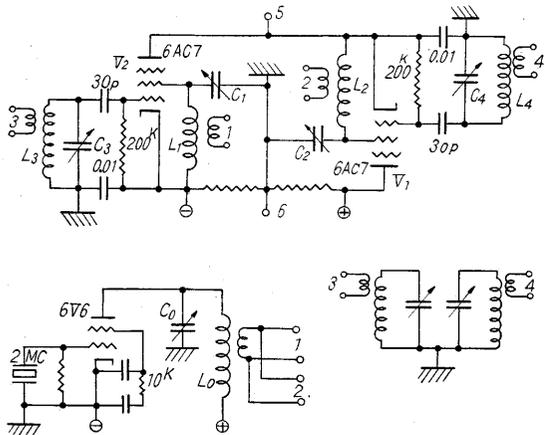


# 微小変位の電圧変換

立 本 二 郎

## 1. 緒 言

変位の計測<sup>(1)</sup>には、抵抗変化法やインダクタンス変化法等があるが、ここでは微小変位の静電容量変化法について述べる。また、その変換量は、電流に変換する場合<sup>(2)(3)</sup>もあるが、リレー回路に応用する場合は、電圧変換の方が都合がよい。その方法は、井上回路、ピアス回路、オートデザイン法等<sup>(4)(4)</sup>がある。安定度を高くするために、周波数変調方式<sup>(5)(6)</sup>があるが、これは簡単でない。ピアス回路を直列平衡にしたものは<sup>(7)</sup>、過渡現象特性が宜しくない。ここでは、井上回路の平衡型について実験結果を述べる。



第 1 図

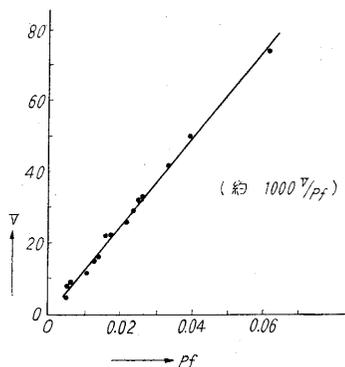
## 2. 直列平衡型

これは第1図のような回路で、高Gm管として、6AC7を使用した。B電源が300V程度ならば、6C6でも大した差異はない。真空管V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>はおのおの井上回路として動作し、かつ互に負荷抵抗となっている。静電容量変化は、C<sub>3</sub>、C<sub>4</sub>に差動的に与えられ、56間の電圧変換量をP型真空管電圧計で測定した。

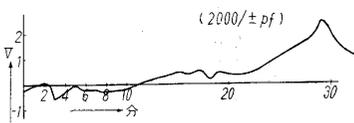
この回路の特徴は、ブリッジがV<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>の内部抵抗で平衡しているため、電源電圧の変化に対してきわめて安定になることである。<sup>(8)</sup>B電源電圧を変化すると、56間の電圧が変化するが、その時、極値が存在する。実験では、差働感度が2000V/(±pf)の時に、B電圧250±25Vの変化に対して、出力電圧の変化は1V以下であった。

また、この回路の今一つの特徴は、真空管V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>が互に負荷抵抗となっているため、差働的入力を与えられた時はμ倍の増幅感度が得られることである。第2図の感度曲線は片方だけのもので、差働感度としては、2000V/(±pf)となる。この時の安定度曲線の1例は第3

図のようなものであった。電源には交流定電圧電源および直流定電圧電源を使用してあったので、安定度曲線のふらつきは、B電源の変動とは考えられない。装置を納めた約60cm角の箱の上部に、約10cm角の穴があけてあったが、この穴の開閉によってDriftの正負の調節ができた。これは対流熱



第 2 図 感 度



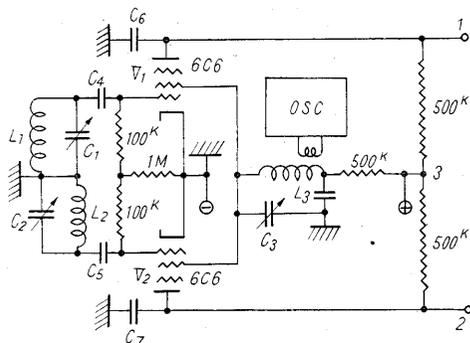
第 3 図 安 定 度

の変化によるものと考えられる。第3図の18分頃、機械的振動があつて平衡が破れ、以後正のDriftが大きくなったが、29分頃穴を閉じたので、それ以後は漸次減少した。

この回路について実験後の感想を述べると、なるほど感度はよいが、温度変化や機械的振動に対して余り敏感すぎると云うことである。電源電圧変化に対しては誠に安定であった。しかし、これを現場に使用するのにはなお不安である。不安定原因を避けるのに、単に平衡することだけに頼ることは余り積極的でない。むしろ、不安定原因を積極的に抑圧することを考え、同相抑圧、差働型として、次の並列平衡型の実験を試みた。

## 3. 並列平衡型

第4図は並列平衡型である。直流増幅において、同相信号除去の差働増幅回路では、共通カソードに高抵抗を



第 4 図

研究速報

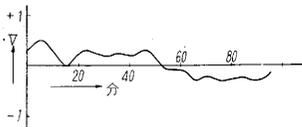
入れるのが通例であるが、この場合にはその必要がない。実際に、高抵抗として5極管を挿入してみたが、大した効果はなかった。高周波電源とL<sub>3</sub>は粗結合となっているために、L<sub>1</sub>, C<sub>1</sub> および L<sub>2</sub>, C<sub>2</sub> のタンク回路は各々独立しているにも関わらず、一方の定数変化が他方に作用して、13, 32間に現われる。この時、両タンク回路の共振特性を適当に組み合わせると、13 および 23 間に現われる電圧は、同相抑圧、差働増幅特性になるのである。その状態の1例を第1表に示した。この表のC<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>は、

第 1 表

No.	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	V <sub>1</sub> Volt	V <sub>2</sub> Volt
1	80	80	56	165
	81	81	54	170
2	80	80	59	165
	79	79	60	163
3	80	80	55	170
	81	79	83	150
4	80	80	57	170
	79	81	26	190
5	80	80	54	133
	81	81	116	90

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>: 第4図 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> のパーニヤダイヤルのよみ  
 V<sub>1</sub>: 12 間の電圧  
 V<sub>2</sub>: 13 間の電圧

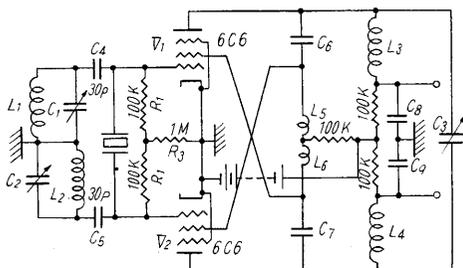
第4図のC<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>に並列に入れた10 pfのバリコンのパーニヤダイヤルの目盛のよみである。V<sub>1</sub>は12間の出力電圧で、V<sub>2</sub>は13間の抵抗電圧降下のよみである。No. 1, 2は、同じ方向にC<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>が変化した時、V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>の変化が少ないことを示す。No. 3, 4は、C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>が差働変化した場合である。No. 5は、特性の選び方によって、C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>の同相変化が、V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>に大きく現われることを示した。なお、回路図のC<sub>6</sub>, C<sub>7</sub>は、無用の発振を抑える



第 5 図

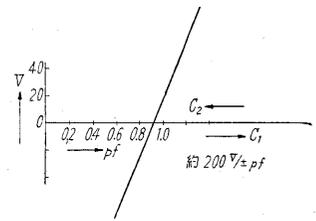
ためのものである。第5図はこの回路の安定度の1例である。

これらの高周波電源としては、第1図に示したような水晶発振回路を使用していたが、これを止めて、並列平衡型の井上回路が、同時に、平衡型的水晶発



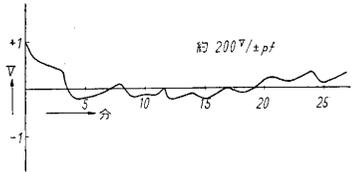
第 6 図

振器を兼ねるようにしたものが第6図である。この場合の感度および安定度曲線を第7図および第8図に示した。これは十分調整をする時間がなかったので、なお吟味の余地がある。



第 7 図 感 度

一般的な注意として、装置全体が十分堅固なものでない限り、ことには、バリコンは、



第 8 図 安 定 度

通信用の、機械的にも丈夫なものを使用すべきである。ラジオ用程度では駄目である。また、同相抑圧の効果が十分得られるようにするために、L<sub>1</sub>, C<sub>1</sub> および L<sub>2</sub>, C<sub>2</sub> のタンク回路は、結合しないようにして、かつ同じ温度湿度の条件におきたい。そのために熱遮蔽も必要である。

4. 結 言

いまのところ、同相抑圧を考慮した並列平衡型が最も安定で感度も相当にあり、現場に推奨できる。この見地より、直列平衡型についても、いま一度実験を試みたいと思っている。

以上の実験は、第3部高木研究室においてなされた。星合所長ならびに高木教授のご指導ご援助に対し厚く御礼申上げる。なお、同研究室の皆々様に謝意を表する。実験に際し、いろいろと具体的にご討論を戴いた金沢大学の鳥崎先生に厚く御礼申上げる。(1956. 4. 6)

文 献

- (1) 変位の測定 無線工学ハンドブック p. 1636.
- (2) 鳥崎: 「井上回路について」昭和 30 年電気 3 学会連合大会
- (3) 池田・富田: 「容量型ひずみ計について」生産技術研究所報告第 3 巻第 7 号 (1954)
- (4) W. Alexander: "An Electronic Ultramicrometer" Electronic Engineering, Dec. 1951.
- (5) W. Cook: "Measuring Minute Capacitance Changes" Electronics, Jan. 1953.
- (6) B. M. Wojciechowski: "Continuous Incremental Thickness Measurements of Non-Conductive Cable Sheath" B.S.T.J. Vol 33, No.2, p.353, March 1954
- (7) 立本: 「微小静電容量変化の検出実験 (ピアス回路の利用による)」昭和 30 年電気 3 学会連合大会
- (8) 「直列平衡式」無線工学ハンドブック p. 354