

サイラトロン管を用いた電圧の測定

中 川 孝 之

On the Measurements of the D.C. volt, which is made of the
Thyratron tube. Takayuki NAKAGAWA

In this report, author has analysed on the mechanism of the operation of the device with the thyatron. In conclusion, if we regard the device as a kind of the analog-digital converter, it would be utilized as a voltmeter.

1. 緒 言

最近遠隔測定、および制御のように計測工学上の見地から、直流電圧（アナログ量）を放電管の非線型特性を利用し、発振回路を作り周波数（デジタル量）に変換し、これを測定するか、又は之れを電流量（アナログ量）に変換して測定するための基礎的な実験とその考察結果を報告する。

2. その方法

サイラトロン（UY-66G）を用いた図-1の回路は装置の概略を示すものである。先づUY-66Gで鋸歯状波発振をさせ、これを増幅し、C-R回路で微分し、電圧波形をパルスにして之をUZ-6H6で整流し、整流電流を測定する。この場合整流電流は直流電圧に殆ど比例する事が実験的に確かめられた。（図-1参照）今もし遠隔測定をしようとする場合は発振させた交流波形の電送を考え、測定位置に整流装置をおけばよいと考えられる。

2. 1. 鋸歯状波発振の機構

鋸歯状波発振をおこしているとき、電圧-電流平面内に於ける状況点の移動は図-2のようであることは良く知られている。

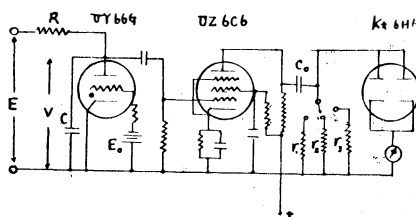


図-1

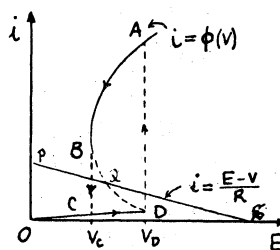


図-2

ここで V_D は放電開始電圧、 V_C は放電停止電圧、 I_D は放電開始電流、 I_B は放電停止電流を示している。今電圧が上昇し放電開始電圧に達するまでは OD の曲線に状況点が運動し、 D 点に達すると A 点に飛躍し、 A から B まで状況点の移動時間と陽極電圧との関係は次の式で示される。

$$\frac{de_c}{dt} = -\frac{1}{CR}(E - e_c - R\phi(V))$$

次に B 点に達すると放電が停止するため、状況点は C に跳躍する。その後 C から D までの状況点の変化即ち電圧と移動時間とは次の関係で示される。

$$\frac{dec}{dt} = -\frac{1}{CR}(E - e_c)$$

従つて鋸歯状波の充電特性は CR に関係するが、放電特性はサイラトロンの放電特性に大いに関係する。即ち $grid$ の偏荷電圧は鋸歯状波の振幅および波形に関係する。言いかえると $V_D - V_C$ は振幅を定める。それは、 V_D, V_C が偏荷電圧の値によつて変化するためである。(図-3 参照)

2. 2. 直流電圧と周波数

振動の同期は良く知られた $T \approx CR \log \frac{E - V_C}{E - V_D}$ であらわされるが、 $\frac{E_C}{E} = x_1, \frac{E_D}{E} = x_2 (x_1 < x_2)$ とおけば直流電圧が大きくなれば 1 に比べて x_1, x_2 は小さくなるので、これは近似的に次のようになる。

$$T \approx CR (x_2 - x_1) \left(1 + \frac{1}{2}(x_1 + x_2) \right) = CR \left(\frac{E_D - E_C}{E} \right) \left(1 + \frac{1}{2} \frac{E_D + E_C}{E} \right)$$

ところで E_D, E_C は数拾ボルトの値であるから、 E が大となれば第 2 項は無視し得る。従つて

$$T \approx CR \frac{E_D - E_C}{E}$$

これを周波数に書きかえると $T = 2\pi f$ より

$$f = \frac{E}{2\pi CR(E_D - E_C)}$$

従つて放電管が決まれば、 E_D, E_C, C, R および $E_D - E_C$ が定まるから周波数は電圧に比例する。

2. 3. 測定上の周波数(電流)と直流電圧の対応度

電圧を周波数に変換する場合の精度は、回路定数、外部温度、湿度等によつて定まるが、対応度と言う立場からは、 $E_D - E_C, C$ および R の選び方による。従つてこれ等の値を適当に選べば任意の対応度を得ることができる。

ところが $E_D - E_C$ は小さいと鋸歯状波振幅が小さいので、偏荷電圧を $grid$ にあたえ $E_D - E_C$ を大とする方が良い。然しあまり大きくすれば測定電圧の最低の電圧が高くなるので不都合である。

2. 4. 発振動作に対する検討

2. 4. 1 放電管の特性

サイラトロンの放電特性を電圧-電流平面上に $grid$ 電圧を $parameter$ として表せば、実験上図-3 が得られる。各 $grid$ 電圧に対する放電開始電圧および電流を V_A, I_A であらわせば、負偏荷電圧が大になればなるほど (1) 放電開始電圧が高くなり、(2) 放電開始電圧と放電停止電圧の差が大となることがわかる。

2. 4. 2 発振動作の限界

図-2 において ABCD 曲線は放電特性を示し PQS は負荷曲線を示す。両者の交り Q は BD 曲線上にあるときのみ発振する。従つて一定容量の蓄電器 C 、負荷抵抗 R により定まる電気回路で測定し得る電圧の最低限界は D 点を通り負荷抵抗 R に相対する負荷直線と電圧軸の交り S として定まる。一方最高限界は B 点を通り前述の

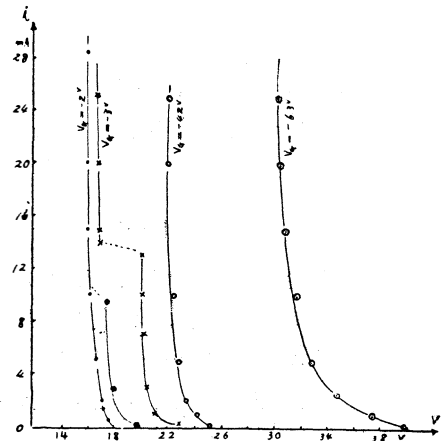


図-3

負荷抵抗線に平行な直線と電圧軸の交り S' として定まる。(図-4 参照)

次に電圧を一定とし発振がおこる負荷抵抗値の選択の範囲は、その電圧点と B および D を結ぶ直線で示される負荷抵抗線によつて定まる負荷抵抗値によつて定まる。

更に蓄電器の容量は鋸歯状波発振の周波数を定めるもので、ABCD の 1cycle をおこなう時間を定める。(図-2 参照)

最後に bias 電圧 (格子の) について考えるに、2.4.1 で述べた性質から鋸歯状波の発振に関係する。即ち負の偏荷電圧が大きければ鋸歯状波振幅は大になるが放電開始電圧が高くなるため、電圧測定として測り得る最低の電圧値が高くなるので、電圧測定の範囲を大きくするためには不都合である。(図-3 参照) しかし放電開始点 D がきわめて明瞭に定まるので動作が安定となる。こ

の意味で負偏荷電圧を grid にあたえることは、装置作成にあたって重要とおもわれる。

2. 4. 3 周波数を整流して電流値に変換すること。

前に述べたように鋸歯状波を増幅し、次に微分し、之を整流して電流値に変換する場合直流電圧によつて鋸歯状波の振幅および波形はあまり変化しない。しかし波形は grid 偏荷電圧に従つて変化する。(この発振は低周波の領域についてで

ある) また整流電流は鋸歯状波の周波数にほぼ比例することも実験により確かめられた。(図-8 参照)

もし回路定数の選択が高周波の発振をおこすような場合にはこのような事が満足されない。なぜならば放電管の消イオン時間が影響するからである。

3. 実験結果

2項で述べた事柄は実験によつて確かめられる。図-5 は負荷抵抗を一定とし、C を parameter とした電圧～整流電流の関係であり、図-6 は蓄電器の容量を一定とし、負荷抵抗を parameter としたものであり、図-7 は蓄電器の容量、負荷抵抗を一定にし、grid 電圧を変化させた場合の関係を示す。そして図-8 は周波数と整流電流の比例性を確かめたものである。

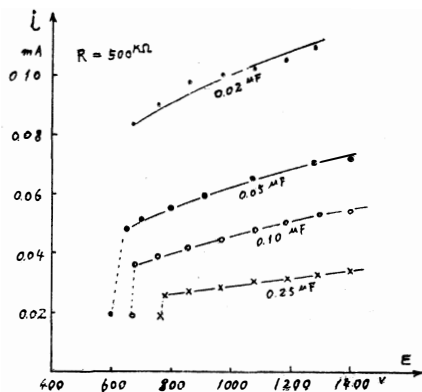


図-5

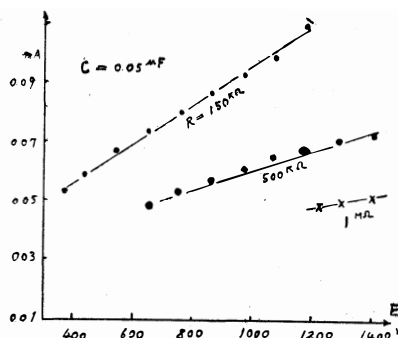


図-6

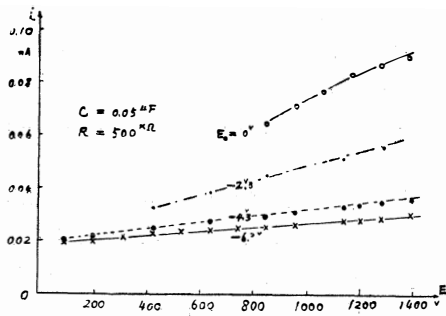


図-7

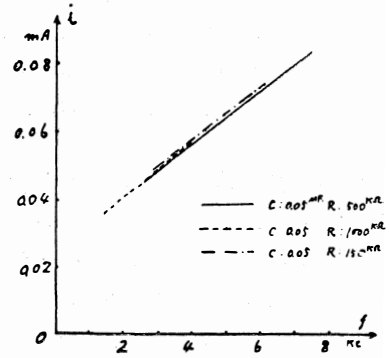


図-8

4. 結 言

この実験は遠隔測定と云う計測上の立場からと、サイラトロンの非線型の放電特性を利用する考えから行つた基礎的な実験および考察結果である。回路上の問題については更に研究すべき事柄があるが、或る程度使用出来ると思われる。

終りに日頃御指導を賜つている南雲仁一博士（慶大）、当工学部森教授、井上教授に感謝します。

参 考 文 献

- (1) Minorsky : Nonlinear Mechanics. P. 400
- (2) 森田清 : 高周波工学
- (3) 渡辺 電気学会誌 P. 253. 59 610号 昭14.5
- (4) 渡辺 中村 電気学会誌 P. 181. 59. 609号 昭14.4