

スーパーは何故? 選択性が良くなるか

スーパーへテロダイン受信機の特長もいろいろあるが、ここにはその主要特性であり、またスーパーとしての特色が發揮出来る選択性について述べたい。

◎同調回路の選択性特性

受信機に選択性を付与するには、普通第1図のようなおなじみの共振回路を使用し、その共振作用を利用して希望する周波数の電流または電圧を強調するのである。

今そのバリコン端子電圧と周波数との関係を図に描くと、これまた周知のように第2図の同調曲線が得られ、このような回路の選択性は大体次式で表わされる。

$$S = \frac{E}{E_0} \doteq \frac{1}{\sqrt{1 + 4d^2Q^2}} \quad (1)$$

但し E_0 = 同調点の電圧

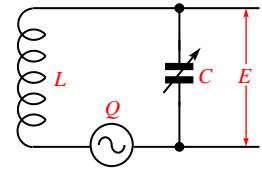
E = 同調周波数 f_0 より Δf だけずれた点の電圧

$$d = \frac{\Delta f}{f_0}$$

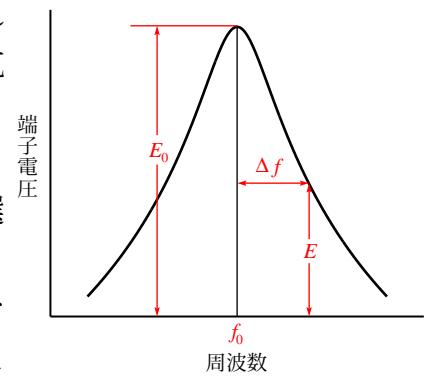
$$Q = \text{同調回路の } Q \doteq \frac{\text{コイルのリアクタンス}}{\text{コイルの抵抗}}$$

この式を見ても選択性は Q によって支配されることが知れる。即ち Q が大きい（回路の抵抗が小さい）程同じ離調度において S の値は小さくなるので、曲線は尖鋭になり選択性がよいこととなる。基礎的なもので、ストレートセットの選択性はすべてこれがもととなって計算される。

第3図の回路で1次、2次同じ定数の部品を使ったとし、その1次と2次との結合度 k を考えると、第4図のような特性が得られる。このような結合回路の選択性特性は単回路のものに比べると余程複雑となるので、一般的



第1図



第2図

のものは省き臨界結合の場合について、前述と同様な形で選択度を示すと、

$$S = \frac{E}{E_0} \doteq \frac{1}{\sqrt{1 + 4d^4 Q^4}} \quad (2)$$

この式の形も(1)式と同様であるが、相違するのは(1)式は $d^2 Q^2$ であるのに対して、(2)式は4乗になっている点である。従ってこのような回路では離調度が大きくなると曲線の裾は急に立つて来るが、同調点に極く近いところでは余り変化しない。

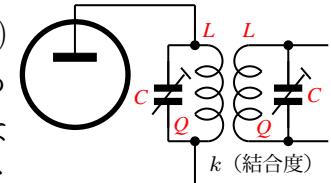
今両者の特性を(1)式及び(2)式から計算して図に書いて見ると第5図を得る。この例では何れの場合も $Q = 100$ としてある。(実際の受信機に使用されるコイルの Q は100前後である)。同図は横軸に離調度 d を%で表わし、縦軸には選択度 S の値を示してある。この図から、單回路を一つ使った場合は曲線 b のようになる。これを比較して見ると、 $d = 1\%$ 以内では結合回路の方が上に来ているが、 $d = 1\%$ 以上では曲線が下に来る。即ちそれ以上の離調度に対する選択度がずつ

とよくなることが知れよう。普通高周波増幅一段附のストレートセットでは、第1図のような單回路が二つあるので、その場合の選択度は(1)式の S の値の2乗になるのでこれを求めるとき、第5図中の a' のような曲線となる。またスーパーでは中間周波変成器が2個使用される場合が多いので、(2)式の特性のものが2個使用されたとすれば、その場合の選択度は(2)式の S の値を2乗すればよいので、それから求めると第5図中の b' の曲線となる。 a' と b' とを比較して見ると前述とやはり同様に $d = 1\%$ 以上のところで選択度が非常によくなる。

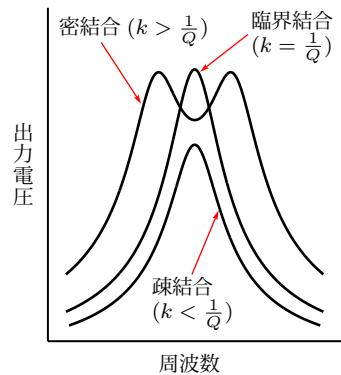
◎スーパーへテロダイン受信機の選択度

さてスーパーの選択度特性がよくなる理由の一つとして重要なことは、スーパーでは受信電波の周波数を、例えば870KCの電波でも1200KCの電波でも受信する時に一度これより低い中間周波数(日本では463KCの中間周波数が一般に使用されている)に変換されるが、この周波数変換によって何故選択度がよくなり得るか?

了解し易いように高周波回路も中間周波回路も第1図に示したような單回路を使ったとする。



第3図



第4図

このような回路の選択性特性は(1)式に示した通りであるが、今高周波回路及び中間周波回路共に Q の値が等しいものを使ったとすると、同一離調度に対しても両者共に同一選択性をもっていることになる。しかるに今希望電波の周波数 100KC とするより 10KC 離れたところに妨害電波があるとすると、高周波回路においては同調周波数より 10KC 離れた点の離調度は

$$d = \frac{\Delta f}{f_0} = \frac{10}{1000} = 0.01$$

であるが、一度中間周波数を変えられた場合には、希望周波数は例えば 463KC となり、妨害波はそれより 10KC 離れているので、その回路における離調度は

$$d = \frac{10}{463} = 0.0216$$

となり 2 倍以上の値となる。 d の値が 2 倍違うと(1)式では d^2 となっているから、この項は 4 倍以上の値となって S の値に効いてくる。それ故高周波回路では 10KC の点の選択性は第 5 図にも示したように $d = 0.01$ に対して 0.45 程度であるのに対して d が 0.216 では 0.22 程度になり選択性は良くなつて来る。

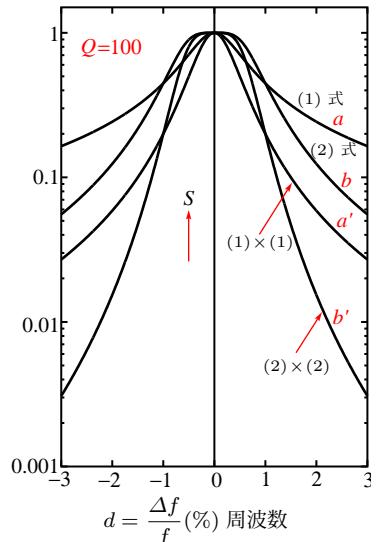
今受信周波数を f_0 とし、中間周波数を f_i とし、比を n とすれば、(1)式は中間周波回路に対しては

$$S = \frac{1}{\sqrt{1 + 4n^2 d^2 Q^2}} \quad (3)$$

というような形で表わされる。ここに、 $d = \frac{\Delta f}{f_0}$ である。

さてこの周波数変換と関係してスーパーの選択性がよくなるもう一つの理由は、前項において述べた結合回路の使用にある。両回路の特長は別段スーパーへテロダイン方式そのものに関係したことではないが、実際の使用回路の状況は、ストレートセットとスーパーの中間周波回路との差を意味するものであり、その上に前述の周波数変換により妨害波に対する離調度の増大とが相俟つて一層その差を大きくするものである。

例えば、受信周波数を 100KC、妨害波はそれより 10KC 離れたところにあり、中間周波数を 500KC (計算に便利なため 500 とする), $Q = 100$ の同調回路を使つ



第 5 図

たとすれば第1図の同調回路一つの高周波回路では

$$S = \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \times \left(\frac{10}{1000}\right)^2 \times 100^2}} = \frac{1}{\sqrt{5}} \doteq 0.447$$

となるが、第3図の回路を中間周波回路に使ったとすれば中間周波回路の選択度は

$$S = \frac{1}{\sqrt{1 + 4 \times \left(\frac{10}{500}\right)^4 \times 100^4}} = \frac{1}{\sqrt{65}} \doteq 0.124$$

となり、高周波回路より中間周波回路の方が遙かに選択度は良いこととなる。

普通はこのような中間周波回路が二つ使われるから、もし同一特性のものとすればその選択度は

$$S_0 = S_1 \times S_2 = S^2 = \frac{1}{65} \doteq 0.124$$

となりその選択度は更に良好となる。

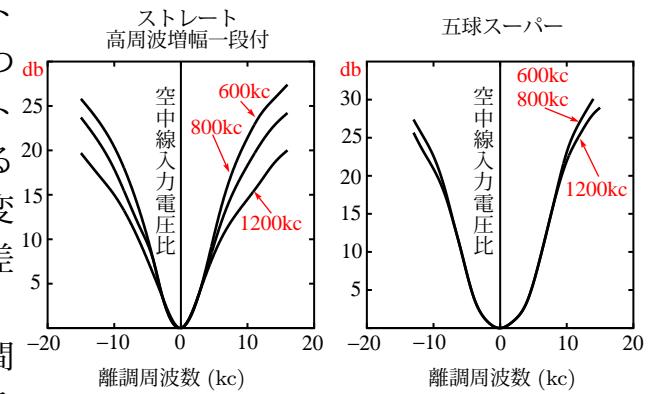
しかもその特性曲線は第5図にも示したように離調度の増すに従って急激に減衰してゆくので、近接周波数の混信に対しては非常にスーパーの方は有利になる。

次にスーパーの選択度特性はストレートの場合と違った特長がもう一つある。それは第6図に示すようにストレートセットでは受信周波数が変わると同一離調周波数に対する選択度が変って来るが、スーパーでは殆んど大差ない特性を示すことである。

即ちスーパーの選択度は殆んど中間周波增幅器の特性によって支配される

からである。中間周波增幅器においては高周波同調回路と違って常に一定の中間周波数に同調されることを考えればその差異も了解されよう。

これらのこととは(1)式及び(2)式の d の値について考えて見れば理解されると思う。例えばストレートの場合受信周波数が 600, 800, 1200KC などと変化する同じ 10KC の離調に対しても、その離調度はそれぞれ $\frac{1}{60}$, $\frac{1}{80}$, $\frac{1}{120}$ となるから、 Q が一定だとしても選択度 S の値は d の値によって相違して来る訳である。しかるにスーパーでは受信周波数が変っても中間周波数が一定であるから、その回路



第6図

において 10KC に対する離調度は一定となるから、選択度 S の値も変わらない。実際の受信機について測定した第 6 図で多少の変化が見られるのは、総合した選択度には中間周波增幅回路のほかに高周波回路の選択度特性も含まれるからである。

(高村 悟)

PDF 化にあたって

本 PDF は、
『無線と実験』(1950 年 1 月号)
を元に作成したものである。
PDF 化にあたり、旧漢字は新漢字に、旧仮名遣いは新仮名遣いに変更した。

ラジオ関係の古典的な書籍及び雑誌のいくつかを

ラジオ温故知新

<http://fomalhaut.web.infoseek.co.jp/index.html>

に、

ラジオの回路図を

ラジオ回路図博物館

<http://fomalhaut.web.infoseek.co.jp/radio/radio-circuit.html>

に収録してある。参考にしてほしい。