

受信機には、理論的に避け得られない二つの本質的雑音がある。それは、真空管より発生する霰射雑音 (shot noise) と同調回路から発生する熱擾乱雑音 (thermal noise) であり、総合されたものが自発雑音で、受信機の感度、性能を決定的に支配する。

真空管のショット雑音は、カソードよりプレートに向かう電子流の不規則性によるもので、3極管に比べて電極の多い多極管になるほど、ショット雑音は多くなる。また、同調回路が目的信号に同調しているとき  $R_p = \omega L Q$  で与えられる共振インピーダンスを呈し、その性質は純抵抗となる。 $\omega$  は角周波数  $= 2\pi f$ 、 $L$  は同調コイルのインダクタンス、 $Q$  は同調回路の良さと普通同調コイルの  $Q$  で決まる。このような純抵抗である共振インピーダンス  $R_p$ 、または抵抗値  $R$  の抵抗体は、外部から起電力を与えなくても、導体内の自由電子の不規則運動により、内部にゆらぎ運動を常に起こし、これを増幅すれば雑音として検知できる。つまり受信機の増幅度は大きいので、このような微弱雑音により、最小の受信可能電界強度が制限を受けるということである。

抵抗体より発生する熱雑音  $E_n$  は理論的に

$$E_n^2 = 4 K T R B \dots\dots\dots(1)$$

で与えられる。ただし、

- $E_n$  : 熱雑音電圧の実効値
- $E_n^2$  : 熱雑音電圧の自乗平均値
- $K$  : ホルツマンの定数
- $T$  : 絶対温度 ( $^{\circ}K$ )  $1.372 \times 10^{-23}$  (ジュール/度)
- $R$  : 抵抗値
- $B$  : 等価帯域幅 (Hz)

上式を、常温における実用式で示すと、

$$E_n^2 = 0.13 \cdot R (k\Omega) \cdot B (kHz) \dots\dots\dots(2)$$

となる。ところで、真空管の発生するショット雑音も(1)式で同一に取り扱えるように、個々の真空管の雑音を実測し、その雑音電圧が  $E_{nr}$  のとき、(1)式で与えられる雑音電圧  $E_n$  に等しいとおいた場合の右辺の  $R$  をもとの、その真空管の発生する雑音量を抵抗値で表示できる。特にこの抵抗を、真空管の等価雑音抵抗  $R_e$  という。したがって、高周波増幅部の入力段で発生する自発雑音は、同調回路の共振インピーダンス  $R_p$  による熱雑音と、真空管の等価雑音抵抗  $R_e$  による雑音電圧の幾何平均値となる。

このように、受信機初段より避け得ざる雑音が発生するという事は、受信機入力フィード線路における信号対雑音比  $S_1/N_1$  の値が、高周波増幅部を通過することにより  $S_2/N_2$  に低下することを意味する。したがって  $S_1/N_1$  と  $S_2/N_2$  の比、つまり入力  $S/N$  が出力で何倍に悪化するかの量を、雑音指数 (noise figure) という係数で評価することができる。

このデータシートは、受信機高周波増幅部の  $F$  を求める図表である。

■ 図表の説明

図表は、アンテナ入力回路と、FR同調回路が完全整合の条件にある場合、同調回路の共振インピーダンスと真空管の等価雑音抵抗  $R_e$  の値から、雑音指数  $F$  (dB) を求めるもので、特に受信周波数が 20~30MHz より高くなる場合、真空管の入力抵抗  $R_i$  が低下し、共振インピーダンス  $R_p$  が低下するので、VHF帯以上では、(3)式により  $R_p$  と  $R_i$  の並列抵抗値を求めて計算する。

図表横軸は共振インピーダンス  $R_p$ 、縦軸は雑音指数  $F$ 、図表中の曲線は真空管の等価雑音抵抗  $R_e$  (k $\Omega$ ) で、次のように計算することができる。

■ 演習

高周波増幅管 6AG5 による RF 増幅部の雑音指数を求めよ。ただし、動作周波数  $f = 50$  MHz、同調回路の無負荷の共振インピーダンス  $R_{p0} = 20$  k $\Omega$  とする。

■ 求めかた

- (1) 6AG5 の等価雑音抵抗  $R_e$  および  $f = 50$  MHz における入力抵抗  $R_i$  は資料(たとえば、受信機の設計と製作 CQ社)によれば、 $R_e = 1.65$  k $\Omega$ 、 $R_i = 10$  k $\Omega$  である。
- (2) 同調回路の共振インピーダンス  $R_p$  は、アンテナ回路の抵抗  $R_s$  と整合のとき、 $R_{p0}/2$  となる。ゆえに、 $R_p = 10$  k $\Omega$  となり、(3)式により  $R_o$  を求めると、

$$R_o = \frac{R_p \cdot R_i}{R_p + R_i} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5 \text{ (k}\Omega\text{)}$$

- (3) 図表横軸  $R_o = 5$  (k $\Omega$ ) の点線上に  $R_e = 1.65$  k $\Omega$  を想定し、その交点より、縦軸上に雑音指数  $F = 6$  dB が求められる。