

【1】目的

- ・インダクタの構造とその機能を理解する。
- ・インダクタの等価回路と figure of merit の意味を理解する。
- ・LR 回路の周波数特性と遮断周波数の意味を理解し、その測定法を習得する。
- ・交流ブリッジを用いたインダクタンスの測定法を習得する。

【2】理論

導線を密に巻いた十分に長い円筒状コイルの事を「ソレノイド」と言う。ソレノイドに電流を流した時に生じる電界は、ソレノイド内部ではその軸に平行になる。

電池に抵抗とソレノイドと電流計を直列につなぎ、スイッチを閉じても、直ちに定常電流 E/R にはならない。ソレノイドに電流が流れると、電流はソレノイドに磁束を作ろうとし、コレをうち消す向きに誘導起電力が発生するからである。定常電流が流れているときにスイッチを開くと、ソレノイドの磁束が急激に減るのをうち消す向きに誘導起電力が発生するので、電流は直ちに 0 にならない。

このように、ソレノイドに流れる電流を変化させると、その変化をうち消す向きに誘導起電力が発生する現象を「自己誘導」という。

ソレノイドの中の磁束密度は電流 I に比例するので、ソレノイドを貫く磁束 ϕ も I に比例する。従って、時間 t [秒] の間に電流が I [A] だけ変化したときの磁束の変化 $\Delta\phi$ [Wb] は I [A] に比例するから、このとき生じた誘導起電力 V [V] は、ファラデーの法則により、

$$V = -L \left(\frac{dI}{dt} \right)$$

となる。

比例定数 L はソレノイドの自己誘導の大きさを表す量で、「自己インダクタンス」という。その値はソレノイドの単位長さあたりの巻数の二乗に比例し、ソレノイドの長さ・断面積・芯の物質の透磁率に比例して大きくなる。

L の単位としては、電流が毎秒 1A の割合で変化するとき生じる誘導起電力が 1V であるようなソレノイドの自己インダクタンスをとり、これを 1H とする。

自己インダクタンス L が大きいほど、小さい電流の変化で大きな誘導起電力が生じるから、 L は物体の慣性を表す質量に例えられる。

【3】実験事項

- ・抵抗の端子電圧の測定
- ・交流ブリッジによる自己インダクタンス測定

【4】実験事項

・使用機材

・万能ブリッジ

形式：LCR-6

製造：安藤電気

S N：10599407

規格：1KHz

・ファンクション・ジェネレーター

形式：FG-330

製造：岩崎通信機

S N：22275066

規格：0.1Hz から 1MHz

・シンクロスコープ

形式：SS-7602

製造：岩崎通信機

S N：52578233

規格：DC-20MHz

・固定抵抗器

抵抗：33ohm

誤差：+-5%

・実験内容

・抵抗の端子電圧の測定

回路にジェネレータの 50 出力を接続し、周波数を 1KHz ~ 100KHz まで変化させ、抵抗両端の電圧をシンクロスコープで測定した。

・交流ブリッジによる自己インダクタンスの測定

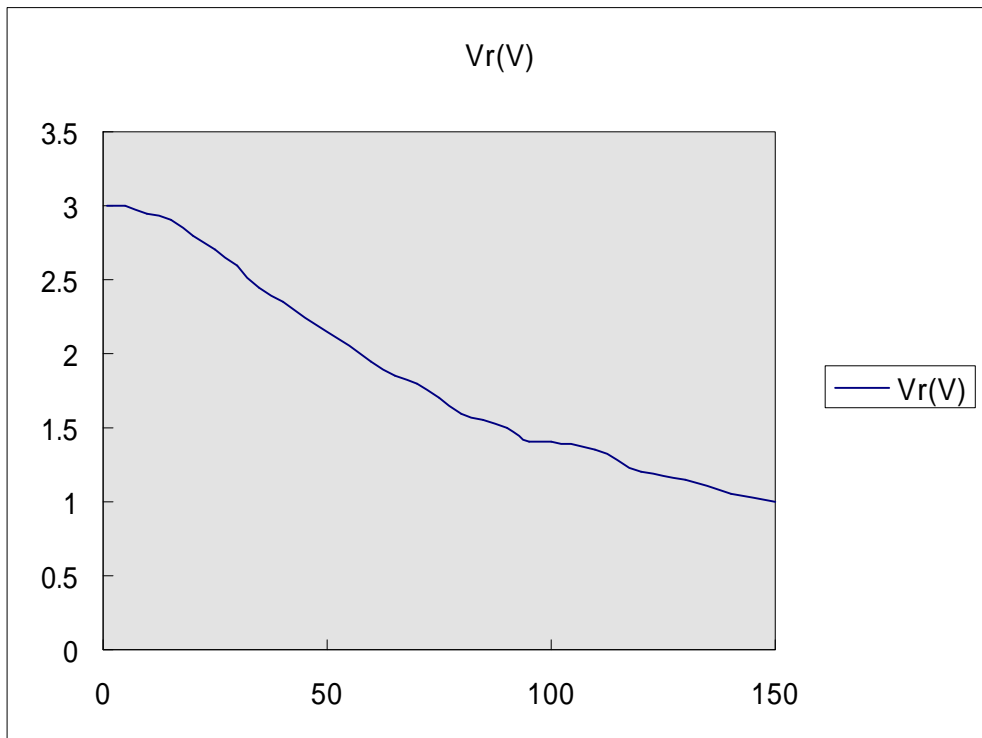
ソレノイドを交流ブリッジに接続し、検流計の針が 0 を指すようにダイヤルを調整し、それぞれの目盛りの値をもとに自己インダクタンスを、直列と並列の両方の等価回路において計算した。

【5】実験結果

・端子電圧の測定結果

回路に fkHz の正弦波をかけたときの抵抗の端子電圧 V_r と、無負荷の時との電圧比、及び電圧比の計算値（理論値）をまとめた。

周波数 (K)	V_r (V)	V_r/V_0	V_r/V_0 理論値
1	3	1.000	0.19118
5	3	1.000	0.04335
10	2.95	0.983	0.02177
15	2.9	0.967	0.01453
20	2.8	0.933	0.01090
25	2.7	0.900	0.00872
30	2.6	0.867	0.00727
35	2.45	0.817	0.00623
40	2.35	0.783	0.00545
45	2.25	0.750	0.00484
50	2.15	0.717	0.00436
55	2.05	0.683	0.00396
60	1.95	0.650	0.00363
65	1.85	0.617	0.00335
70	1.8	0.600	0.00311
75	1.7	0.567	0.00291
80	1.6	0.533	0.00273
85	1.55	0.517	0.00257
90	1.5	0.500	0.00242
95	1.4	0.467	0.00230
100	1.4	0.467	0.00218
110	1.35	0.450	0.00198
120	1.2	0.400	0.00182
130	1.15	0.383	0.00168
140	1.05	0.350	0.00156
150	1	0.333	0.00145
200	0.6	0.200	0.00109
300	0.44	0.147	0.00073
400	0.34	0.113	0.00055
500	0.28	0.093	0.00044



・遮断周波数の測定

抵抗 $R+r$: 83

自己インダクタンス L (理論値) : 24.1mH

遮断周波数(L の理論値からの計算値) : 54.84mH

遮断周波数(測定値) : 50KHz

・位相差の測定

周波数：1KHz の時

周期：0.8(ms)

時間のずれ：0(ms)

位相差：0 度

位相差の理論値：

周波数：10KHz の時

周期：0.2(ms)

時間のずれ：0.025(ms)

周波数：100KHz の時

周期：0.012(ms)

時間のずれ：0.001(ms)

・交流ブリッジによる容量測定結果

LCR 切り替えスイッチの位置：L

レンジ切り替えダイヤル：1[]

LCR 切り替えダイヤル：324[]

tan ダイヤル：809.3[]

直列等価回路

インダクタンス(L_x) : $1.63 \cdot 10^{-5}$ [H]

等価抵抗(R_l) : 6.3 []

並列等価回路

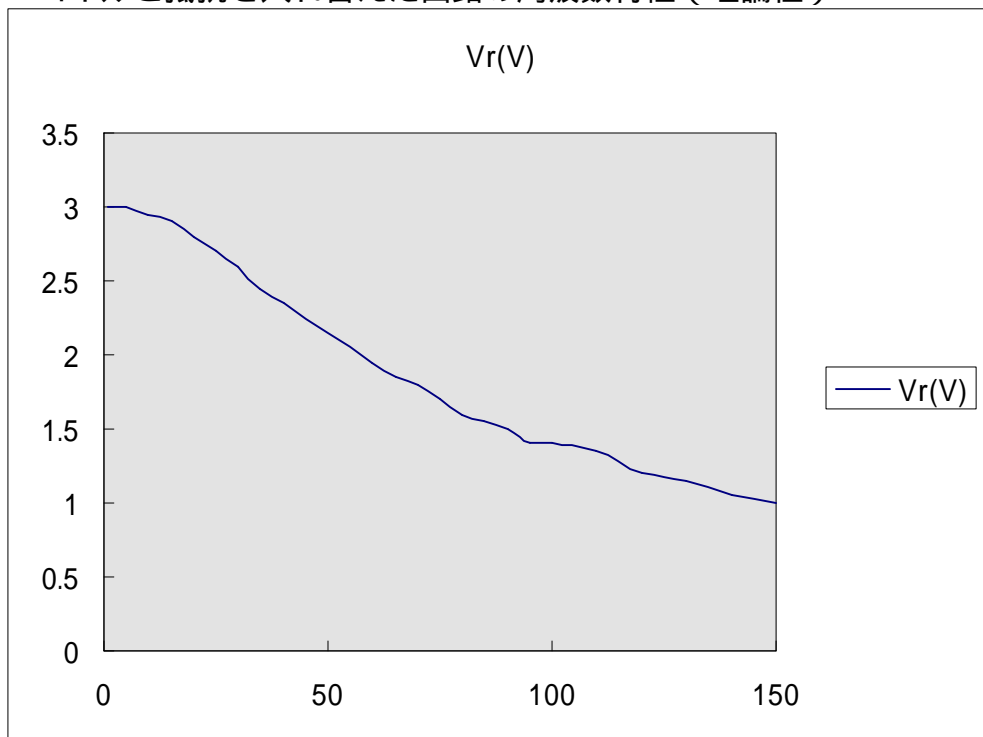
インダクタンス(L_x) : $2.32 \cdot 10^{-5}$ [H]

等価抵抗(R_l) : 7.2 []

テスターで計った巻線の直流抵抗 : 5.8 []

【6】検討課題

- ・ 漸近線の勾配
- ・ コイルと抵抗を入れ替えた回路の周波数特性 (理論値)



ほぼ 0.5 倍 / オクターブとなる。

- ・ 位相差の測定値・理論値のずれに関する考察
- ・ 自己インダクタンスの理論値よ交流ブリッジ測定値の違いに関する考察
- ・ 交流ブリッジより算出された抵抗値と論理的抵抗値の差に関する考察
「考察」のため、考察(セクション7)に別記

・

【7】考察

- ・実験によって、コイルの構造とインダクタンスの求め方を理解した。
- ・交流ブリッジで計ったコイルの直列等価抵抗とテスターで計った直流抵抗の違いは、おおよそ10倍以上の差がある。テスターの内部抵抗の損失や、ブリッジの目盛りを読んだ誤差なども考えられる。
- ・インダクタンスの値の違いにも同様なことがいえるが、計算では塩化ビニールではなく空気で計算していたことや、巻線間のキャパシタンスを無視した事、わずかな隙間なども無視したことなども原因に挙げられるかもしれない。温度による発振周波数のズレや、接続端子での損失もあるのであろうか？