

目的に合った回路を設計して作る(3)

アマチュア無線用送信機の中で実際に使われている発振回路を調べこれを元にしてワイヤレスマイクを作成してみました。

図1はコルピッツ発振回路と呼ばれている回路です。この回路からコイルとコンデンサーを取り除いてみると図2のように直流増幅回路となります。

図1の発振回路にはC1、C2、C3とLで構成された共振回路が存在します。動作を略記すると、スイッチを入れた瞬間、C1、C2、C3は充電され共振回路には振動電流が流れ(図3)、電流が左回りのときは、Lに生じる起電力によって電流の向きが逆になるまで流れ続けます(図4)。電流が右回りになると電流の一部がベース電流に重畳され増幅された電流でC3を充電することで共振回路を励振します(図5)。振動電流に同期して励振が行われることにより振動が持続するものと考えられます。

そこで、この共振回路の共振周波数をFMラジオで受信可能な領域に合わせることでワイヤレスマイクを作ること考えました。

3つのコンデンサーはすべて47pFとしてコイルを設計してみます。手順は以下の通りです。

(1)インダクタンスの値を求めます。

3つの直列コンデンサーの
合成容量 $C=47/3 \times 10^{-12}$ (F)
 $=15.7 \times 10^{-12}$ (F)

周波数 $F=80 \times 10^6$ (Hz)の値を式1に代入してLの値を求めます。

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ ----- 式1}$$

$$L = 2.53 \times 10^{-7} \text{ (H)}$$

(2)磁束はすべてコイルの中を通るものと仮定してコイルの大きさを求めます。

電流I、半径r、長さl、巻き数N、透磁率をμとすると、

単位長さについての巻き数は $n=N/l$ 、

磁場は $H=nI$ であるので、

磁束密度は $B=\mu H$

$$=\mu nI \text{ となる。}$$

磁束は $\phi = \mu nI \pi r^2$

この磁束がすべての巻き線Nを貫くものと仮定すると、鎖交磁束は $\Phi = \mu nI \pi r^2 N$ となります。

誘導起電力は $e = -\mu n \pi r^2 N \frac{dI}{dt}$ となるので

自己インダクタンスは

$$L = \mu n \pi r^2 N$$
$$= \mu \pi r^2 N^2 / l \text{ ----- 式2}$$

となります。

そこで、鉛筆に直径 0.3mm のエナメル線を 1cm の長さで巻くことを考え

コイルの長さ $l=1 \times 10^{-2}$ m、

コイルの半径は鉛筆の半径にエナメル線の直径を加えたものであるとし、コイルの緩みも考慮して、

コイルの半径 $r=4.5 \times 10^{-3}$ m、

透磁率 $\mu=4 \pi \times 10^{-7}$ Hm⁻¹、

インダクタンスの値 $L=2.53 \times 10^{-7}$ を式 2 に代入して巻き数 N を求めると

$$N=5.6$$

鉛筆に直径 0.3mm のエナメル線を 1cm の長さに 5.6 回巻けばよいという結果になりました。

(3) コイルを作成して発振周波数を確かめてみます。

上記の結果を基にして、直径 0.3mm のエナメル線を直径 8mm の鉛筆に 7 回から 2 回まで巻き数を減らしながら巻き、コイルを作り、FMラジオ (70MHz ~ 110MHz まで受信可能) で発振周波数を測定してみたところ、表 1 のようになりました。

上記の結果を踏まえて、コイルの巻き数を 4 回として図 6 のように紙コップの底にコイルをセロハンテープで固定しワイヤレスマイクを作成しました。音の振動によりコイルの長さが微妙に変化するようにしたところ発振周波数が音の振動により変化することで周波数変調がかかり FMラジオで音声を受信することができました。

巻き数	発振周波数 (MHz)
7	受信不能
6	70
5	75
4	82
3	88
2	100

表 1 巻き数と発振周波数

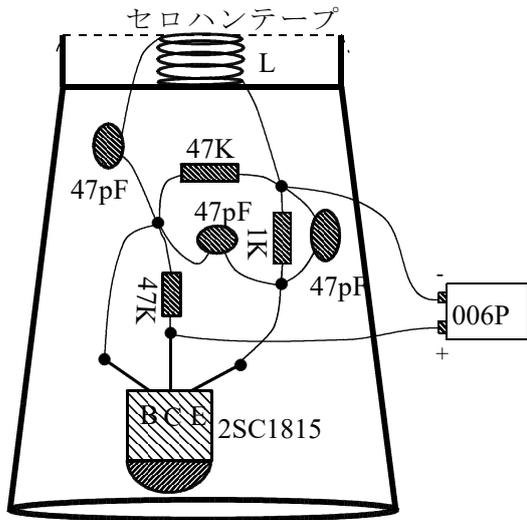


図6 紙コップ製ワイヤレスマイ

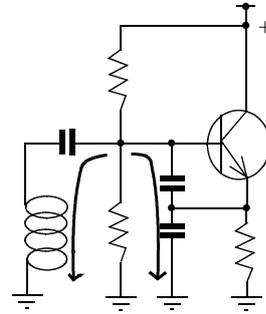


図3 過渡期

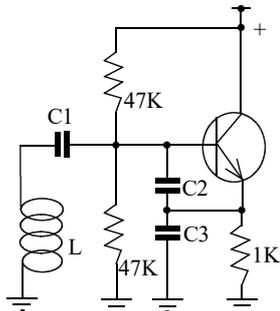


図1 コルピッツ発振回路

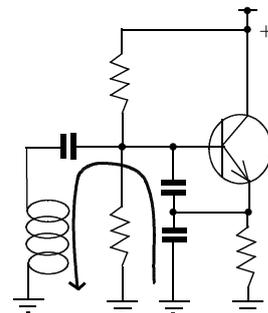


図4 左回り振動期

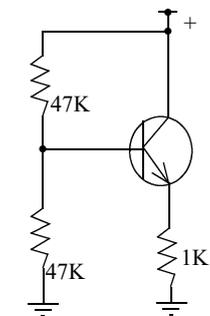


図2 直流増幅回路

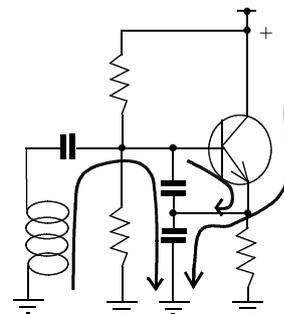


図5 右回り振動期

