

改善SF—5 B收发讯机收讯滤波电路性能的一种措施

许昌继电器研究所 李宪忠 周杰实

SF—5B 收发讯机收讯滤波电路采用的是一种双调谐电容耦合滤波电路。它具有接线简单、调整方便、矩形系数好等优点。其初级回路由 L_2 、 C_{12} 、 C_{13} 组成串联谐振回路，次级回路由 L_3 、 C_{16} 、 C_{18} 组成的并联谐振回路。它们之间的耦合是通过电容 C_{14} 来完成的，其原理接线如图1所示。但是，我们在作长期通电试验时发现其通频带将随着温度的升高而变窄，表1是实验中的几次测试数据，这些数据是在烘箱中经过 35°C 恒温后测试的。

表 1

中心频率 f_0 (KHz)	3.1486			
测试次数	1	2	3	4
上边频 $f_{\text{上}}$ (KHz)	315.89	315.79	315.76	315.75
下边频 $f_{\text{下}}$ (KHz)	313.84	313.83	313.85	313.80
通频带B (KHz)	2.05	1.96	1.91	1.90

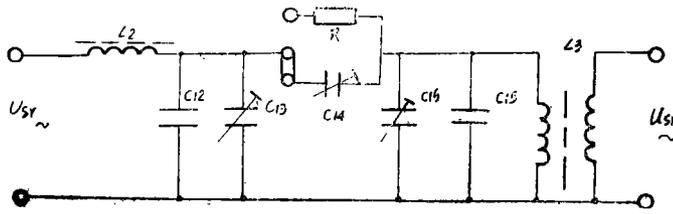


图 1

为此，我们对这种情况做了大量的试验和验证，其通带变窄的原因主要在于耦合电容随温度的变化，而其它元件的影响较小。下面我们从理论上分析这种现象。

象。

为了便于分析，我们把图1简化成如图2所示的电路，由于这种双调谐耦合电路详细的分析是比较困难的，所以这里将略去繁琐的公式推导，而仅仅引用一些结论来粗略的分析一下双调谐电容耦合电路的耦合系数、谐振频率和通频带随温度变化的规律。

1. 耦合系数K及临界耦合系数 K_c

耦合回路的谐振特性与回路间的耦合程度有着密切的关系，表示耦合程度的大小，常用耦合系数K来表示：

$$K = \sqrt{K_1 \cdot K_2}$$

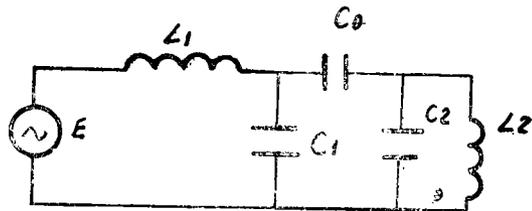


图 2

式中:

K_1 ——为次级回路开路, 初级接一电动势, 次级开路电压和初级回路中与耦合元件性质相同的所有元件上产生的电压之比;

K_2 ——为初级回路开路, 初级接一电动势, 初级开路电压和次级回路中与耦合元件性质相同的所有元件上产生的电压之比。

由图 3 可得次级开路电压 U_{e2} 为:

$$U_{e2} = I \frac{1}{\omega C_2}$$

初级与 C_0 同性元件为 C_1 , C_1 上的电压为:

$$U_{e1} = \frac{1}{\omega \frac{C_0 \cdot C_2}{C_0 + C_1}}$$

$$\therefore K_1 = \frac{U_{e2}}{U_{e1}} = \frac{C_0}{C_0 + C_2}$$

$$\text{同理可得: } K_2 = \frac{C_0}{C_0 + C_1}$$

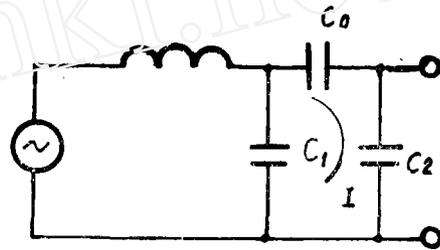


图 3

则耦合系数 K 为:

$$K = \sqrt{K_1 \cdot K_2} = \frac{C_0}{\sqrt{(C_0 + C_1)(C_0 + C_2)}}$$

一般 $C_1 \gg C_0$ $C_2 \gg C_0$

$$\text{则 } K \approx \frac{C_0'}{\sqrt{C_1 \cdot C_2}} \quad (1)$$

由此得知, 当 C_1 、 C_2 、一定时, C_0 将决定着 K 值的大小。

耦合系数 K 总是一个小于 1 的数, 当 K 由最小变到最大时, 从耦合回路的谐振特性可以发现, 在谐振频率点, 次级回路电压的增长有一个极限点, 达到这个极限点, 次级电压最大。超过这个极限点, 此电压却开始变小, 对应这个极限状态下的耦合系数称作临界耦合系数 K_c 。

根据理论公式推导可得:

$$K_c = \frac{1}{\sqrt{Q_1 \cdot Q_2}}$$

Q_1 ——初级回路的品质因数

Q_2 ——次级回路的品质因数

由于初级回路与次级回路的品质因数是相等的, 即:

$$Q_1 = Q_2 = Q$$

$$\therefore K_c = \frac{1}{Q}$$

2. 耦合回路的谐振频率

对于图 2 所示的电路, 当两个回路本身谐振频率相等时, 即:

$$\omega_1 = \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} = \frac{1}{\sqrt{L_2 C_2}} = \omega_0$$

可以推导出双调谐耦合回路的谐振频率为:

$$\omega_{1,2} = \frac{\omega'_0}{\sqrt{1 \pm \sqrt{K^2 - \frac{1}{Q^2}}}}$$

$$\omega_{\mathbf{I}} = \omega'_0$$

式中:

$$\omega'_0 = \frac{1}{\sqrt{L_1 \left(C_1 + \frac{C_2 C_0}{C_2 + C_0} \right)}} = \frac{1}{\sqrt{L_2 \left(C_2 + \frac{C_1 C_0}{C_1 + C_0} \right)}} \quad (2)$$

当 $K \leq K_c$ 时, ω_1 与 ω_2 为两个虚数, 没有意义, 故耦合回路只有一个谐振 ω'_0 , 由式②可知, 当 $C_2 \gg C_0$, $C_1 \gg C_0$ 时, ω'_0 与 C_0 基本无关, 即中心频率不随温度变化。

当 $K > K_c$ 时, 耦合回路有两个谐振频率 ω_1 与 ω_2 , 即幅频特性出现双峰(图4)。

以上分析表明: 耦合回路的谐振频率 ω'_0 与耦合电容基本无关。下面分析耦合回路的通频带随温升变化的规律。

3. 耦合回路的通频带

当两个谐振回路的谐振频率相等时, 即 $\omega_1 = \omega_2$ 时, 可以得到以下的结果:

(1) $K < K_c$ 时:

$$\Delta f = \frac{f_0}{Q} \sqrt{(KQ)^2 - 1 + \sqrt{2(1 + K^4 Q^4)}} \quad (3)$$

由上式可以看出, 耦合回路的通频带不仅与回路的Q值有关, 而且还与耦合强度有关, 即与K值有关。

(2) $K = K_c$ 时, 即临介耦合时:

$$\because K_c = \frac{1}{Q}, \therefore KQ = K_c Q = 1$$

代入③式得:

$$\Delta f = \sqrt{2} \frac{f_0}{Q} \quad (4)$$

由于 $K > K_c$ 的情况不能采用, 故在此不作讨论。

在实际应用中, 我们希望其工作在临介耦合状态, 由式④可知, 临介状态下的 Δf

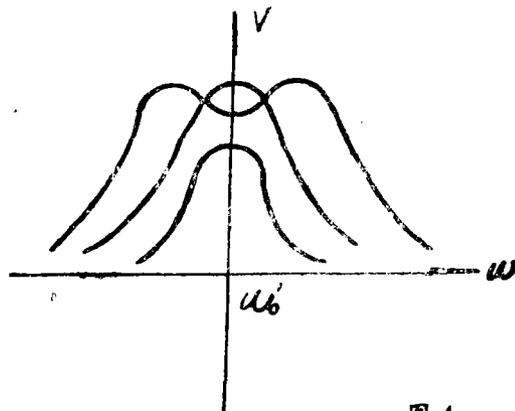


图4

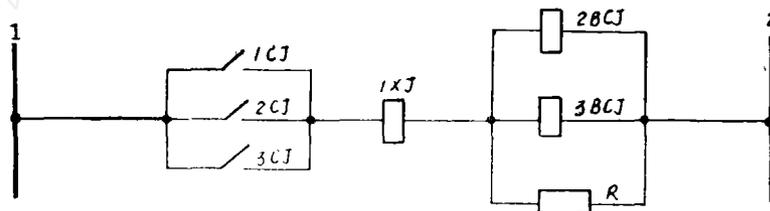
仅与回路的Q值有关, 由于回路的Q值随温度变化不大, 所以其 Δf 基本不随温度变化。但是在实际调试中很难做到这一点, 一般都工作在接近临介耦合状态(弱耦合), 由式③可知, Δf 与耦合系数有关, 所以说耦合电容的变化就不能忽略。我们在试验中发现,

监视出口中间断线的接线

信阳地区电管局修试所 尹德明

我区是淮南地区，空气比较潮湿，各种继电保护的出口中间线圈因线径太细，又经常处在失磁的情况下，易受潮霉断。各电厂变电站在检修中多次发现保护出口中间线圈霉断，又不知是什么时间断线的，为防止因出口中间线圈断线，使油开关不能动作，而造成事故扩大，现提出中间线圈断线监视接线如下：

一、正常保护出口接线以平桥电厂6#发电机保护为例



图一

二、加装监视继电器后的接线

通频带变窄的主要原因是耦合电容随温度的升高其容量变小，由式①可知，耦合电容随温升减小，则耦合系数减小，必然引起通频带变窄，由于谐振回路温度系数的相互补偿，使中心频率 ω' 变化不大，造成了通频带随温度呈对称性变窄。

由上述理论分析及试验的结果，我们对耦合电容作了更换，换上了温度系数比较小的空气介质电容，效果较好。经过烘箱 35°C 恒温后试验，发现其通频带，频偏变化都很小，得到了比较满意的结果。表2所示数据为改进后的测试结果：

表2

中心频率 f_0 (kHz)	314.86			
测试次数	1	2	3	4
上边频 $f_{\text{上}}$ (kHz)	315.89	315.88	315.88	315.89
下边频 $f_{\text{下}}$ (kHz)	313.83	313.87	313.85	313.84
通频带 B (kHz)	2.06	2.01	2.03	2.05