

対標準周波数調整装置

木村 瑞雄
(信州大学助教授 工学部)

AN FREQUENCY ADJUSTING SYSTEM FOR STANDARD FREQUENCY

BY

Mizuo KIMURA

1 緒 言

音片（又は音叉）発振器の発振周波数の絶対偏差を調整するのに、通常之を標準周波数と比較して同期せしめるのであるが、この両周波数の同期偏差を少くとも 10^{-6} 以下におさへようとする、之はそう容易な事でない。即ち通常はドライブ又はピックアップ回路に挿入せられた周波数微調整装置、或いは之等コイルの磁極と音片との空隙の微調整等により、標準周波数と被調整周波数との間のリサージュ図形、或いはビート整流電流を監視して同期せしめる。然しこの方法ではリサージュ図形の一回転又はビート電流の一周期に要する時間は、例えば両周波数が $1,000\text{ c}$ の場合 1×10^{-6} の周波数偏差で $1,000$ 秒、 1×10^{-7} の偏差では $10,000$ 秒となる。仮りに両周波数を遷昇して10倍の $10,000\text{ c}$ どうして測定しても 1×10^{-6} の偏差で 100 秒、 1×10^{-7} の偏差で $1,000$ 秒要する。かかるゆつくりした変化から手動的調整によって完全な同期を求めようとする事は可成り困難である。

ここに於いて若し被調整音片発振器の標準周波数に対する同期が、簡単な装置により自動的に且つ迅速に行われ、この同期時に於ける調整定数が解れば非常に便利である。本題の対標準周波数調整装置は此の問題に対し考えられた装置である。

2 原 理

第1図は本装置の原理を示す系統図である。先づ標準周波数及び被調整周波数を一緒に混合増幅器に加え、両周波数を重畳してそのビートを取出す。次にこのビート出力を整流し濾波器を通して直流とし、之を音片に取付けられた制御コイルに流す。制御コイルに電流が流れると、その鉄心が磁化せられ、音片の発振周波数が変化する。この場合制御コイルの電流の増加と共に音片の周波数が一様な方向に変化する必要がある。制御コイルの電流の変化に基づく周波数変化の方向及び大きさは、発振用両コイルの配列及び制御コイルに電流が流れた時生ずる磁極の極性によって異って来るが、電流増加と共に一様に周波数が降下し、その上制御コイルに電流を流すことによって生ずる音片の特性に及ぼす影響の最も少い配列法、即ち対称配列中央同極が見出されて居る。之については別に詳細な報告(1)があるので本文に於いては省略するが、本装置に於いても対称配列中央同極の配列法を用いる事にする。

今標準周波数及び被調整周波数の電圧及び角周波数を夫々 E_s, ω_s 及び E_c, ω_c とし
 $\omega_c = \omega_s + \Delta\omega$ であり

且つ ω_s と ω_c の位相差を θ とすると、混合器出力の制御電圧 e は

$$e = E_s \sin \omega_s t + E_c \sin (\omega_c t + \theta) = E_s \sin \omega_s t + E_c \sin [(\omega_s + \Delta\omega)t + \theta]$$

此の包絡線の振幅 e' は

$$e' = \sqrt{E_s^2 + E_c^2 + 2E_s E_c \cos (\Delta\omega t + \theta)} = \sqrt{E_s^2 + E_c^2 + 2E_s E_c \cos \varphi}$$

但し $\varphi = \Delta\omega t + \theta$

$\varphi = 0, 2\pi$ の時 $e' = E_s + E_c$ で最大

$\varphi = \pi$ の時 $e' = E_s - E_c$ で最小

従て制御電流も $\varphi = 0, 2\pi$ で最大、 $\varphi = \pi$ で最小となる。

又両周波数が完全に同期した場合は $\Delta\omega = 0$ 、で

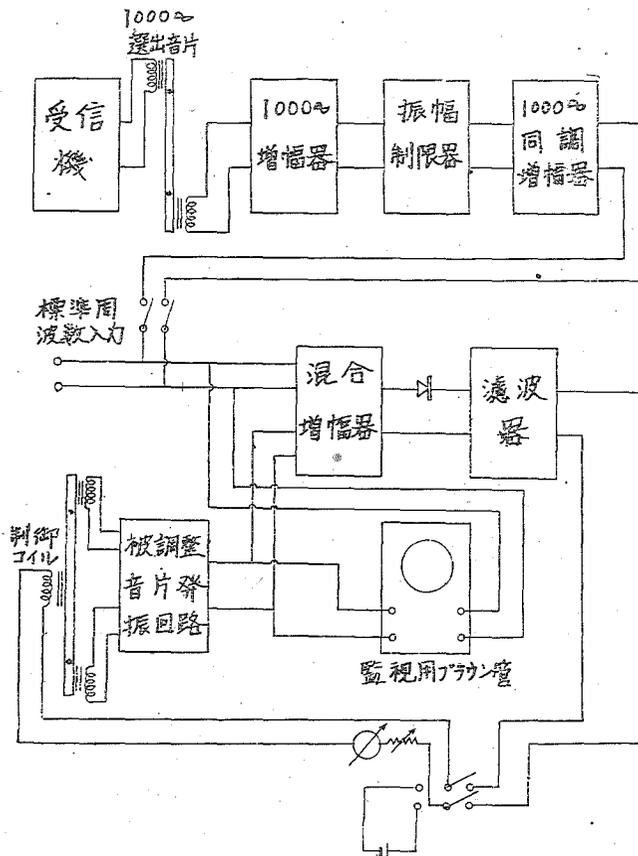
$$e' = \sqrt{E_s^2 + E_c^2 + 2E_s E_c \cos \theta}$$

若し $E_s = E_c = E$
 なら

$$e' = 2E \cos \frac{\theta}{2}$$

となり、この振幅は $\theta = 0, 2\pi$ で最大、 $\theta = \pi$ 、で零となり、従って制御電流も $\theta = 0, 2\pi$ で最大、 $\theta = \pi$ で零となる。

さて被調整音片周波数が標準周波数に対し僅かに高ければ、この制御電流の増加に従って次第に周波数が低下し、ある電流値で完全に標準周波数とある位相差を以て一致し、制御電流の変化は停止する。即ち此の値の電流を制御コイルに流せば、音片発振器周波数は完全に標準周波数と一致するわけである。而して此の制御電流の変化

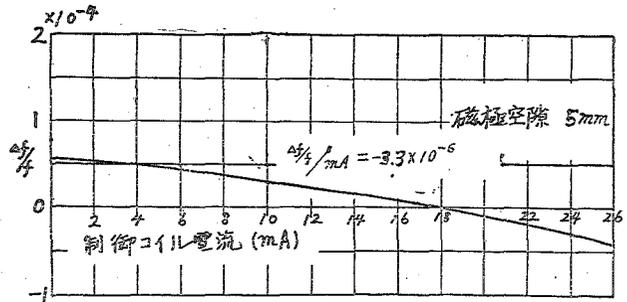


第 1 図

による自動同期作用と同時に、手動的周波数調節とを併せ行うなら、極めて迅速に同期電流値を見出すことができる。

制御コイルの電流の変化による周波数変化率は音片のQ, 制御コイルの形状及び構造等に関係するが、特に磁極と音片との距離によって適当に加減出来る。1,000 c 音片の制御コイル電流の変化と音片周波数変化との関係の一例を第2図に示す。

今例えば1mA当りの周波数変化率が 3×10^{-6} である場合、制御電流が0から10mAまで変化するなら自動同期範囲は 3×10^{-5} である。即ち被調整音片周波数が標準周波数より 3×10^{-5} 以内の偏差で高ければ自動的に同期することとなる。

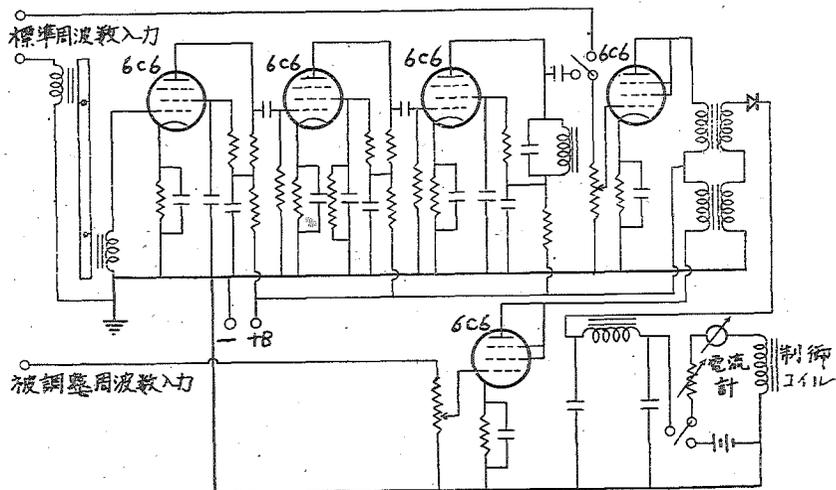


第 2 図

次に標準周波数として標準電波の1,000 cを用いて較正する場合に就いては、雑音及びフェージングの影響を除くため、第1図に示す如く受信機出力を1,000 c 選出音片を通して雑音等を除き、次に振幅制限器を通し、之により一定振幅の1,000 c 標準周波数を得て混合器に導けばよい。

又標準周波数と被調整音片周波数は必ずしも同一周波数でなくとも、両者の間に整数比の関係があれば本方式によって、同様に調整出来る。即ちその一方又は両方の周波数を適当に遷昇又は遷降して、同一周波数としてそのビート出力を同様に制御コイルに流せばよい。

以上の如く本方式に於いては制御コイルを流れる電流によって自動同期せしめ、その同期時の制御電流に等しい大きさの電流を常時制御コイルに流すことによって周波数偏



第 3 図

差の調節を行うものである。従って若しこの制御コイル電流が変化する時は、音片周波数も変化して、音片発振器安定度の低下を来すわけであるから、制御電流を流す電源の電圧変化が生ぜぬよう十分考慮せねばならない。又自動同期の時と切換えて別の電源より電流を流す場合、その制御コイルを流れる電流の方向が等しくないと同じ効果が得られないから此の点も注意を要する。

3 実験装置

上述の原理に基いた試作セットの回路を第3図に示す。本装置の出力端子には直流電流計と制御コイルとを直列に接続して同期時の電流を読み、之を他の電源と切換えて同じ電流値だけ制御コイルに流す。本試作セットではこの電源には交流エリミネーターを用い、定電圧放電管によって一定電圧を保ち制御電流の変動を防いで居る。

4 応用

上述の如く本装置は音片発振器の発振周波数を標準周波数に高精度を以て同期せざる目的に用いられる。

又本装置は写真電送、模写電送の独立同期方式に於いて、各地に散在する独立同期用音片発振器を一つの標準周波数に同期させるような場合に用いて便利である。又本装置は音片発振器の発振周波数が、放置しておいても自動的に標準周波数に同期する特長を有し、一種の吸着発振器であるから、写真電送等の自動同期方式（半独立同期方式）に応用できよう。

最後に本研究に対し御指導戴いた東北大学永井教授並びに本研究に協力された清水正博君に深謝する。

文 献

- (1) 木村：信州大学紀要，No.2 (1952)

AN FREQUENCY ADJUSTING SYSTEM FOR STANDARD FREQUENCY

BY

Mizuo KIMURA*

The frequency adjusting system described in this paper is newly developed and designed for the purpose of quick and precise adjusting of the frequency deviation of the tuning bar oscillator for the standard frequency. Heretofore, the usual method of adjusting of frequency of the tuning bar oscillators is the one which is worked by hand, for example observing the Lissajous figure produced by cathode-ray tube. This method, however, is unsuitable for the purpose of quick and precise adjustment.

The main component elements of the newly developed system are tuning bar filter, amplitude limiter, frequency mixer, frequency control coil which attached

* Assistant Professor of Electrical Communication Engineering, Faculty of Engineering, Shinshu University.

close by the tuning bar, etc. If there is any difference in both frequency, the beat frequency is obtained at the output of the mixer. After the beat current is rectified and changed to direct current, this rectified current flows into control coil. The frequency of the tuning bar changes due to the changing of the control coil current, and is automatically synchronized to the standard frequency, and then the rectified current becomes certain constant value. Now, by flowing the same value of direct current as that rectified current into the control coil, by turning to the another direct electric source, the synchronization of both frequency is completed quickly and precisely.