

【演示実験】コンデンサの充放電とコイルの自己誘導（実験書）

【目的】コンデンサの充放電曲線とコイルの電磁誘導を低周波発信器の方形波出力を用いて観察する。

＜方形波＞図のように低周波発信器は、周期的に正の向きと負の向きの定電圧の出力を交互に出すことができ（方形波という）、直流に対する回路の応答を調べることができる。

【準備】交流位相演示ユニット（ $R = 20 \sim 30k\Omega$, $L = 30 \sim 50mH$, $C = 2200 \sim 4700pF$ ）低周波発信器、オシロスコープ

【実験の方法】

1 実験装置 交流位相演示（共用）ユニットの作り方

図のように抵抗 $R[\Omega]$ 、コイル $L[mH]$ 、コンデンサ $C[pF]$ を並列につなぎ、抵抗 $r[\Omega]$ を直列につなぐ。

2 理論

- ①電源からコンデンサに送られる電流は、電源と極板の電位差に比例するため、電源を入れた瞬間は大きな電流が流れ、電荷がたまると電流は小さくなる。一方、電荷がたまれば極板間の電位差は大きくなり電源電圧が一定ならば、その値でコンデンサの電圧が一定になる。
- ②コイルは、電流の変化を妨げるように誘導起電力が生じる。電圧が急に上がっても電流はすぐには増加せず、徐々に増加して一定値に達する。誘導起電力は $V = LdI/dt$ であることから、スイッチを入れたり切ったりするときに大きく、電流が一定値になると誘導起電力は 0 になる。

【実験】

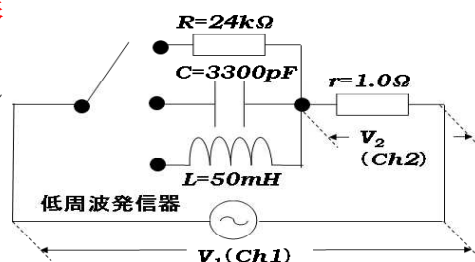
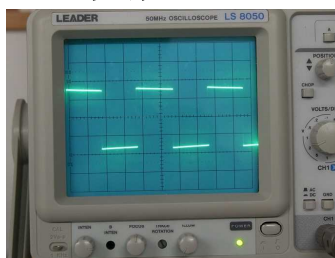
- ①両端を低周波発信器（出力 0dB 方形波）に接続し、 V_1 の電圧をオシロスコープの Ch1 で、 V_2 を Ch2 で表示して観察する。コイル、コンデンサは切り替えて選択する。

	オシレーター 周波数	オシロスコープ		
		Ch1 電圧レンジ	Ch2 電圧レンジ	トリガー時間
コンデンサの充放電	50kHz	5V/div	10mV/div	5 μ s/div
コイルの自己誘導	500Hz	5V/div	10mV/div	0.5ms/div

- ② V_1 はコイル L 、コンデンサ C の電圧、 V_2 は抵抗 r の電圧が表示される、この電圧波形を $r[\Omega]$ で割ったものが回路の電流 I （ L 、 C のそれぞれを流れる電流）と考えて良い。
- ③電圧と電流を比較するため、 V_1 （Ch1）をオシロスコープの基線より上に表示し、水平位置調整つまみで方形波が表示されるようにする。続いて V_2 （Ch2）を基線より下に表示し、同じ時刻の電圧 V_1 とその時刻の電流 I の変化を比較する。

【結果と考察】

- ・オシロスコープの画面やスケッチなどを添付する
- ・コンデンサやコイルの電圧・電流の変化は予想の通りだったか。



講座 () () 年 () 組 () 席 名前	共同実験者
() 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () °C 気圧 () hPa 湿度 () %	

【演示実験】コンデンサの充放電とコイルの自己誘導（レポート）

【目的】コンデンサの充放電曲線とコイルの電磁誘導を低周波発信器の方形波出力を用いて観察する。

【理論】

- ①電源からコンデンサに送られる電流は、電源と極板の電位差に比例するため、電源を入れた瞬間は大きな電流が流れ、電荷がたまると電流は小さくなる。一方、電荷がたまれば極板間の電位差は大きくなり電源電圧が一定ならば、その値でコンデンサの電圧が一定になる。
- ②コイルは、電流の変化を妨げるように誘導起電力が生じる。電圧が急に上がっても電流はすぐには増加せず、徐々に増加して一定値に達する。誘導起電力は $V = LdI/dt$ であることから、スイッチを入れたり切ったりするときに大きく、電流が一定値になると誘導起電力も 0 になる。

【実験】

- ①両端を低周波発信器（出力 0dB 方形波）に接続し、 V_1 の電圧をオシロスコープの Ch1 で、 V_2 を Ch2 で表示して観察する。コイル、コンデンサは切り替えて選択する。

	オシレーター 周波数	オシロスコープ		
		Ch1 電圧レンジ	Ch2 電圧レンジ	トリガー時間
コンデンサの充放電	50kHz	5V/div	10mV/div	5μs/div
コイルの自己誘導	500Hz	5V/div	10mV/div	0.5ms/div

- ② V_1 はコイル L 、コンデンサ C の電圧、 V_2 は抵抗 r の電圧が表示される、この電圧波形を r [Ω] で割ったものが回路の電流 I (L 、 C のそれぞれを流れる電流) と考えて良い。
- ③ 同じ時刻の電圧 V_1 とその時刻の電流 I の変化を比較する。

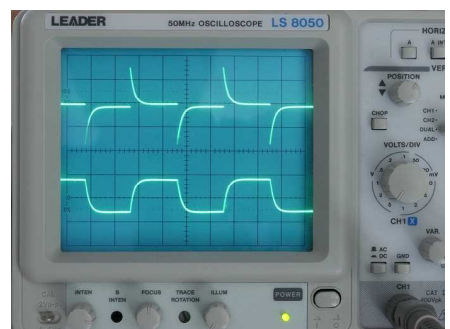
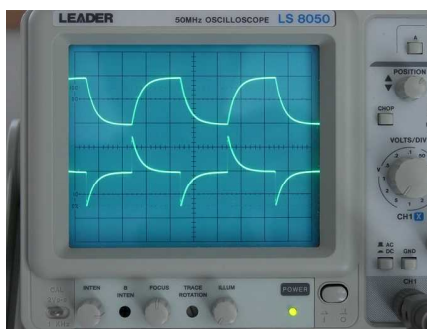
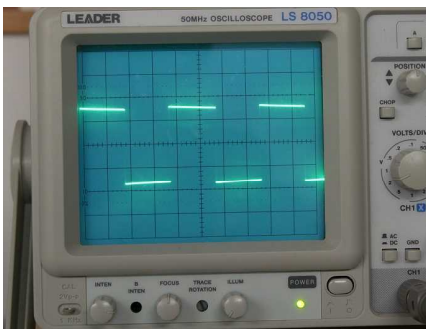
【結果と考察】

(イ) コンデンサ (ウ) コイルとも、上が電圧変化、下が電流変化

(ア) 電源電圧

(イ) コンデンサ

(ウ) コイル



・ (イ) コンデンサのグラフについて

(ア) の電源の電位が急に上昇すると、コンデンサの充電が始まる。電荷の移動は電源の電位とコンデンサの電位の差によるため、初め電荷は急に移動し、コンデンサの電位が急に上昇する。やがてコンデンサの電荷が増えるにしたがってコンデンサの電位が上がり、その差が小さくなって電荷の移動は緩やかになる。コンデンサの電位が電源の電位と等しくなると電荷の移動は終わる（上図）。電流は $I = dQ/dt$ より、急な電荷の移動するときに大きく、電荷が移動しないと 0 になる。すなわち上図の傾きになる。

・ (ウ) コイルはスイッチが切り替わったとき急に電流が変化しその結果起電力が大きいことがわかる。ただし、Ch1 はコイルの起電力を測っているわけではないので、コイルの起電力を正の向きにするなら、電流の向きである Ch2 の極性を逆転させる。

講座 () () 年 () 組 () 席 名前	共同実験者
() 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () °C 気圧 () hPa 湿度 () %	

【演示実験】コンデンサの充放電とコイルの自己誘導（レポート）

【目的】コンデンサの充放電曲線とコイルの電磁誘導を低周波発信器の方形波出力を用いて観察する。

【理論】

- ①電源からコンデンサに送られる電流は、電源と極板の電位差に比例するため、電源を入れた瞬間は大きな電流が流れ、電荷がたまると電流は小さくなる。一方、電荷がたまれば極板間の電位差は大きくなり電源電圧が一定ならば、その値でコンデンサの電圧が一定になる。
- ②コイルは、電流の変化を妨げるように誘導起電力が生じる。電圧が急に上がっても電流はすぐには増加せず、徐々に増加して一定値に達する。誘導起電力は $V = L di/dt$ であることから、スイッチを入れたり切ったりするときに大きく、電流が一定値になると誘導起電力も 0 になる。

【実験】

- ①両端を低周波発信器（出力 0dB 方形波）に接続し、 V_1 の電圧をオシロスコープの Ch1 で、 V_2 を Ch2 で表示して観察する。コイル、コンデンサは切り替えて選択する。

	オシレーター 周波数	オシロスコープ		
		Ch1 電圧レンジ	Ch2 電圧レンジ	トリガー時間
コンデンサの充放電	50kHz	5V/div	10mV/div	5μs/div
コイルの自己誘導	500Hz	5V/div	10mV/div	0.5ms/div

- ② V_1 はコイル L 、コンデンサ C の電圧、 V_2 は抵抗 r の電圧が表示される、この電圧波形を r [Ω] で割ったものが回路の電流 I (L 、 C のそれぞれを流れる電流) と考えて良い。
- ③ 同じ時刻の電圧 V_1 とその時刻の電流 I の変化を比較する。

【結果と考察】

講座 () () 年 () 組 () 席 名 前	共同実験者
() 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () °C 気圧 () hPa 湿度 () %	