

10. 電力増幅管 6AR5 電流帰還諸量の計算と考察Ⅱ

先に掲載した「6AR5 電流帰還諸量の計算と考察」について、実機によるゲイン及び周波数特性を確認した。なお、Fig.10-4 に示すように実機は 270 Ω を 270 Ω にしている。

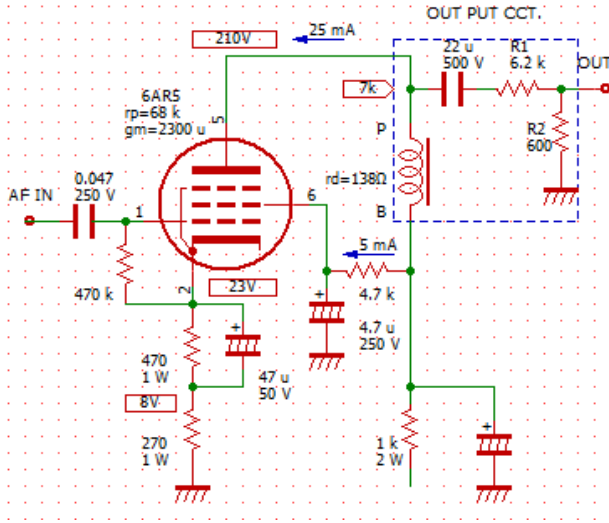


Fig.10-4 6AR5 周辺回路

- 1) 270 Ω がある場合、信号の交流分によるプレート電流変化でカソードに生ずる電圧がグリッドに対して逆位相になり、電流フィードバックがかかる。
- 2) 470 Ω//47 μF は、音声信号に対して数 Ω ～数十 Ω と低インピーダンス。この部分での帰還はないものとする。
- 3) OUT PUT CCT は所定の測定用回路で 6AR5 の負荷が最適の 7 kΩ となるよう R1 で調節する。R1=6.2 kΩ, R2 は 600 Ω で規定値。22 μF は直流阻止用で負荷効果のない容量値とする。

10-1.ゲイン計算

別掲載の「カソード接地増幅回路・等価回路-1」で計算してみると次のようになる。

- 1) 内部抵抗 $rp' = rp + (1 + \mu) \cdot Rk$, 帰還率 $\beta = Rk/RL$, 増幅度 $A0 = \mu \cdot RL / (rp + Rk + RL)$. . . 10-1
 $rp = 68 \text{ k}\Omega$, $Rk = 270 \Omega$, $RL = 7 \text{ k}\Omega$, $\mu = 100^4$ から,

$$rp' = 68\,000 + (1 + 100) \times 270 = 95.27 \text{ k}\Omega, \quad \beta = 270 / 7\,000 = 0.0386$$

$$A0 \cong 100 \cdot 7\,000 / (68\,000 + 270 + 7\,000) = 9.3 \text{ 倍 (19.37 dB)} \quad \dots \dots \dots \text{⑬}$$

ここで $A = A0 / (1 + \beta \cdot A0)$ から

$$A = \mu \cdot RL / \{rp + (1 + \mu) \cdot Rk + RL\} \quad \dots \dots \dots \text{10-2}$$

$$\cong 100 \cdot 7\,000 / \{68\,000 + (1 + 100) \times 270 + 7\,000\} = 6.845 \text{ 倍 (16.7 dB)} \quad \dots \dots \dots \text{⑭}$$

帰還量 $F = 20 \log (1 + \beta \cdot A0) = 20 \log (1 + 0.0386 \times 9.3) = 2.66 \text{ dB}$

- 2) 測定用回路 OUT PUT CCT.

$$\text{抵抗比} = 600 / (6\,200 + 600) = 0.0882 \text{ 倍 (-21.09 dB)} \quad \dots \dots \dots \text{⑮}$$

以上から、総合ゲインは

$$A \cong 16.7 + (-21.09) = -4.39 \text{ dB (約 0.6 倍)} \quad \dots \dots \dots \text{⑯}$$

よって 0.2 V を AF IN に印加すると、120 mV が出力される。

- 3) 270 Ω による電流フィードバックがない場合 (270 Ω 短絡)

470 Ω と 47 μF が並列となって接地であり、信号に対しカソード合成抵抗値 $\cong 0$ となるため

$$A0 = \mu \cdot RL / (rp + RL) \cong 100 \times 7\,000 / (68\,000 + 7\,000) = 9.33 \text{ 倍 (19.4 dB)} \quad \dots \dots \dots \text{10-3}$$

$$A \cong 19.4 + (-21.09) = -1.69 \text{ dB (約 0.82 倍)} \quad \dots \dots \dots \text{⑰}$$

よって 0.2 V を AF IN に印加すると、164 mV が出力される。

4) $gm = 2300 \mu\text{S}$, $rp = 68 \text{ k}\Omega$ から計算上 $\mu = 156$ だが、別記事同様 100 とした。

10-2.周波数測定方法

Fig.10-5 のように構成する。

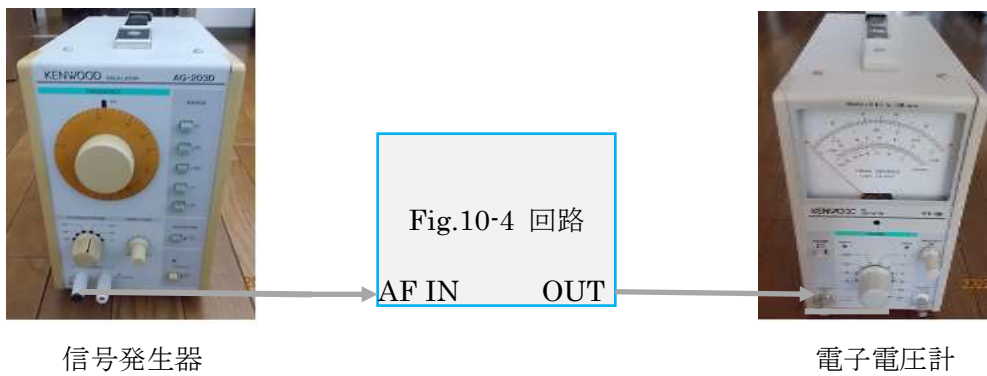


Fig.10-5 周波数特性測定回路

測定結果を Fig.10-6 に示す。

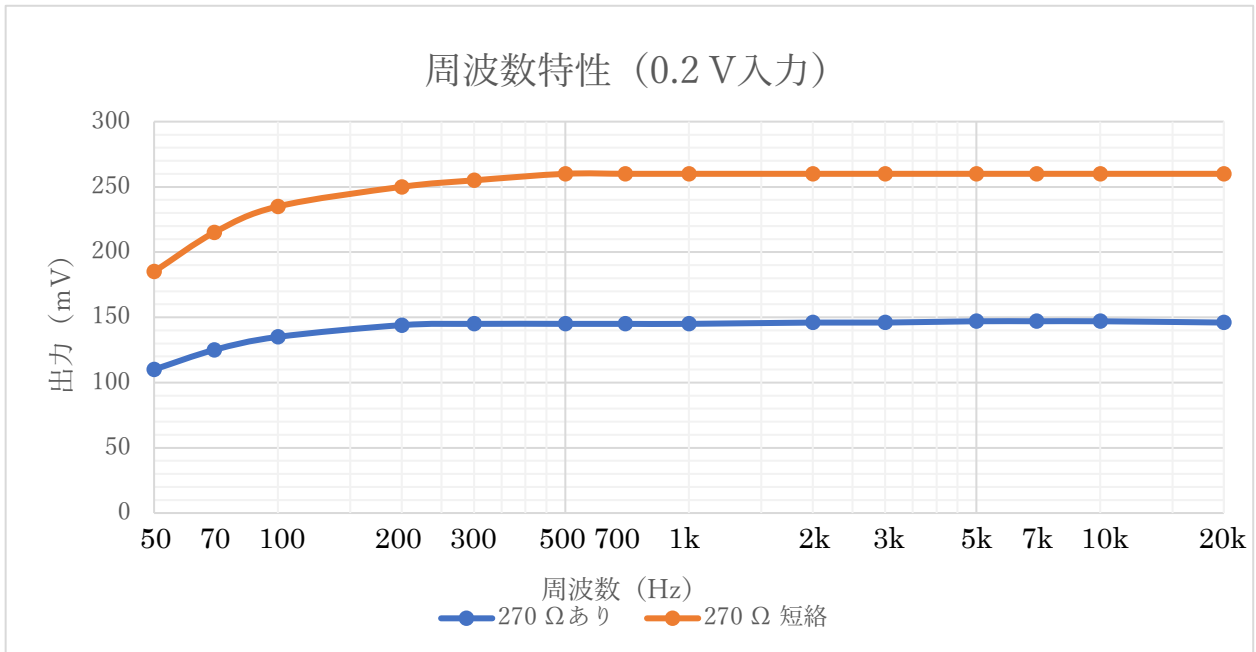


Fig.10-6 6AR5 電流フィードバック回路の周波数特性

10-3.考察

1) ゲイン

⑩の 120 mV に対し 150 mV (1.25 倍), ⑰の 164 mV では 260 mV (1.55 倍) である。
増幅率 $\mu=100$ と仮定したが, $\mu=gm \cdot rp=2\ 200 \times 10^{-6} \cdot 68 \times 10^3 \approx 150$ とすると 1.23 倍となるので, ほぼ実測定結果と合致する。

2) フィードバック量

$\mu=150$ の場合, 式 10-2 から 19.15 dB, 式 10-3 から 22.92 dB で計算上の差は 3.77 dB。
実測では $F=20 \log(255 \times 10^{-3}/150 \times 10^{-3})=4.6$ dB で, 双方の差は 0.83 dB である。
500 Hz 以下を見ると, 電流帰還がある方が特性が平坦になり低域が伸びているのが分かる。

3) 「6AR5 電流帰還諸量の計算と考察」で記載した“電流フィードバックの効果について”
帰還をかけることで周波数特性が改善されることが実例でも確認できた。この点は電圧帰還と同じ効果があると思われる。