

音片発振回路に関する一研究

木 村 瑞 雄*

信州大学工学部通信工学教室

(昭和32年 9月20日受理)

1. 緒 言

音片発振器に於ける電源電圧変動による周波数変動は、温度による影響に次いで重要なものと考えられる。然し現在の音片発振器では振動子の Q が大きいため従来の音叉等に比し約一桁程度改善されている。

例えば何等電源電圧変動に対し、特別な安定化を施していない単純発振回路の、電圧変動に対する周波数変動率の代表的な値は第1表に示す如くである。若し安定発振回路を用いるならば、更に一桁以上安定化されるようになり、音片発振器の場合同表中に示す如き値となる。

第1表 電圧変動に対する周波数変動率*

発振回路	振動子	プレート電圧 (1ボルト変化)	フィラメント電圧 (10%変化)
単純発振回路	音 叉	$0.5 \sim 2 \times 10^{-5}$	$0.5 \sim 2 \times 10^{-5}$
	音 片	$0.04 \sim 0.2 \times 10^{-5}$	$0.4 \sim 1.5 \times 10^{-5}$
安定発振回路	音 片	$0.3 \sim 2 \times 10^{-7}$	$10 \sim 30 \times 10^{-7}$

*1,000c/s 程度の発振器に於ける値を示す。

一方電源側に対する対策として自動電圧調整器、又プレート回路に定電圧放電管等を使用するなら、電圧変動の大きさは10分の1以下に軽減でき、著しく安定度を高める事ができる。

本報告に於いては、現在音片或いは音叉発振器に最も広く用いられている Norrman 回路の特性の検討のため行つた種々の測定及びその安定度の向上策、発振周波数調整法等について述べる。

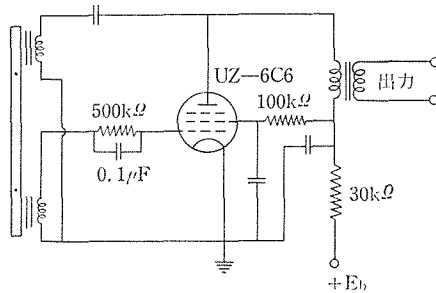
2. 発振回路の概要

2.1 単純発振回路

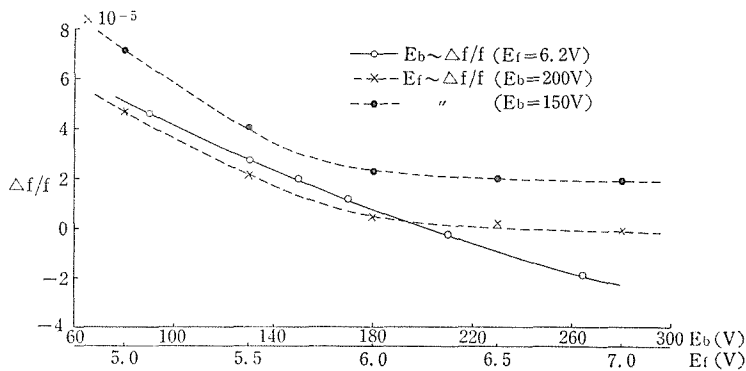
最も普通に用いられる単純発振回路は、一段又は二段（場合によつては三段）の抵抗、

* 信州大学教授

或いは変成器結合増巾回路の出力の一部を、音片側に正饋還して駆動し、受振コイルのピックアップ電圧を回路の入力とする如き形のものである。このような回路では電源電圧が増加すると、回路の増巾度が増加し、振動電流振巾及び振動子の振動振巾が増大する。之等の増大は回路の損失及び振動子の機械的損失を増し、増巾度変化に平衡するまで続き最終振巾に達する。即ち発振周波数の変化は主として音片の振動振巾の変化に基づくのである。この周波数変動の大きさは振動子の Q の大きい程小さくなり、振動振巾の小さい程、或いは音片と電磁コイルの空隙（磁極空隙）の大きい程小さくなる。又振動子の Q の大きい事は駆動電力が小さくて済み、或いは磁極空隙を大にする事ができる利点をも有する。即ち Q の低い振動子を用いる時は、その振動振巾の小さい値で振動を維持する事ができず、磁極空隙を大きくする事はできない。



第1図 単純音片発振回路



第2図 単純発振回路の電源電圧変化に対する周波数変動特性の一例

第1図の如き単純発振回路を用いた 1,000 c/s 音片発振器（線支持接着音片，使用状態の Q 約8,000）のプレート電圧及びフィラメント電圧に対する周波数変動特性の測定の一例を第2図に示す。

2. 2 安定発振回路

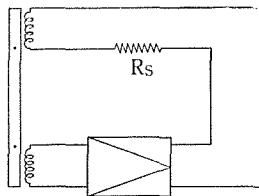
(a) 安定発振回路の要件

発振回路としては、電源電圧の変動に対して周波数変動の少い事が、最も重要な事は言うまでもないが、製作、保守、互換性等実用上の面から、できるだけ次の如き条件を満足するものでなければならない。

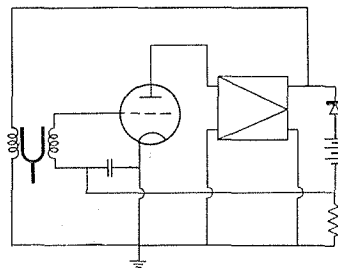
- イ) 回路が簡単な事
- ロ) 調整が臨界的でなく安定な事
- ハ) 使用周波数、使用音片、磁極空隙の大きさ、振動振巾の大きさ等により安定度が著しく変化しない事
- ニ) 充分強い発振の得られる事
- ホ) 所要真空管の数の少い事
- ヘ) 使用真空管は成る可くラジオ受信管、又は通信管として大量に生産されて居り、特性が均一で寿命が長く、使用中の劣化の少い事
- ト) 使用部品として成る可く特種のものを使用しない事
- チ) 使用部品の温度係数の小さい事、又経年変化の少い事
- リ) 発振回路の所要電力の小さい事

(b) 現在の安定発振回路

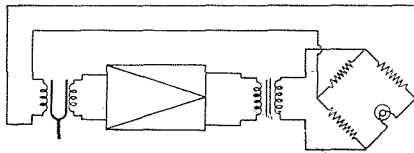
電源電圧の変動による周波数変動を防ぐためには、電源電圧に無関係に駆動電力を一定に保つ必要がある。安定発振回路はこのような工夫を施した回路である。この安定発振回路としては駆動コイル及び受振コイルに並列に挿入したコンデンサの値を調整する事⁽¹⁾によつて電圧変動に対する周波数変動を微少化する方法、発振管として5極管を用い、プレート電圧の増加による増巾度の増加の傾向と、スクリーングリッド電圧増加による増巾度低下の傾向とを平衡させ増巾度変化の生じない如くにする方法、等もあるが、現在音叉、音片発振器等に使用されている回路としては、(1) 単純発振回路のプレートと駆動コイルの間に饋還抵抗 R_s を挿入した抵抗安定化回路⁽²⁾(第3図) (2) 出力の一部を整流して得た直流電圧によつて発振管のグリッドバイアス電圧を制御して振巾制限を行う自動振巾制限発振回路⁽³⁾(第4図) (3) 広義の博田-Meacham方式に於いて、正饋還回路に特種抵抗ラブンを使用して振巾制限を行うブリッジを設けたブリッジ安定発振回路⁽⁴⁾(第5図)



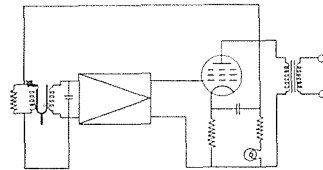
第3図 抵抗安定化回路



第4図 自動振巾制限発振回路



第5図 ブリッジ安定発振回路



第6図 負帰還回路

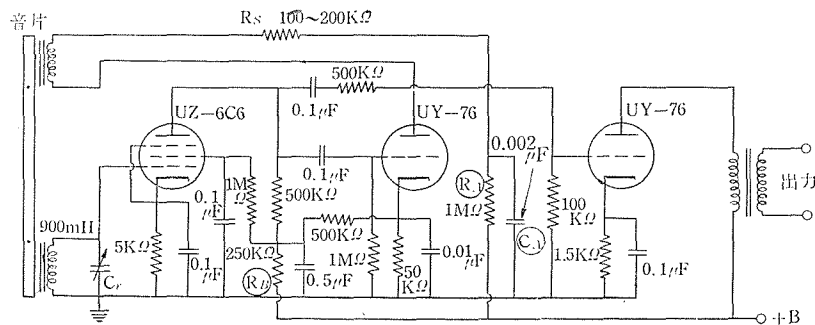
(4) CR 発振器に用いられている如き 特種抵抗 ランプにより 安定化をはかる 負帰還発振回路 (第6図) (5) 発振回路中に 振巾制限管を挿入して 振巾制限を行う 振巾制限発振回路 (7) (6) 駆動電力をコンデンサの放電パルスで得る Norrman 回路 (8) 等がある。音片に対しては (6) の Norrman 回路が簡単な割合に安定度高く、実用に適する代表的回路の一つと考えられる。

3. Norrman 回路の研究

3.1 Norrman 回路

E. Norrman が音叉の発振回路として提案した回路で、一名衝撃発振回路とも呼ばれる。^{*}第7図に音片に対する本回路の応用の一例を示す (但し原回路には駆動回路に挿入された R_s はない)。

本回路の駆動電力は振動周波数の半サイクル毎に生ずるインパルスコンデンサ C_A の放電によつて与えられる。抵抗 R_A は $UY-76$ のプレート抵抗、及び駆動コイルのインピーダンスに比し充分大きくとり、 $UY-76$ のグリッドバイアスは、プレート電流の遮断点近くにおくようにカソード抵抗を充分大きくとつてあり、又プレート電源から R_B を通してカソード抵抗に電流が分流されている。コンデンサ C_A の容量は $UY-76$ の



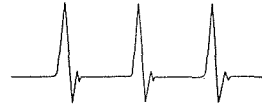
第7図 Norrman 回路 (1,000c/s)

^{*} Norrman の提案した回路は受振コイルに並列に入っている同調コンデンサの代りに駆動コイルに並列に同調コンデンサを挿入している。この方が振動子に対する反作用少く良いわけであるが、発振強度の安定及び発振周波数調整と言う点から筆者らは本図の如く接続して用いている。

リッドの励振の正の半サイクルの間に放電してしまうように小さく選ぶ。

回路の動作は次の如くである。受振コイルに誘起された振動電圧は $UZ-6C6$ で増巾され $UY-76$ のグリッドを励振する。 $UY-76$ のグリッドに加わる励振が正の時、容量 C_A に蓄積されたエネルギーは $UY-76$ と駆動コイルを通して放電する。之によつて音片は駆動インパルスを受ける。この駆動インパルスの電力は殆んど容量 C_A の値と電源電圧のみに関係する。 $UY-76$ はグリッドに加わる励振の負の間に抵抗 R_A を通して充電される。かくして振動の半サイクル毎に一定量のエネルギーが駆動コイルに与えられる。この $UY-76$ の動作は丁度ガス入り放電管の如く trigger として働かせるのである。

この回路に於いては電源電圧の変動は、 C_A の充電電圧を増減し、駆動電力を増減するのみである。 $UY-76$ の増巾定数の変化は駆動電力に何等の影響を与えぬので、通常の単純回路に比較して電源電圧変動の影響は余り受けない。之は電圧が増加すると R_B を通して $UY-76$ のカソード抵抗に流れ込む電流の増加のためグリッド電位が負方向に移り、内部抵抗が増加し、駆動電力を減少する効果に加わつて有効に動作するものと考えられる。第8図に駆動コイルを流れるインパルス電流の波形を示す。



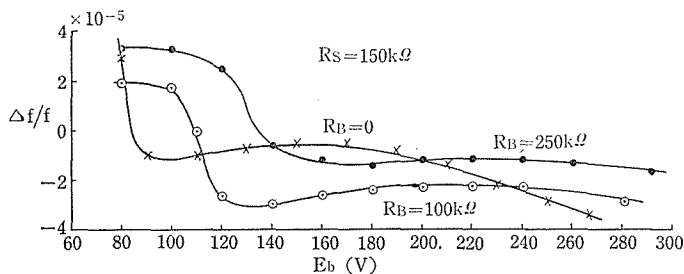
第8図 駆動パルス波形

動作の基本は上述の如くであるが、実験によれば実際には各真空管の特性、或いは各回路素子の定数等にも関係し、動作は相当複雑なものでその解析も簡単ではない。

3. 2 改良を加えた回路

筆者は第7図の回路に於いて、駆動コイル回路中に適当な値の安定用高抵抗 R_S を挿入する事により、電源電圧変動に対し周波数安定度を更に高める事ができた。然しこの高い安定範囲は、ある大きさの電圧範囲に存在するのであつて、場合によると使用電圧に対し此の安定範囲から逸脱する場合がある。

之に対しては初段 $6C6$ のデカップリング抵抗 R_B の値を変更する事によつて、この安定範囲を自由に移動できる事が実験的に確められ、使用電圧を丁度安定範囲の中央部に持つて来る事ができる。



第9図 R_B の値を変化した場合の安定化範囲の移動

* 磁極空隙の充分大きい時はこの傾向は少くなる。

即ち R_B の値を $250K\Omega$ から減少して行くに従い、第9図に示す如く安定電圧範囲は $200V$ 附近から $150V$ 附近へ移つて行く。

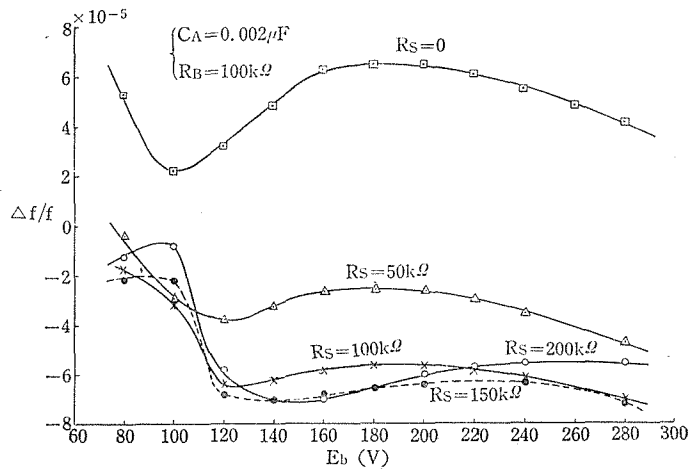
3. 3 安定化抵抗 R_S による周波数安定化*

Norrman 回路の電源電圧に対する周波数変動特性は音片の Q 、磁極空隙、真空管特性、或いは C_A 、 R_B 等の回路定数等によつて相当異なるが、 R_S を挿入する事によつて著しく安定化される。

測定に用いた回路は第7図に示した回路で、使用音片は第2図の測定に用いた音片と同一音片である。なお本測定に於いては Norrman 回路の特性を知るため、駆動コイル空隙 0.5mm 、受振コイル空隙 1.2mm と可成り小さくして、変動が大きく現れる如くした。

(a) プレート電圧特性

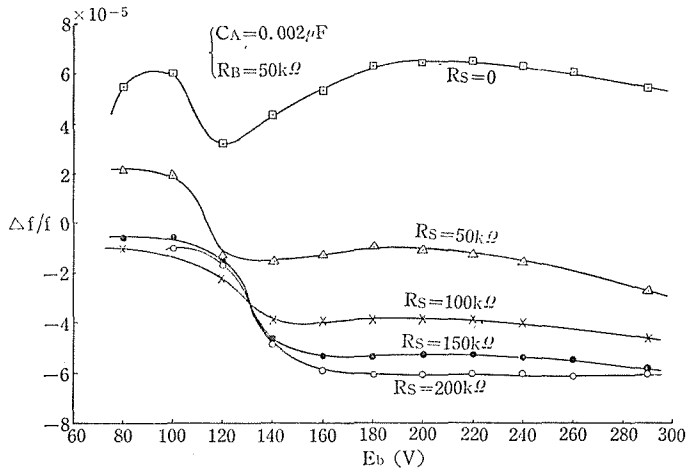
第10図は $C_A=0.002\mu f$ 、 $R_B=250K\Omega$ の場合の R_S の種々の値に対するプレート電圧対 $\Delta f/f$ 特性、第11図は $C_A=0.002\mu f$ 、 $R_B=100K\Omega$ の時の特性、第12図は $C_A=0.002\mu f$ 、 $R_B=0$ の時の特性である。之等の結果から $R_S=100\sim 200K\Omega$ の値に於いて最も安定な特性が得られ、又 R_B の値が小さくなるに従い、安定範囲は低いプレート電圧の側に移動する事が認められる。又本結果から安定範囲に於いては、プレート電圧変動に対して $(0\sim 3)\times 10^{-5}/V$ の極めて高い安定度が得られる事が分つた。



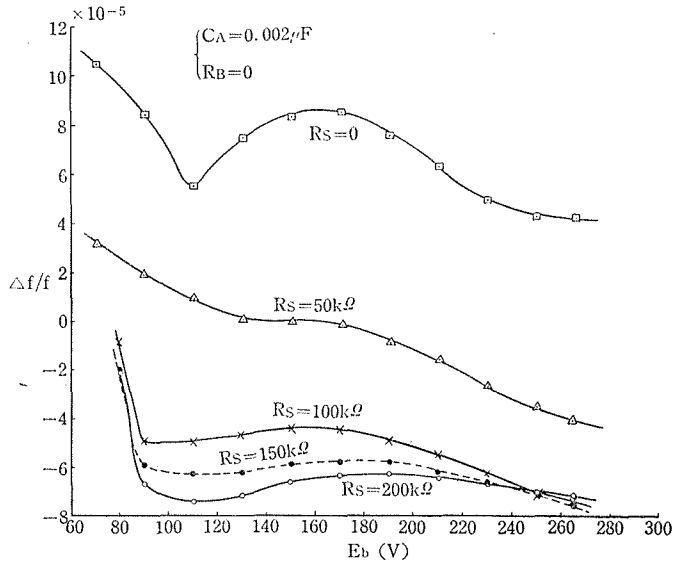
第10図 R_S による周波数変動の安定化 ($C_A=0.002\mu f$ 、 $R_B=250K\Omega$)

* 測定に用いた音片は線支持音片であるため比較的 Q が低いですが、最近広く使用されるようになったスプリング支持音片では、 Q が高いため電圧変動に対する周波数変動は本報告の測定例より更に小さくなっている。

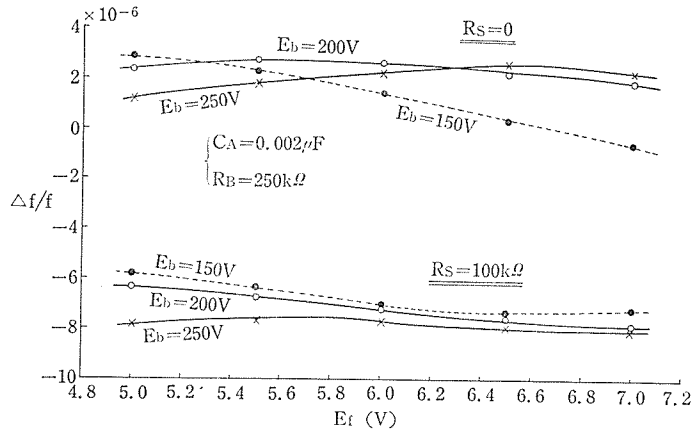
**各空隙は通常 $1.5\sim 2.5\text{mm}$ 程度である。



第11図 R_s による周波数変動の安定化 ($C_A = 0.002 \mu f$ $R_B = 100 K\Omega$)



第12図 R_s による周波数変動の安定化 ($C_A = 0.002 \mu f$, $R_B = 0$)

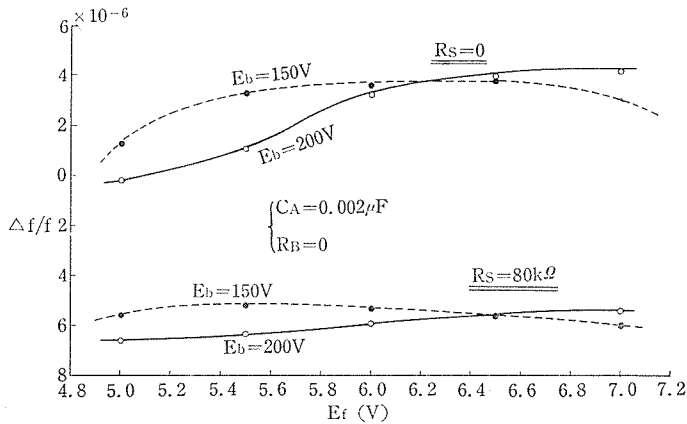


第13図 R_s によるフィラメント電圧に対する周波数の安定化
($C_A=0.002\mu f$, $R_B=250K\Omega$)

(b) フィラメント電圧特性

フィラメント電圧に対する周波数変動もプレート電圧の場合と同様安定化抵抗 R_s の挿入によつて改善せられる。第13図は、 $C_A=0.002\mu f$ 、 $R_B=250K\Omega$ に於ける、プレート電圧 $200V$ 及び $250V$ (プレート電圧の動作の最適値は $200V$ 附近)、安定化抵抗 $R_s=0$ 及び $R_s=100K\Omega$ に対するフィラメント電圧対周波数変動特性である。

同図より明かな如く $R_s=0$ の時はプレート電圧の動作電圧 $200V$ の時、フィラメント電圧に対する安定度が最も良く、プレート電圧の最適値とよく一致している。 $R_s=100K\Omega$ の挿入により各プレート電圧に対し更に安定化されている。

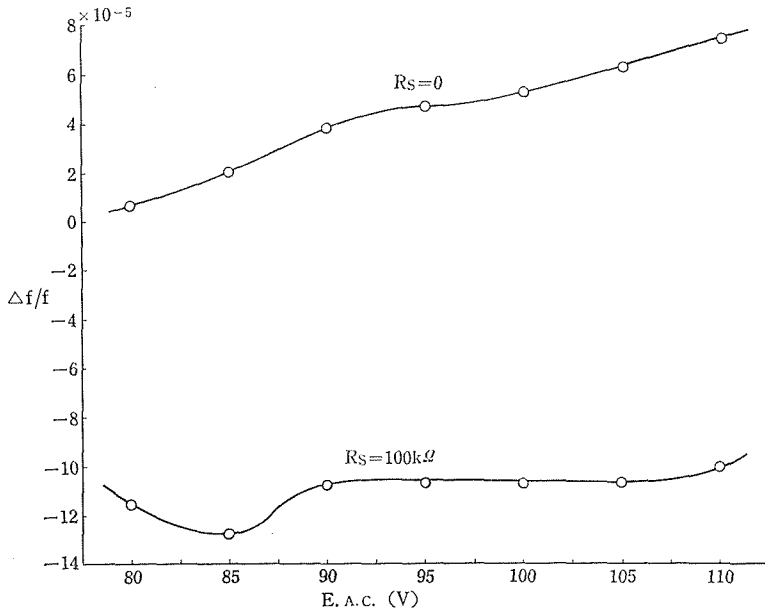


第14図 R_s によるフィラメント電圧に対する周波数変動の安定化
($C_A=0.002\mu f$, $R_B=0$)

第14図は $C_A=0.002\mu f$, $R_B=0$ に於ける $R_S=0$ 及び $R_S=80K\Omega$ に対する同様の特性である。

(c) 交流電圧に対する特性

電源にエリミネーターを用い, $C_A=0.002\mu f$, $R_B=250K\Omega$, $E_b=200V$ に調節した場合の ($E_{A.c.}=100V$ に於いて), 交流電圧の変動に対する周波数変動特性の測定結果を第15図に示す。即ち抵抗 R_S の挿入によつて安定度が著しく改善せられ, $R_S=100K\Omega$ の挿入により $5 \times 10^{-8}/V$ の変動率が得られている。

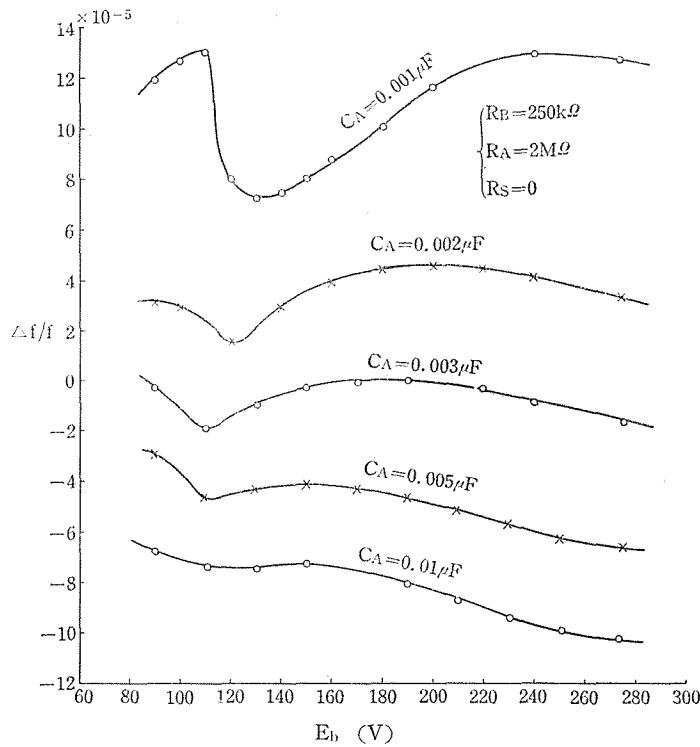


第15図 R_S による交流電源電圧に対する周波数変動の安定化

3. 4 C_A の電圧特性に及ぼす影響

Norrman によればインパルスコンデンサ C_A の値は, 発振可能な限り小さい程良好な結果を得られるものの如くであるが, 之について検討を加えた。

第16図は C_A の種々の値に対するプレート電圧対 $\Delta f/f$ 特性の測定値である。即ちこの場合は C_A の値は $0.002 \sim 0.005\mu f$ 程度が最適値である事を示している。又 C_A の値が大きくなる程安定範囲が低い電圧の方に移つて行く事が分る。低振動数音片発振器の場合は, 駆動電力の関係上 C_A は之より大きい方がよい。又高振動数音片発振器の場合は C_A の値が大きいと, その充放電が発振周波数の一サイクル中に行われなくなり, ブロッキング現象を起すようになるから注意を要する。

第16図 C_A を変化した場合の $E_b \sim \Delta f/f$ 特性

3. 5 C_A に対する発振周波数の変化特性

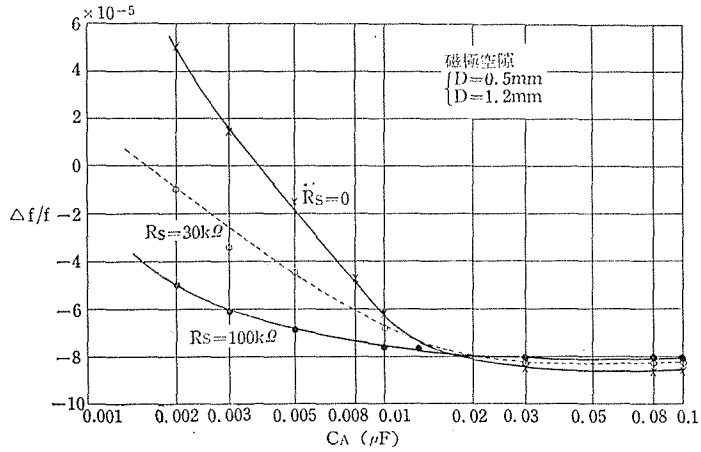
インパルスコンデンサ C_A の値と発振周波数の変化の関係を調べた。第17図は R_S をパラメーターとした場合の C_A と $\Delta f/f$ の関係、又第18図は磁極空隙をパラメーターとした場合の C_A と $\Delta f/f$ の関係の測定結果である。即ち R_S の大きい程、又空隙の大きい程 C_A の変化に対する発振周波数変化の小さくなる事が分る。

3. 6 真空管交換の影響

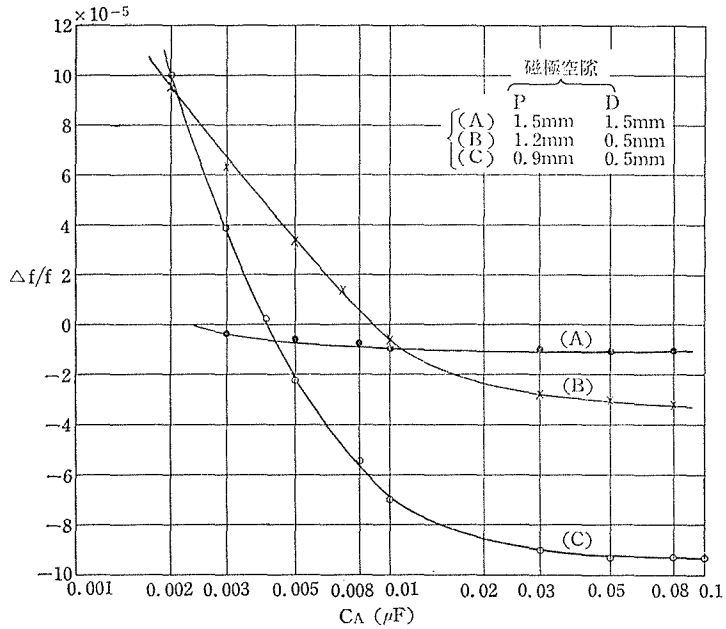
(a) 発振周波数に対する影響

真空管交換によつてある程度周波数変動を生ずる。この値は真空管を手当たり次第に交換するか、又は特性の揃つたものを交換するかによつて大分異なるので一概には言えない。又ラジオ受信管の如く、特性に比較的むらのある真空管を用いているか、或いは通信管の如く、特性の良く揃つた寿命の長い真空管を用いているかによつても様子が異つて来る。

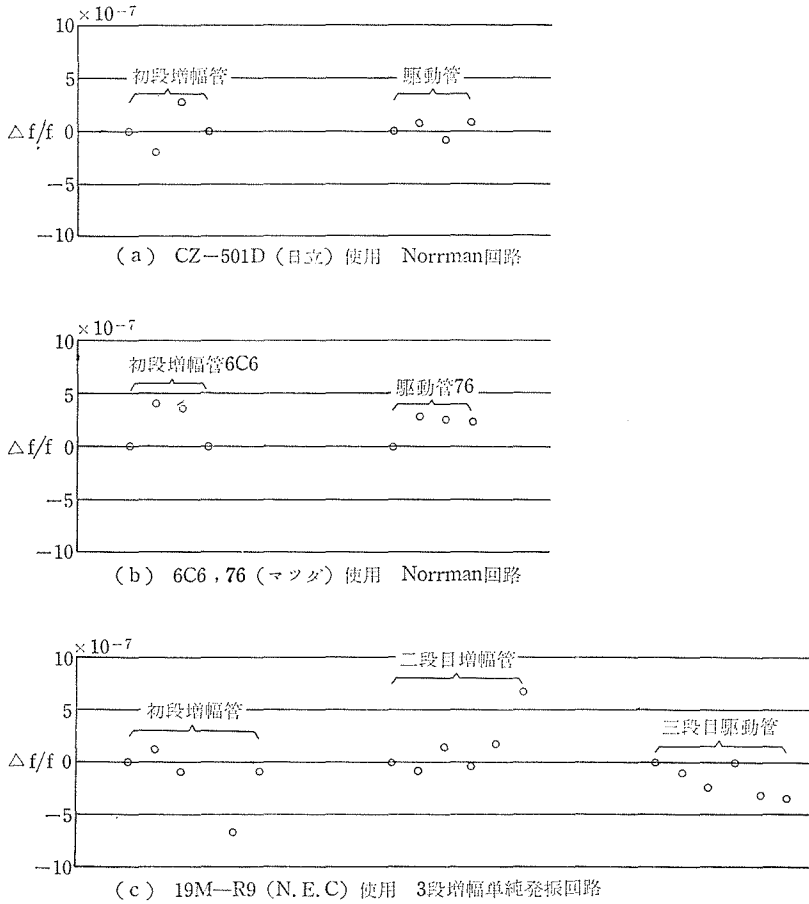
然し多くの場合真空管交換によつて 10^{-6} 台、悪い場合は 10^{-5} 台の変動を予想しなければならない。従つて予め特性を測定して揃つたものを予備として備えるのがよい。又交換による変動が大きく、周波数可変範囲を逸脱するような時は、いろいろと差し変



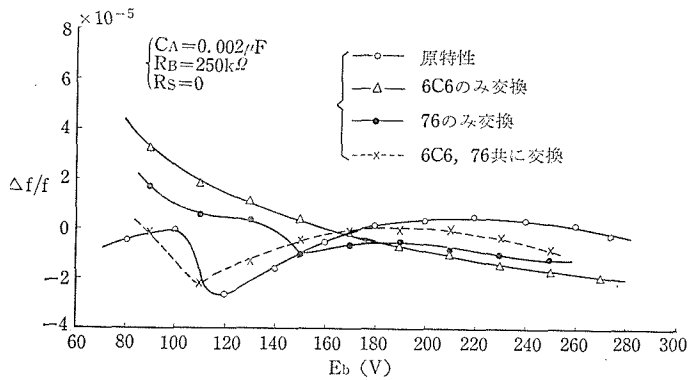
第17図 C_A の値に対する周波数の変化特性 (R_S パラメーター)



第18図 C_A の値に対する周波数変化特性 (磁極空隙パラメーター)



第19図 真空管交換による周波数変動の測定 (1,000c/s 音片発振器使用)



第20図 真空管交換の $E_b \sim \Delta f/f$ 特性に対する影響

えて最も適当な真空管を選ぶのも一法である。又予備真空管は必ず予め 100 時間以上使用して、初期の枯れの影響を除いたものを用いるべきである。

第 19 図に異なる種類の真空管を用いた 1,000 c/s 音片発振器の真空管交換による周波数変化の測定例を示した。之等の測定例から分る如く、真空管交換による周波数変化は 10^{-6} 台に入っているが、前段の真空管の影響の方が後段のそれより大きく現れる傾向が見られる。

又実験によれば同一名称の真空管でも、製造メーカーが異ると特性の差が大きいため、成る可く同一メーカーの製品を使用する事が肝要である。

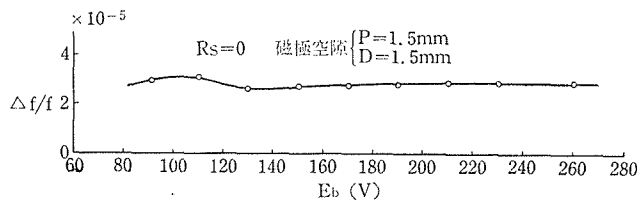
(b) 電圧特性に対する影響

次に発振管 UZ-6C6 及び UY-76 を交換した場合の、プレート電圧変化に対する周波数変動特性を調べた。その結果の一例を第 20 図に示すが、交換真空管は手許にあつた特性未知のものを用いた。

UZ-6C6 のみ交換した場合は特性が可成り変つている。但し本図の測定例は $R_s=0$ の場合であつて、 R_s を挿入すれば安定化される事は前と全く同様である。

3. 7 磁極空隙を充分大きくした場合の特性

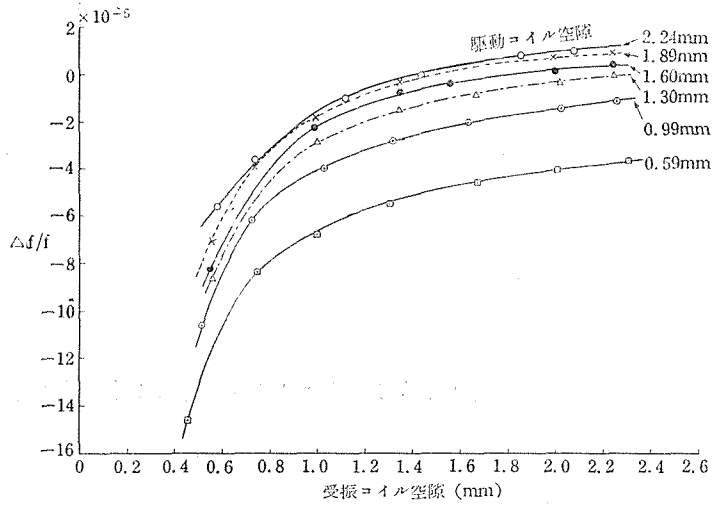
前項までの実験に於いては駆動コイル空隙 0.5mm, 受振コイル空隙 1.2mm で、通常の使用状態より著しく小さい状態で行つたもので、電源電圧に対する周波数変動は比較的大きい。若し空隙を大きくすれば安定度は著しく改善される。第 21 図は磁極空隙を充分大きくした場合の特性で、 R_s の有無に無関係に安定化されている。従つて磁極空隙は発振に差支えない限り、充分大きくとる事が必要である。



第 21 図 磁極空隙を充分大きくした場合の $E_b \sim \Delta f/f$ 特性

3. 8 磁極空隙の発振周波数に及ぼす影響

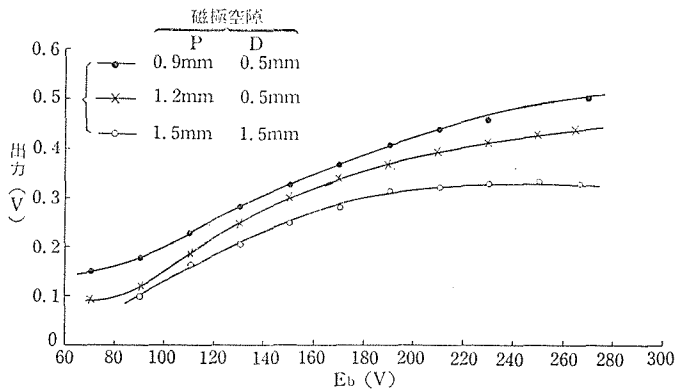
磁極空隙を変化すると発振周波数が変化するが、その測定の一例を第 22 図に示す。発振器は Norrman 回路を使用した 1,000 c/s 音片発振器である。空隙の小さい程空隙変化に対する周波数変化量は非常に大きい、空隙が大きくなると周波数変化量が次第に小となり、遂には殆んど変化がなくなる。従つて空隙は可能な限り大きくとるべきであるが、實際上余り空隙を大きくとると、発振が不安定になるので、通常 1 ~ 3.0mm 位の範囲にとられる。



第22図 磁極空隙に対する発振周波数変動特性

3. 9 磁極空隙の出力に及ぼす影響

磁極空隙を大にすると音片の振動振幅が小さくなって出力が小さくなる。第23図はプレート電圧を変化した場合、磁極空隙が出力にどのように影響するかを調べたものである。



第23図 磁極空隙の変化に対する出力特性

4. 発振周波数の調整法

音片発振器の発振周波数を所要周波数に正しく合わせるため、周波数調整を行う必要がある。又運転中の音片、真空管、或いは電磁コイルの永久磁石の枯れによる周波数上昇、或いは真空管交換による周波数変化の調整等のためにも周波数調整を行う必要がある。

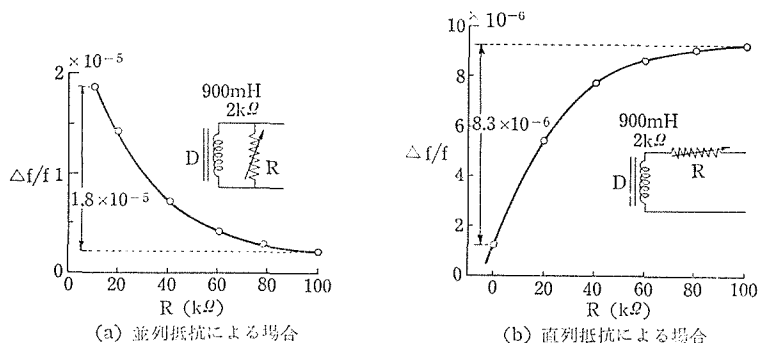
この周波数調整は音片発振周波数に影響を及ぼす各種の要因を逆に利用する事によって行われる。

然し高安定度を有する発振器に於いて周波数調整範囲の大きい事を望む事はできない。周波数調整の中が広いと言う事は、結局周波数変動が大きく起り得る事に通ずるのである。周波数安定度の高い事を規定し、又一方周波数可変範囲の広い事を規定する事は実際問題として両立し難い。殊に音片発振器に於いては、振動子の Q が高いため、その周波数可変範囲は小さく 10^{-5} 台である。従つて所要周波数調整値の大きい時は、磁極空隙或いは音片の寸法の調整等によつて行うべきであり、外部からの周波数調整は極くせまい範囲に限られる。

周波数調整法の代表的な方法としては、主として音片の振動振巾の変化によるか、振動の位相変化によるか、実効スチフネスの変化によるかによつて振巾制御法、位相制御法、スチフネス制御法に分けられるが、その外気圧、温度、磁界等によつて制御する方法もある。

4.1 振巾制御法*

音片の振動振巾を変化して周波数変化を行う方法である。この振巾制御法としては、駆動コイルに並列又は直列に可変抵抗を入れる事によつて行われる。第24(a)図はNorrman回路を使用した1,000 c/s音片発振器で駆動コイルに並列に入れた抵抗を変化させた場合、同(b)図は直列に入れた抵抗を変化させた場合の周波数変化の例である。



第24図 抵抗による振巾制御法

* 振動振巾の変化は主として、音片の実効スチフネスを変化させる事にあるので、スチフネス制御法に入るわけであるが、直接振動振巾を変化する方法と言う意味で、特に振巾制御法として区別した。

本方式は出力電圧の変化が大きいので余り適当な方法ではない。

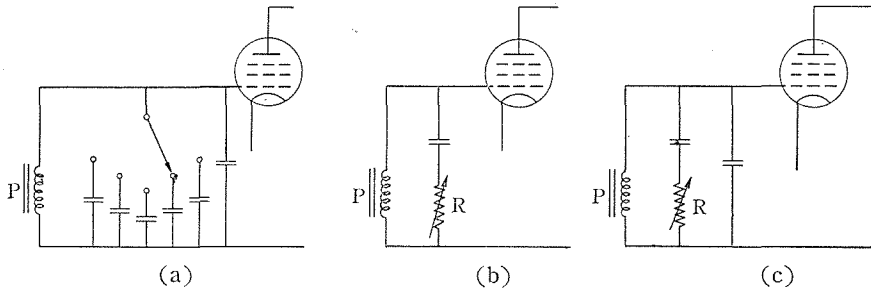
4. 2 位相制御法

発振回路中に移相回路を挿入して振動電流の位相を変化して発振周波数を変化する方法である。本方法は現在最も普通に用いられている周波数調整法であるが、振動子の Q が高いと可変範囲はせまい。又音片の共振周波数から余りずらすことは、安定度低下の原因となり、出力電圧も低下するので望ましくない。

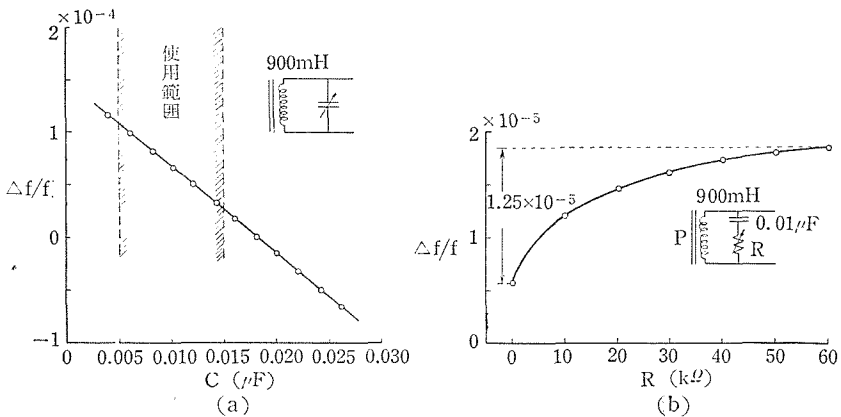
位相制御を行う最も簡単な方法は第 25 (a) 図の如く受振コイルに並列に挿入した同調コンデンサの値を変化するのである。又同 (b) 図に示す如く同調コンデンサ C に直列に挿入した可変抵抗の調整によつて行う方法、或いは (c) 図の如く挿入した可変抵抗を調整する方法、その他ブリッジ移相回路により行う方法等がある。

第26 (a) 図は Norrman 回路 1,000 c/s 音片発振器で、受振コイルの同調コンデンサ C の変化に対する周波数変化の測定例である。

本図より分る如く C の変化に対し周波数が直線的に変化する特長を有する。又同 (b) 図は同上の発振器で C に直列に挿入した R を変化した時の周波数変化の測定例である。



第25図 位相制御法



第26図 位相制御法による発振周波数変化の測定例

4. 3 スチフネス制御法

電磁コイルの空隙を変化して、電磁コイルの影響に基づく負スチフネスを変化する。即ち之により音片振動子の実効スチフネスを変化して周波数変化を行う方法である。(この場合振巾制御法及び電磁コイルの自己インダクタンスの変化に基づく位相制御法も相加つて来る。)先の第22図に見る如く本方法は周波数可変巾が最も広く、 10^{-4} 台の可変範囲を有する。然し余りに空隙を小さくする事は周波数安定度が低下するから望ましくない。

又音片に周波数制御コイルを取付け、之に流す直流電流を変化して、その磁束密度を変化する事によりスチフネス制御を行う方法も用いられる。

4. 4 気圧による制御法

音片を気密容器中に封入してその内部気圧を適当値まで下げて、周波数を制御する事ができる。この方法は一般的ではないが、周波数可変巾が広く連続的に変化できるので場合によつては都合のよい方法である。

4. 5 温度による制御法

音片を恒温槽中に封入して、その槽内温度を適当値にする事によつて、周波数を制御する方法であるが、微少温度係数音片では殆んど効果がない。

4. 6 磁界による制御法

音片をソレノイド中に封入し、ソレノイドに流す電流を変化して、音片に加わる磁界の強さを変化して周波数を制御する方法である。この方法は大きな磁界を加えると周波数変化特性に磁気ヒステリシスの影響が生ずるので注意を要する。

5. 結 言

音片発振回路について主として Norrman 回路を中心にして検討した結果次の如き事が言える。

- (1) 安定化抵抗 R_s を挿入する事によつて電源電圧に対する周波数安定度が著しく改善される。
- (2) 磁極空隙をできるだけ大きくすることが電圧に対する安定度向上のため最も効果がある。又磁極空隙を大きくして良好な発振を得るためには Q の高い振動子を用いなければならず、音片は Q が高いので最も適当している。
- (3) 予備真空管は特性の揃つたものを準備し、又少くとも 100 時間以上点火して初期変動を除いたものを用いるのがよい。
- (4) 電源部に対する対策としては、プレート電源に定電圧放電管を用いるのがよい。又できるだけ自動電圧調整器を使用して電圧変動を抑えるのがよい。

- (5) 音片発振器は振動子の Q が高く、又周波数安定度が良好なので、外部回路よりの周波数調整範囲を広くする事はできない。

現在 100 c/s 乃至 10KC 範囲までの音片発振器に対しては、Norrman 回路を使用出来るので余り問題はないが、100 c/s 以下及び 10KC 以上に対しては問題があり、之等の周波数に対する簡易且つ安定な発振回路の研究が必要である。

終りに本研究に対し御指導並びに御援助を戴いた東北大学電気通信研究所長永井健三博士に対し深甚の謝意を表す。

参 考 文 献

- (1) D. W. Dye : Proc. Roy. Soc. 103, p. 240~260 (1923)
- (2) E. Norrman : Proc. I. R. E. p. 1751 (1932)
- (3) 林, 多田 : 電気学会誌第56巻, 第5冊 (昭11-05)
- (4) 牧野 : 無線資料第7巻, 第11号 (昭17-11)
- (5) 奥野, 津田, 河田 : 電気通信研究所第一通信部談話会予稿 (昭23-11)
- (6) 国枝 : 昭28年電気三学会支部連合大会予稿159 (昭28-10)
- (7) 通研電気工業技術課 : 音片独立同期装置 (プリント) (1953)
- (8) E. Norrman : Electronics, Jan. (1940)
- (9) 木村 : 信州大学紀要第二号, P. 140 (昭27-07)

Summary

One Study on "Onpen Oscillator" Circuits

MIZUO KIMURA

(Department of Communication Engineering, Faculty of Engineering)

For the undesired frequency variations of the "Onpen Oscillator", the changes in power supply potential is a major cause next to the temperature effect. But this frequency variation is much smaller compared with the tuning-fork oscillator, because of the high Q of the "Onpen Vibrator". If stabilized oscillator circuits are used, the frequency stability may be improved by more than one figure. On the other side, when the automatic voltage regulators and voltage regulation tubes are used, as the counter-measures for the changes of power supply potential, the amount of potential changes may be reduced by less than ten per cent, and the frequency variation may be remarkably prevented.

In this paper, some studies about the characteristics of Norrman's circuits, which are generally used as stabilized "Onpen Oscillator" circuits, the system of the improvement of frequency stability, and the adjusting method of the oscillation frequency are treated.