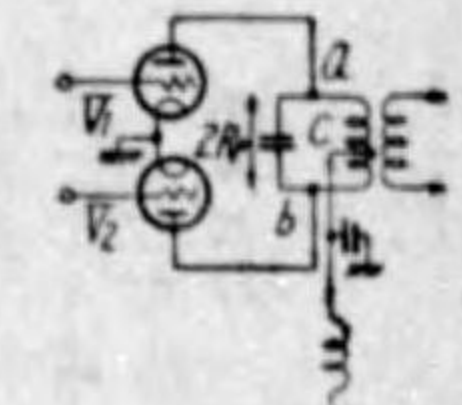
ることが出来る。ところがブツシュ・プルの場合は、全然かかることを考へる必要はなく、單に第116圖の如き回路が2個逆になつたと見ればよい。即ち第117圖のやうに重ね合はせると、ブツシュ・プルの形となる。これは既に前にも述べた。

V_1 の出力は1に與へられ、 V_2 の出力は2に與へられ、従つて全體の出力は2倍となり、個々の真空管の負荷インピーダンスは單管の場合と全く同様で、少しも變化しない。かやうにブツシュ・プルの場合は、1個の真空管で



第117圖

全出力の半分を出すものとして、特性曲線上に $R_p = \cot \phi$ なる動作状態を決定し、それを2個組合はせばよろしい。第117圖の回路で中點の結線は、あつてもなくても電流は通らぬ。依つてこれを變形すれば第118圖の如き構成となる。これが基本形であつて、これを變形すれば種種の形式のものが作れるわけである。この回路で ab 間のインピーダンスは純抵抗で $2R_p$ となるやうに構成すればよい。

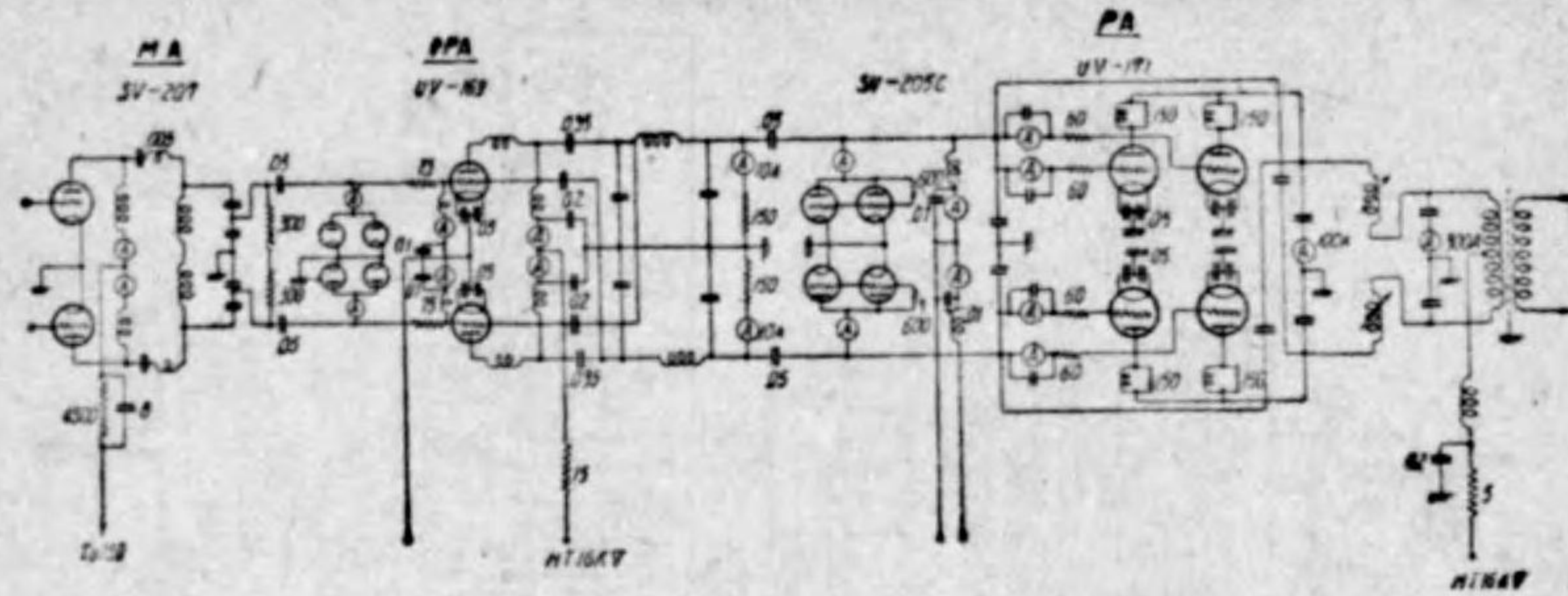


第118圖

このことはブツシュ・プルでは真空管の實効内部抵抗が、2倍になつたことを示すものであつて、負荷回路としては同一出力に對し、並列の場合の4倍になつてゐることを示してゐる。

一般に並列同調回路で ab 端子間の抵抗が、 $2R_p$ ならば、 ac 間の抵抗はその四分の一となつて、 $R_p/2$ となる性質がある。この理論に基づいて、往々にしてブツシュ・プルの場合、 V_1 に對する負荷抵抗が R_p とならずに、 $R_p/2$ になるにあらずやとの錯覺に陥り、従つてブツシュ・プルの場合の負荷抵抗の採り方に、誤りを生ずることがあるが、ブツシュ・プルの場合には、他の真空管 V_2 の出力が同一負荷回路に與へられ、これが V_1 に對しては逆起電力の作用として働くため、 $R_p/2$ とならず、 R_p として作用するのである故、結局第117圖のやうに單に2個を重ね合はしたものとみて宜しい。

従つてかかる考へ方から、その動作は B 級たると C 級たるとに拘らず、單に1



第 123 圖 JOAK 150 kW

第 5 節 變調器, 被變調器

變調法には振幅變調, 周波數變調及び位相變調の三方式がある。これ等の中で放送用として實用されるのは殆ど振幅變調のみであり, 位相變調は前述のシレー變調法で採用されてゐるのみで, 周波數變調の如きは全く實用された例がない。従つて以下述べるのは振幅變調に限る。

振幅變調とは音聲波形に應じて, 搬送波の振幅を變へてやることに過ぎない。この方法に種々の實際的手段が生ずるのである。

5.1 變調の基礎概念

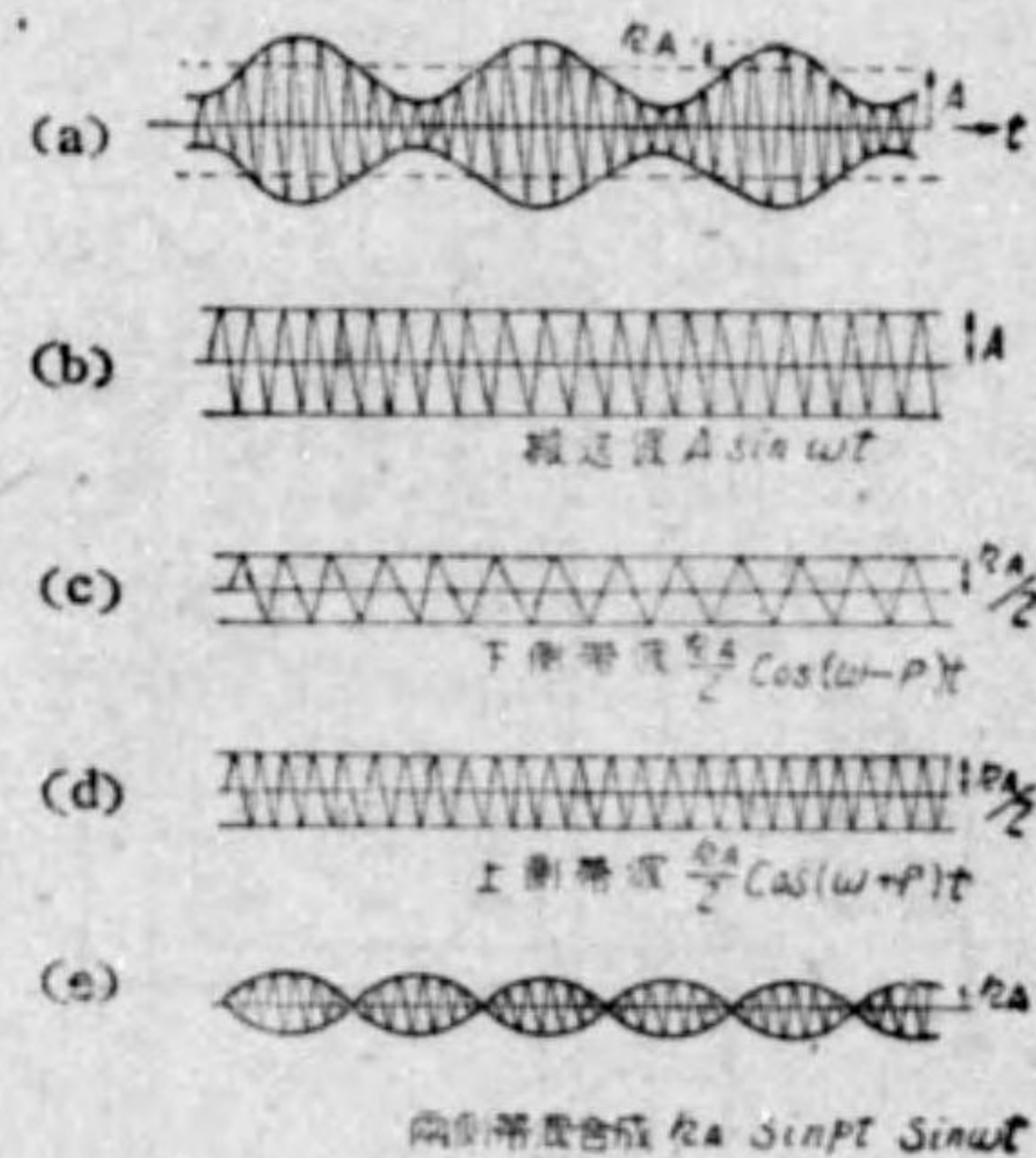
變調波形は第 124 圖 (a) のやうになり, これは次のやう方式で表はせる。

$$(A + kA \sin pt) \sin \omega t = A \sin \omega t + kA \sin pt \sin \omega t$$

$$= A(1 + k \sin pt) \sin \omega t$$

A: 搬送波振幅

ω : 搬送波角速度



第 124 圖

p : 變調周波角速度

k : 變調度

本式を分解すると

$$A \sin \omega t \dots \dots \dots \text{搬送波}$$

$$\frac{kA}{2} \cos(\omega - p)t \dots \dots \text{下側帯波}$$

$$-\frac{kA}{2} \cos(\omega + p)t \dots \dots \text{上側帯波}$$

なる三つの振動から成立つてゐることが明らかである。(c)は下側帯波, (d)は上側帯波であつて, (a)の如き變調波形は結局(b), (c), (d)の3個の純粹正弦波振動を合成したもとなる。

兩側帯波を合成したものは, (e)の如き形となり, $kA \sin pt \sin \omega t$ である。この(e)は半週期毎に(正)(負)に符號が變る。故にこれを搬送波(b)に加へ合せば, (a)のやうになることは明瞭である。

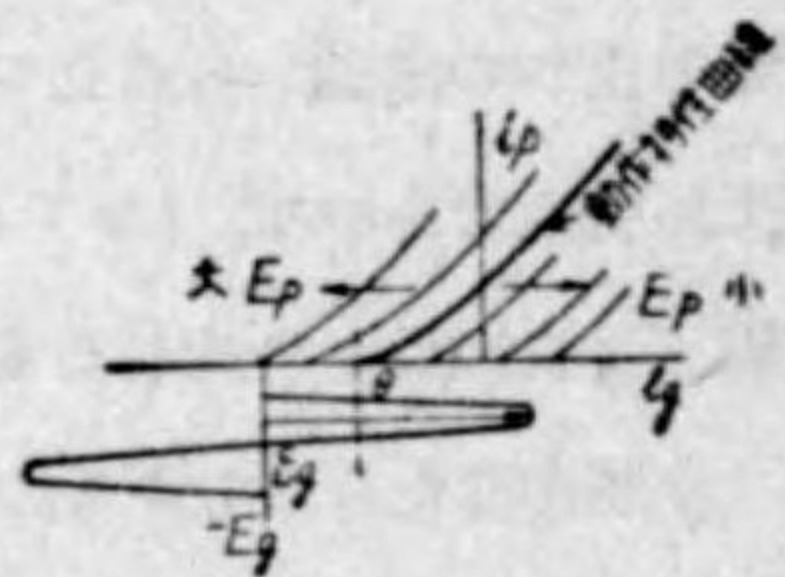
かやうな譯で振幅變調波形は, (a)のやうな形で振幅が變化するのであるが, 同時に(b), (c), (d)のやうな三つの波形から成立つものと考へることも出来る。變調といふことは, 安定なる一定振幅の搬送波の振動勢力を變へてやることであるが, これがためには他より勢力を供給しなければ出来ない譯である。このために他から加へられる勢力が, 上下兩側帯波に相當すると考ふればよろしい。従つて變調波形は三つの勢力から成立つてゐるのであつて, これは實驗的にも確かめられる實在現象である。

更に別に考ふれば異なる周波數を一緒にすると, ビードを生ずることを我々は良く知つてゐる。従つて(a)の如き波形は, (b)(c)(d)三つを加へ合せたときのビードであるとみてよい。

かやうな譯で實在する勢力は三つの純粹振動勢力であつて, ただこれ等が存在することにより, 見掛け上(a)の如き, 變調波形となるものであると考へてよい。そこで變調するといふことは結局上下側帯波の勢力を, 供給してやる方法で

あるといふことが出来る。しからば上下側帯波の勢力は、如何にして供給されるか。この供給の方法によつて、各種の變調方式が生ずるのであるが、要するに變調器、または被變調器のプレートに供給される直流電力の一部分を變換して、側帯波電力 (Side-band power) となし、これを振動回路へ供給するのである。

今前述のC級増幅器を考へ、グリッド偏振 E_g を一定としたままプレート電圧を順次高くしてゆく。このとき動作特性曲線 (dynamic charactic) は第125圖の如く左方へ移動し、 θ は順次大となり、 i_p も順次大となる。従つてその中の基本波出力 \mathcal{P} も順次大となる。



第125圖

プレート電圧 E_p を下げてゆけば、この逆となり、 E_p の或る値で遂に $\theta=0$ ととなり、 $\mathcal{P}=0$ と

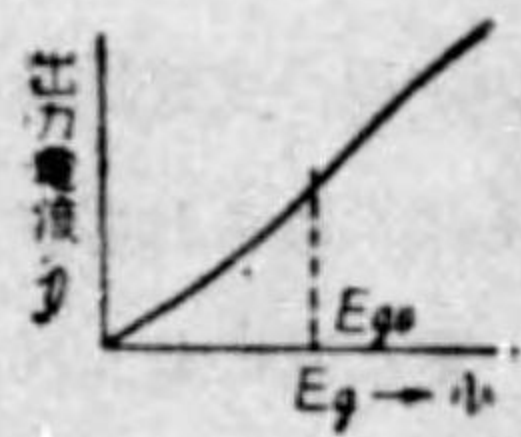
なる。この有様を圖示すれば第126圖のやうになる。従つて或る一定のプレート電圧 E_{p0} を中心として E_p を變化すれば、 \mathcal{P} の變化がこれに應じて起ることとなる。



第126圖

即ちプレート電圧を變へることにより、變調された振動勢力が得られる。かかる方法をプレート變調法といふ。

次にバイアス電圧 E_g を順次大にしてゆくと θ が減少し、 \mathcal{P} も順次減少し、遂に $\theta=0$ 、 $\mathcal{P}=0$ となる。逆に E_g を小にしてバイアスを抜いてゆくと、 θ が大となり \mathcal{P} が順次増加する。これを圖示すれば第127圖の如くなる。故にこの場合も、或る E_{g0} を中心として變調されたる振動勢力が得られる。



第127圖

かかる方法をグリッド變調法といふ。

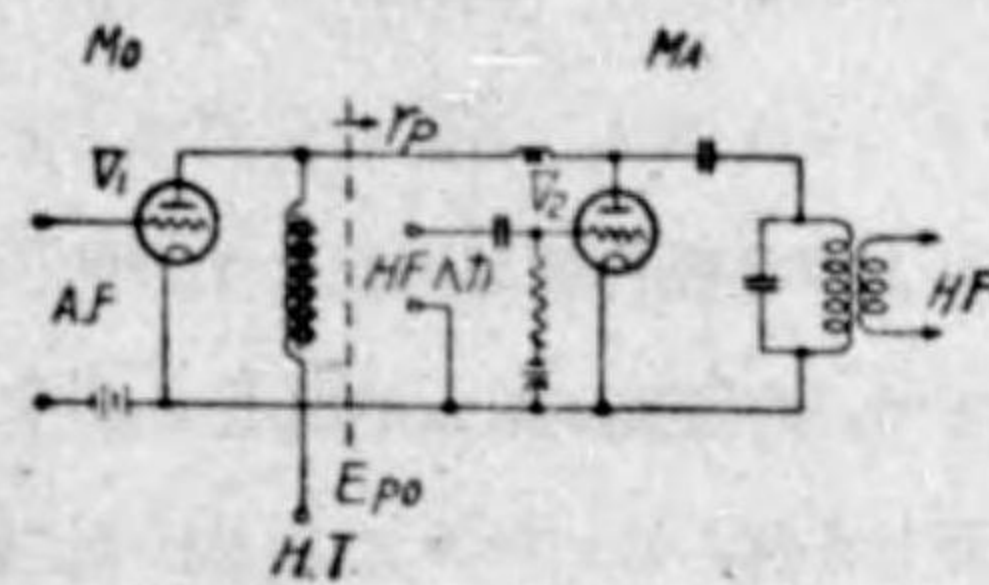
變調法の原理は、上の二つに歸することが出来るが、これを實現するのに種々の手段が考案されてゐる。以下各種の方式について述べよう。

5.2 プレート變調法 (plate modulation)

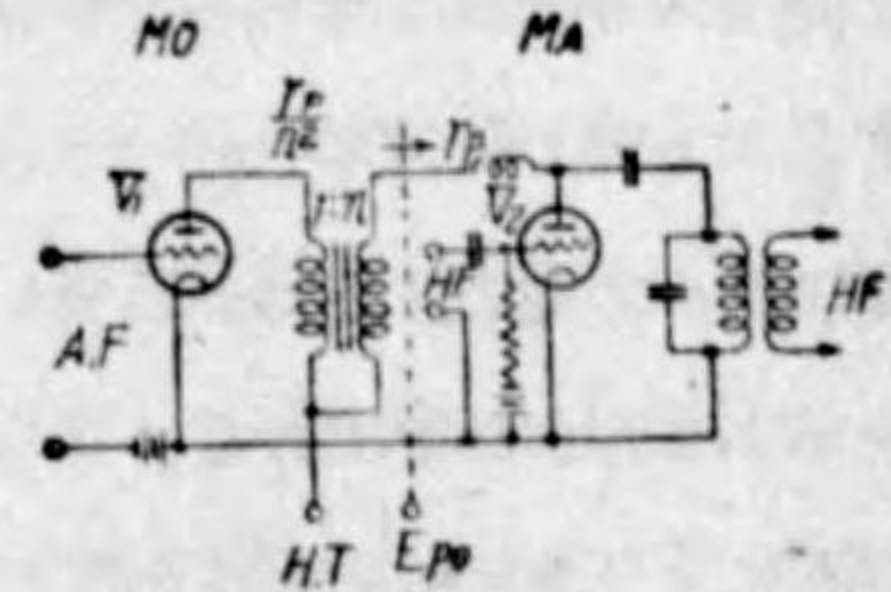
プレート變調法といふのは第126圖の特性を利用するもので、C級増幅器 (これをこの場合は、被變調器と呼ぶ) を E_{p0} で動作させておき、このプレート電圧に音響周波の電圧を重疊するのである。この重疊の仕方に塞流線論を用ひる場合と、變壓器を用ひる場合とがある。この方法が發明されたときは、専ら塞流線論を用ひた故に、特に Choke-modulation 法といふ名もあり、また發明者の名を採つて Heising 變調法といふこともある。これに對し變壓器を用ふる方法を Transformer-modulation と呼ぶこともある。

音響電圧を興ふる回路を變調器 (Modulator) と呼び、これによりて動作するC級増幅器を被變調器 (Modulated Amplifier) と呼ぶ。

回路の基本接続は第128圖、第129圖のやうになる。

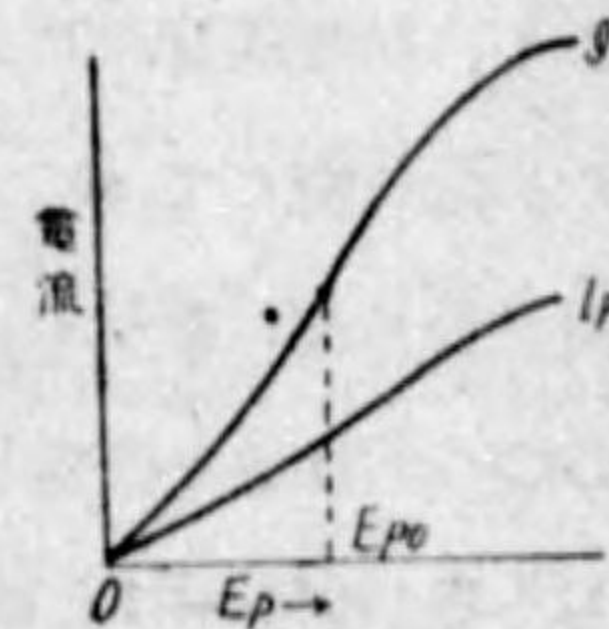


第128圖



第129圖

被變調器のプレート電圧を變化すると、前に述べたやうに、 \mathcal{P} が變化すると同時に、プレート電流 i_p 並びにその平均値 I_p も變化する筈であつて、その模様は、第130圖のやうになる。被變調器の動作を適當にすると、 \mathcal{P} 及び I_p の變化を殆ど直線的にすることが出来る。且つ動作状態適當ならば、第130圖のやうに I_p は $E_p=0$ を通る直線と見做し得るに至る。



第130圖

ここで第130圖の E_p 、 I_p の關係直線は何を示すかを考へてみると、この關係は周知のオームの法則に全

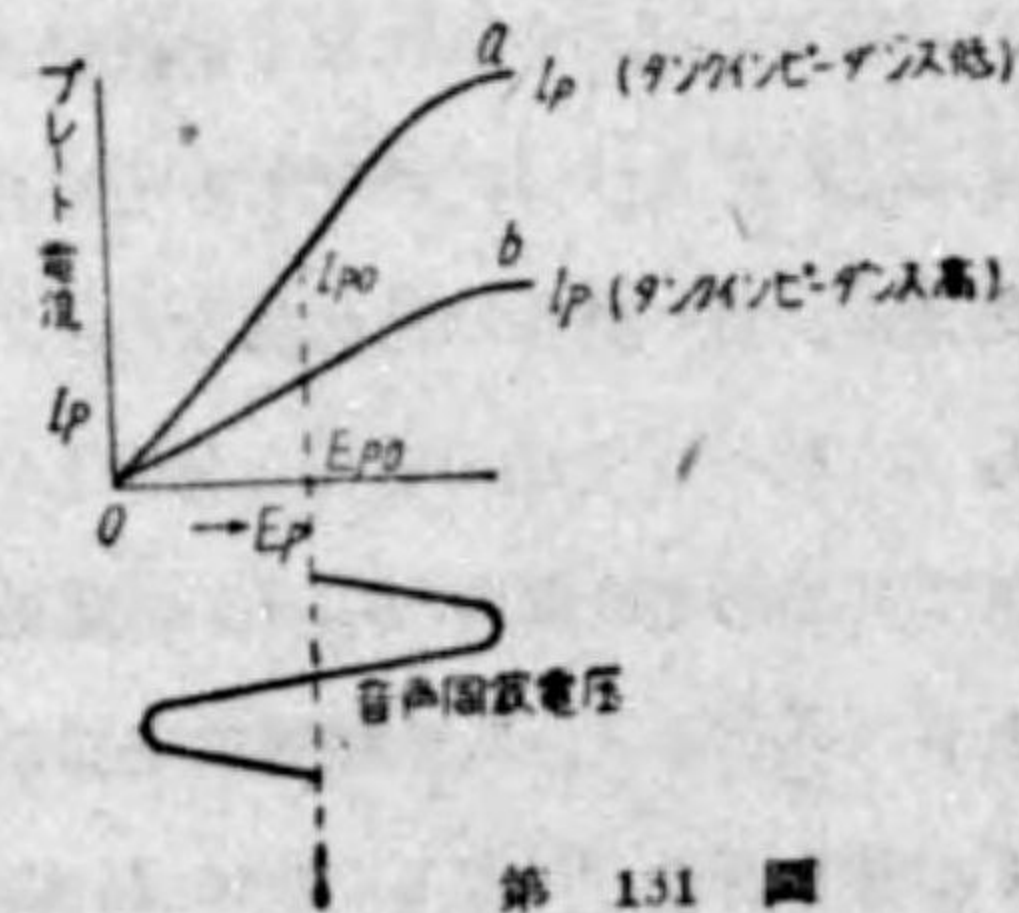
く相等しいことが解る。故に I_p の直線の傾度は、被變調管回路をそのプレート

別から見たときの有効抵抗を示すことが了解される。即ち被變調器の動作状態が如何に複雑であつても、これをそのプレート側から見るときは、 I_p の直線で定まるところの單なる抵抗であるとして、取扱つてよろしい。従つて變調器から被變調器方向をみた抵抗負荷 r_p は、上の抵抗の値となる筈である。かやうな譯で、變調器なるものは、單に r_p なる抵抗負荷に、音聲周波出力を與ふる音聲出力増幅器であるといふことが明かとなる。故に變調器なるものは、何も特別な動作をするものではなく、良く知られてゐるやうに r_p なる値が、變調管内部抵抗のほぼ2倍となるやうに選び、最大出力を與ふる條件を満足せしむればよい。このために適當なる變調管が得られない場合には、第129圖の如く變壓器を用ひて、 (r_p/n^2) を内部抵抗に適合するやう變壓比 n を決めればよろしい。結局塞流線輪變調法も、變壓器變調法も全く同じもので、單にインピーダンスを適合せしめるために變形したものとみてよい。

變調器の音聲周波出力が歪無きためには、 r_p が全動作範圍に亘つて、變化しないといふことが必要である。このことは即ち I_p の直線が可及的眞直であつて、全範圍に亘り100%變調に相當する點まで著しく曲らぬといふことであり、同時に ϕ の變化も直線的であることを示すのであつて、これ等がみな直線的ならば、所謂無歪直線變調特性が得られるわけである。

I_p は動作状態によつて種々に變るものであるが、その模様は第131圖の如くであり、被變調管のタンクインピーダンスの高低に應じて、可なり廣い範圍に r_p が變り得ることを示す。

このことはまた被變調器の同一出力に對し、そのプレート能率が良好ならば r_p が高くなり、プレート能率が悪ければ、 r_p が低くなることを示すもので、動作調



第131圖

整上肝要な點である。

さて次に變調器の出力として、 r_p に與へられたる音聲周波出力は、被變調器に供給されたる後、如何になるか。被變調器は單に搬送波出力を供給してゐるものであるから、かくして與へられたる音聲周波勢力は、側帯波勢力に變換する筈であつて、これは前に述べた變調の基礎概念から推察出来るものである。即ち變調器なるものは、振幅變調が行はれるために、必要な側帯波勢力を、被變調器へ供給する手段であるといふことになる。次に音聲周波出力が、如何にして側帯波勢力を供給するに至るかの機講を考へよう。

(a) 被變調器、變調器の動作

被變調器は最大變調率100%においてそのプレート電壓は2倍に上昇し、従つて、瞬時最大出力は、搬送波の4倍になる。即ち被變器はそのプレートへ外部より電力を供給されることにより、4倍の最大出力を出し得るのであるから、B級電力増幅器の如く、自分自身のプレートより、最大出力を出し得る如き、餘裕ある動作、いひ變へれば、低能率動作をしてゐる必要はない。従つて被變調器では、搬送波の状態で Voltage utility ϵ を充分高く採り得る。理想的には ϵ を100%にとり得るわけであるが、實際にはさやうには行かず、プレート能率で70%に達する程度に爲し得る。

被變調器の能率がかやうなものであることを知つて、變調されたる状態を考へて見るに、プレート電流は第132圖のやうになり、 i_p の平均値たる I_p は矢張り正弦波的に變化する。

従つて變調歪が無ければ、 I_p の平均値たる I_{p0} は、搬送波の場合と同様で、變調によつて變化しない。この I_{p0} がプレートの電流計を流れる電流である。



第132圖

被變調管のプレート入力は、 $E_{p0} I_{p0}$ である。ところが I_{p0} が變調によつて

変化せず一定である故に、被變調管へのプレート直流入力、變調に無關係に一定といふことになる。従つて變調によつて増加する側帯波電力は、被變調管自身のプレート能率が良くなるか、または外部より供給されるかの他はないこととなる。

ところがプレート變調のときの、被變調器の能率は、搬送波のときに、既に70%位で最大點に達してをり、變調の週期を通じて略々一様である。従つて側帯波電力は、變調器の音聲出力で供給される他はない。

いま被變調器の搬送波出力を P とする、變調率 m なるときの高周波出力は

$$P\left(1 + \frac{m^2}{2}\right)$$

となつて $\frac{m^2 P}{2}$ だけ増加する。これが側帯波電力である。これに相當する被變調器プレート入力

$$\frac{P}{\eta} \left(1 + \frac{m^2}{2}\right)$$

ここで $\frac{P}{\eta}$ は、搬送波状態で、プレートに入る直流入力である。 $\frac{m^2 P}{2\eta}$ は變調時に變調器より、被變調器のプレートへ供給される音聲周波電力であることが推知される。即ち變調器は $\frac{m^2 P}{2\eta}$ に相當するだけの無歪出力を出してをり、これが η なる變換能率をもつて、 $\frac{m^2 P}{2}$ の高周波電力に變換され、側帯波となるものであることが了解される。

もし100%變調可能ならば、 $m=1$ で側帯波電力は $P/2$ 、これに對し變調器の出力は

$$\frac{P}{2\eta} = \frac{\text{被變調器プレート入力}}{2}$$

たることを要する。即ち變調器の無歪最大出力は、被變調器のプレート能率 η に無關係に、そのプレート直流入力の半分たるを要すといふ重要な事實が知られる。

以上の關係を圖解せば第133圖のやうになる。

本圖並びに以上の説明か

ら、プレート變調における

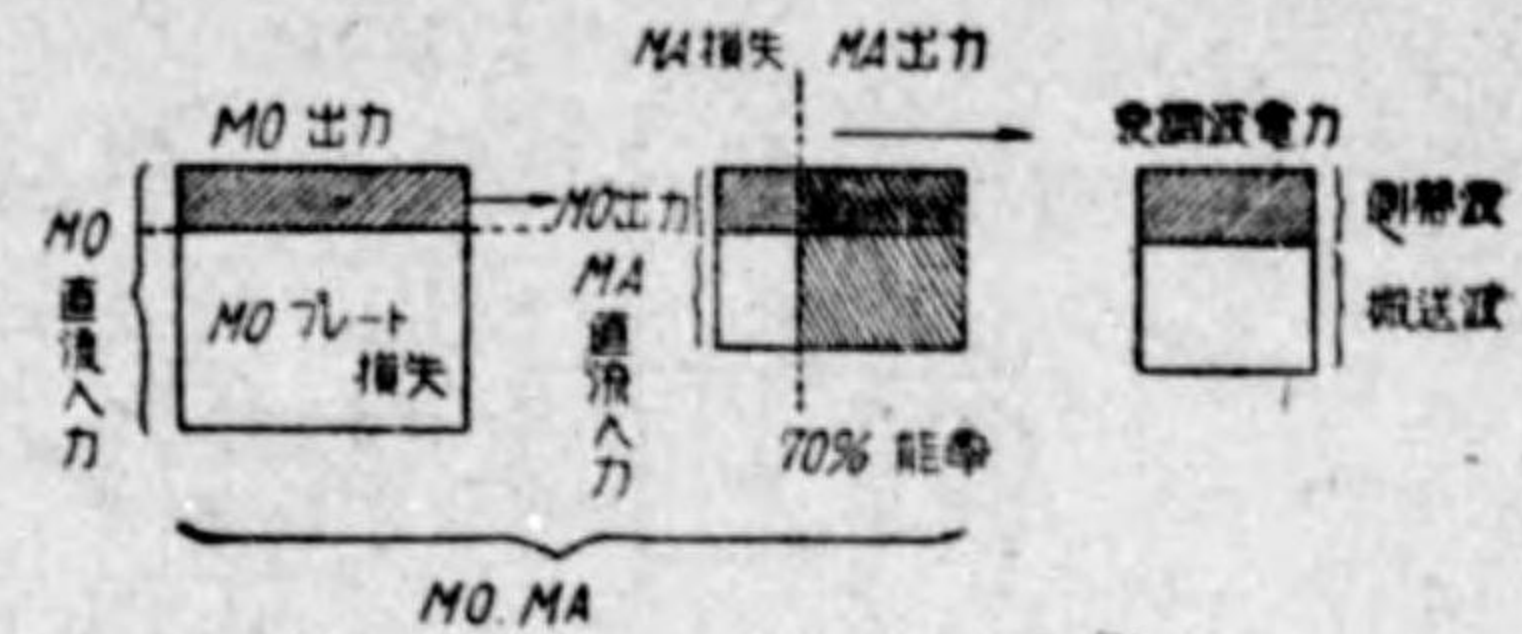
被變調器は一定能率におい

て、音聲周波電力並びに直

流入力を、變調波電力に變

換するところの周波數變換

器 (Frequency changer) であるといふことが出来る。



第 133 圖

次に變調器の方を考へてみる。これは前に述べたやうに、 r_p なる抵抗負荷に出力を供給する音聲電力増幅器であるに過ぎない。従つて多くは、A級の増幅器であつて、その内部抵抗の二倍の負荷がかかるやうに動作せしむればよい。プレート能率は、最大25%で、實際は20%位しか採れない。依つて所要の出力 $\frac{P}{2\eta}$ に對し、プレート損失が安全であるやうな、真空管容量とすれば他に問題はない。但し適當なる内部抵抗の真空管が得られない場合には、數個に並列にするだけでは無意味であるから、適當なる變壓器を用ひてインピーダンスの適合を計れば宜しい。

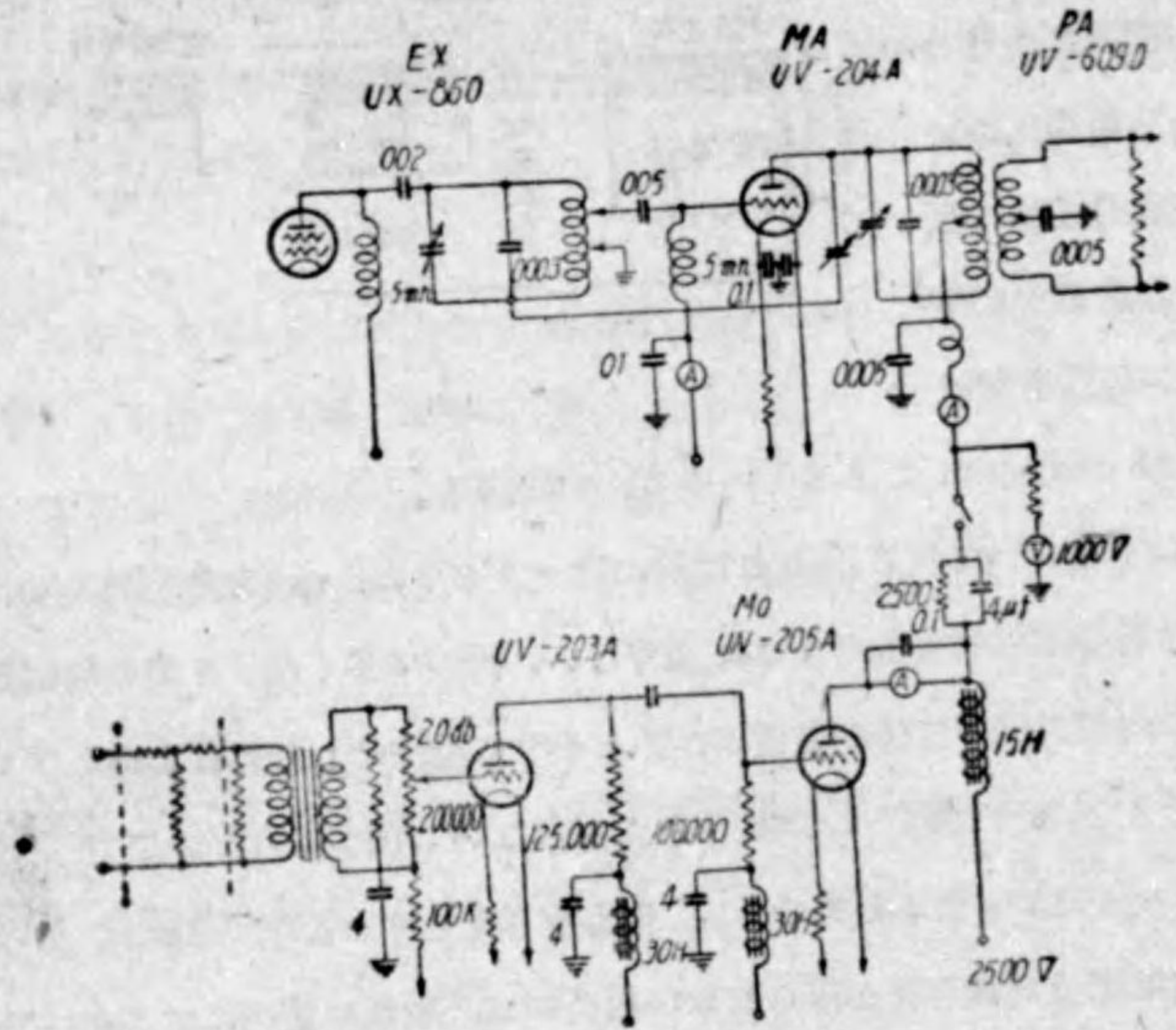
かやうな變壓器を用ふるときは、その一次、二次電流による磁化を互に、逆に打消し合ふやうに接続することが出来るから便利である。

(b) プレート變調の實際

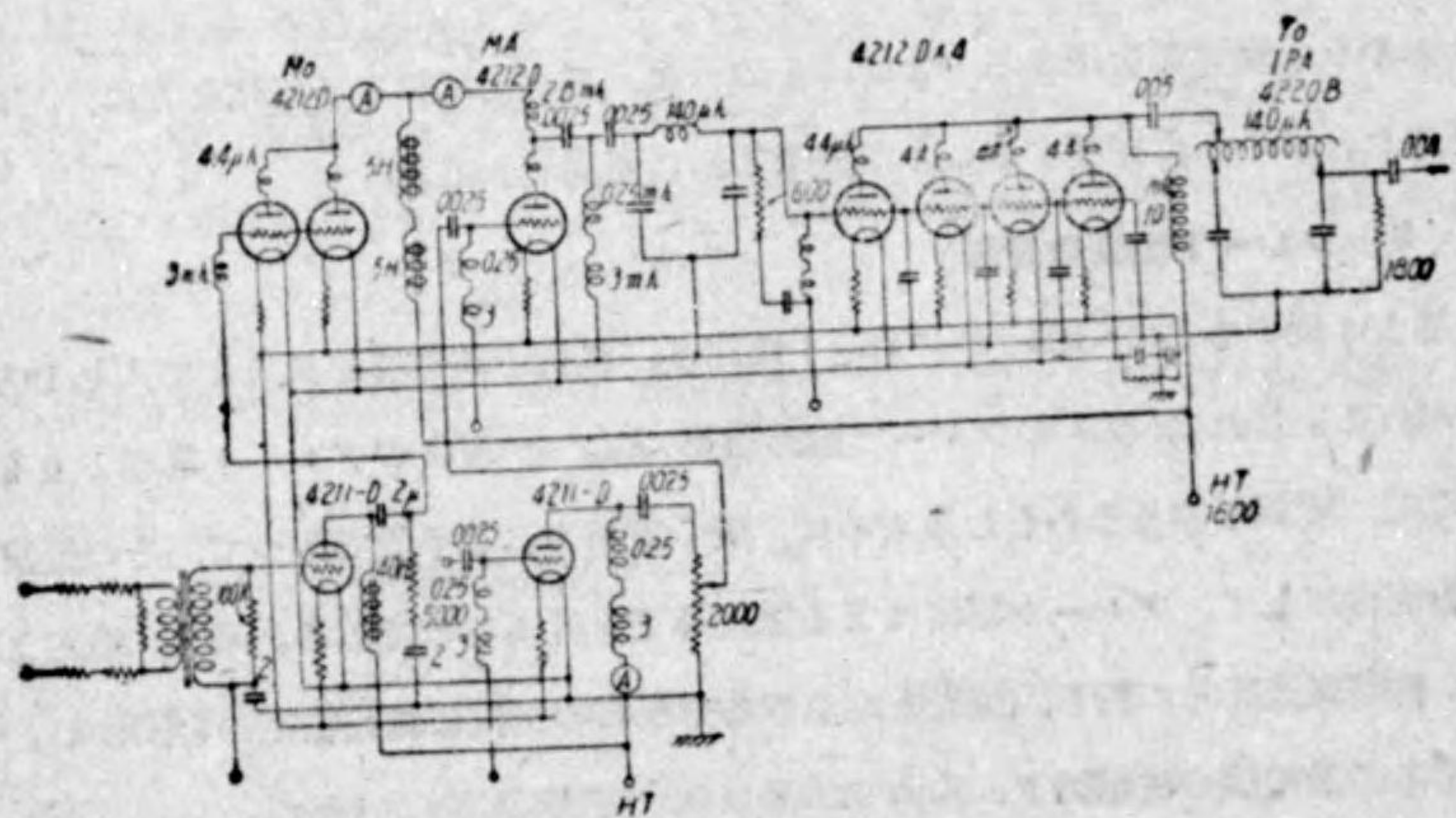
第134圖のやうに MA のプレート回路へ、抵抗と蓄電器を組合せて入れる方法がある。これは MA のプレート動作電壓 E_p を MO のプレート電圧よりも低くし、變調を容易ならしむるために、廣く實用される手段であつて、その抵抗値を適當にして、プレート電流による電壓降下を與ふるのである。但し MO より音聲周波出力に對し、損失とならざるやうこの抵抗に側路蓄電器を設ける。

MO の前の段の増幅器を、Sub-modulator (副變調器) と呼ぶ。

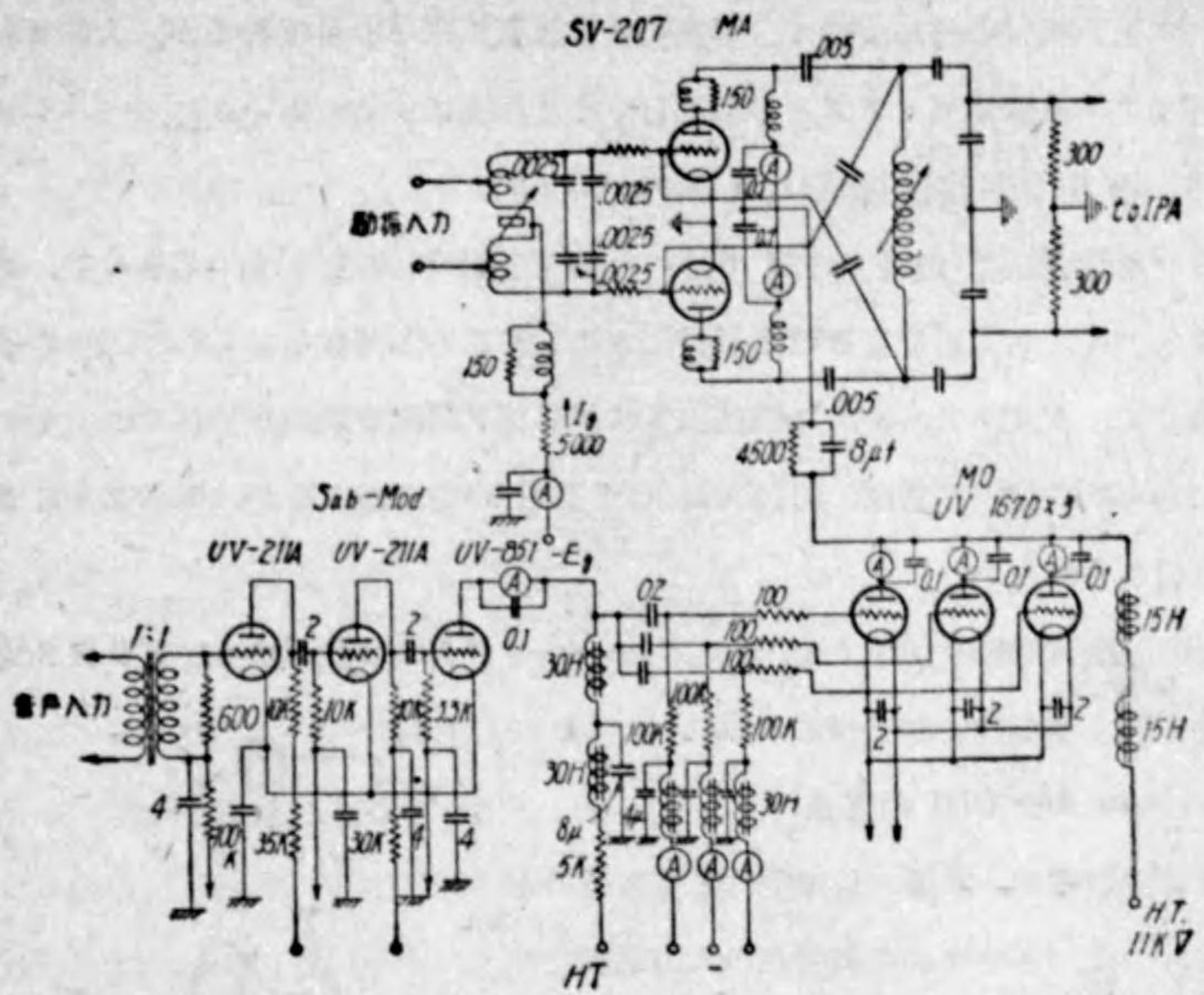
第136圖で實施してゐるやうに、MA のグリッド・バイアスを固定バイアス



第 134 圖 山形、帯廣各放送局 500W



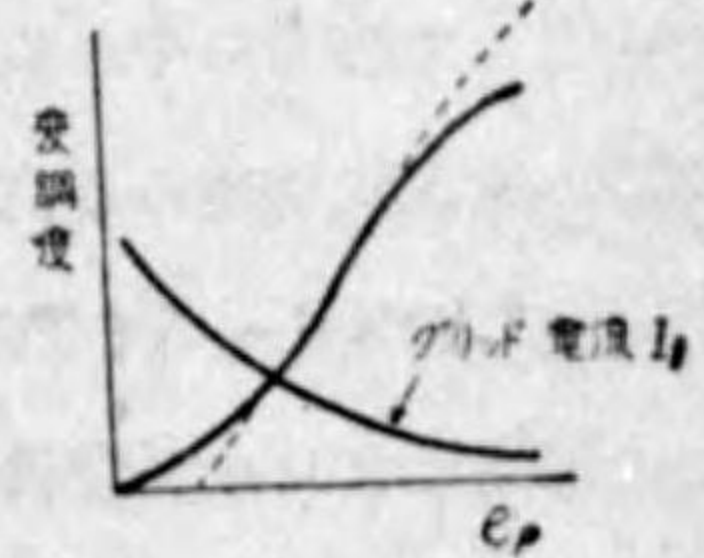
第 135 圖 S. T. C 10kW



第 136 圖 J O A K 150kW

-Eg と、その直列抵抗の電圧降下によるオート・バイアスとの合成値で與ふる方法は、最近良く行はれる方法であつて、變調歪を軽減するのに有效である。一般に、MA は固定バイアスのみで與ふるのが、從來のやり方であつた、その値は、カット・オフ電壓の3倍位にとると、良好な變調特性が得られる。

しかし固定バイアスのときの變調特性は、第137圖のやうに、一般には S 字形となるのが普通である。オート・バイアスを添加すると ep の低いところでは Ig が增加して、バイアス電壓が大となり、裾の部分が急速に切りとられ、ep が高い場合には、Ig が減少してバイアス電壓が抜け、飽和の傾向が緩和される。従つて點線のやうな特性となつて、變調歪が軽減する。



第 137 圖

従つて直列抵抗の値によつて、變調特性が調節出来るわけであるが、大體オート・バイアスと固定バイアスとが相等しくなる程度にするとよい。

5.3 グリッド變調法 (Grid Modulation)

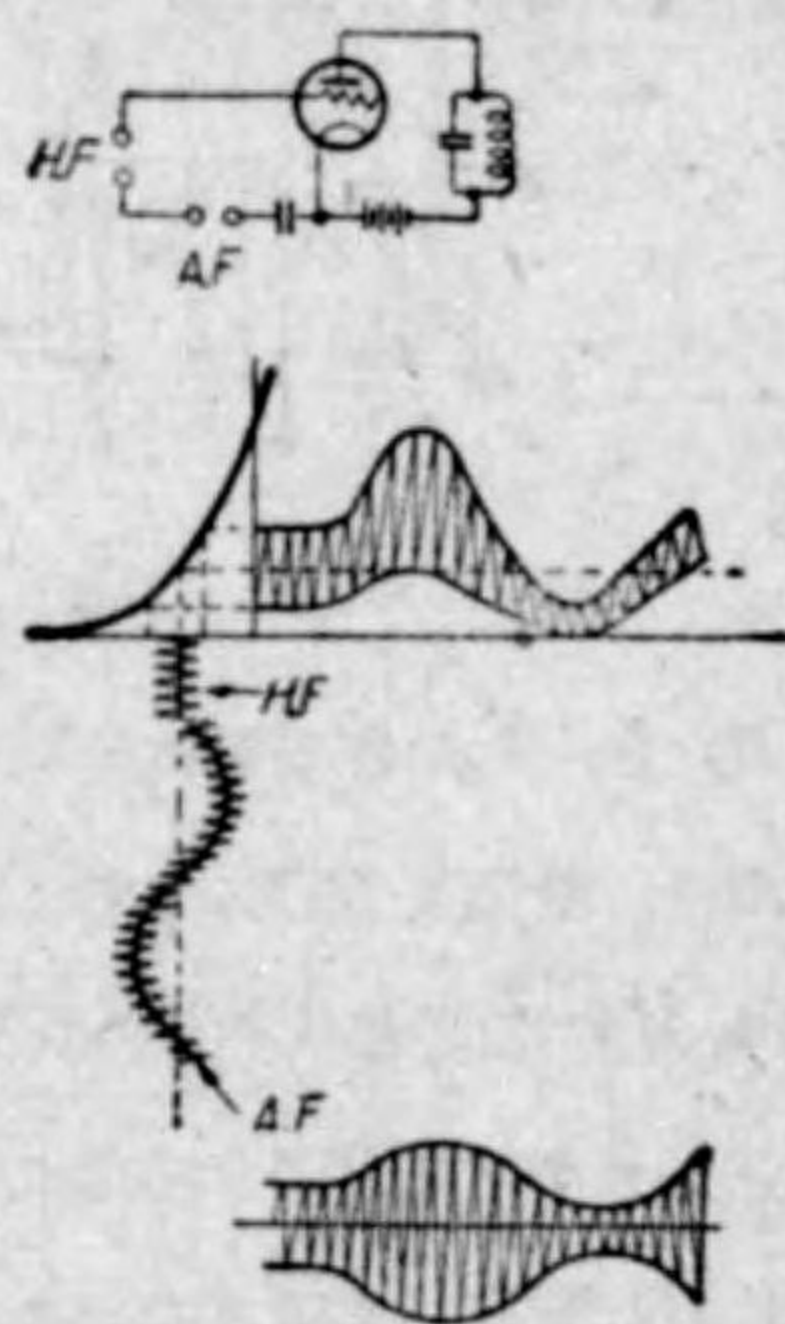
グリッド變調法は(5.1)の項で述べた第127圖の特性を利用するもので、グリッド・バイアス電圧を音聲電圧で變化させてやる方法である。これに二つの手段があつて、グリッドバイアス變調法及びグリッド電流變調法がこれである。

更に古典的方法としては、所謂 van der Bijl の方法があるが、これは今日では殆ど用ひられない。

最近の五極真空管を使用する、サブプレツサ・グリッド變調法も、グリッド變調法の一つとみることが出来る。

(a) van der Bijl の方法

これは被變器が、A級として動作してゐるのが特徴であつて、グリッドの高周波の入力電圧を小としておき、これに大なる電壓の音聲周波を重疊するのである。第138圖のやうな動作状態として、被變調真空管の特性曲線の彎曲を利用して、その變調波形を得るのである。この方法は能率が極めて悪いことと、深い變調率が得られないことから、實用されることはないが、非常に小なる電力のところでは容易にやれるために、いまでは搬送式電話の變調に用ひらる位のものである。

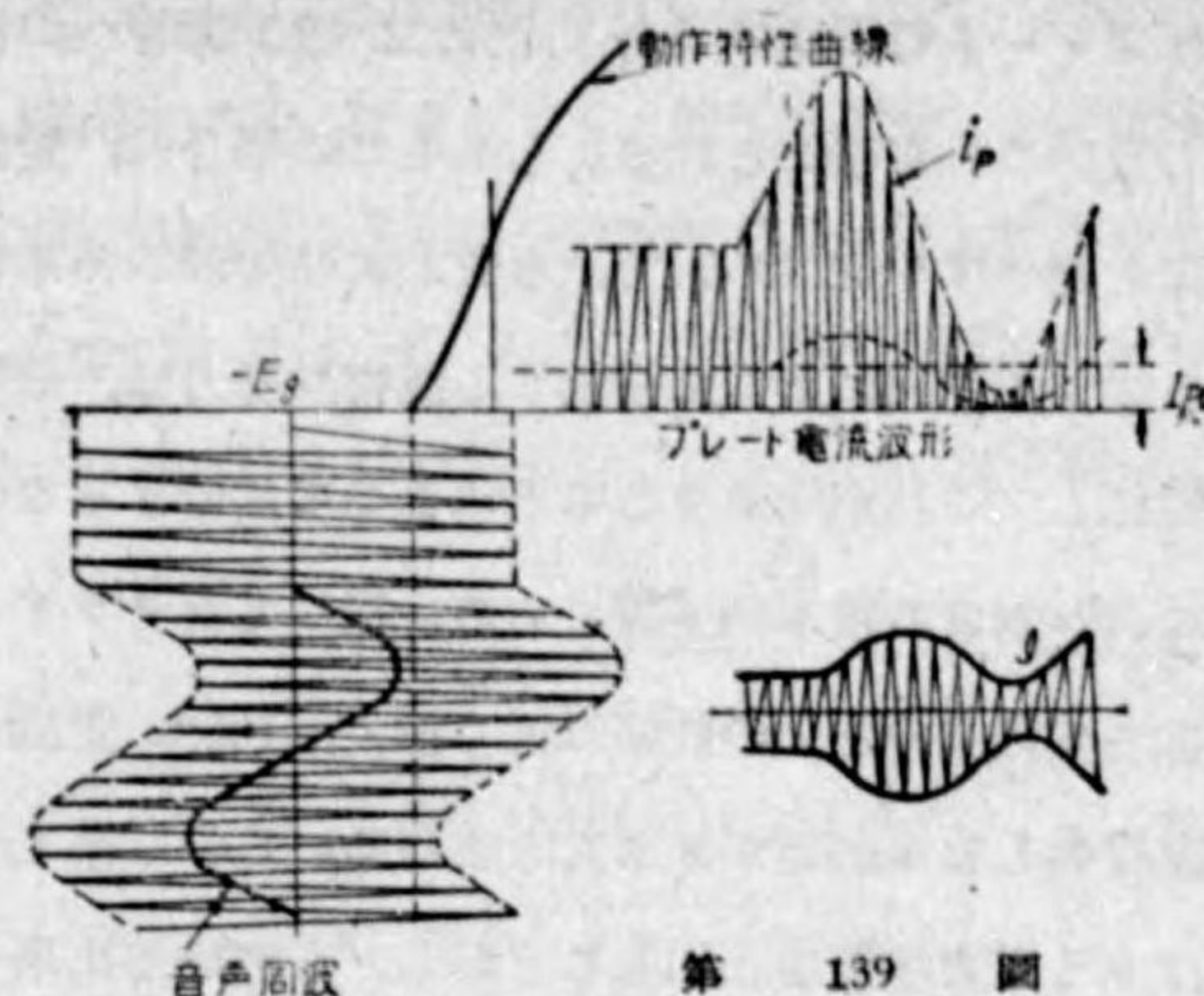


第 138 圖

(b) グリッド・バイアス變調法

この方法はプレート變調法のやり方と、全く同じ觀念に基くもので、單にプレート電圧を變へて變調を行ふことの代りに、これをグリッド側で行ふに過ぎないものである。

C級動作をする被變調器のグリッド回路へ、音聲周波を重疊するので形は(a)項の Var der Bijl 法と似てゐるが、その主要な差は被變調器が、C級動作をしてゐること、従つて高周波入力電圧が、充分に大であり、これに音聲周波を重疊

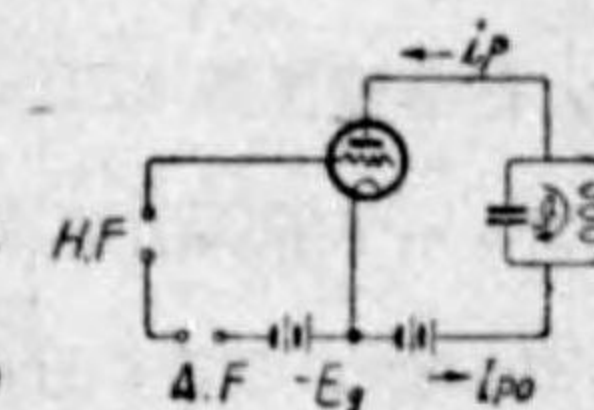


第 139 圖

することによつて、バイアス電圧を變化し、プレート電流の流れる角度 θ を變へてやり、變調波形を得ることである。

その動作の有様は、第139圖のやうであつて、プレート變調と同様になつてゐることが解る。

プレート電流波形は、プレート變調の場合と全く同様になつてゐる。従つて第140圖で示したバイアス電圧の定め方及び高周波入力電圧の定め方を適當にすることにより、



第 140 圖

極めて優秀なる變調特性が得られる。バイアス電圧は、大體カット・オフ電壓の2倍から3倍位に採ることが適當である。この方法は變調に要する音聲周波電力が極めて少くてよいといふ優れた特徴をもつてゐる。それ故放送局のみならず、簡易なる移動無線局等に實用されることが多い。

かやうにプレート變調法と同様であつて、優秀な變調特性が得られ、しかも變調電力が僅少で済む。いひ換へれば、變調器を簡單になし得るといふ利點をもつてゐるのみならず、そのために、良好なる周波數特性が得られ易いといふ特徴をもつてゐることとなるが、果してプレート變調法と、利害得失を比較してみても、その根本的差違は奈邊にあるか。第139圖のプレート電流波形をみると、直にこ

これはプレート変調法の場合と同様に、被変調管への直流入力は、変調によつて變化しないことが察せられる。しかもこの場合は、変調器はただ高周波勵振のかかり方を變へてやるのみで、本質的には變調のために、何等勢力を供給してゐない。従つて變調によつて増加する側帶波勢力は、被變調管自身のプレートの能率が變化し、これが向上することによつて供給されるの他ない。

これが兩者の根本的差異である。従つてグリッドバイアス變調法では、無變調時即ち搬送波のときの能率は低く採り、100% 變調の場合に最大能率になるやうに動作せしむる必要があることとなる。これは第139圖を見ても、考へやうに依れば全く電力増幅器と同じことから、當然諒解出来ることである。従つて搬送波のときの能率は、プレート變調法に比して、約半分になるといふ譯で、能率の點で甚だ劣つてゐるのである。

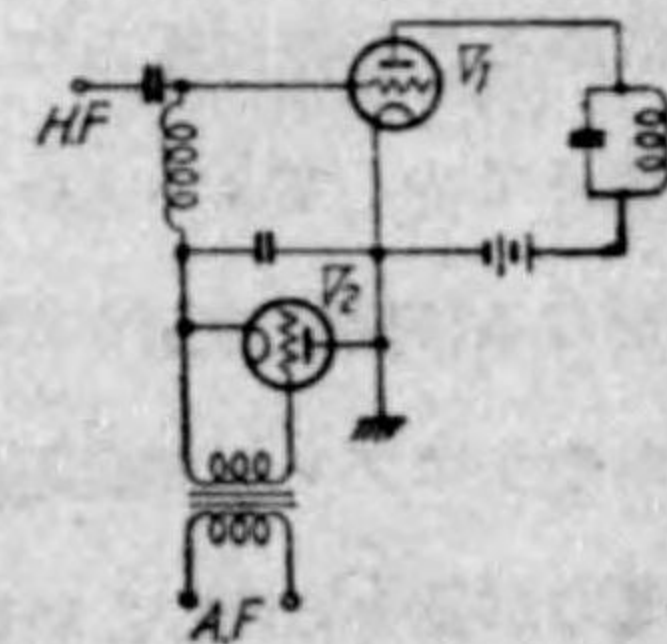
かやうなことからグリッド變調法は、一定直流入力より變調波形を得るところの、能率變換器 (Efficiency-changer) と呼ぶことが出来る。

プレート變調法が Frequency-changer であり、グリッド變調法が Efficiency-changer なることは、極めて重要なことで、兩者の根本的差異である。

(c) グリッド電流變調法 (グリッド・リーク變調法)

これはグリッド・リーク變調法とも呼ばれるもので、グリッド・バイアス電壓を變へてやる前者の方法の代りに、グリッド・リークの値を變へてやり、同様な効果を得んとするものである。

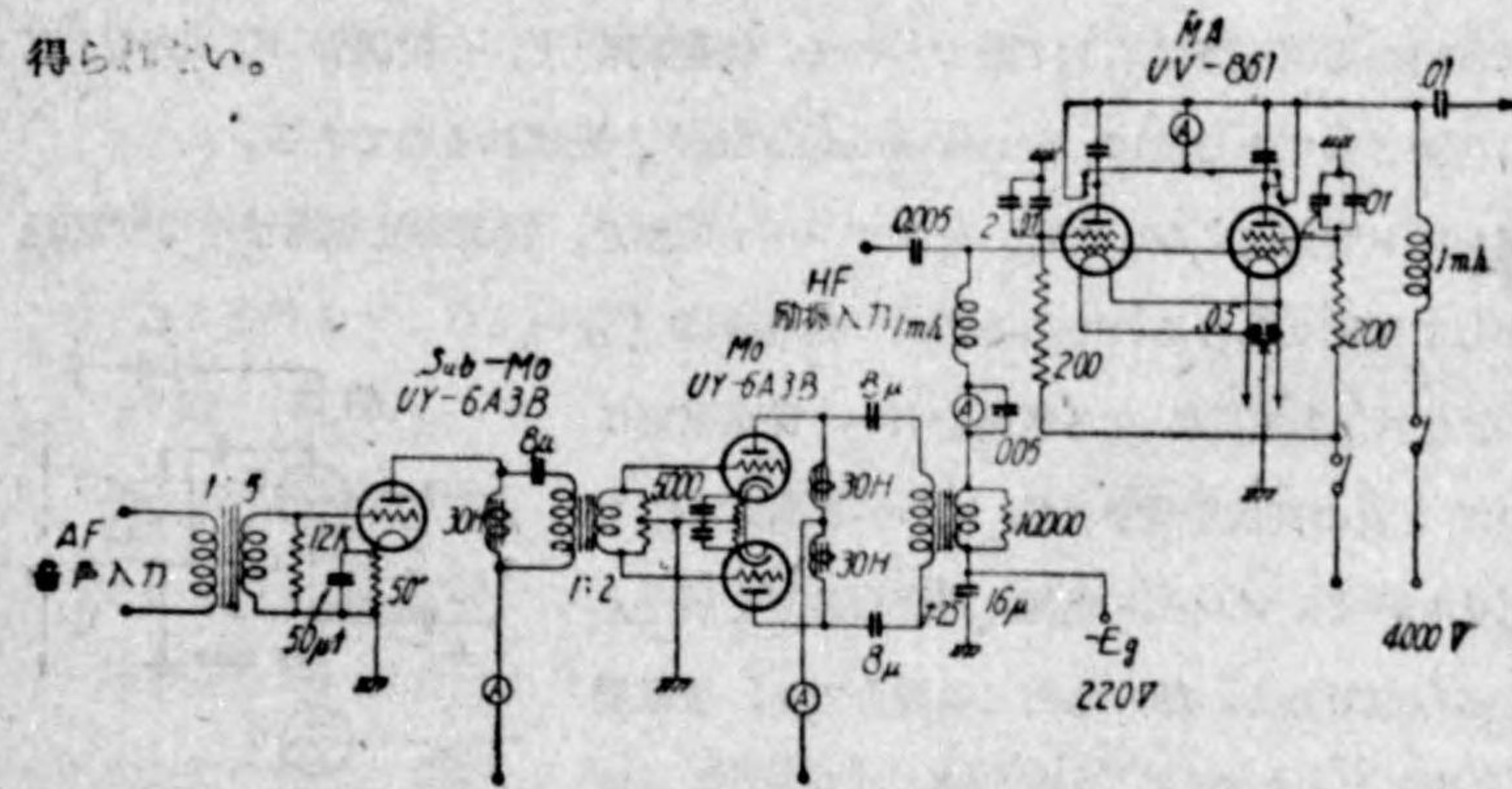
このために第141圖のやうに變調管 V_2 を、グリッド回路に直列に入れて、その内部抵抗を變へてやる。かくして高周波勵振によつて流れる V_1 のグリッド



第141圖

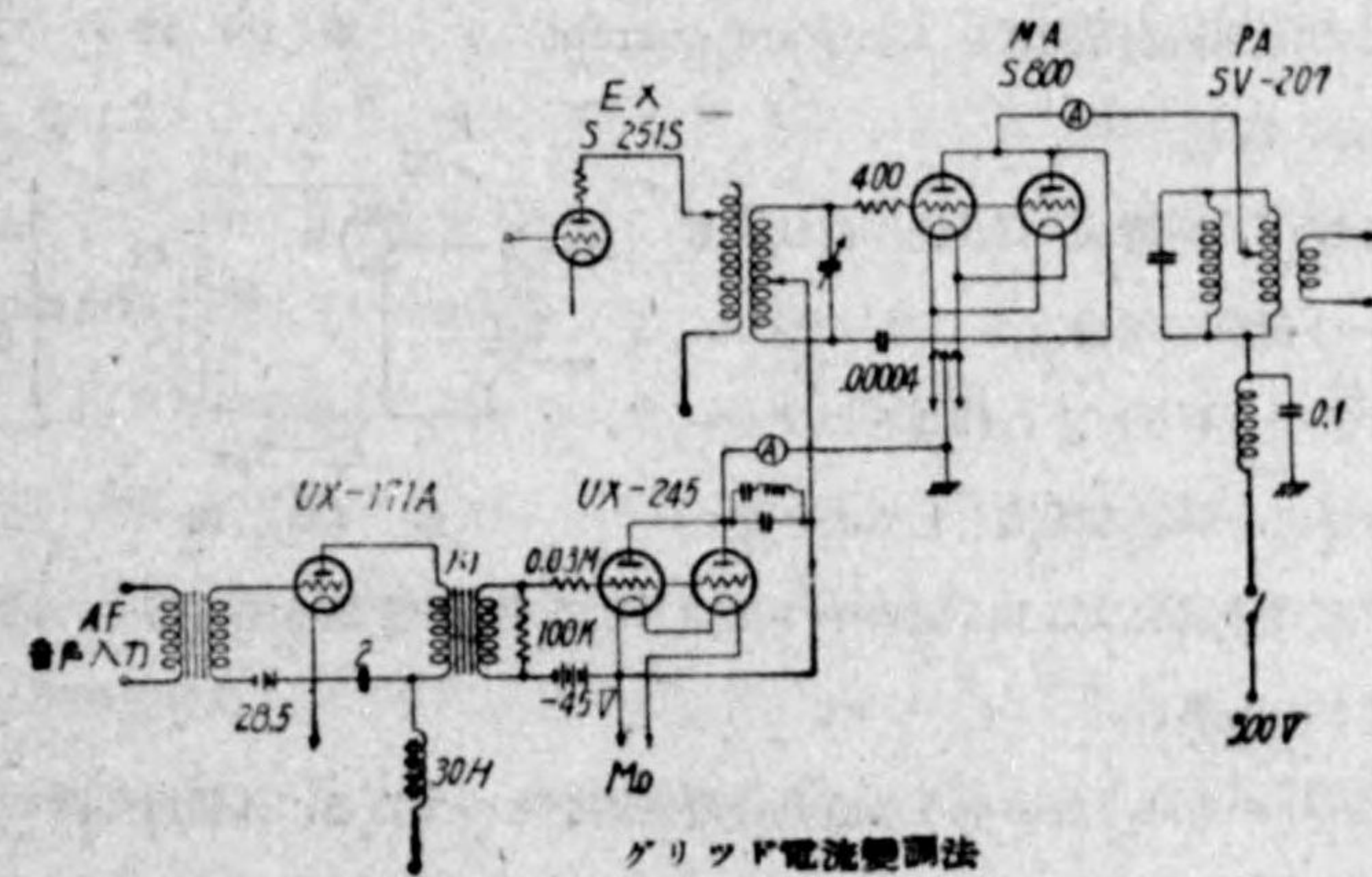
電流を利用して、バイアス電壓を音聲周波に應じて、變化せしめ變調を行ふのである。従つて變調を行ふ有様は、グリッド・バイアス變調と全く同じわけで、や

はり Efficiency-changer である。この方法の特徴とするところは、變調電力が極めて僅少でよいことと、變調器は真空管であつて、他に變壓器とか塞流線輪とかを必要とせぬため、周波數特性が樂に良くなこと等である。但し缺點としてはグリッド電流を、利用するものである故、 V_1 と V_2 の真空管の選擇組合せが肝腎であつて、特にこの目的のために作られた真空管でないとは良好な變調特性が得られない。



グリッド・バイアス變調法

第142圖 富山放送局用500W



グリッド電流變調法

第143圖 濱松放送局用500W

(d) グリッド変調の実際

グリッド変調の實際を示すと、第142圖、第143圖の如くである。

5.4 直列変調法 (Series-modulation)

直列変調法は1932年頃、殆どときを同じくして、米國と英國で考案されたもので、これを實用的に發展せしめたのは Marconi 會社である。

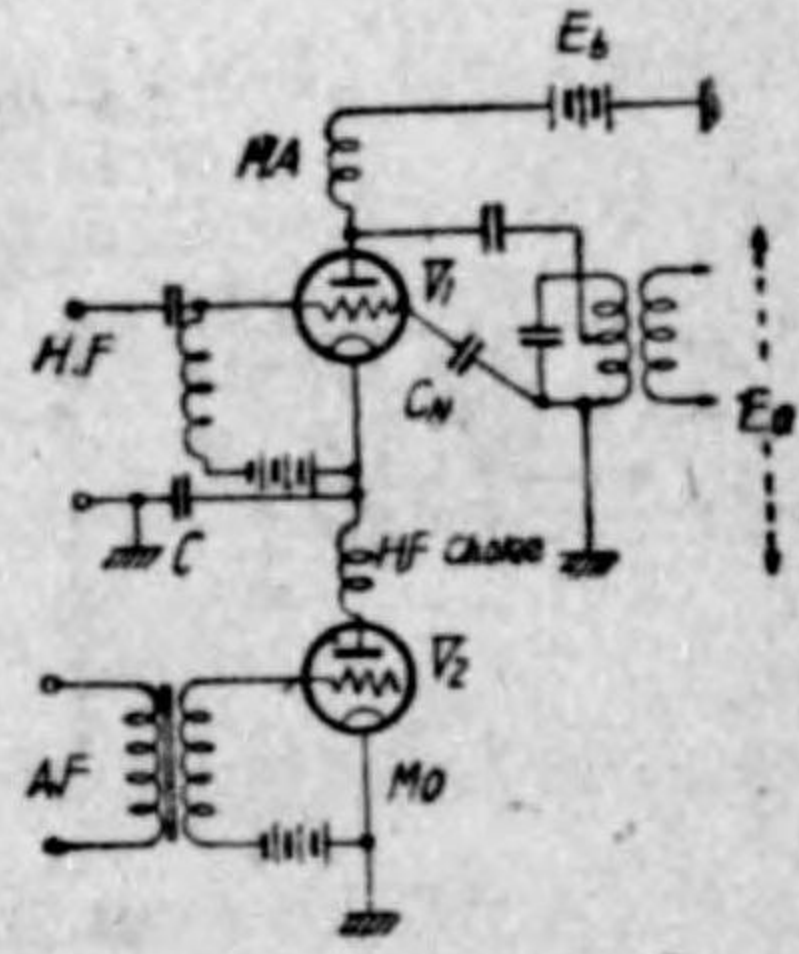
原理的の接続回路は第144圖であつて、被變調管 V_1 と變調管 V_2 とが、直列に接続されてゐる故に、Series-modulation と呼ばれるのである。

プレート変調法においては、そのプレート電壓を、變調塞流線輪または變壓器を介して變化せしむるのであるが、この場合は V_1 、 V_2 を直列として、 E_b なる電壓を與へ、音聲電壓に依つて V_2 の抵抗を變へ、 V_1 にかかる電壓、 E_a を變化せしめて、プレート変調と同様な効果を與へんとするものである。即ち如何なる場合でも、全電壓 E_b は變ることなく、 E_a のみが變ることとなる。故にこれを Constant potential modulation と稱し、これに對して Heising 變調法を Constant current modulation と稱す。

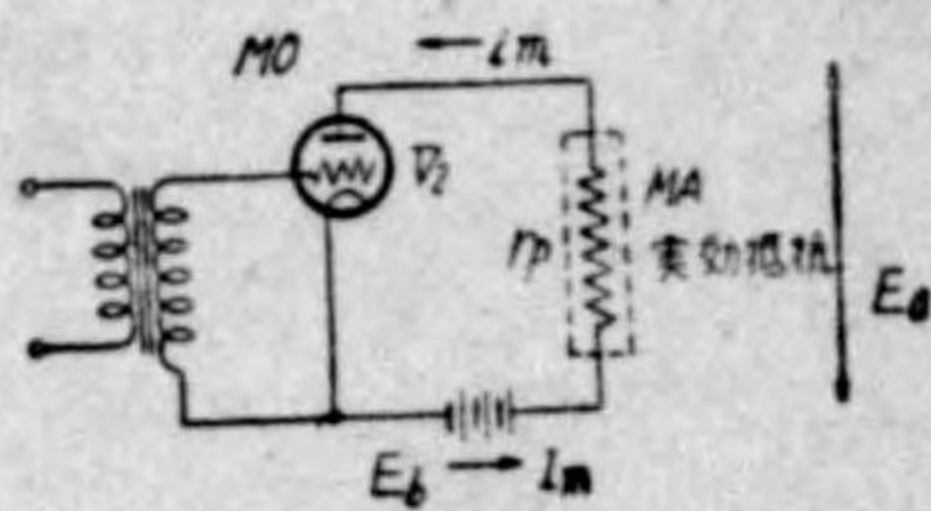
被變調器の V_1 回路は、C級動作をなすもので、プレート変調の場合と全く同一である。従つて前に述べたやうに、これはそのプレート側からみると、單なる抵抗としておきかへ

らる。故に直列變調法は第145圖のやうな簡單なるA級の音聲増幅回路と、同じく考へることが出来る。

従つて MO の方は、圖のやうな直列負荷抵抗をもつてゐる、A級増幅器に過ぎないこととなるから、かやうな考へ方から、すべての點が解決出来る。動作の



第144圖



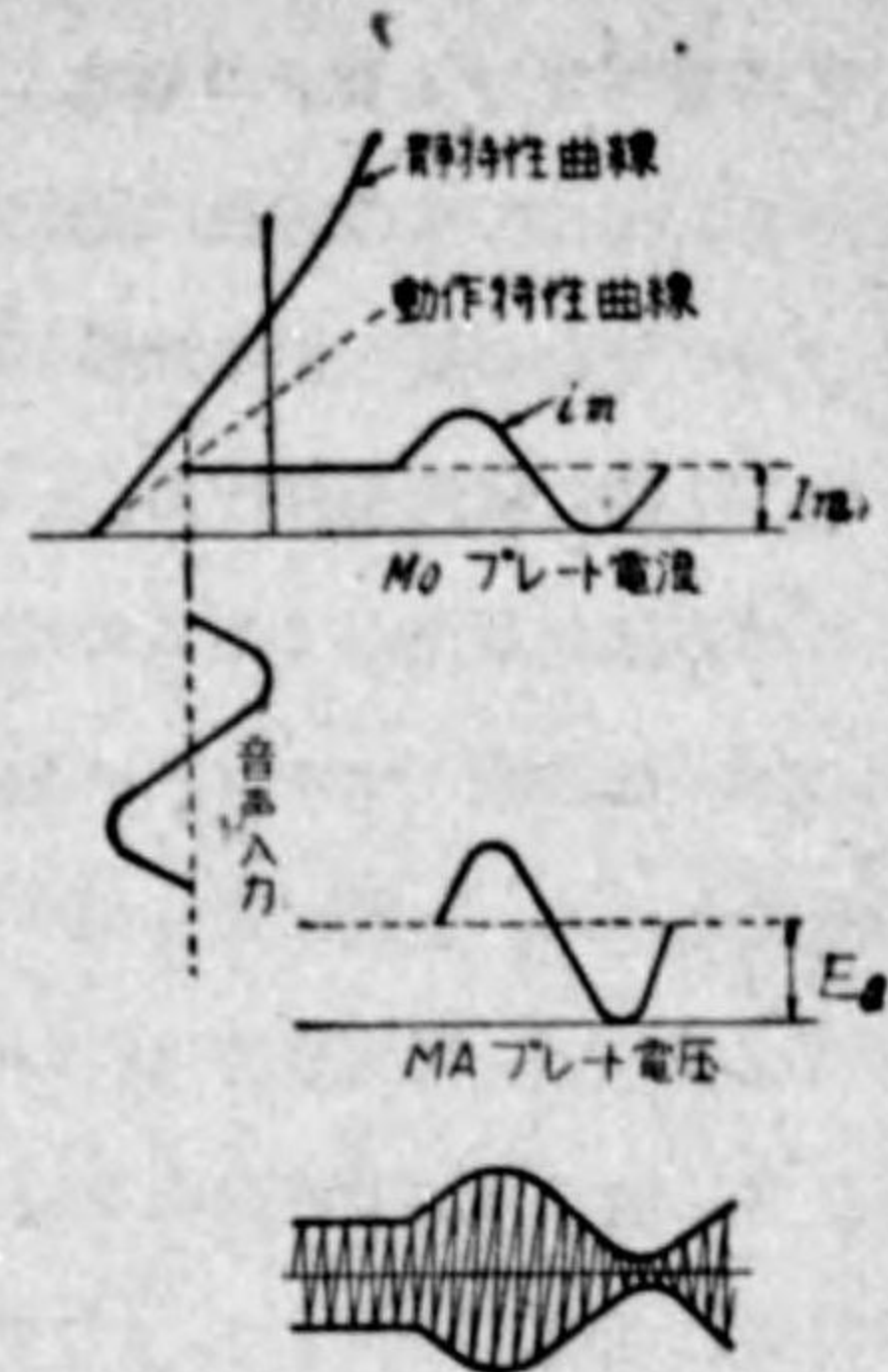
第145圖

有様は第146圖のやうになり、 MA の實効抵抗 V_p を示す處の(5.2)項の第130圖が $E_p=0$ の原點を通るやうな動作をしてゐるならば、この第146圖のやうに MO の dynamic characteristic のカット・オフまで、音聲入電壓を振らせる動作をせしめなければ、100% 變調は得られない。しかしながら一般には、 MA のバイアス電壓を、適當に調整することに依つて、必ずしもこのやうな動作をせしむる必要なく、100% の良好な變調が得られる。

この場合の側帯波勢力は、プレート變調の場合と全く同じく、變調管 V_2 の音聲出力で與へらる。従つてこの方式は、やはり Frequency-changer となる。

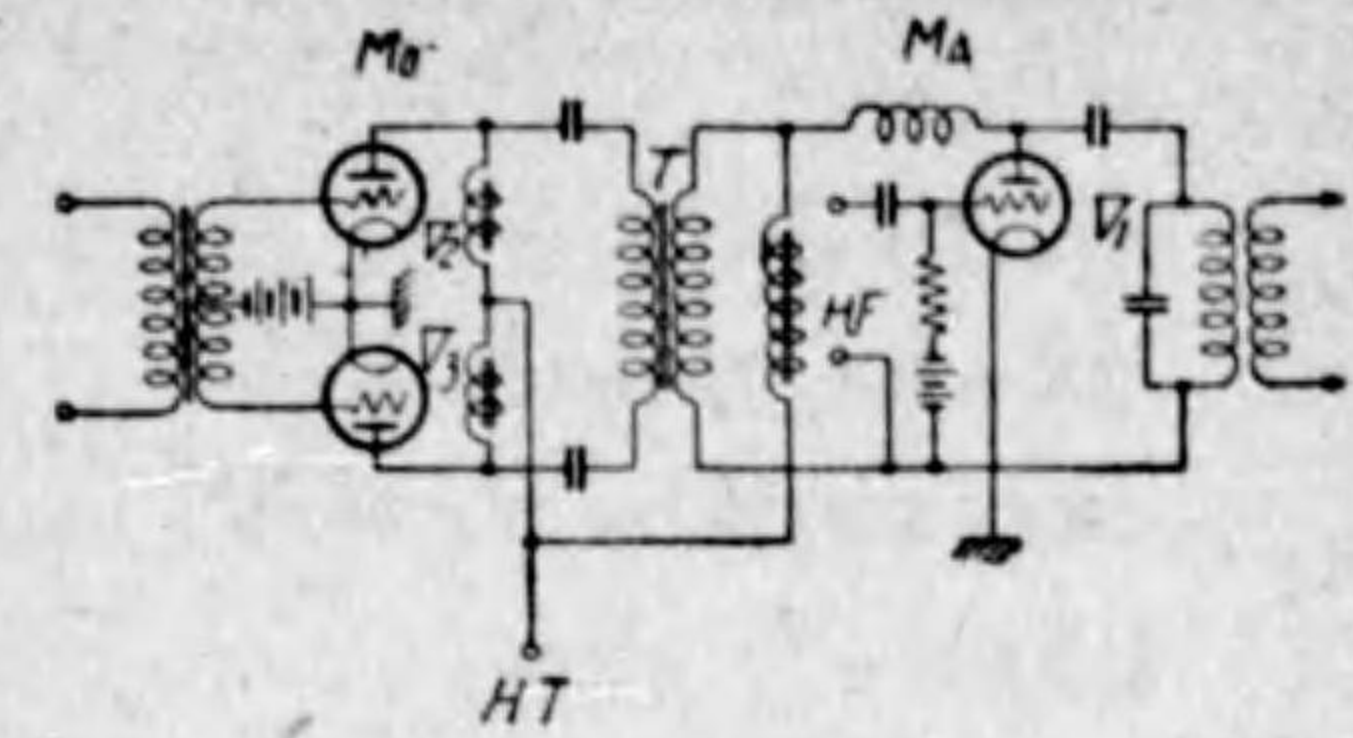
本方法の特徴とするところは、變調は全く真空管のみで行ふものであつて、鐵心を用ふところの塞流線輪とか、變壓器とかを全然要さぬ故、周波數特性を害する惧れがない。従つて放送のみならず、テレビジョンの如き場合にも有効に利用し得らるるといはれ、また MA 及び MO の真空管の動作點を、適當にすることに依つて非常に良好な變調特性が得られ、例へば100% 變調で變調歪5% 以内に容易になし得るといはれる。

しかしながら第144圖をみるやうに V_1 真空管のフィラメントが高壓になることが技術上の困難であつて、このためには絶縁直流發電機を用ふるか、または絶縁變壓器に依つて交流加熱を行ふことが必要となる。従つてフィラメントの高周波側路蓄電器 C に並列に、多量の迷容量が入ることとなつて、周波數特性を害するやうになる缺點がある。何となれば、 C なる容量は V_2 の出力側に對してシャントとして入つてゐるからである。



第146圖

ユ・プルとする理由は、能率が高くなり、従つてプレート損失が僅少となること、及び無変調時には MO への直流入力为零となる故、動作時間を平均した運轉費の節減が出来ること、及び小容量の真空管で、大なる無歪出力が得られること等である。



第 148 圖

かやうな低周波プッシュ・プル回路の最大能率、即ち 100% 變調時に相當するときの能率は、50% 位まで高くとることが出来る。前にも述べたやうにこの MO からの音聲出力は、 MA の直流入力（終段直流入力）の半分でよいのであるから、かやうに高能率の變調器を用ひることに依つて、 MA 、 MO の総合能率を高めることが出来るわけである。 MA 自身の能率は、前に述べたやうに最大約 70% でこれは高電力變調法においても變りはない。 MO の能率如何が総合能率を左右することとなる。

無變調時には MO には入力はない。従つて総合能率は MA できまり約 70% になる。 MO のプレート能率は 100% 變調に相當する最大出力で約 50% で、これを η_a とせば、一般に $m\%$

の變調率では

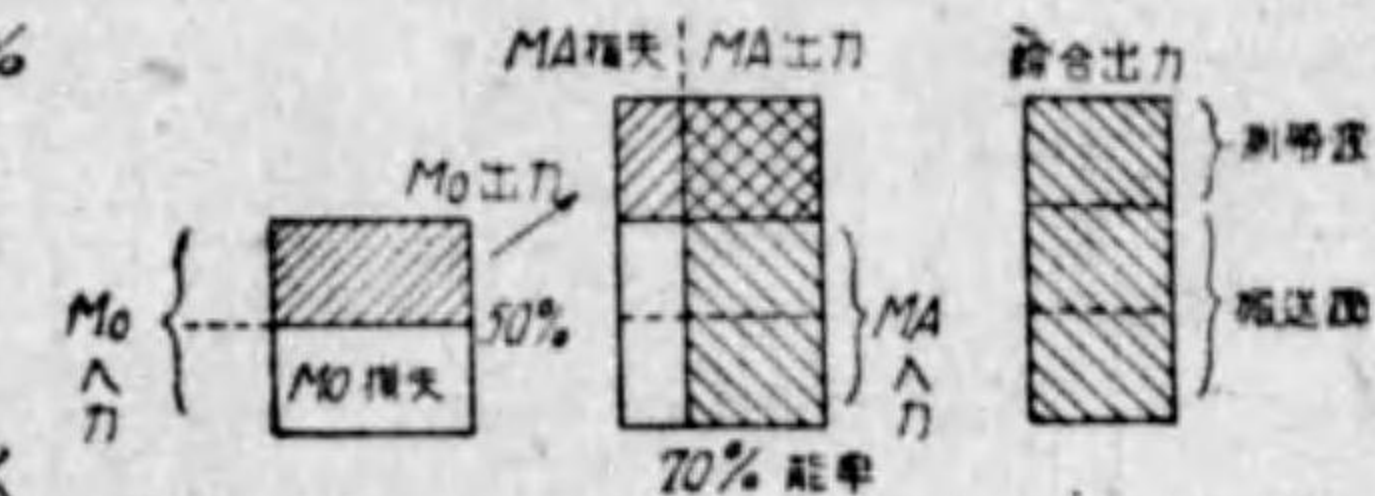
$$m\eta_a$$

に低下する。従つて變調が深くなるほど、総合能率が低下して

くることとなり、100% 變調では 50% 程度になる。この場合の電力の配分を圖示すれば第 149 圖のやうになる。

第 149 圖より

MO 入力を 2 とすれば



第 149 圖

MA 入力=2

MO 出力=1

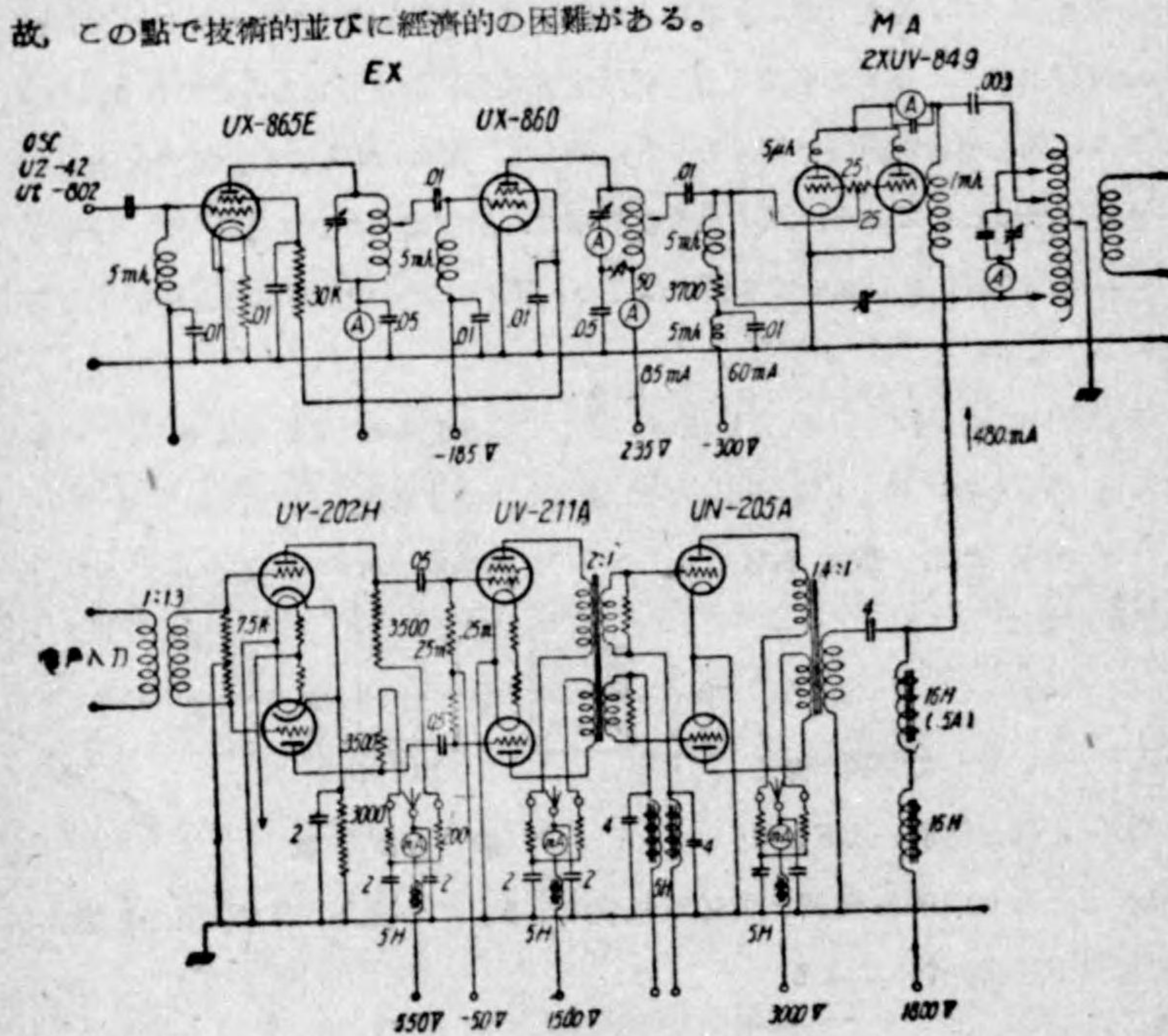
(MO+MA) 入力=4

(MO+MA) 出力=0.7×3=2.1

総合能率= $\frac{2.1}{4} = 50\%$

この高電力変調法は、大電力放送になるほど電力能率を良好にする要求が強くなる故、多く用ひられるもので、特に RCA 会社の好んで使用するものである。

しかしながら本方法では、必然的に大容量の変調変圧器を要することとなる故、この點で技術的並びに経済的の困難がある。

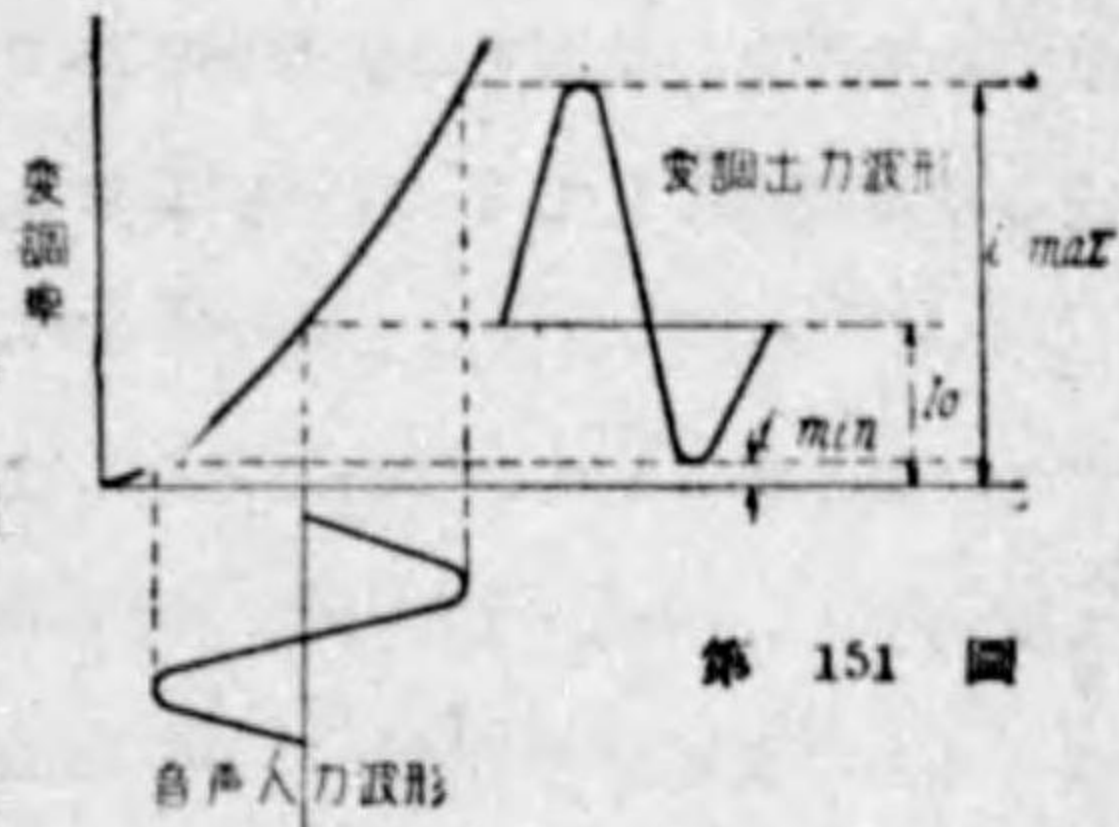


500W 終段變調の實例
第 150 圖 盛岡放送局

我國では 500W 級の小電力局で最近使用してゐるが、この理由は運轉の電力費を節減するといふよりは、電力増幅方式に比べて、使用真空管がみな小容量ですむことから、500W 放送局で水冷式真空管を用ひずに、全部空冷真空管で間に合せることが出来るといふ利點がある故である。第 150 圖にこの實例を掲げる。

5.6 變調歪

變調特性が直線ならば、變調歪は生じない。一般には直線とはならず、多少の歪を含む。これを表すのに歪率 (Klirrfactor) なる定義を用ひる。例へば、變調特性が第 151 圖のやうであれば、變調出力波形の中に含まるる基



第 151 圖

本波 I_1 に対し、各高調波 I_2, I_3, I_4 を考へ、

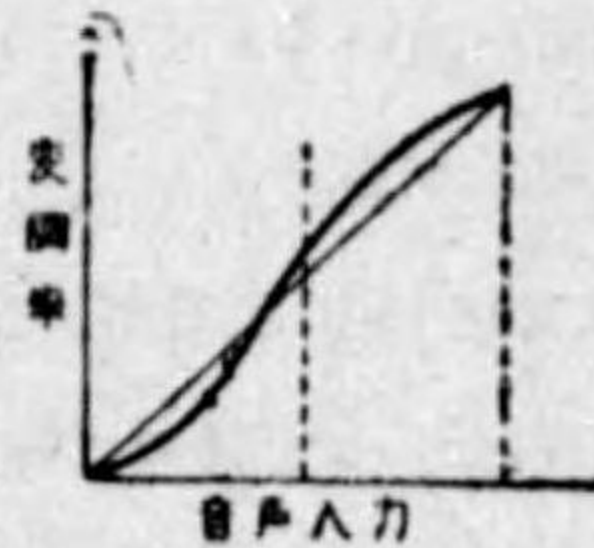
$$\text{歪率} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + \dots}}{I_1} \times 100\%$$

として實効値の比を以つて示す。

一般に歪率が僅少なる場合は、圖の最大、最小の 3 點につき、次のやうに算出して誤差は僅少である。これを 3 點解析法と呼ぶ。

$$\text{歪率} = \frac{i_{\max} + i_{\min} - I_0}{2} \times 100\%$$

特に變調特性が自乗曲線になつてゐるときは、本式は正確なる値を與ふる。一般には變調特性は第 152 圖のやうに S 字形を畫くことが多いが、かやうなきとは互に打消し合つて、歪率は比較的僅少になる故好都合である。



第 152 圖

この歪率が 5% 以下ならば、一般の聴覺には感知されず差支ないといはれてゐる。

第 6 節 放送機附屬装置

6.1 變 調 計

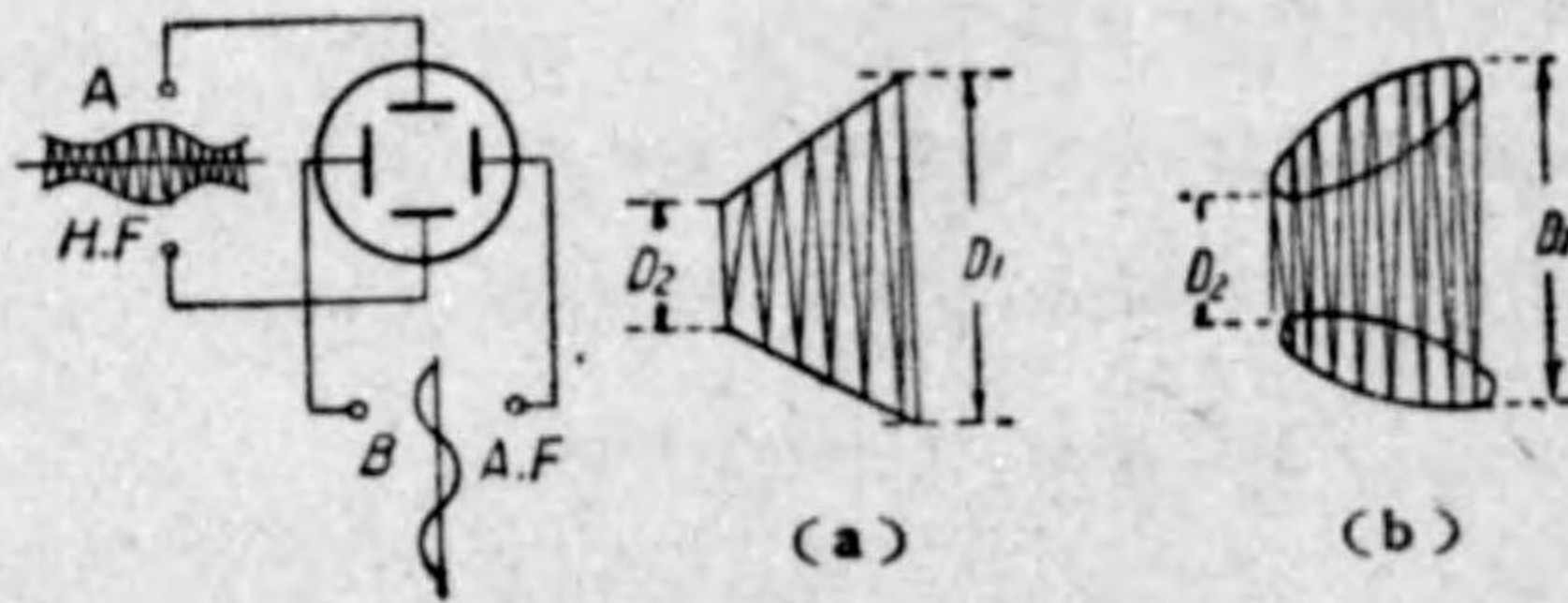
變調率の測定には種々の方法が考案されてゐる。最も便利に使用されるのはブラウン管であるが、これは餘り精密を望むことは出来ない。他に精密なる測定器もあるが、放送機附屬として動作状態の監視に用ひるためには、メーター型の指示計器であること、及びその動作が輕快であることが必要である。従つて確度の方を或る程度犠牲としても、構造簡易であり、動作確實なるものとするのが常である。

ここでは測定器としての精密なるものは省略し、放送機附屬の簡易なるものについて説明する。特にブラウン管は變調率の測定のみならず、變調歪、變調波形を観察するのに至便である故、その使用法を述べよう。

(a) ブラウン管を用ひる方法

第 153 圖でブラウン管の偏向板 A、B に、それぞれ變調波及び低周波を與へる。B 側に與へる低周波は放送機の入力側から採ればよろしい。純正弦波變調の場合には第 154 圖 (a)

(b) のやうな圖形が螢光板上に得られる。一般に A、B 兩側に加へられる波形に位相差があると、



第 153 圖

(b) のやうになるが、そのとき低周波の B 側の方の位相を調整してやると、(a) のやうになつて測定に便である。

變調率は

$$M\% = \frac{D_1 - D_2}{D_1 + D_2} \times 100\%$$

として容易に求められる。故にこの圖形を寫し採つて、長さを測るだけで簡易に變調率が知られる。

またブラウン管の便利なることは第 155 圖の如く種々の梯形圖を観察して、



變調波形即ち變調歪の有無を知ることが出来る。従つて放送機の調整に當つて必要なくべからざるものである。

第 155 圖 變調圖形

(b) 空中線電流増加より求むる法

この方法も測定計器ではないが、大體の變調率の見當をつけるのに役立つ故心得て居る必要がある。

これは空中線または空中線回路、或はタンク回路等に挿入してある熱電流計を利用して、變調時の電流増加の振れから、算出する方法である。

搬送波だけのときの電流値を I_1 とし、變調に依つてこれが I_2 に増加したとする、熱電流計は實効値即電力を示すものであるから、このときの I_2 の増加は、側帯波電力を示すことになる。いま搬送波電力を P とすれば

$$P = I_1^2 R$$

$$M\% \text{ 變調のときは } P \left(1 + \frac{M^2}{2}\right) = I_2^2 R$$

$$1 + \frac{M^2}{2} = \frac{I_2^2}{I_1^2}$$

$$\therefore M = 1.41 \sqrt{\left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2 - 1} \%$$

として、容易に算出できる。

これは計算尺一本で放送機の調整を行ひながら出来、測定器を何も必要とせぬ便があるが、變調波形に至があるや否やの判定は全然出来ぬ。

(c) 指示型變調計

第156圖は簡易なる變調計の一例である。

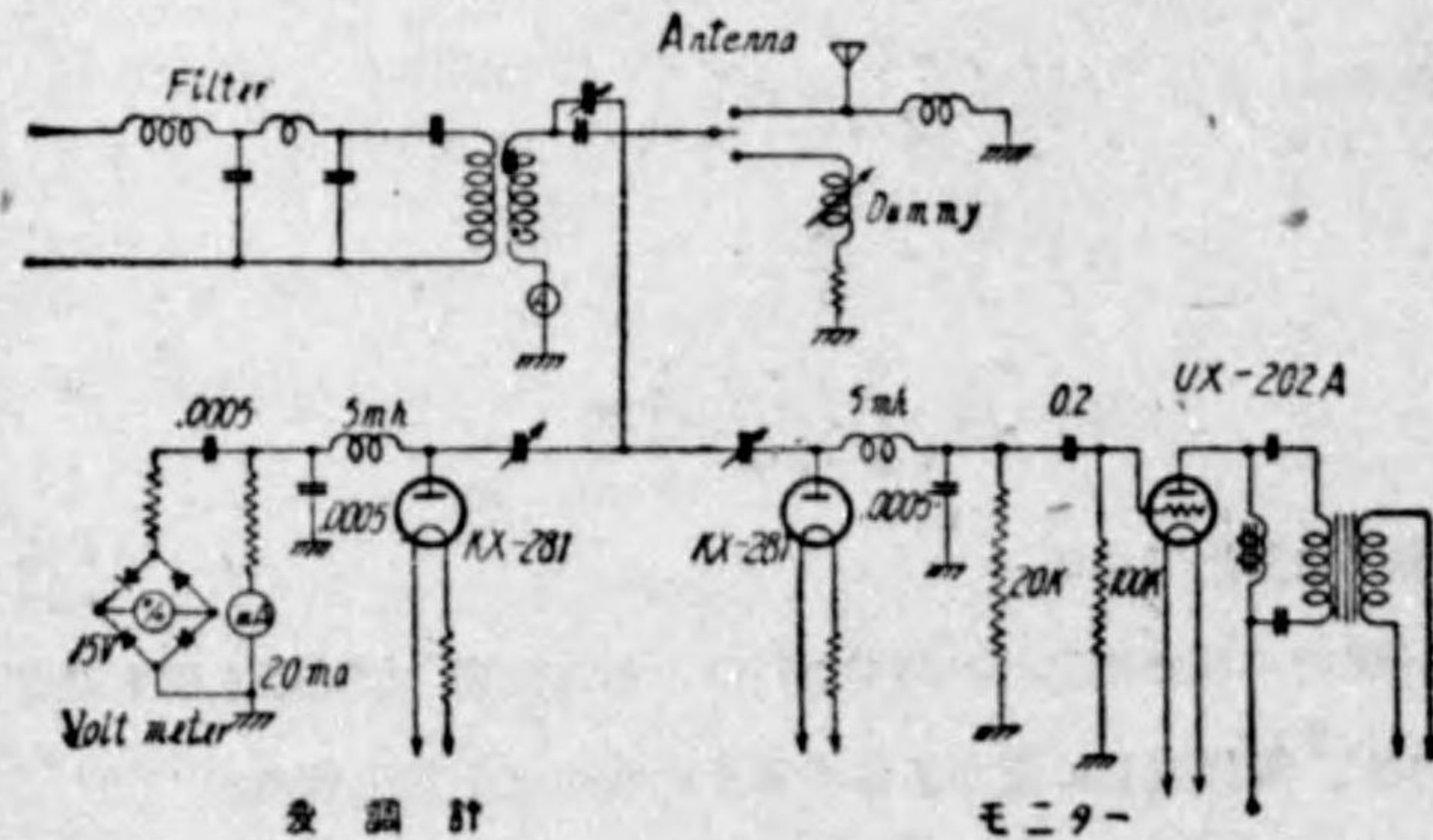
終段或は空中線回路等適當なところに、小容量Cをもつて結合せる二極整流管をもつて直線檢波を行はせ低周波出力で酸化銅整流器を経て、直流電流計を振らせるのである。

従つて電流計の指示は、平均値を示すこととなり、波高値を示さざる故、純正弦波以外は波形の誤差を含んで、正確なる變調率を與へない。しかしながら動作鋭敏であつて、較正が容易に出来る故都合がよい。

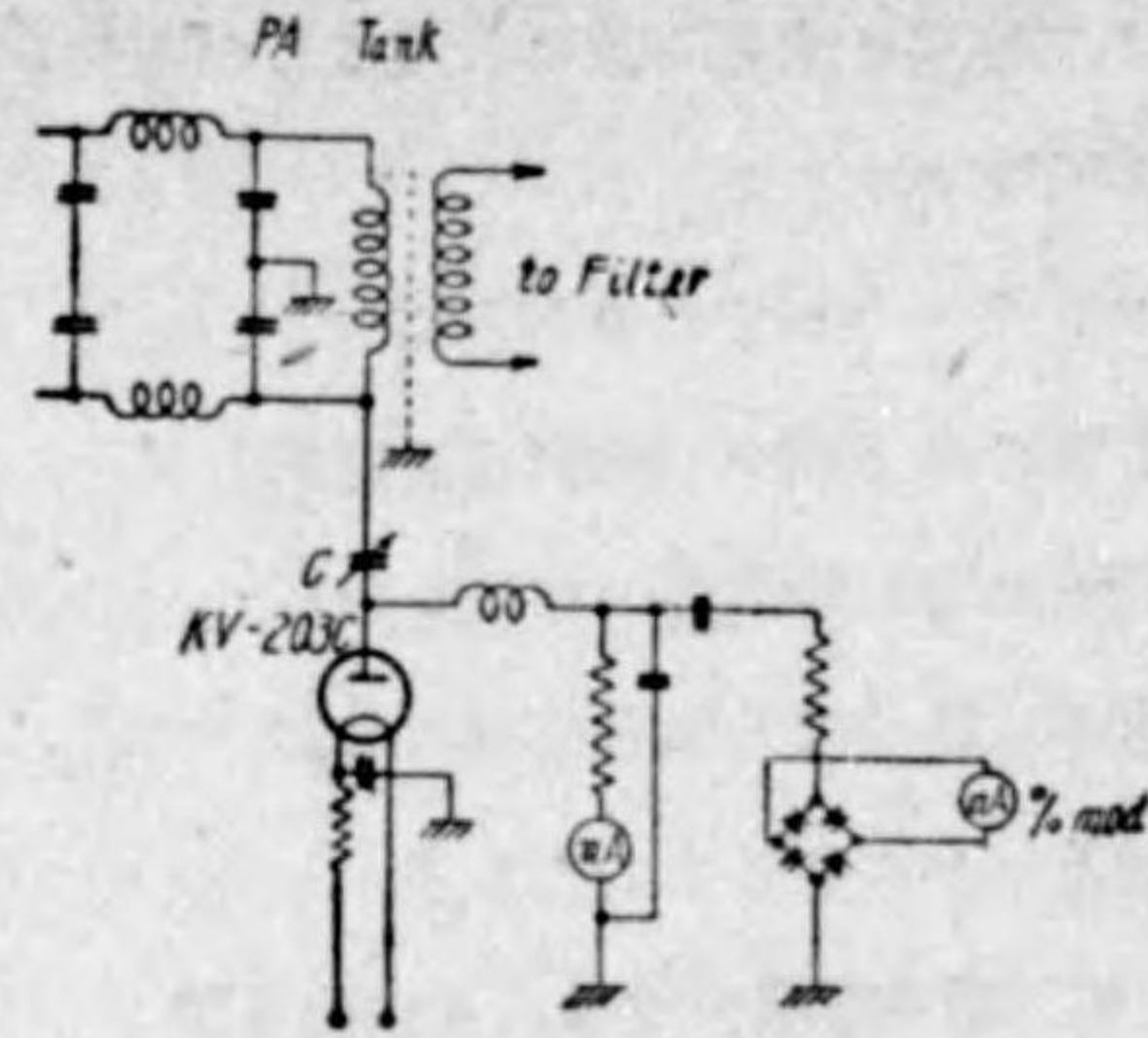
純正弦波變調の場合のみ、正確なる變調率を示すこととなる。

整流用真空管は高電壓に耐へ、しかも内部容量僅少なるとる必要がある。結合用Cは、50μmf程度のもを用ひるのが適當である。

第157圖は500W級の小電力局用として用ひられる接続例である。いづれも酸化銅整流器を用ひる故、變調計自身の周波數特性が、高い方で劣化する危険がある。



第157圖 山形、帶廣各放送局用



第156圖 JOAK 150kW

る。これを避くるため高抵抗を直列に入れる。

變調率は波高値に依つてきまるものである故、波形による誤差を生じないやう第158圖のやうにする方法もある。兩波整流型直空管を用ひ、一方のC₁R₁の時定數を充分大にとつて、波高値を示すやうにする。即ちピーク電壓計の如くにして、V₁なる電壓は常に波高値を與へるやうにする。他方のC₂R₂は時定數を有たないやうにして、V₂なる電壓は、常に平均直流電壓を與へるやうにする。

この兩電壓を差動的に接続して、Mなる電流計(または電壓計)に入れば、正變調の波高値が得られる。

Mの切換スイッチは、初めのレベルを決めるためである。この方法は指示型であるか、メーターの振れは急速でなく、常に波高値即ち最大變調率に沿つて浮動してゐることとなる。

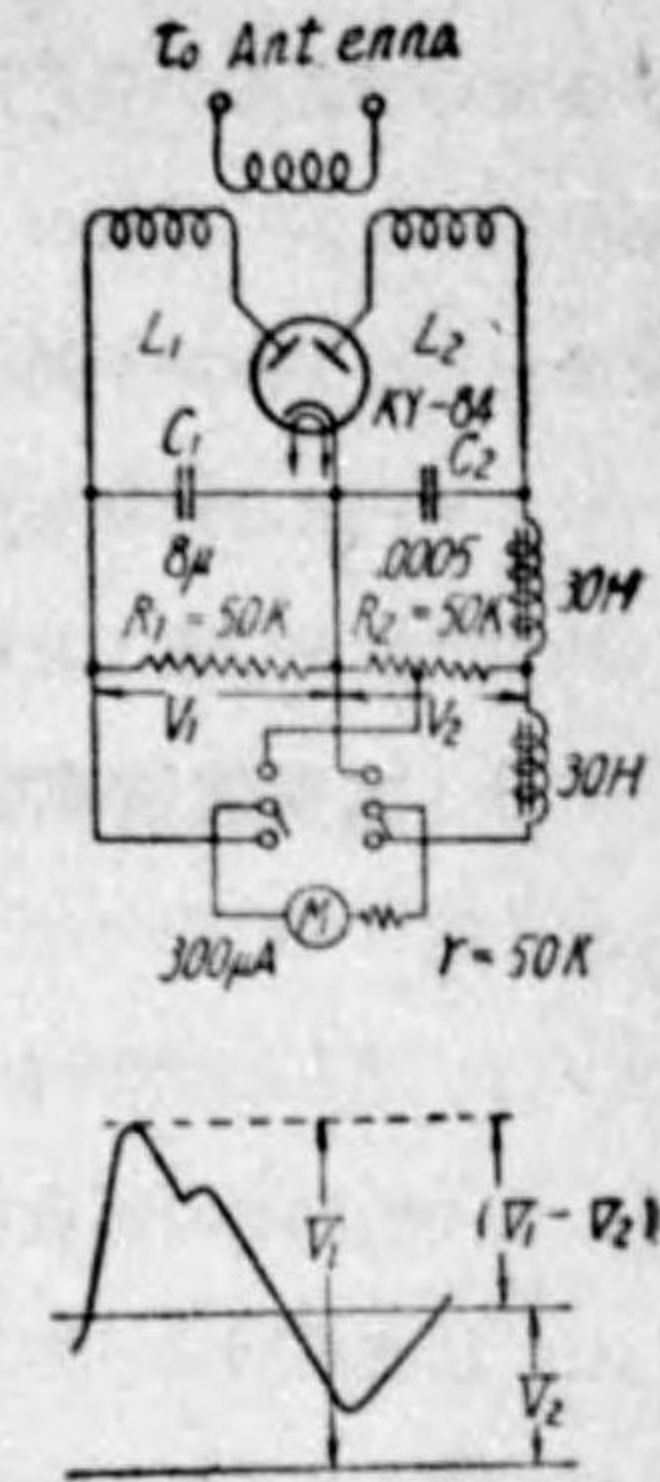
rを高くするほど周波數特性は良くなる。圖では50KΩであるが幾分不充分であり、これを100KΩ以上にすれば宜しい。

6.2 モニター

放送状態の監視を行ふために、放送機の終段或は空中線部分に、簡單なる整流装置を附屬し、これより音聲周波を得て増幅監視する装置をモニターと呼ぶ。

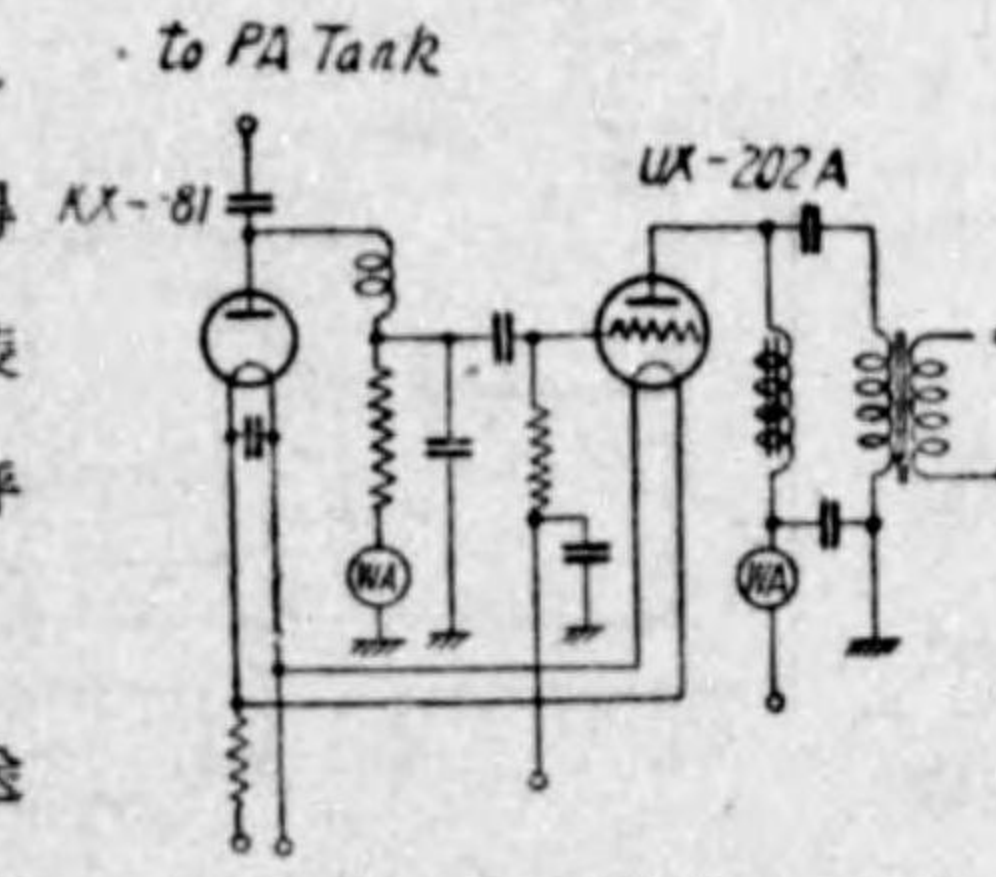
モニターは放送電質の良否を判別

電質の良否を判別

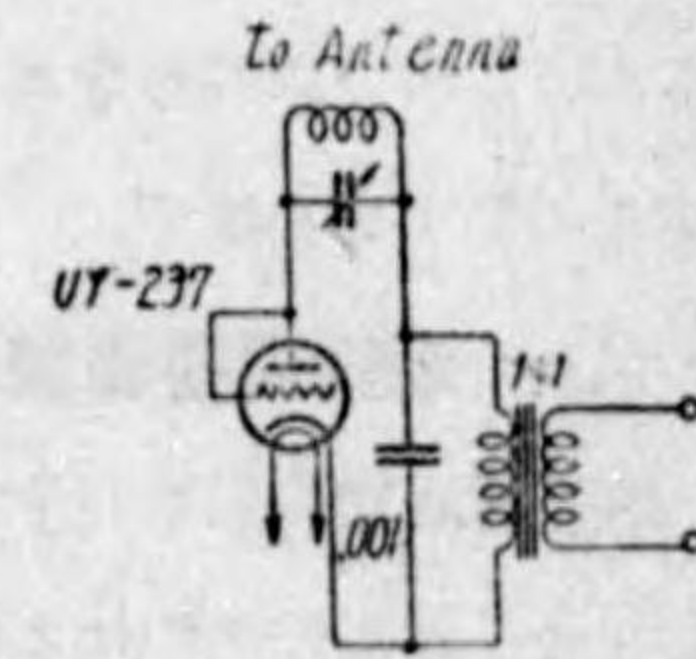


富山、鹿兒島 500W

第158圖



第159圖 JOAK 150kW



富山放送局 500W

第160圖

するものであるから、出来るだけその特性が良好なることが必要である。従つて整流器は所謂二極管のパワー検波として、直線的検波特性をもたせるやうにする。そのためにプレート側に高抵抗を負荷して、抵抗結合方法を探ることが多い。

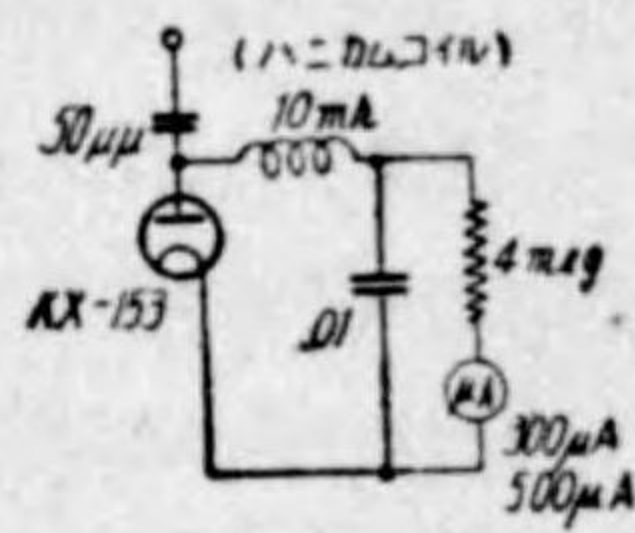
モニターは放送機起動と同時に、起動するやうにしておくことが必要である。

第157圖及び第159圖、第160圖にこの實例を掲げる。

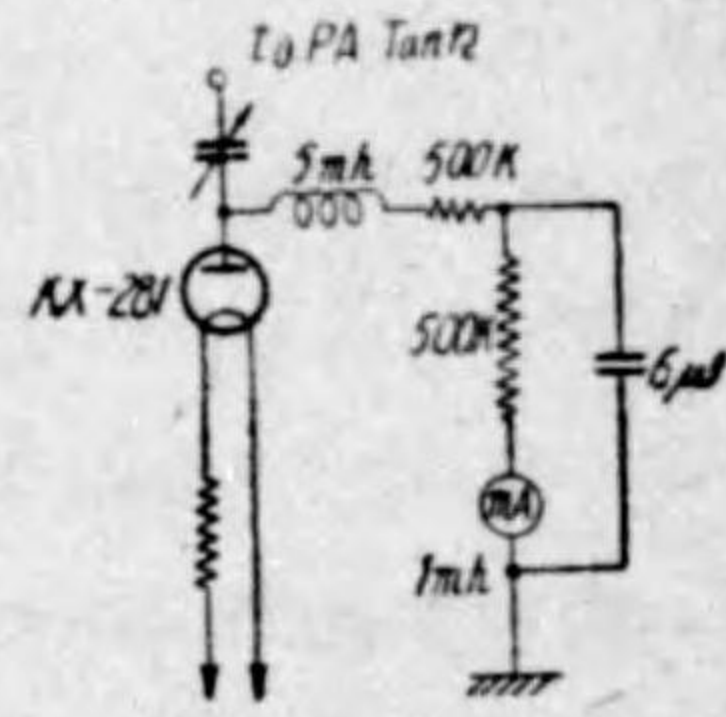
6.3 高周波高電圧計

終段電力増幅器の如き重要な部分には、調整保守の便利上プレート及びグリッド側に、波高電圧計を設けることがある。これに依つて動作時、高周波電圧を知り、また變調率の測定をも行ふことが出来る。

これは高壓回路へ挿入するものであるから、極力入力インピーダンスを高くすることが必要である。



鳥取放送局用 500W
第 161 圖



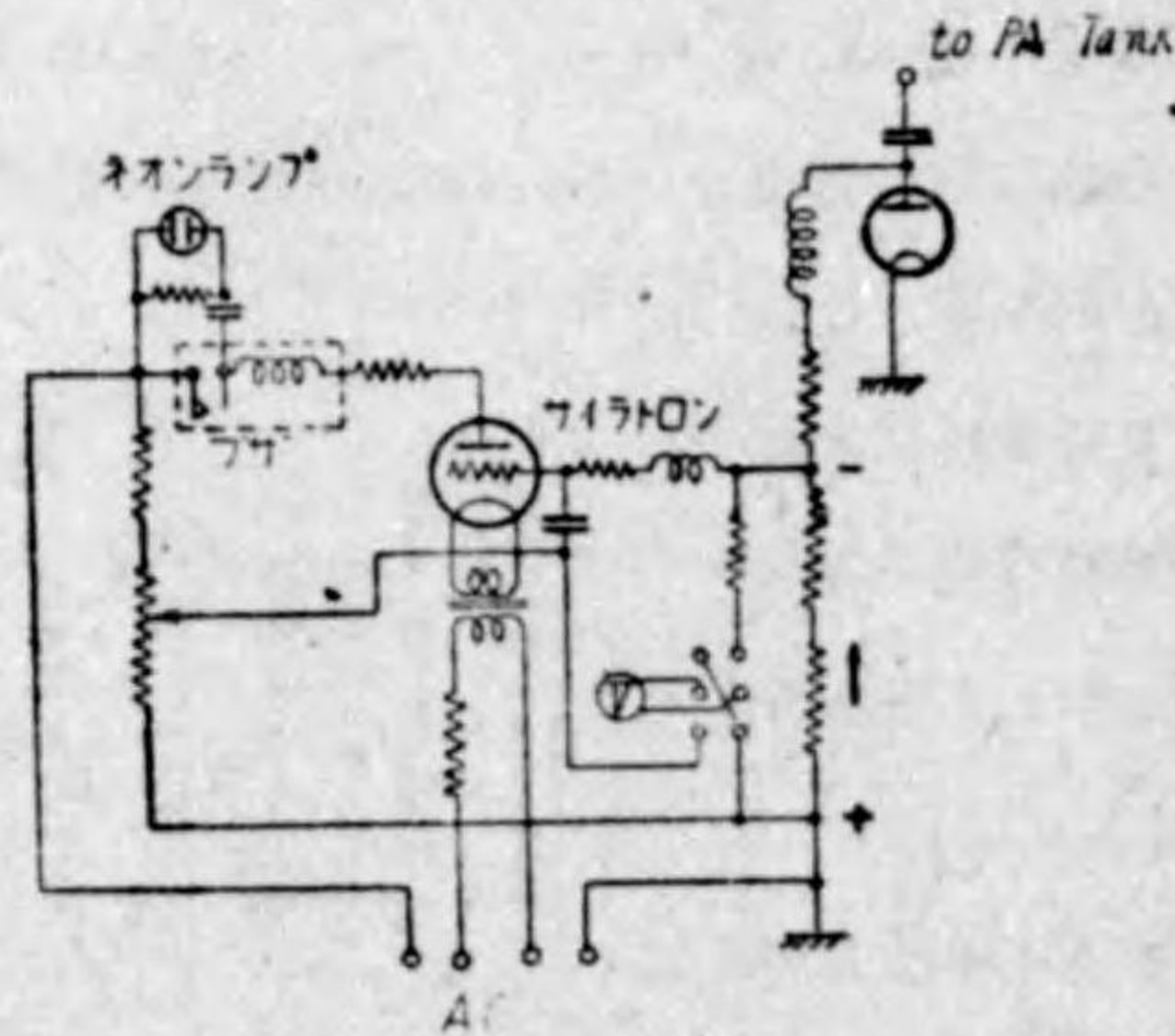
山形放送局用 500W
第 162 圖

依つて第161圖の如き二極管を使用して、プレート

とフィラメント間の容量が少いものを選ぶと同時に、配線方法にも充分な注意を要する。時定数は最低30c/sの變調のときでも、誤差僅少となるやう、周波数特性を考慮して充分大にするを要す。

6.4 過變調警報装置

過變調は變調歪を生ずるのみならず、真空管その他の機器に短絡を生じたり、或は妨害側帯波を發射する等面白いこと



第 163 圖

が多い。従つて過變調の場合に警報して、保守者に注意を與ふる装置が用ひられる場合もなる。一例を示せば第163圖の如くである。

これは負變調の場合にピークが、或る値に達すると、サイクロンが點火してブザを鳴らすと同時に、ネオン・ランプが明滅して警報する方式である。

本器の入力インピーダンスは 700 オーム (最近のものは 600 オーム) で、30 乃至 10,000 c/s の周波数範囲において、1,000 c/s のときを基準とし、インピーダンス変化は ±30% 以内である。

出力インピーダンスは 700 オーム (最近のものは 600 オーム) で、30 乃至 10,000 c/s の周波数範囲において、1,000 c/s のときを基準とし、インピーダンス変化は ±30% 以内である。利得は 55 デシベル以上である。

周波数特性は 1,000 c/s を基準とし、30 乃至 10,000 c/s の周波数範囲において、±2 db 以内である。

出力は 1,000 c/s に於て 0db 程度、そのときの歪率は 4% 以下である。

(註) このときの出力 0db とは、700Ω, 7mwatt をとつてゐる。

動作電圧並びに電流は次の通りである。

フィラメント電圧	6.3 V
プレート電圧	350 V
プレート電流	3 mA. 第一
プレート電流	7 mA. 第二

第2節 B-増幅器

第165圖は現在最も普通に使用される標準型B-増幅器であつて、その入力インピーダンスは 1,000 c/s において、700 オーム (最近のものは 600 オーム) 及び 15,000 オームであり、30 乃至 10,000 c/s の周波数範囲において、±30% 以内の偏差である。

出力インピーダンスは 1,000 c/s において、700 オーム (最近のものは 600 オーム) であり、30 乃至 10,000 c/s の周波数範囲に於て、±30% 以内の偏差である。

利得は 1,000 c/s において、40 デシベル以上である。

周波数特性は 1,000 c/s を基準とし、30 乃至 10,000 c/s の周波数範囲において、

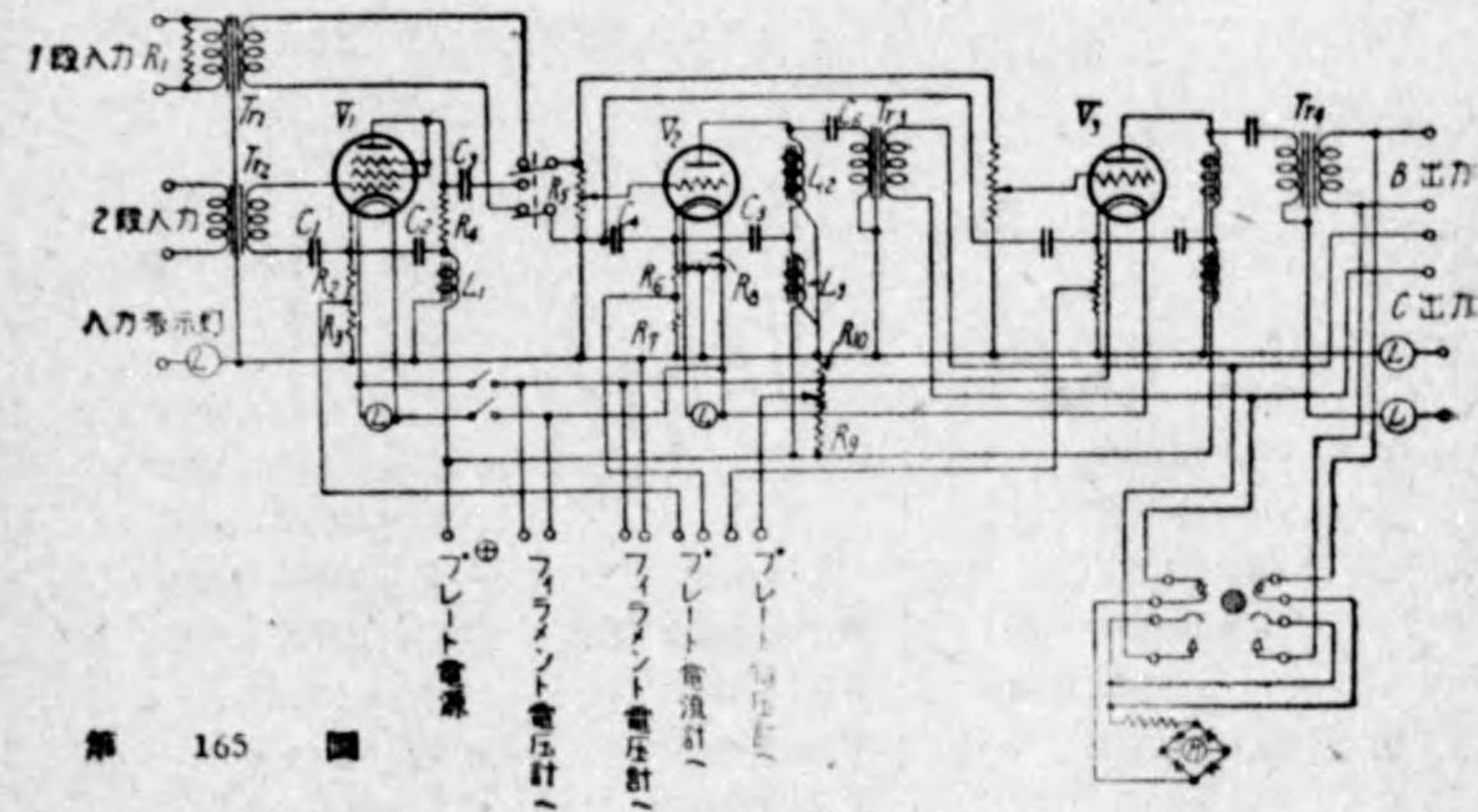
±2 db 以内の偏差である。

出力は、+20 db 程度であり、そのときの歪率は 4% 以下である。

出力計は整流型であつて、50 乃至 10,000c/s の周波数範囲において、1,000 c/s を基準とし、±2 db 以内の偏差である。

動作電圧並びに電流は次の通りである

フィラメント電圧	6.3 V
プレート電圧	350 V
プレート電流	3.5 mA. 第一
	60 mA. 第二及び第三



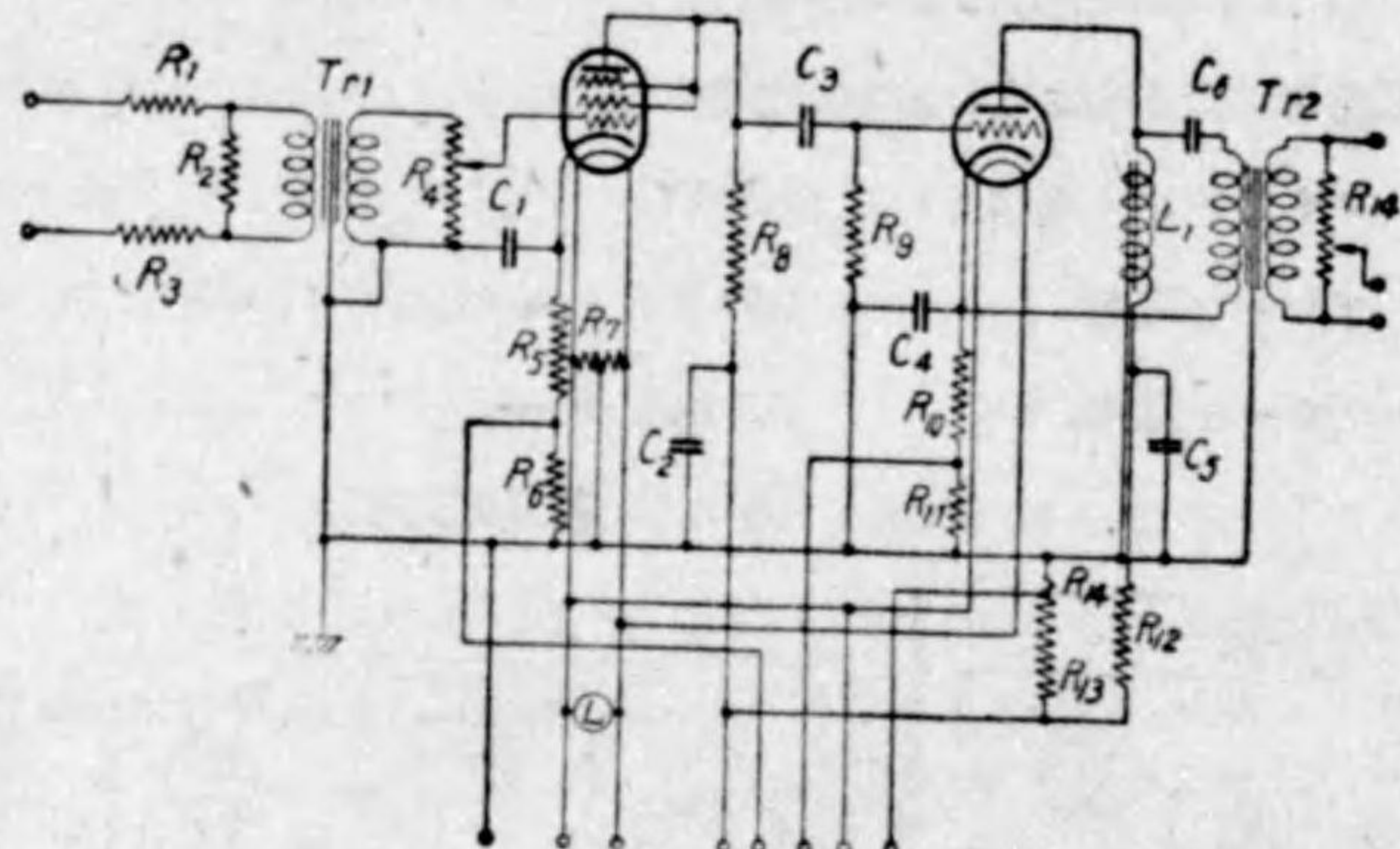
第 165 圖

各部の定数

$R_1=800\Omega$	$R_8=30\Omega+30\Omega$	$C_5=2\mu fd, 1,000V$
$R_2=1,000\Omega$	$R_9=49.5K\Omega$	$C_6=2\mu fd, 1,000V$
$R_3=50\Omega$	$R_{10}=495\Omega$	$L_1=30H, 5mA$
$R_4=70K\Omega$	$C_1=30\mu fd, 120V$	$L_2=30H, 80mA$
$R_5=40K\Omega$	$C_2=2\mu fd, 1,000V$	$L_3=30H, 80mA$
$R_6=435\Omega$	$C_3=0.2\mu fd, 1,000V$	$V_1=UZ-77$
$R_7=50\Omega$	$C_4=40\mu fd, 120V$	$V_2V_3=UY-6A3B$

第3節 モーター増幅器

第166圖は標準型モニター増幅器の接続圖を示す。



第 166 圖

各部の定数

$R_1=2,000\Omega$	$R_9=200K\Omega$	$C_2=2\mu fd, 1,000V$
$R_2=19,000\Omega$	$R_{10}=1,000\Omega$	$C_3=0.2\mu fd, 1,000V$
$R_3=2,000\Omega$	$R_{11}=50\Omega$	$C_4=40\mu fd, 120V$
$R_4=200K\Omega$	$R_{12}=500\Omega$	$C_5=2\mu fd, 1,000V$
20db 10tap	$R_{13}=49,500\Omega$	$C_6=2\mu fd, 1,000V$
$R_5=1,000\Omega$	$R_{14}=495\Omega$	$Tr_1=1:2$
$R_6=50\Omega$	$C_1=80\mu fd, 20V$	$Tr_2=3:1$
$R_7=30\Omega+30\Omega$		$L_1=30H, 40mA$
$R_8=60K\Omega$		$V_1=UZ-77$
		$V_2=UY-45H$

本器の入力インピーダンスは1,000 c/sにおいて、15,000 オームであり、30 乃至 10,000 c/sの周波数範囲において ± 30% 以内の偏差である。

出力インピーダンスは 10,000 c/sにおいて、5,000 オームであり、30 乃至 10,000 c/sの周波数範囲において、± 30% 以内の偏差である。

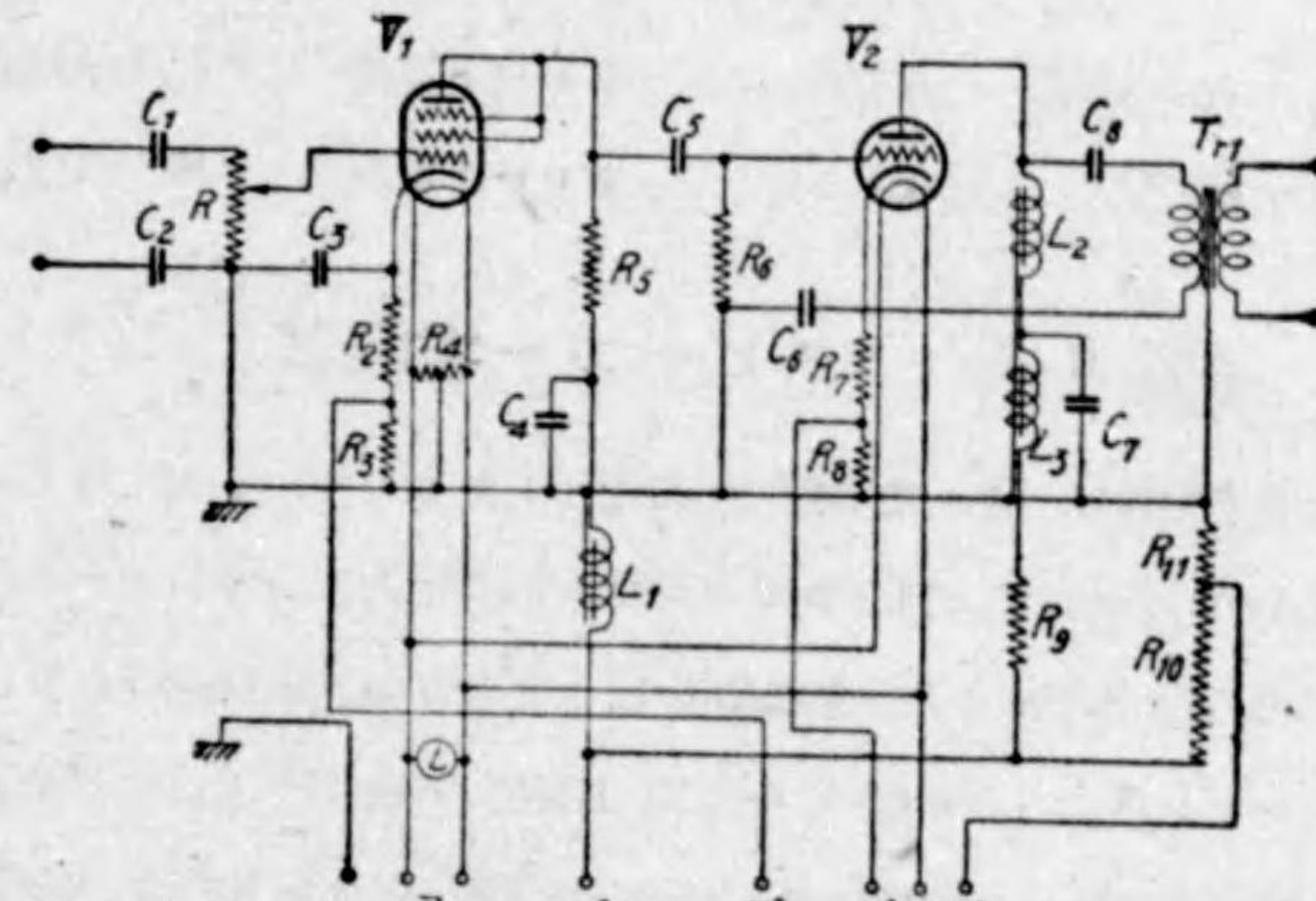
利得は 1,000 c/sにおいて、43 db 以上である。

周波数特性は 1,000 c/s を基準とし、30 乃至 10,000 c/s の周波数範囲はにおいて、± 25 db 以内の偏差である。出力は出力 1 Watt において、歪率 5% 以下、動作電圧並びに電流は次の通りである。

フィラメント電圧	63 V	プレート電流	3.5mA
プレート電圧	350 V	プレート電流	38 mA

第4節 ビックアップ増幅器

第167圖は標準型ビックアップ増幅器の接続圖を示す。



第 167 圖

各部の定数

$R_1=250K\Omega$	$R_9=100\Omega$	$C_6=40\mu fd, 100V$
20db, 10tap	$R_{10}=49.5K\Omega$	$C_7=2\mu fd, 1,000V$
$R_2=1,000\Omega$	$R_{11}=495\Omega$	$C_8=2\mu fd, 1,000V$
$R_3=50\Omega$	$C_1=2\mu fd, 1,000V$	$L_1=30H, 5mA$
$R_4=30\Omega+30\Omega$	$C_2=2\mu fd, 1,000V$	$L_2=30H, 40mA$
$R_5=50K\Omega$	$C_3=40\mu fd, 20V$	$L_3=30H, 40mA$
$R_6=200K\Omega$	$C_4=2\mu fd, 1,000V$	$Tr_1=1.64:1$
$R_7=1,000\Omega$	$C_5=0.2\mu fd, 1,000V$	$V_1=UZ-77$
$R_8=50\Omega$		$V_2=UY-45H$

本器の入ラインピーダンスは 1,000 c/s において 250 K Ω である。

出力インピーダンスは 1,000 c/s において、700 オーム（最近のものは 600 オーム）であり、30 乃至 10,000 c/s の周波数範囲において、 $\pm 30\%$ 以内の偏差である。

利得は 1,000 c/s において、50 db 以上である。

周波数特性は 50 乃至 8,000 c/s の周波数範囲において、1,000 c/s の場合を基準とし、 $\pm 2.5\%$ 以内の偏差である。

出力は出力 1 Watt において、歪率 5% 以下、動作電圧並びに電流は次の通りである。

フィラメント電圧	63 V	プレート電流	3.5 mA(約)
プレート電圧	350 V	プレート電流	35 mA(約)

第5節 スピーカー増幅器

第168 圖は標準型スピーカー増幅器の接続を示したもので、その入力インピーダンスは 1,000 c/s において、15,000 オームであり、30 乃至 10,000 c/s の周波数の範囲に於いて、1,000 c/s のときを基準とし、 $\pm 30\%$ 以内の偏差である。

出力インピーダンスは 1,000 c/s において、1,500 オームであり、30 乃至 10,000 c/s 周波数の範囲において、1,000 c/s のときを基準とし、 $\pm 30\%$ 以内の偏差である。

利得は 45 db 以上である。

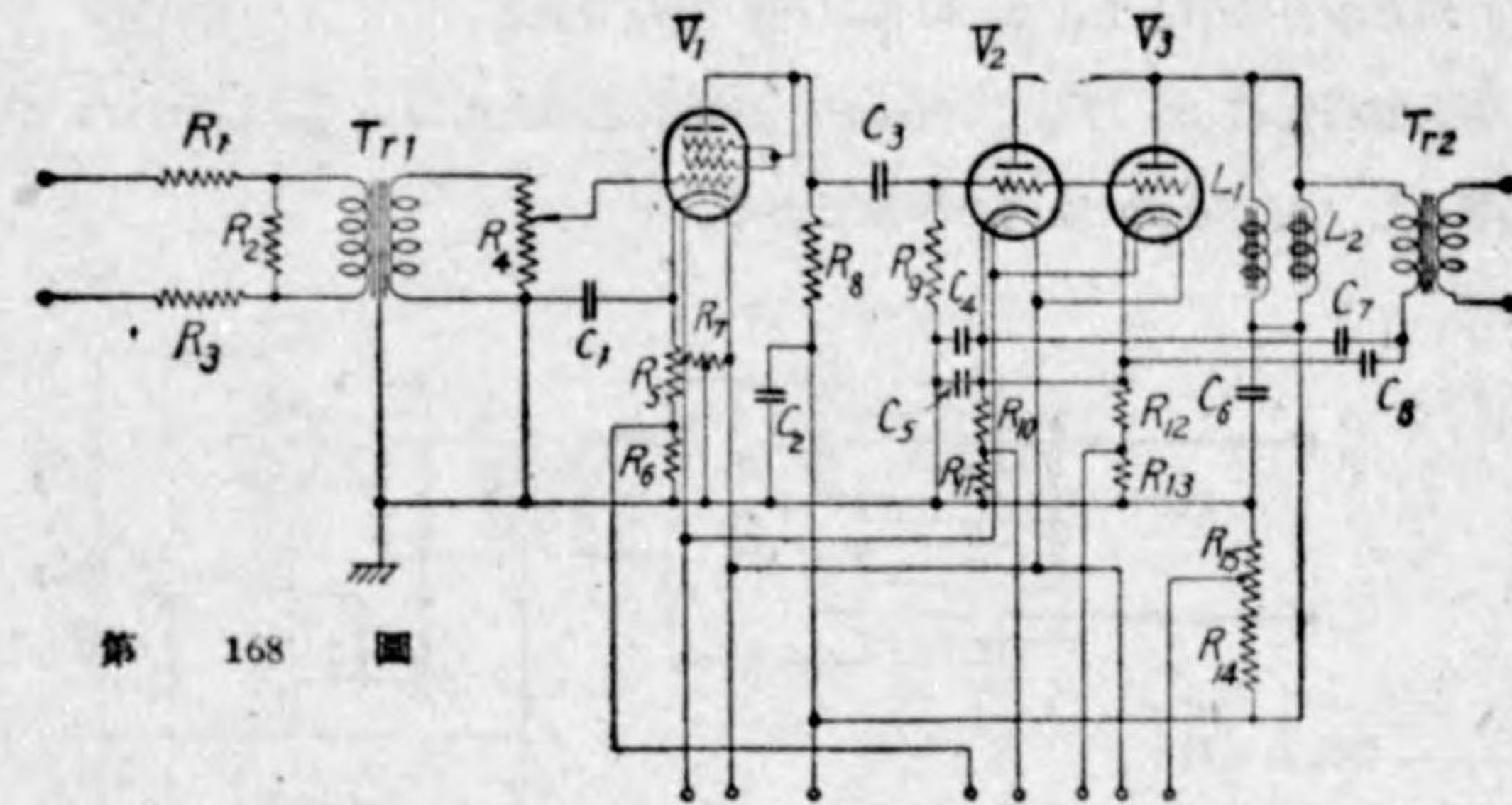
周波数特性は 30 乃至 10,000 c/s の周波数範囲において、1,000 c/s のときを基準とし、 ± 2.5 db 以内の偏差である。

出力は約 5 Watt 程度であり、そのときの歪率 5% 以下。

動作電圧並びに電流は次の通りである。

フィラメント電圧	63V
----------	-----

プレート電圧	350V
プレート電流	3mA 第一
プレート電流	60mA 第二
プレート電流	60mA 第三



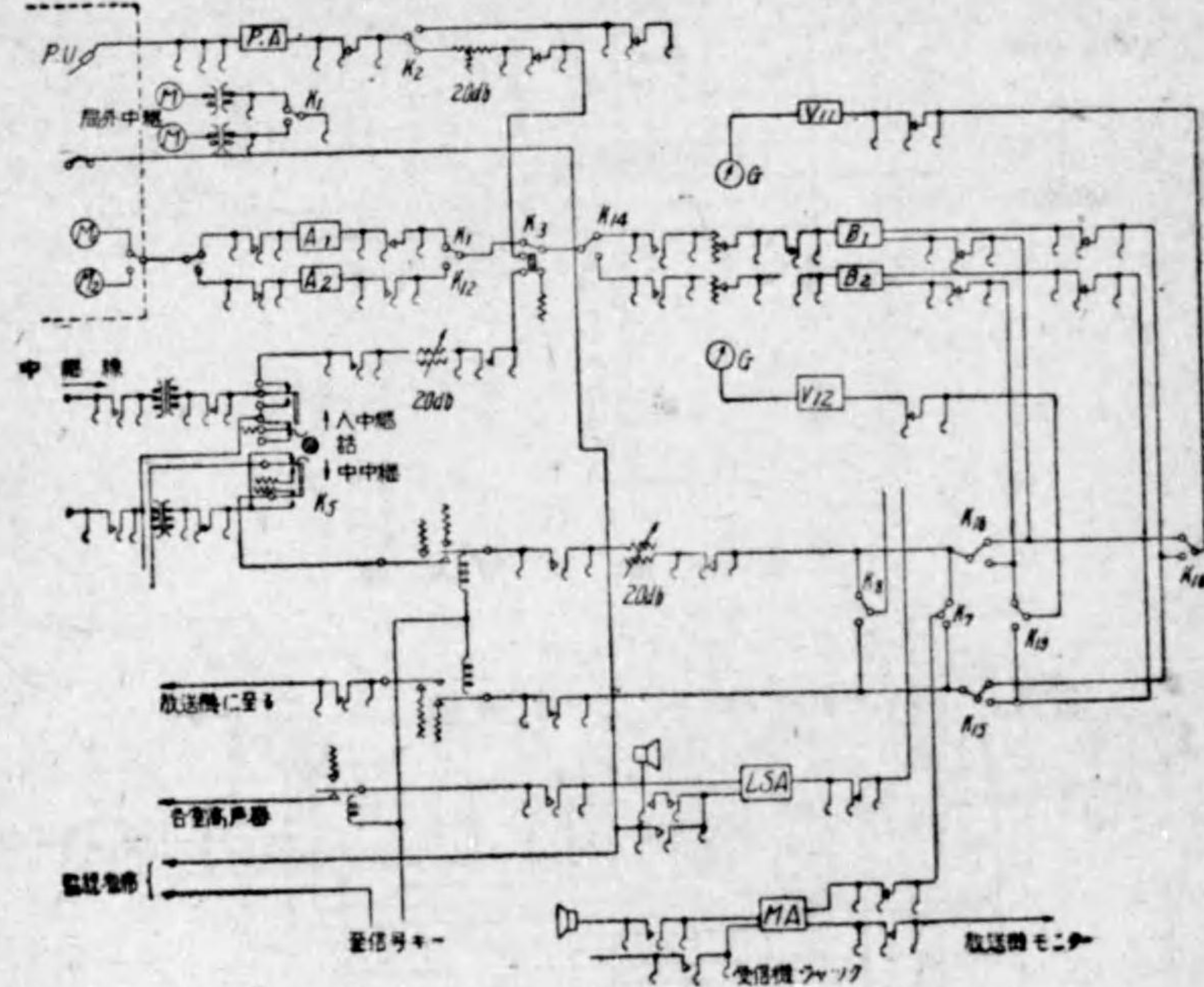
第 168 圖

各部の定数

$R_1=2000\Omega$	$R_{10}=600\Omega$	$C_5=40\mu fd, 120V$
$R_2=15K\Omega$	$R_{11}=50mA$	$C_6=2\mu fd, 1,000V$
$R_3=2,000\Omega$	$R_{12}=600\Omega$	$C_7=2\mu fd, 1,000V$
$R_4=200K\Omega,$ 20db, 10tap	$R_{13}=50mA$	$C_8=2\mu fd, 1,000V$
$R_5=1,000\Omega$	$R_{14}=49,500\Omega$	$L_1, L_2=30H, 60mA$
$R_6=50\Omega$	$R_{15}=495\Omega$	$Tr_1=1:2$
$R_7=30\Omega+30\Omega$	$C_1=80\mu fd, 20V$	$Tr_2=1:1.6$
$R_8=50K\Omega$	$C_2=2\mu fd, 1,000V$	$V_1=UZ-77$
$R_9=200K\Omega$	$C_3=0.2\mu fd, 1,000V$	$V_2=UY-6A3B$
	$C_4=40\mu fd, 120V$	

第7節 調整盤系統圖

前記の各増幅器，及び中繼切換系統の一例を示すと第172圖のやうになる。



第172圖 調整盤系統圖

第5章 冷却装置

放送所において實用さるる冷却装置は，空冷方式，水冷方式，及び兩者の併用方式の三種類である。

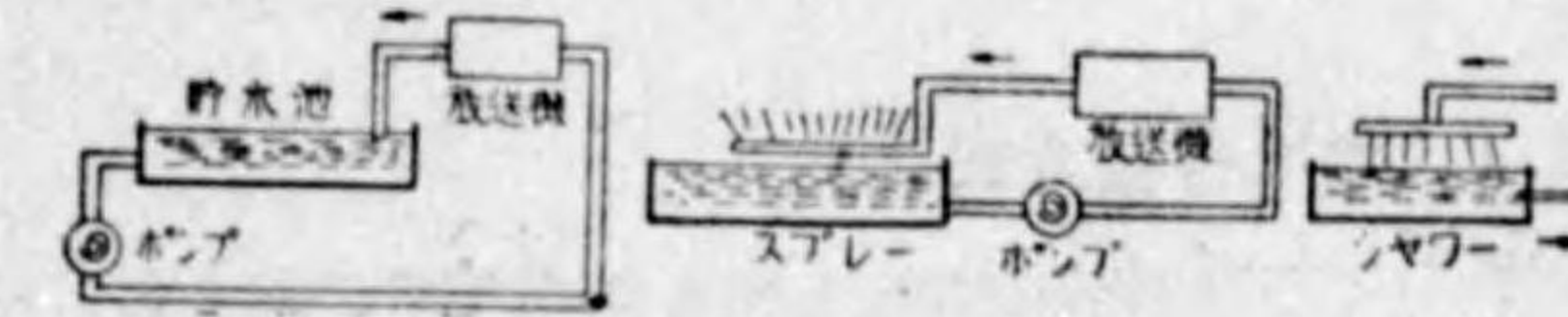
冷却さるる対象物はいふまでもなく，送信真空管が第一であり，その他發電装置，整流装置等である。

以下これ等の装置に關し概略を述べよう。

第1節 水冷方式

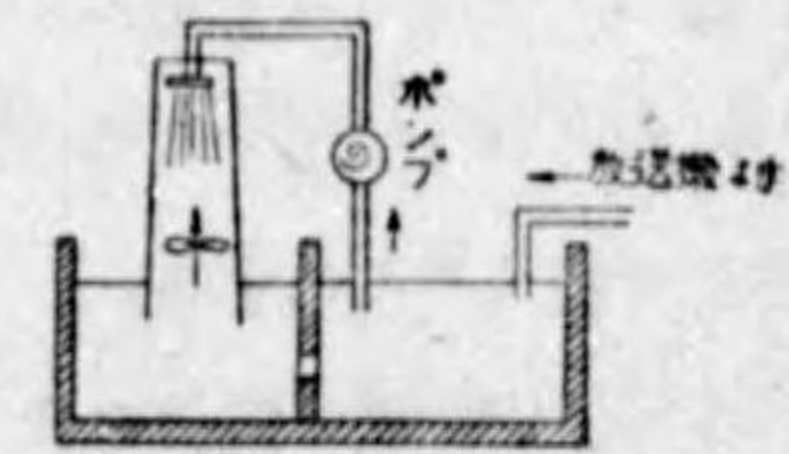
水冷方式は，冷却水を循環することによつて，發熱量を運び去り，機器の危険なる温度上昇を防ぐ方法であつて，水冷式真空管のプレート損失は勿論，場合に依つて，グリッド損失をも冷却する他，チーゼル機關の冷却，或は擬似空中線の冷却，または水冷式抵抗體の冷却等放送機器には，廣く使用されてゐる。特に大電力放送となつて機器の

取扱ふ電力が大となるに從ひ，水冷方式は一層重要となつてくる。



第173圖 開水路式(自然放熱)

水冷方式は開水路及び閉水路式の二つに分けることが出来る。開水路式は，真空管，チャケット及びその他の發熱部を通過したる高温の水を，そのまま排棄するか（この方法は500W級の小型放送機で採用され，水量少くてこれを排棄しても，問題にならぬ場合に用ひられる）または第173圖のやうにこれ



開水路式(人工放熱)

第174圖

を貯水池に導き，ここで自然放熱を行ふか，或は第174圖のやうに冷却塔を作り，人工冷却を行ふかしてその熱を取り去り，再びこれを冷却水として循環せしめる

方法である。

閉水路式は一次水と、二次水との回路から成立つてをり、一次水は、真空管熱等を直接取り去り、これを二次水に與へて元の温度に還り、再び冷却水として循環し、閉回路を作つてゐる。二次水は開水路式であつて、單に熱交換器 (Cooler) に依つて、一次水の熱量を運去る役目をするだけで、間接に冷却してゐるものである。

閉水路式に用ひられる一次水は、蒸留水を用ひ得る故、電蝕防止に役立つのみならず、冷却蛇管における直流損失、及び高周波損失を著しく軽減し得る利點あり、また地下水の水質不良なる場合、或は水量充分ならざる場所においては、かかる方式が便である。



第 175 圖 閉水路式

閉水路式には第 175 圖の如く、空氣冷却によつて二次水を使用せざる場合もある。

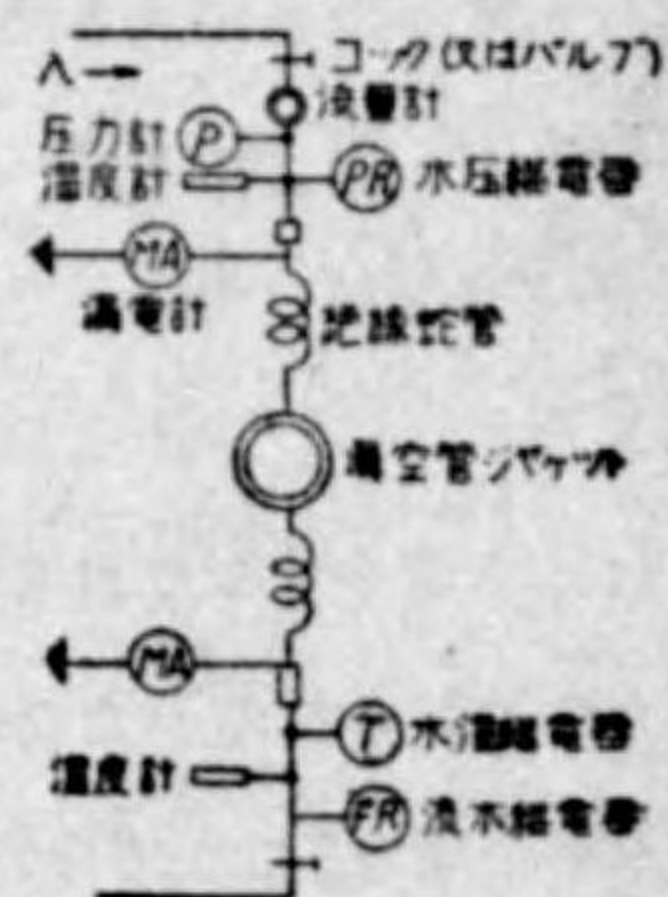
1.1 水冷各種方式

開水路式、閉水路式の如何を問はず、真空管冷却は第 176 圖の如く、絶縁蛇管を入、出側に用ひる他、各種の保安装置を附屬するのが常である。

絶縁蛇管はゴムを用ふるか、磁器製蛇管を用ひる。特に蒸留水を使用する場合は、磁器製蛇管を用ひて水の劣化を防ぐやうにする。

各種保安装置の配置の仕方は、第 176 圖の如くするのがよらしい。水壓、水溫、水流繼電器は水壓繼電器のみ、入力側に設け、他は出側に設けるを要す。

これ等の繼電器はそれぞれ危険なる場合に、プレート電壓電源を遮断するは、勿論、特に流水繼電器の如



第 176 圖

きはフィラメント電源をも遮断するを要す。

これ等の繼電器は、場合によつては2個の接點を設け、それぞれ危険電壓を遮断する以前に、警報を發するやうにすることもある。

溫度計は入、出側に設け、流量計に依つて流量を知り、且つ溫度差をみて、真空管損失を知り得るやうにする。

漏電計は絶縁蛇管を通して、プレート直流高壓より、接地側に流れる漏洩電流を測るもので、これによつて水質の良否を判断するものである。

500W 級の小放送機は、開水路式を採用し、1馬力乃至 1/2 馬力程度の小型ポンプで充分である。場合に依つて、水道を接続しても行ひ得る。従つて系統は極めて單純である。

10 kW 級の放送機では、開水路式を用ひ、水を排棄することがあるが、閉水路式として、空氣冷却を以つて人工空冷を行ふことが多い。閉水路とする利點は、井戸水中の泥土が循環蓄積するのを避け得ると同時に、使用してゐる水が漸次清淨となつて、真空管の腐蝕を避け得る點にある。

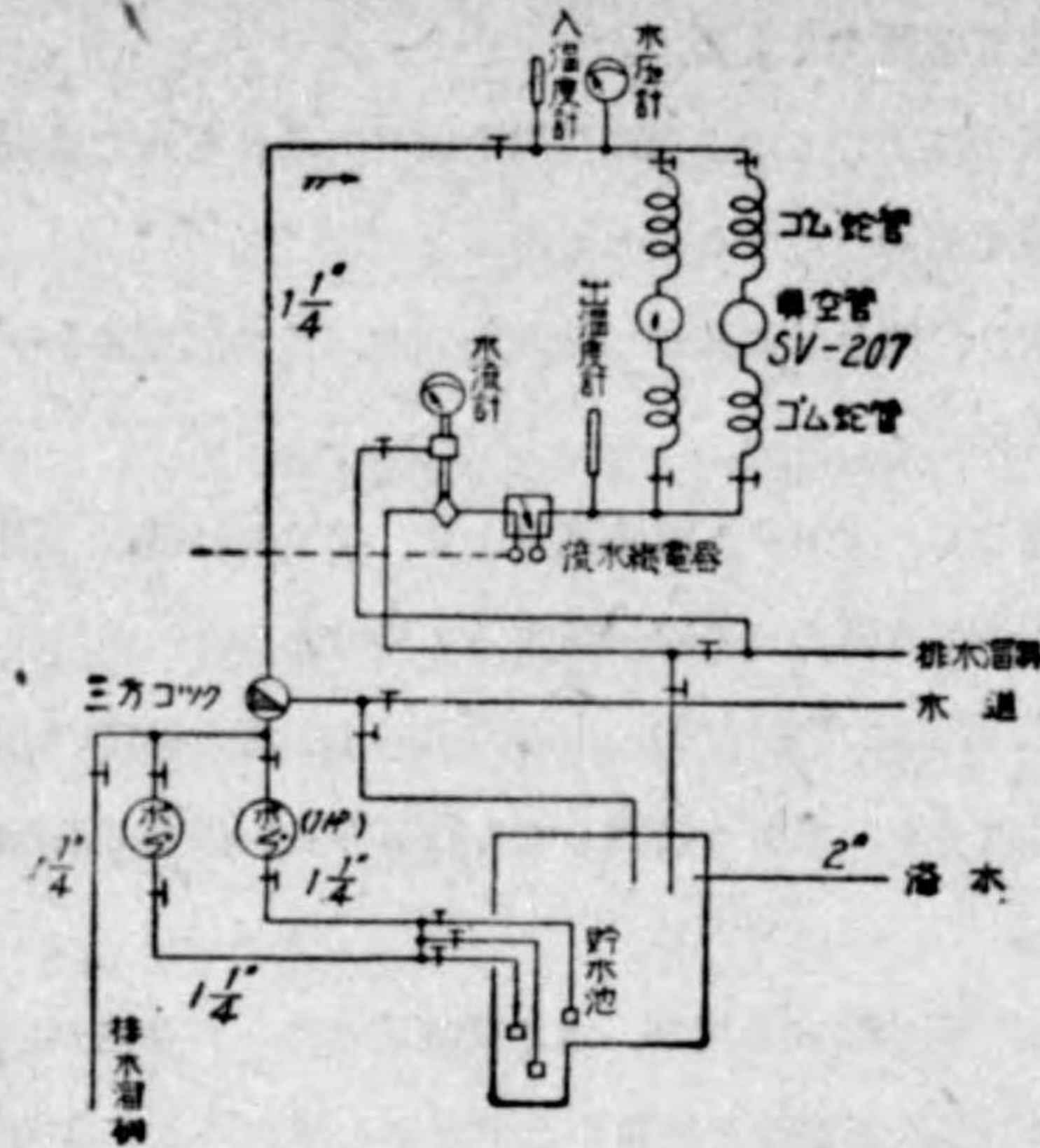
150 kW 放送機は一次水、二次水を用ひる閉水路式であつて、特に一次水として、蒸留水を用ひてゐる。

閉水路式においては系統の一部に、必ず膨脹槽を入れて水の膨脹に備へ、空氣抜き、または冷却水の補給の用に供する必要がある。

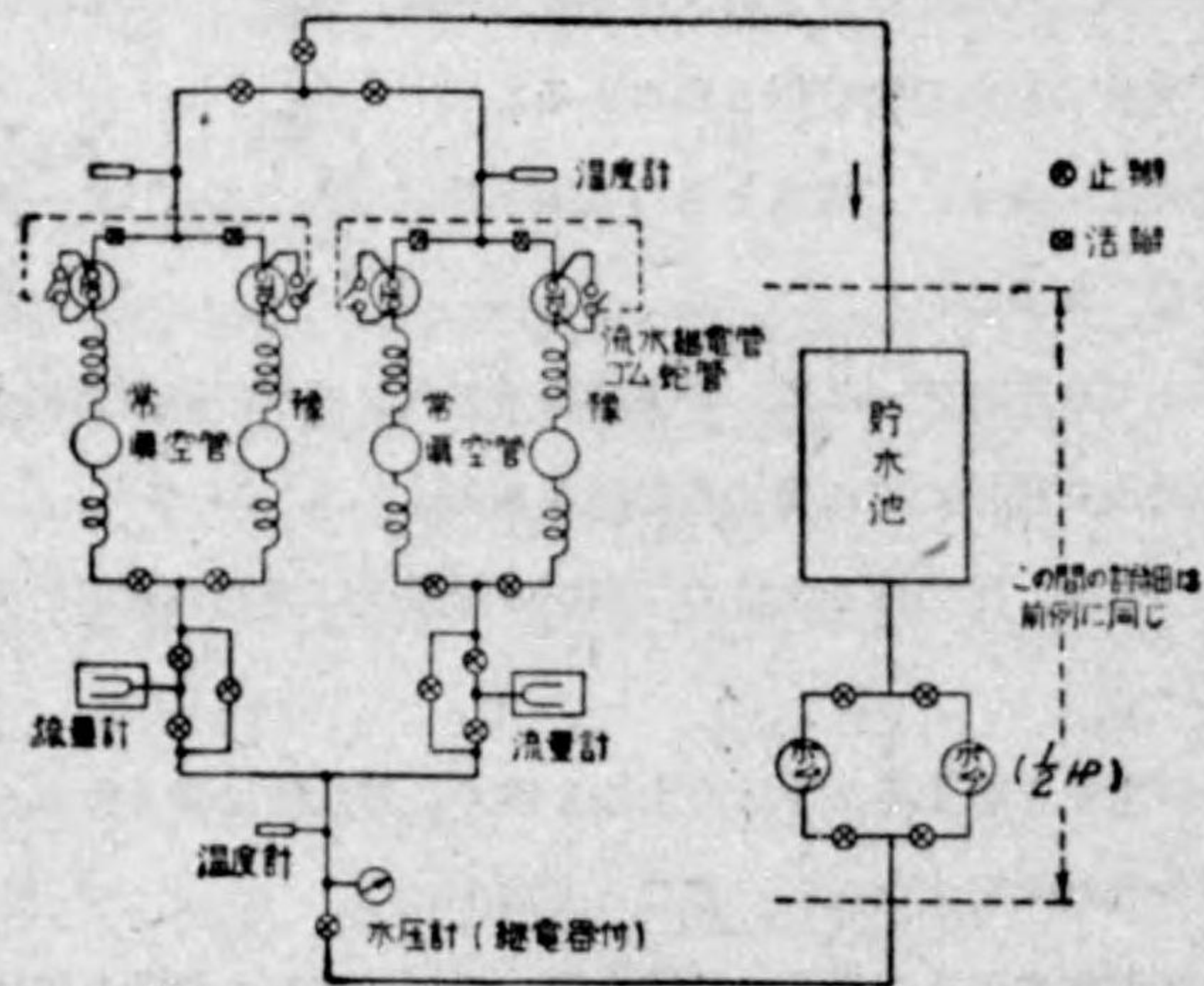
また場合に依つては、壓力槽を設けて、水壓の脈動及び突然停電等に備ふることがある。

大電力で多量の水量を要するときは貯水池を設く。貯水池は浅く作り、面積を廣くして、自然放熱効果を大ならしむることを要す。

一次水として蒸留水を用ひる場合は、配水管、膨脹槽等凡て眞鍮を用ひる方がよい。第 177 圖乃至第 180 圖に各種の實例を掲げる。

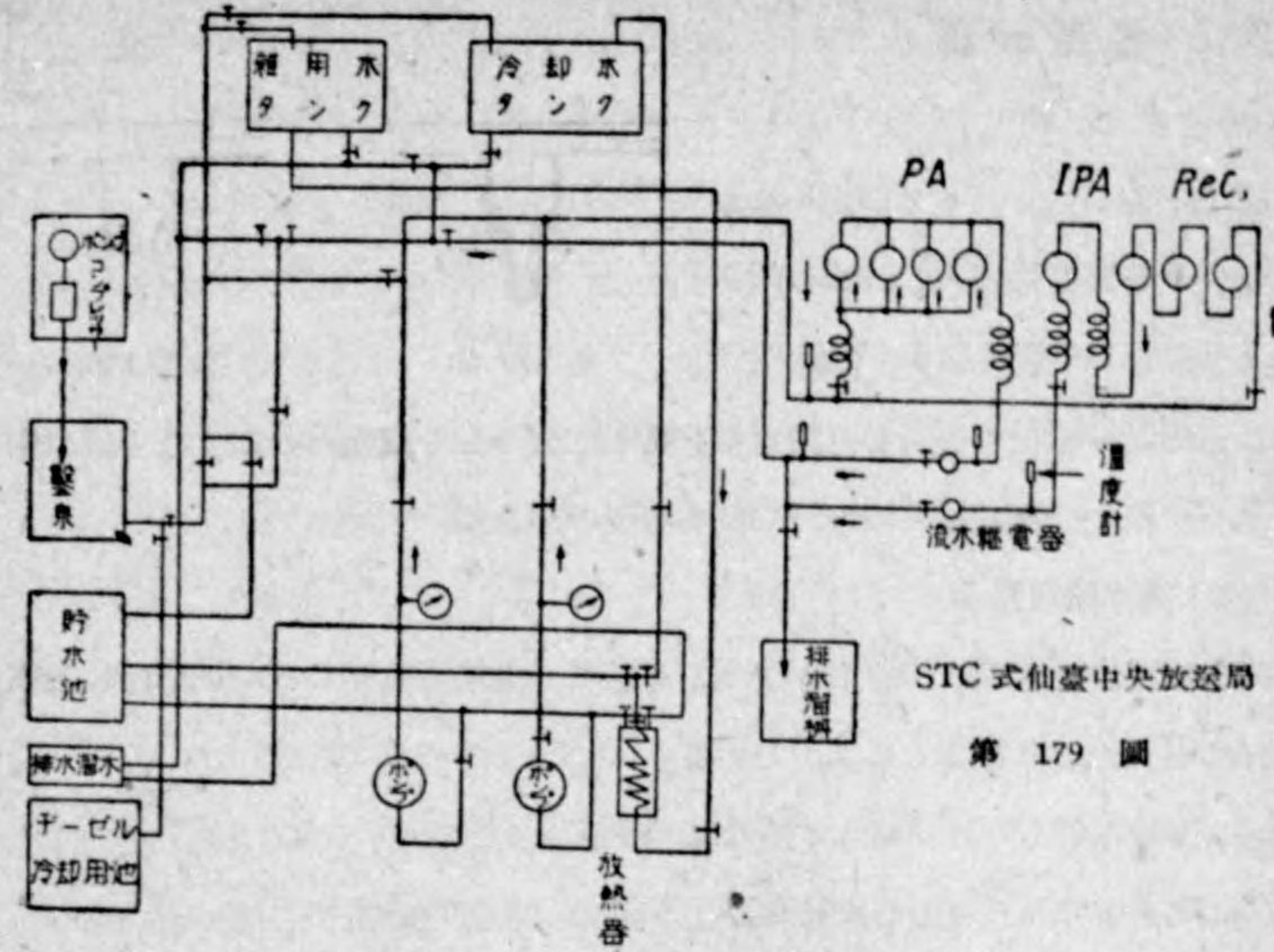


第 177 富山、鹿兒島各放送局用



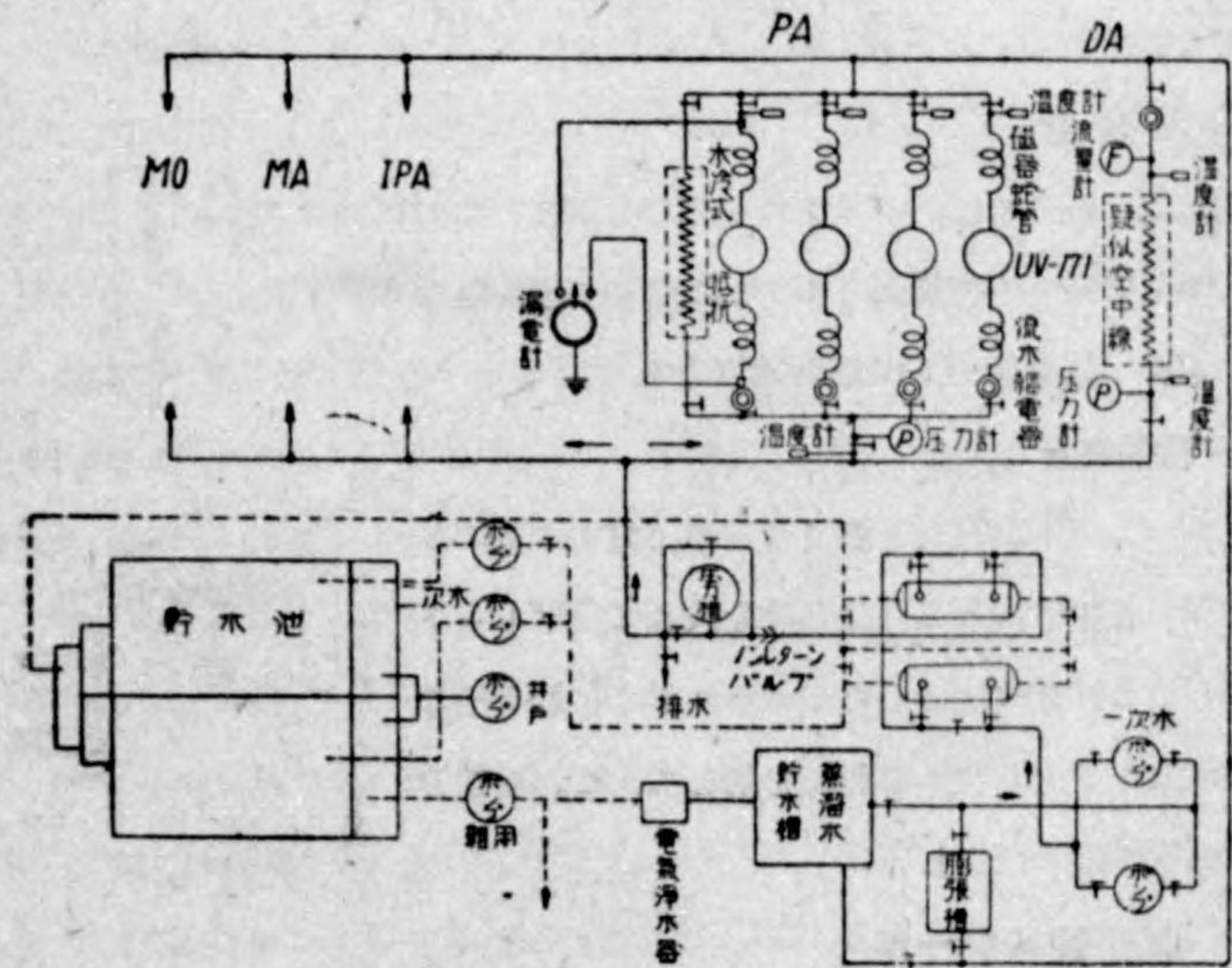
プッシュ・プル方式のもので流水継電器は真空管切替へと機械的インターロックを作つてゐる。

第 178 圖 山形、帯廣各放送局 500W



STC 式仙臺中央放送局

第 179 圖

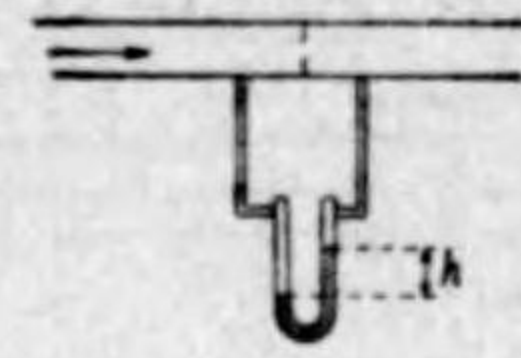


第 180 圖 J O A K 150kW

1.2 各種機器

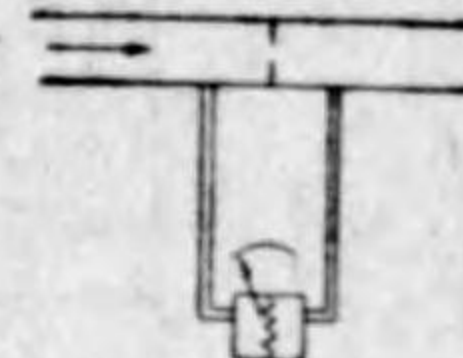
(a) 流量計

第181圖の如くパイプの途中に小孔を有する圓板を挿入し、この兩側の壓力差をU字管に導き、水銀柱 h



第181圖

の差を流量で校正する。また壓力差を第182圖の如く氣壓計の如くして膜の兩面に加へ、膜の歪を機械的に指針で表すものがある。

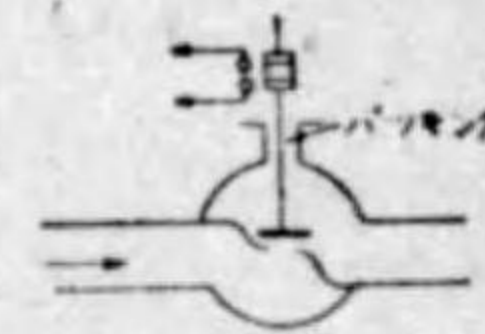


第182圖

(b) 流水繼電器

流水繼電器の原理は、第183圖の如くして、水流に依りてバルブを押し上げ、これに電氣的接點を設くるものである。

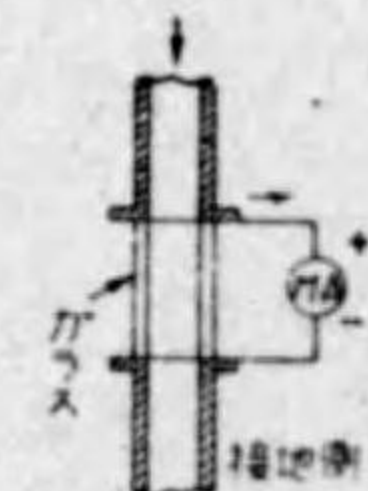
最も簡單なるものは、排水の出口にバツケットを設け、これに水を當てるやうにして機械的力を得て、電氣的接點を作るものである。



第183圖

(c) 漏電計

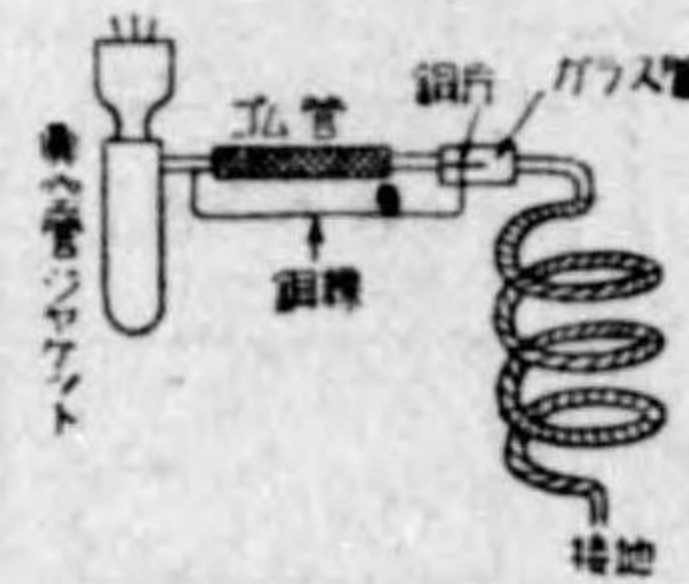
漏洩電流を測るには、パイプの一部分を切り、ここにガラス管を接続し導體を一度切斷して、この部分に適當なる MA を入れる。 MA の振れは直ちに漏洩電流を示す。



第184圖

(d) 防蝕装置

真空管プレートに電蝕を避くるため、第185圖の如く、ガラス管中に銅片または鉛片を入れて、プレートと接続し、これを腐蝕せしむるやうにする。最も簡單に行ふには、ジャケットに銅線を附して、これを蛇管の中へ適當に出せば宜しい。



第185圖

1.3 真空管スケール

地下水に含まるる不純物は、塵埃、泥土微細分その他炭酸カルシウム (Ca

CO_3), 炭酸マグネシウム ($MgCO_3$), 鹽化マグネシウム ($MgCl_2$), 硫酸カルシウム ($CaSO_4$), 硫酸マグネシウム ($MgSO_4$), シリカ (SiO_2) 鹽化ナトリウム ($NaCl$) 及び瓦斯 (O_2, CO_2) 等である。

塵埃、泥土等の遊離固形物はスケールを形成し易い。 $CaCO_3$ は、重炭酸カルシウム $Ca(HCO_3)_2$ として存在し、スケールを作るものである。

$MgCl_2$ は、プレートの高温度のところで分解して、鹽酸を作り銅を浸す。

$CaSO_4$ を含む水は硬水であつて、高温度になると蒸發に際して結晶性のスケールを作る、これは單獨で石狀の硬いスケールを作るのみならず、 $CaSO_4$ 及び泥土と一緒に絡みつけて、落としにくい最悪性のスケールを作るものである。

$MgSO_4$ は、單獨ではスケールを作らない。

スケールの生成は不明の點が多く明瞭でないが、大體次のやうに考へらる。

冷却水中の泥土の微細分の Ca, Mg の酸性炭酸鹽類 $Ca(HCO_3)_2, Mg(HCO_3)_2$ 等が高鹽度において、 $CaCO_3$ または $MgCO_3$ を沈澱する、これがプレートの高温度のところで、泥土の微細分のコロイド状となつたものと一緒になつて、次第に過熱乾燥されて、結晶性の硬いスケールになるものとみられる。

従つてスケールの形成は、プレートの面中で、最高温度の點から附着しはじめ、その部分の熱の傳導を害し、次第に全體に擴がつてゆく。最高温度の點は真空管の構造、ジャケットの構造等に依つてきまるもので、大體においてフィラメントのほぼ中央に位する部分である。

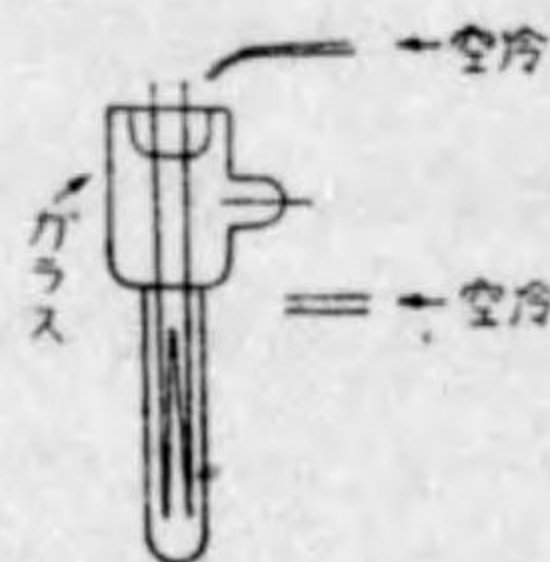
スケールが多量に附着すると、熱の傳導を著しく害してプレートが過熱されることとなり、真空管の壽命を短くする故、これは時々注意して取り去る必要がある。スケールを取去るには、ナイフまたは鏝で削り落とし磨くことが普通であるが、次のやうな方法がある。それは放送中止の直後、未だスケールが熱せられてゐるときに (或は特に $50^\circ C$ 位の温水に浸して)、鏝で落とすのである。この方法によれば落ちにくいスケールを、非常に短時間に落とすことが出来る。

第2節 空冷方式

空冷方式といつても、普通の小型真空管の如きは皆空冷式である。かやうな自然冷却のものは、ここでは考へず、人工的空氣冷却のみについて述べる。空冷式の最も簡単なものは、必要箇所を扇風器で以つて吹く方法であるが、これは小型放送機またはそれに附屬の酸化銅整流器等で良く用ひられ、簡単であつて効果が良い。

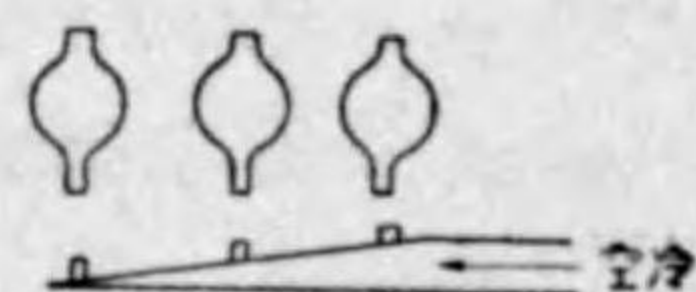
大電力真空管になると、プレートを水冷とすると同時に、そのガラスとプレートとの封じ目のところは、高熱になると破損する危険がある故、空冷を行ふ必要がある。

その他空冷を必要とするのは、水銀蒸氣整流管である。これは強制空冷を行ふことに依つて、水銀蒸氣壓を或る限度以内に保ち、逆弧の危険を防止するのである。



水冷式真空管の空冷

第186圖



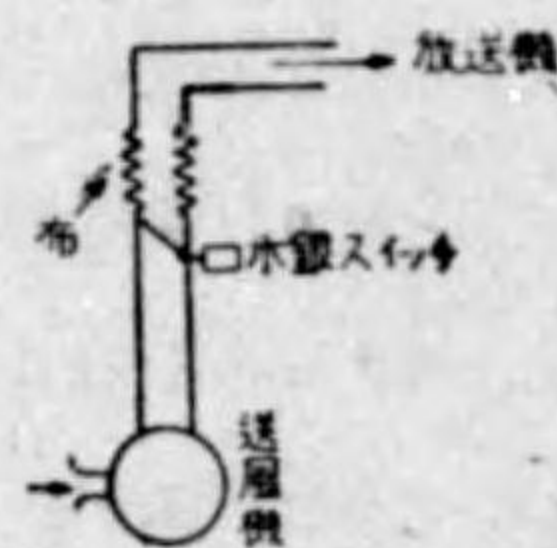
水銀蒸氣整流管の冷却

第187圖

これ等の方法は第186圖、第187圖の如くする。

空冷方式では適當なる送風機によつて、パイプまたはゴム管を経て必要箇所に空氣を導くやうにするのであるが、これにも保安裝置として送風繼電器を挿入する。

送風繼電器は第188圖のやうに送風回路中に弁を設け、これを風壓に依つて動かし電氣接點を作らしむる。電氣接點としては、水銀スイッチを用ひるのが好都合である。また送風回路を金屬パイプとするならば、噪音の傳導を避けるため、パイプの一個所を切斷して布で接続する必要がある。



第188圖

第6章 放送機調整法

放送機の各部の設計が合理的に出来てを つても、それ等を綜合して良質放送を行ふためには、なほ入念なる調整を要することは勿論である。この調整の如何によつては如何に良好なる設計を行つても、その機能を十分に發揮することは出来ない。これは放送機なるものが他の電氣機器と異つて、極めて複雑なる構成をなして居り、しかも各部分が密接なる相互關係をもつて結合されてゐるため、設計の初めにおいて、それ等を餘すところなく豫定することが殆ど不可能に近い點もあり、半ば實驗的に調整することを必要とする部分が多いからである。

或は放送機の運轉保守を行ふ間に、部分品の消耗或は劣化等に伴つて、その特性に種々なる變化を來たすことが多い。さやうなときもこれを新しく再調整して、常に最良なる動作狀態を保たしめんがためには、放送機調整法なるものが極めて肝要である。

放送機の調整なるものは、各部の動作理論を知悉して、すべて理論的に行はるべきは、いふまでもないことであるが、その理論を實施するに當つて、實驗の巧拙があり、所謂調整のこつが必要となる。そこで特に本章を設けて放送機調整法なる名稱を附して、以下各種の調整の骨子を述べやう。

調整法なるものは、半ば經驗的事項に基くものが多い。従つて以下述べるものは必ずしも唯一の方法とは限らず、種々雑多なる回路に對してそれぞれの手段があり得るわけであるが、本章によつて、その大綱を知れば應用の途は自ら明かであらう。

第1節 最適動作狀態の調整

1.1 電力増幅器の調整

電力増幅器の調整は變調歪、電力能率、中和及び安定度等を主眼として行ふべ

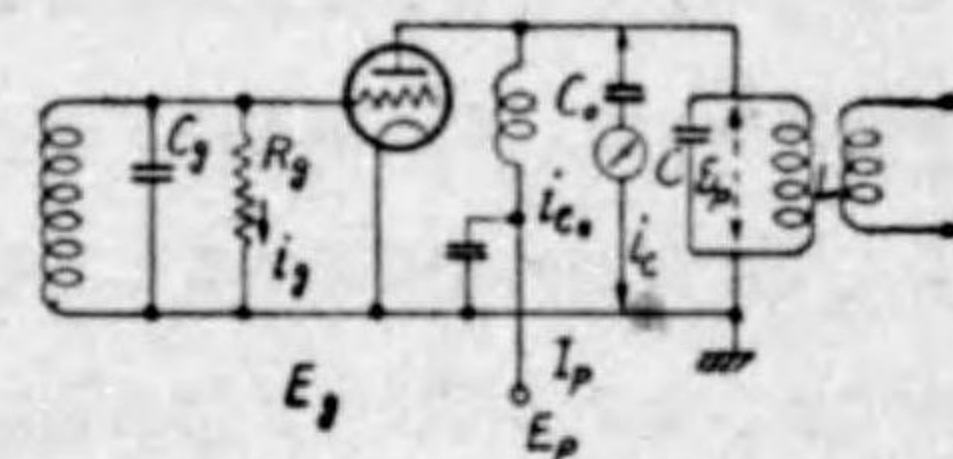
きことはいふまでもないが、變調歪、中和及び安定度は各節で述べることとし、その他の問題について考へてみる。

電力増幅器が、最良の状態にあることは、變調歪、安定度等の條件をすべて満足して、しかも出來得る限りその電力能率が高く、しかも動作が安定して、調整の狂ひが將來起り得ないやうに落付くことが必要である。

第一に問題になるのは、負荷インピーダンスが合理的なりや否やである。

回路を最も簡單化して、第189圖のやうに

考へ、 I また C 側を流れる電流を測定して、 ϵ_p を知れば、負荷インピーダンスが適當なりや否やの判定が出来る。



第 189 圖

多くの場合コイル L 側に負荷がかかり、コンデンサー C 側は第189圖のやうに構成されるのが常である。従つて C 側に高周波電流計（實効値を示す）を入れてその電流 i_c を測定すれば

$$\epsilon_p = \sqrt{2} \cdot i_c \cdot \frac{1}{\omega C}$$

これより ϵ_p が知られる。そこで電圧利用率 ϵ は

$$\epsilon = \frac{\epsilon_p}{E_p} = \frac{\sqrt{2} \cdot i_c}{E_p \cdot \omega C}$$

として求められる。これが搬送波の状態で、35%乃至40%の間に在れば、負荷インピーダンスは先づ適當であるとの見當がつく。

高周波ブリツヂまたはその他の方法で、負荷インピーダンスを直接測定してその値を知り、真空管特性曲線上に動作特性を畫き、それを基礎として見當付けても宜しいが、手數がかかり實際的ではない。

ϵ_p の測定に當つて、前述したやうな波高電壓計が、附屬してをれば、一層簡單であるが、波高電壓計の校正が正確なりや否やは、豫め充分注意しなければならぬ。また負荷回路の構成が第189圖のやうになつてゐない場合とか、また C 側に

電流計を入れることが困難なる場合には、別に第190圖のやうな簡單なる測定器を作り、これを第189圖で示してあるやうに負荷に並列に接続して測ればよい。



第190圖

但し C_g の値は出来るだけ小容量として、これを接続することに依り、同調點が著しく狂ふやうなことがあつてならぬ。 C_g を餘り小さくすると、また測定の見誤差が大となるから、これは $0.0001 \sim 0.00005 \mu f$ 位が適當であり、且つこれは被測定回路高電壓に對し、充分耐へ得ることが必要である。

この測定器を接続した場合には、若干動作状態の變化を來たすが故に、更に同調を採り直して補正したる後電流 i_c を測る。

これで ϵ_p を知り ϵ を求めることは、前と同様である。

かやうな方法で ϵ が解り、負荷インピーダンスも大體適當であるとの見當がついたならば、次にグリッド勵振 ϵ_g を測る。

ϵ_g は第189圖やうにグリッド側に、負荷抵抗 R_g が接続されてをれば、この回路の電流 i_g を測定して

$$\epsilon_g = \sqrt{2} i_g R_g$$

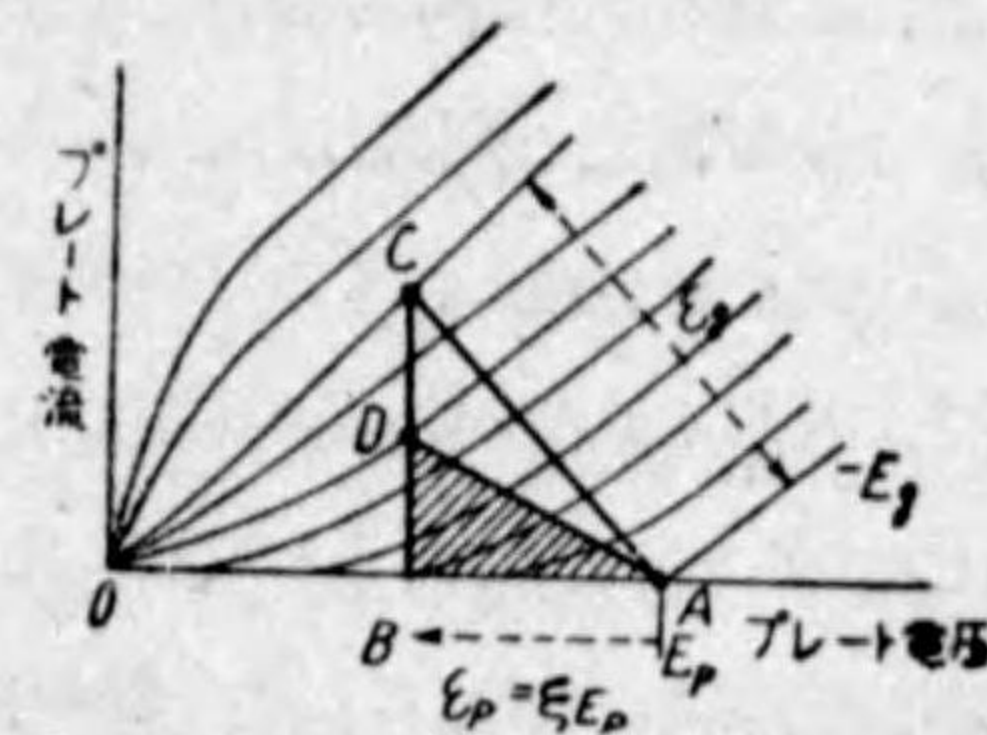
から知られる。或は C_g を流れる電流からも求められるし、また第190圖の如き測定器を用ひても同様である。

かくして ϵ_p 、 ϵ_g が解れば、真空管特性曲線上に動作特性を畫き、負荷インピーダンス R_p が求められることとなる。

即ち第191圖の如くして C 及び D 點が定り、Power triangle が決定する。

C 級動作ならば、 $-E_g$ の點を移動して、 C 點を決定すればよろしい。

この負荷特性曲線 AD の傾度より、 R_p がきまることは既に明かである。



第 191 圖

かくして R_p が知られ、power triangle より出力が知られるのであるが、一方動作時のプレート直流入力、 $E_p \times I_p$ として表れてゐるから、プレート能率が求められることとなり、これが合理的なりや否やの判定が出来る。

以上で搬送波状態における電力増幅器の動作状態の全部が判明する。

そこでかやうな場合、搬送波のときの直流入力 I_p を基として、次のやうな判断をする。B級増幅ならばプレート電流の最大値 i_p は

$$i_p = \pi I_p$$

これが100%変調では、 $2\pi I_p$ となる。これを算出して、フィラメントよりの放射電流 i_s と比較してみる。 i_s は前述のやうに 5mA/watt 位にとつて、フィラメント電力より直ちに知られる。この比較を行つて $2\pi I_p$ が i_s の60%乃至70%位以下になつてをればよいのであつて、これが確められて、なほ変調時に I_p が減少する傾向ならば、それは真空管特性の不良のみに原因するものと見てよい。またこの比較が適當でないならば、最早やその真空管では望むところの出力が得られない。即ち真空管容量が小さ過ぎるとの見當が付く。

真空管特性の不良が原因なりとの判明が出来たならば、球を取換へて見て、搬送波のときの動作状態が適當ならば、良好なる変調が得られるわけであるが、これは次のやうにして大體の見當がつく。

純正弦波で変調を行つてみて、プレート電流 I_p を観察する、変調歪が無ければ、これは変調の有無に無關係に一定であつて増減しない。十分に深い変調率、例へば100%附近で変調したとき、 I_p が減少することが認められたならば、最早無歪変調波形が得られてゐない證據である。しかるに前の測定で ε が適當であつて、負荷インピーダンスが適當であることが、知られてゐるにかかはらず、かやうに I_p が減少したとすれば、それは真空管の特性が不良であつて、グリッド電圧の正範囲の特性(これは一般の特性曲線では示してない)が潰れてゐるか、またはこの真空管で取扱ひ得る電力以上の出力を望んでゐるため、100%変調の

尖頭電力を出し得ないことに原因するかと考へてよろしい。

負荷インピーダンスが高過ぎる場合も、勿論このやうな現象として表れる。なほそれでも不良ならば、フィラメント電力を若干増加して様子を見て、これに依つて救はれる程度ならば、 δ を少し大き目に、負荷インピーダンスを高くして再調整を行つて、適當なる點を探すやうにすればよろしい。

要は變調時に I_p が減少するのは絶対に避くべきで、これが一定に保たれるか、または若干増加する傾向を示す程度を最適動作状態とする。

I_p の減少が前段の影響に依ることもあるが、かやうなときは事柄が一層困難となつて來る。例へば IP_1 の段で減少の傾向を示すならば、 PA は當然減少するのであるから、かやうな惧れがあるならば IP_1 はそれ自身單獨で試験して見る。同様の試験を行つてみて、 IP_1 までの動作が良好ならば、 PA を動作せしめたときのグリッド勵振電力が不足のため、變調歪を生するのであるから、グリッド勵振電力をいさ少し増加するやうに、順次前の段を調整し直す必要がある。

グリッド勵振電力の不足なりや、否やの判定は、第189圖の R_g または C_g 側の電流を観察して、この電流増加の變調率が歪を呈して、飽和する傾向が著しいか否かをみれば大體の見當がつく。

1.2 同調の採り方

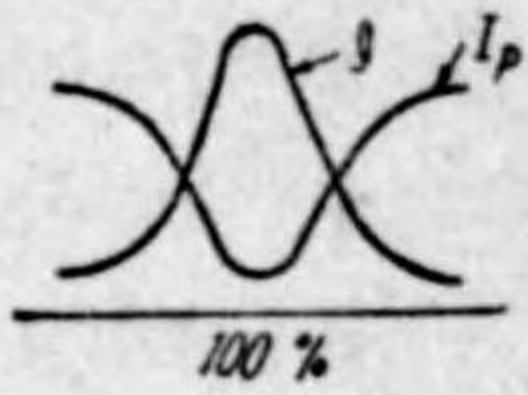
同調回路を負荷インピーダンスとするときは、その構成如何にかかはらずこれが完全に同調に保たれ、純抵抗となることが必要である。それがためには所謂 tuning を採る操作が必要である。

普通同調回路は L 、または C が可變に作らるるもので、小電力の場合は C が可變となり、大電力の場合は L が可變となる。いづれにしても、この回路に適當なる電流計を入れ、先づプレート電壓を掛けて動作せしむる前に、小發振器、或は水晶發振器よりの出力を結合して、大體豫定の周波數に同調せしめる。

しかる後プレート電壓をかけ、プレート電流 I_p が流れるやうにし、 C または

Lの可變部分を調整してみる、同調回路の特性は、同調を外れた場合即 detune (離調) したときに、インピーダンスは著しく下る性質がある故、C または L の調整によつて、プレート電流 I_p が第192圖のやうに變化する。

同調回路の振動電流 I と I_p とは、逆の關係で變化し、完全同調點で I_p が最小となる。依つて I_p の最小點で同調點を求ることが出来る。これを minimum tuning 法と呼ぶ。一般に I_p の最小點と、 I の最大點とは略々一致するのであるが、これは必ずしも一致しない場合もあるから、 I の最大で tuning をとることは誤りとなる。



第192圖

I を測るべき電流計が L 側に入れてあるか、C 側に入れてあるかで、最大値を示す點の狂ひが異つてくるが、特に中和の平衡が完全に採れてをらぬと、この兩者の差違が大きくなつてくる。

I_p の最小點は負荷インピーダンスが、最大となる故に生ずるものであるが、負荷インピーダンスの最大が果して同調點であつて、純抵抗 R_p に一致するかといふと、必ずしも然らず、これは L を變へるか C を變へるかに依つて異なるのであつて、C を變へた場合は、正しく最大インピーダンスと、同調點とは一致するのであるが、L の場合は若干の狂ひがある。従つてかやうなときは純抵抗負荷とはならぬ譯であるが、これは一般のタンク回路では無視して差支へない。かやうな意味からいへば、C を可變として同調をとるといふ方法が、最も合理的である。

この min. tuning の要領は三極管の場合でも、四極管の場合でも同様であるが、四極管の場合はその内部抵抗が高いから、 I_p の最小が正確に判明し難い場合もある。かかるときは次段のグリッド電流の振れの最大で見當付けても宜しい。

tuning を採るときの出カ、損失、能率等の有様は第



第193圖

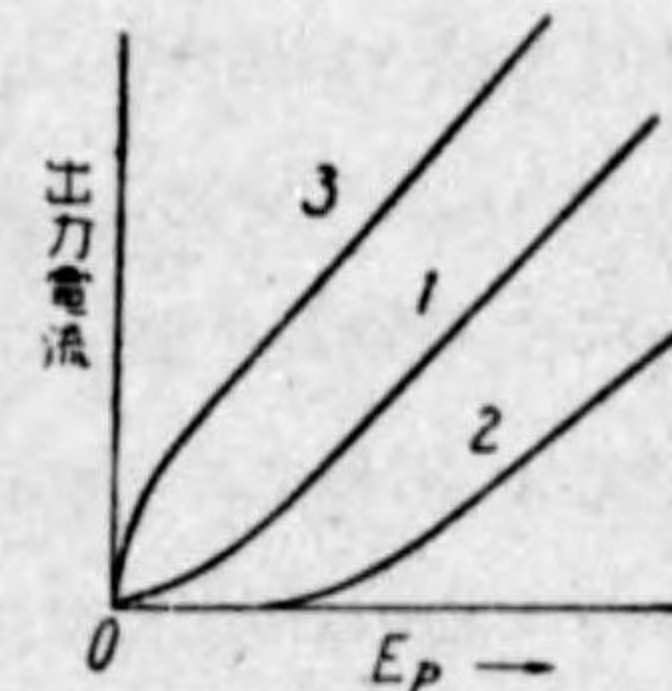
193圖のやうになる。

1.3 變調器、被變調器の調整

被變調器は、先づ所要の勵振電力を次段に供給し得るやうにしたる後、 E_p を變化して (或は E_g を變化して) 靜電特性を測定してみる。

プレート變調の場合ならば、 δ は充分高くとれるのであるから、(1.1) の場合と同様にして、これを調べてみて、70% 以上になるやうに高負荷インピーダンスとする。高いインピーダンスとすれば、プレート能率が良くなるのみならず、變調特性も良くなる。プレート能率は最大で70%、普通60%位に調整すればよい。

負荷インピーダンスが豫定通り、適當になつたならば、先づ豫定のバイアス電壓及びグリッド勵振をかけて E_p を變へて、變調の靜電特性を採る。これは第194圖のやうになる、一般に真空管損失で制限されるから、 E_p を高くしても100%變調附近まではとることが出来ぬ。適當なるバイアスならば、圖の曲線1のやうに $E_p=0$ の原點から出發する特性が得られる。



第194圖

バイアスを増すか、またはグリッド振動を下げれば、これが2のやうに右に移動する。またこの逆の調整を行へば3のやうになる。

2 の場合は、バイアスが過大である故、 E_p が零にならぬ中にカット・オフされて、出力が零となることを示す。3 の場合はバイアスが減少してをるから出力は大であつて、曲線が左に移動してゐるのであるが、 $E_p=0$ なるときは必然的に出力は零にならねばならぬ故、圖のやうに原點に向つて急激に落ちこむ傾向を示す。

この3種の傾向のうち實用になるのは、1 または 2 である。2 のやうな調整にしたときは、 E_p が零にならなくとも、100% 變調が得られるから、變調器の方の動作が楽になる。しかしながら一般には1のやうに原點を通るやうに動作せしむ