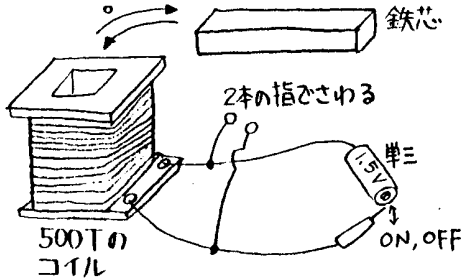


コイルの自己インダクタンス L を測りたい

村田憲治 (加納高)

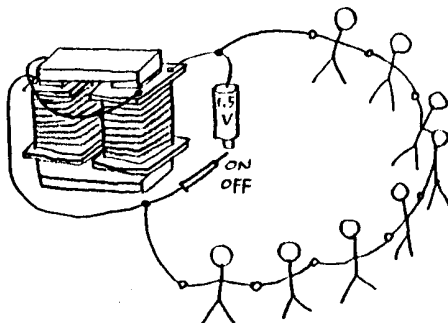
① 体感！自己誘導

授業でコイルの自己誘導の勉強をするとき、こんな実験をやって生徒を驚かしています。



これだけのことで、手に結構ビリビリと電気ショックを感じるので、生徒は面白がって遊んでいます。鉄芯を入れると自己インダクタンスが大きくなるので、電気ショックはさらに！！です。

例会では、松尾さんが下図のような磁気回路をつくってやると自己インダクタンスが1Hくらいはあるから、「百人おどし」ができるよ、と、重たい実験用変圧器を出してきてくださったので、例会参加者全員(11人)が手をつないで輪をつくり、おそろおそろ試してみました。



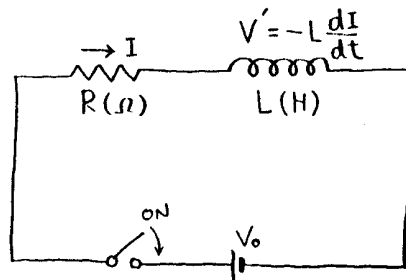
テスター棒で電池の極をこするようになるとそこにパチパチと火花が散り、そのたびに全員にビリッと電気ショックが走ります。これは面白い！

② 自己インダクタンス L の値は？

ところで、学校にある巻数が50~500T程度の実験用コイルの自己インダクタンスはどの程度の値なのでしょう？

電灯線の60Hz程度の交流では、周波数 f が小さすぎて誘導リアクタンスもたいへん小さいので、どうもうまく測れないようです。できるだけ正確な値を調べられる、いい方法はないのでしょうか？

補習で大学入試問題を解いていたら、問題の中にそのヒントがありました。大学入試にもたまにはいい問題がありますね。ははは。



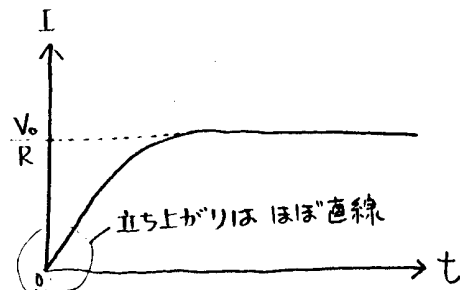
上図の回路でスイッチを入れると、キルヒホッフの法則により、

$$V_0 - L \frac{dI}{dt} - RI = 0$$

が成り立ち、この微分方程式を解くと

$$I = \frac{V_0}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$$

となり、グラフは次のようになります。



注目するのは、このグラフの立ち上がりの、ほぼ直線とみなせる部分です。

③ $t=0$ における $\frac{dI}{dt}$ は L で決まる

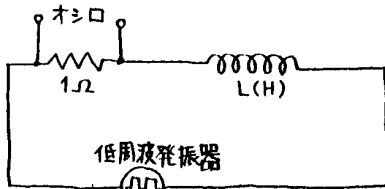
$$V_0 - L \frac{dI}{dt} - RI = 0$$

で、 $t=0$ で $I=0$ だから

$$V_0 - L \frac{dI}{dt} = 0$$

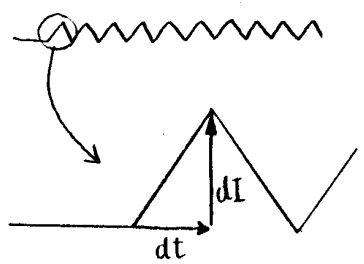
$$\frac{dI}{dt} = \frac{V_0}{L} \leftarrow \text{立ち上がりの傾きは } L \text{ で決まる!}$$

$$\therefore \text{自己インダクタンス } L = \frac{dI}{dt} V_0$$



電源 V は、 V_0
 f (Hz)

I は、



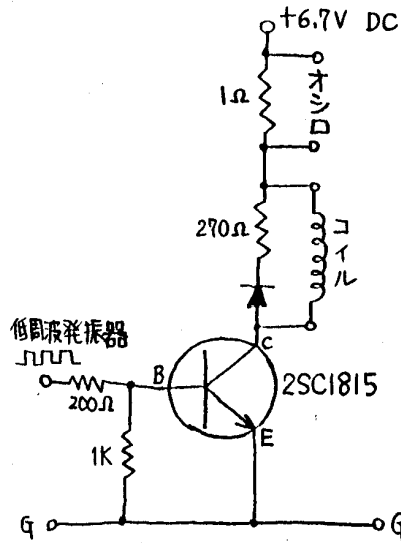
dI/dt と dI をオシロで測定すれば、上式から、 L が分かるという寸法です。

④低周波発振器のインピーダンスが問題

ところが、実際やってみると、この単純な回路では、波形が乱れてうまくいきません。おそらく低周波発振器（電源）のインピーダンスの問題だと思います。

なにかいい方法はないかと、本をあさっていたら、「エレクトロニクス製作アイデア集 ①センサー編 (CQ出版社)」という本に同じ原理の回路図を発見！

これを参考に手持ちの部品で下の回路をデッチあげました。(オリジナルの回路は高周波トランスを使っていましたが、僕はいつもの¥200のやつです)



電源は電池で、トランジスタのスイッチングで 電圧をコイルにかけます。これで電源のインピーダンスの問題は解消します。

【実験1】学校によくある400Tのコイル



ダイオードが入れてあるせいで波形は上ようになります。

f は 5.0×10^3 Hz(計算には必要ないが)で、

オシロによる測定値は

$$d t = 95 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$d I = 0.12 \text{ A} \quad \text{であったので、}$$

$$L = \frac{d t}{d I} V_0 = \frac{95 \times 10^{-6}}{0.12} \times 6.7 = \underline{5.3 \times 10^{-3} \text{ H}}$$

↑
ホントかな～？

【実験2】 パーツ屋で買った 1 mH と表示のあるコイル

$f = 23 \times 10^3$ Hzで、

$$d t = 20 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$d I = 0.12 \text{ A}$$

$$L = \frac{20 \times 10^{-6}}{0.12} \times 6.65 = \underline{1.1 \times 10^{-3} \text{ H}}$$

↑
オツ いいじゃない！

5) 問題点は・・・

オシロの波形は、



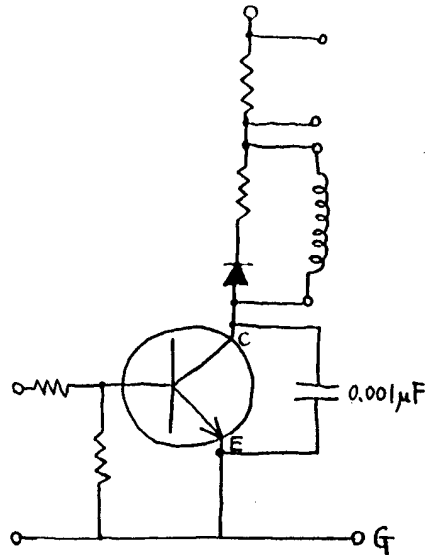
であるべきところが、実際は



となります。

トランジスタのC-E間に容量CがあってLCの振動回路ができているようです。石川さんのアイデアで、CE間に0.001μ程度のコデンサを入れると、短い周期の振動電流は押さえることができました

が、今度は長い周期の振動電流が現れて、全体の波形が少し乱れました。



C-E間に入れるコンデンサの値を選ぶ必要があるようです。(検討事項)

他には、「大きなL(10H程度)だと、かなり波形が乱れる」という問題点もあります。Lが大のコイルでは、むしろ初めにつくった単純な回路の方がうまくいきます。

ともかく、この方法で、比較的小さなLも測れることがわかりましたし、オシロの画面で、コイルに鉄芯を出し入れしたときの波形の変化を観察すると「コイルとはいったい何なのか」というイメージもなんとなくつかめたような気がしました。 (4)