

# Rotator に関する実験

井 上 浩

田 中 洋 三

## Experiments of Rotator.

Because rotator, which can rotate voltage-current characteristics by arbitrary angles, has a negative resistance element, its stability is important. In this article, its stability, error, and experiment are given.

Hiroshi INOUE. Yozo TANAKA.

### 1. 緒 言

任意に与えられた電圧, 電流特性をある角度回転して新しい電圧電流特性をうることができれば便利なことがある。たとえば整流特性など一例であるが, 電圧電流特性曲線が多価関数である場合にはこれを回転した特性曲線に飛躍点ができない場合はパッシブな回路, あるいはアクティブな回路素子として重要となってくる。本文は其中, R-Rotatorについて実験した結果について述べたもので, 安定性のある演算増巾器を用いて負性素子を作りえたので, この組み合わせにより特性のよいRotatorがえられた。

### 2. Rotatorの理論

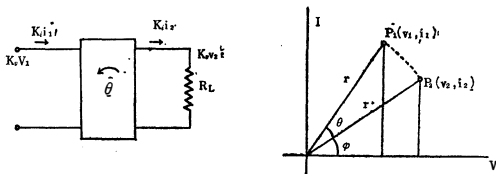


図-1

今 \$P\_2\$ より \$\theta\$ だけ \$P\_1\$ へ回転するものとする

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= r \cos(\theta + \varphi) \\ &= r \cos \varphi \cos \theta - r \sin \varphi \sin \theta \\ i_1 &= r \sin(\theta + \varphi) \\ &= r \cos \varphi \sin \theta + r \sin \varphi \cos \theta \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

であるので, \$r \sin \varphi = i\_2\$, \$r \cos \varphi = v\_2\$ を代入すると

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= v_2 \cos \theta - i_2 \sin \theta \\ i_1 &= v_2 \sin \theta - i_2 \cos \theta \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

すなわち

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_2 \\ i_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

今, 図-2 のように \$\pi\$ 型と T 型で実現するものとする。\$\pi\$ 型の場合は次のようになる。

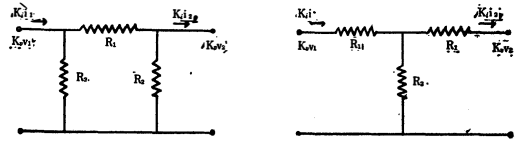


図-2

$$\begin{bmatrix} K_v v_1 \\ K_i i_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{R_1 + R_2}{R_2} & R_1 \\ \frac{R_1 + 2R_2}{R_2^2} & \frac{R_1 + R_2}{R_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_v v_2 \\ K_i i_2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ i_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{R_1 + R_2}{R_2} & R_1 \frac{K_i}{K_v} \\ \frac{R_1 + 2R_2}{R_2^2} & \frac{K_v R_1 + R_2}{K_i R_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_2 \\ i_2 \end{bmatrix} \quad (5)$$

したがって

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= -\frac{K_v}{K_i} \sin \theta \\ R_2 &= \frac{K_v}{K_i} \cot \frac{\theta}{2} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

T 型の場合には

$$\left. \begin{aligned} R_1 &= -\frac{K_v}{K_i} \tan \frac{\theta}{2} \\ R_2 &= \frac{K_v}{K_i} \operatorname{cosec} \theta \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

\$\theta\$ の正負によって \$R\_1, R\_2\$ の正負が入れかわる。

### 3. 負性抵抗

安定な負性抵抗を作るために演算増巾器を用いた。実験には2種の負性抵抗を用いたが 図-3 aをShort Circuit Stable (S.C.S), bをOpen Circuit Stable

(O.C.S) と称する。

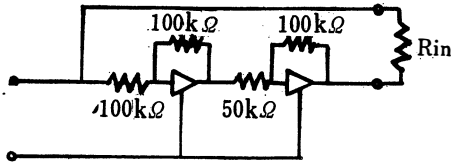


図-3, a

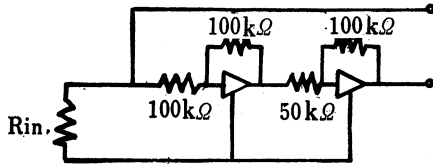


図-3, b

$R_{in}$ の小さいときは入力側から見た impedance は  $(-R_{in})$  となるけれども  $R_{in}$  が大きくなると演算増巾器の入力 impedance により  $(-R_{in})$  とは異ってくる。S.C.S と O.C.S について  $R_{in}$  に対する入力 impedance を実測した結果を図-4 に示す。

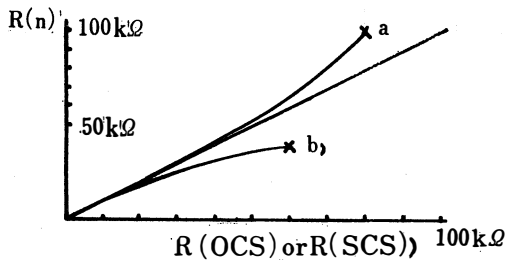


図-4

S.C.S の場合には演算増巾器の入力抵抗が  $100\text{ k}\Omega$  のため、算定抵抗

$$-R(n) = \frac{R_{in} \times (100\text{ k}\Omega)}{R_{in} - (100\text{ k}\Omega)}$$

として求められ、同様に O.C.S の場合には

$$-R(n) = \frac{R_{in} \times (100\text{ k}\Omega)}{R_{in} + (100\text{ k}\Omega)}$$

として求めれば実験と一致することがわかる。

#### 4. Rotatorの安定性と感度

Rotatorの入力 impedance は負荷抵抗  $Z_L(P)$ 、回転角  $\theta$  とすると

$$Z_i(P) = \frac{Z_L(P) \cot \theta - 1}{Z_L(P) + \cot \theta}$$

として求められるので、 $Z_L(P)$  を純抵抗  $R_L$  とすると

電源抵抗  $R_s$  との間には O.C.S の場合には

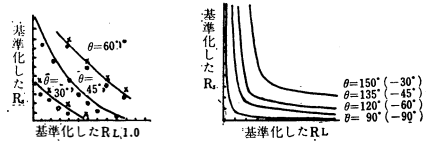
$$R_s > \frac{1 - R_L \cot \theta}{R_L + \cot \theta}$$

S.C.S の場合には

$$R_s < \frac{1 - R_L \cot \theta}{R_L + \cot \theta}$$

の条件を満足せしめると発振がおこらず安定に使用できる。この境界の両辺の相等しい場合の  $R_s$  と  $R_L$  との関係を求める

図-5



次に Diode を用いて感度の実験を行った。

この感度は図-6 に示すように角度の大きい部分で角度誤差が大きくなる。

図-6

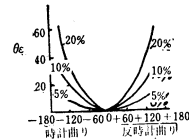


図-7 の写真は  $R_{in}$  において規定値のものと 10% 増加のもの、20% 増加のものと 3 本が各々示されており角度  $\theta$  の大きいものほど誤差が大きくなっている。

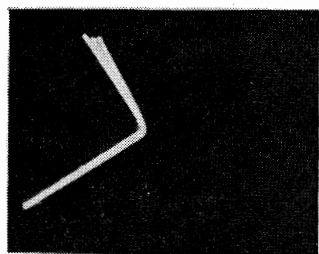
#### 5. Diodeの回転例

Rotatorの負荷として Diode を用いた例を図示する。(図-8)

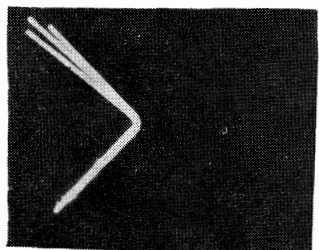
#### 6. Transistorの回転例

Transistor 2S A52 の  $-30^\circ$ 、 $-45^\circ$  回転したときの特性を図-9 に示す。

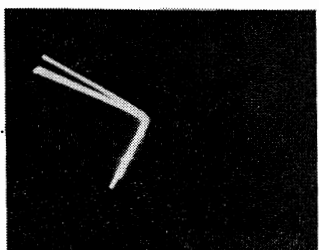
图-7



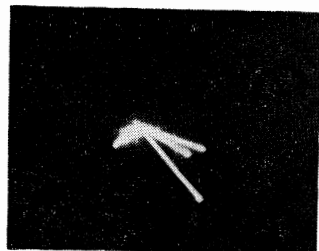
(7-1)  
+30°  
π型OCS



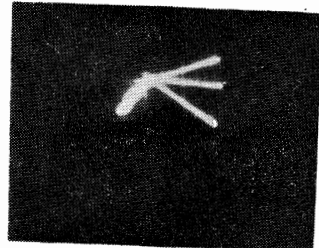
(7-2)  
+45°  
π型OCS



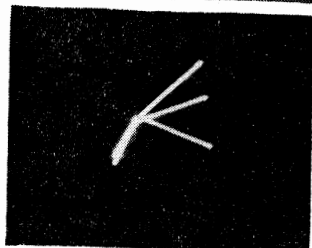
(7-3)  
+60°  
π型OCS



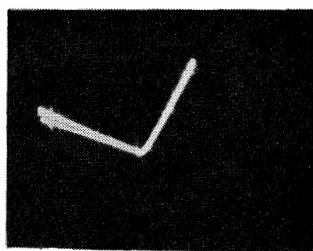
(7-4)  
+120°  
π型SCS



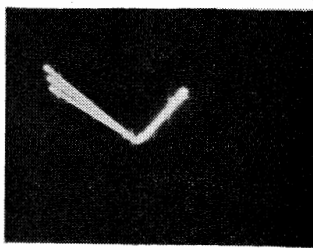
(7-5)  
+135°  
π型SCS



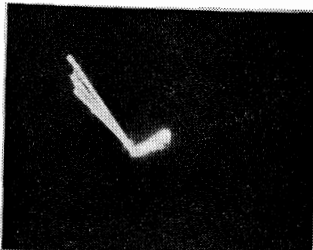
(7-6)  
+150°  
π型SCS



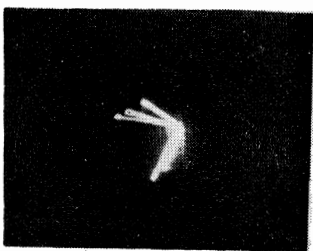
(7-7)  
-30°  
T型SCS



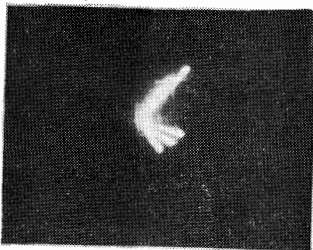
(7-8)  
-45°  
T型SCS



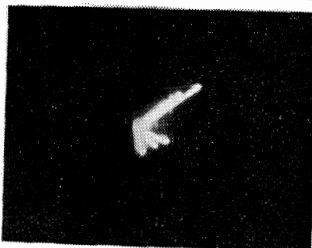
(7-9)  
-60°  
T型SCS



(7-10)  
-120°  
T型OCS



(7-11)  
-135°  
T型OCS



(7-12)  
-150°  
T型OCS

图-8

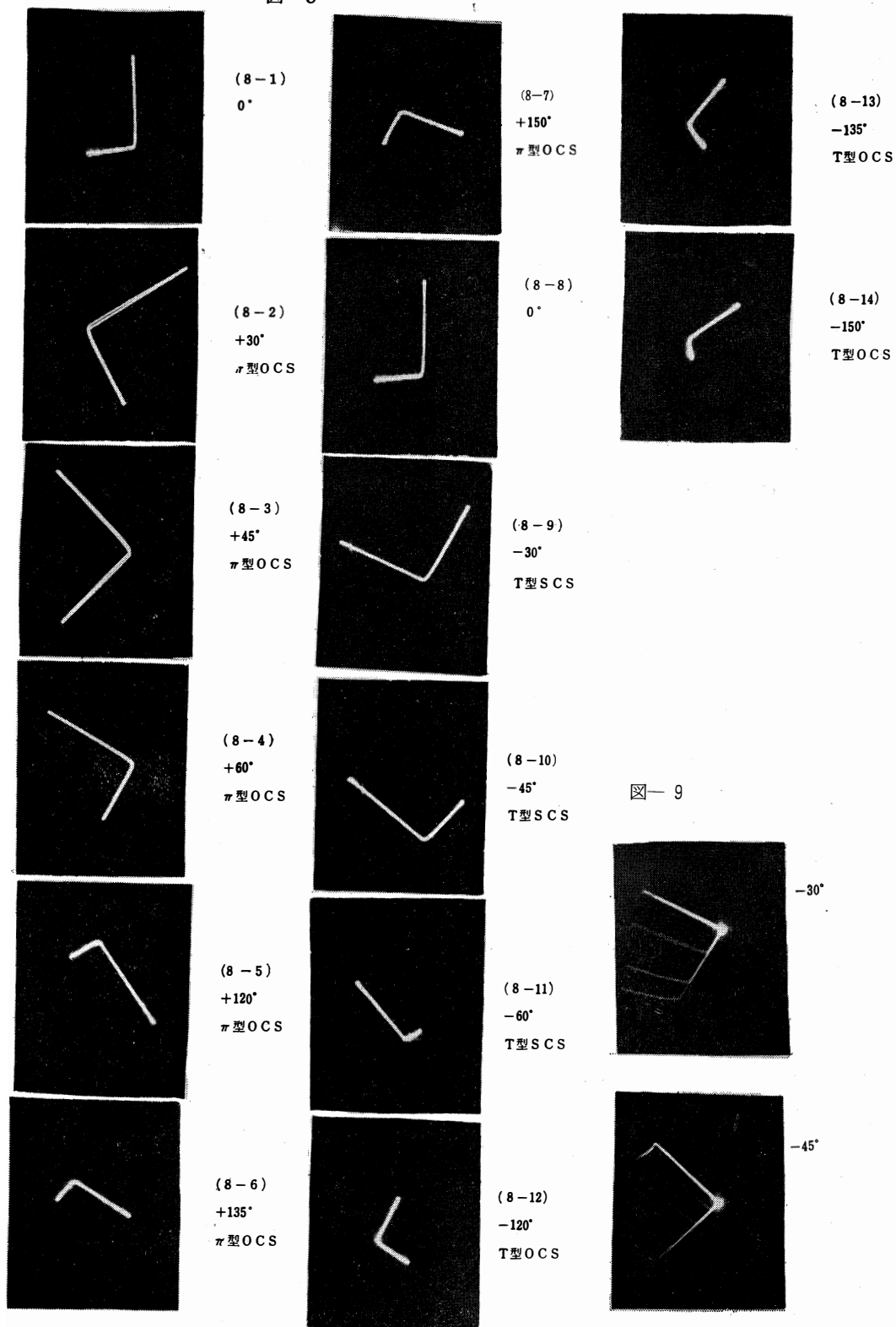


图-9

