

交流電圧の観測

1 目的

交流波形の観察により、振幅・周波数・位相等の基本的な特徴について学習する。さらに交流電圧計との比較により振幅と実効値の違いを確認する。

2 交流波形

2.1 振幅と周波数

交流波形では、その信号の大きさを示す**振幅**と、その波の数である**周波数**で特徴づけられる。**周波数 [Hz]**は1秒あたりの波の数であり、**周期 [sec]**は1つの波に要する時間であり、次の関係が成り立つ。

$$T = \frac{1}{f}$$

角速度 [rad/sec]とは、1つの波を1回転 (2π [rad]) とみた場合の角度の変化速度であり、次式が成り立つ。

$$\omega = 2\pi f$$

この周波数 (角速度) での正弦波の**瞬時値** $e(t)$ は、波の振幅を E_{max} とすると、次式となる。

$$e(t) = E_{max} \sin \omega t$$

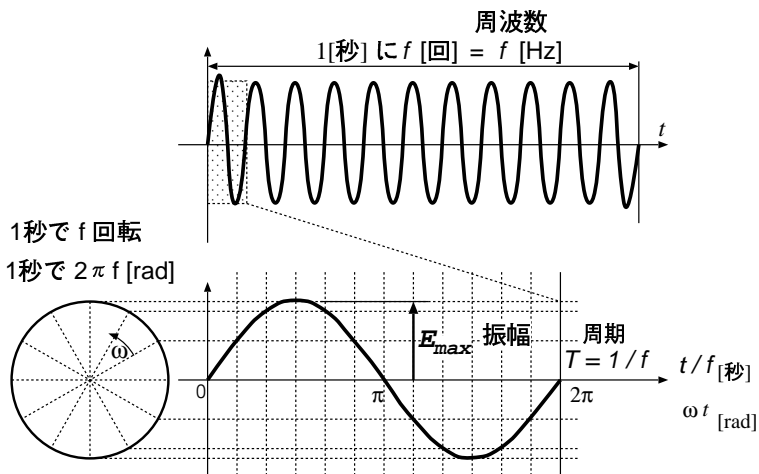


図 1: 正弦波

2.2 振幅と実効値

正弦波の交流の信号を扱う場合、素子に加わる電力に注目する機会が多い。交流波形では波打ちしながら変化しているため、電力を単位に平均をとると、正弦波交流の場合、振幅の $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍となる。この値を**実効値**と呼ぶ。

一般的に交流波形の値を扱う場合、何も説明が無ければ、実効値のことを指し、交流計測器でも目盛は実効値で記入してある。

例えば、交流電圧 E [V] の瞬時値 $e(t)$ とは、次式を意味する。

$$e(t) = \sqrt{2}E \sin \omega t$$

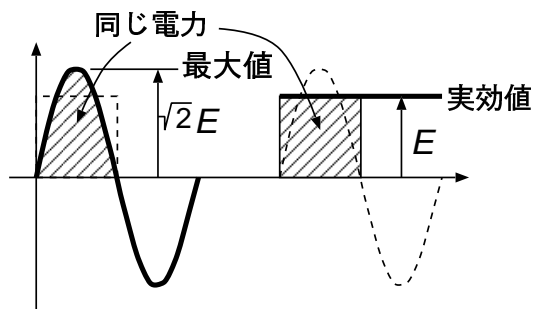


図 2: 実効値と最大値

2.3 音と周波数

音声信号は様々な周波数の交流波形の組合せで出来ている。単一の周波数の音では周波数が増えるにつれて音程が高くなる。人間の耳では普通 20[Hz] ~ 20[KHz] の音程を聞くことができる。

音楽における音階はラの 440[Hz] を基準に、下図の様に決められており、音階が 1 オクターブ上がるにつれ周波数は倍になる。

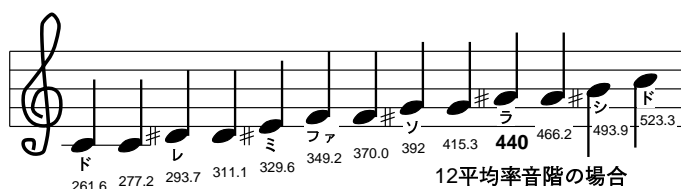


図 3: 音階と周波数

3 実験方法

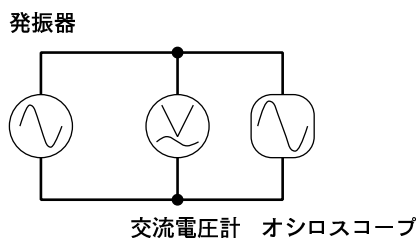
3.1 周波数と交流波形の観測

発振器の出力を、交流電圧計とオシロスコープに接続し、電圧と電圧波形を観測する。

以下に指定した周波数を発振器により出力し、発振器の出力電圧を交流電圧計で指定された電圧に設定する。

この時のオシロスコープの波形をグラフ用紙に記録する。さらに、この時の波形の周期、電圧の振幅を測定する。

周波数	電圧
440 [Hz]	1[V]
1K [Hz]	1[V]
1K [Hz]	0.5[V]
10K [Hz]	0.3[V]



3.2 音程と周波数の実験

発振器の出力を、クリスタルイヤホンに接続し、様々な周波数を出力させた場合の音程を聞いてみる。

電圧が高いとクリスタルイヤホンは壊れる。減衰レンジにより電圧を低下させた状態で、序々に電圧を上げ聞こえてくる音の音程を確認する。

音階の出せる機器（携帯電話の着メロディ機能等）の音程と比較する。

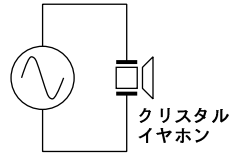


図 4: 音程と周波数の実験

4 測定結果

周波数	電圧	電圧振幅	周期	波形	1/f
[Hz]	[V]	[V]	[sec]	グラフ (a)	
:	:	:	:		

5 考察事項

1. 電圧計での電圧と、オシロスコープによって測定した電圧の振幅との比を比較する。
2. 実効値における $1/\sqrt{2}$ を導出したい。 $e(t) = E_m \sin \omega t$ の電圧を、抵抗 R に加えた場合の電力 $P = e^2/R$ の式を三角関数の積和公式により変形し、電力の平均値が以下の式で示されることを証明する。

ヒント： $\sin x, \cos x$ の平均値は 0

$$P_{\text{平均}} = \frac{1}{2} \frac{E_m^2}{R} = \frac{\left(\frac{E_m}{\sqrt{2}}\right)^2}{R}$$

6 感想

分かりにくかった点の感想や、実験方法の改善案などを述べる。

A 発振器の使い方

発振器は、正弦波や方形波といった様々な波形を、電圧や周波数を設定し出力することができる。

発振器を使うための手順を以下に示す。

1. 出力電圧つまみを最小にする。
2. 電源をいれる。
3. 出力する波形, 周波数の倍率, 減衰レンジを選ぶ。
4. 周波数をダイヤルによって設定する。
5. 出力電圧を確認しながら、電圧つまみで出力を増加させる。

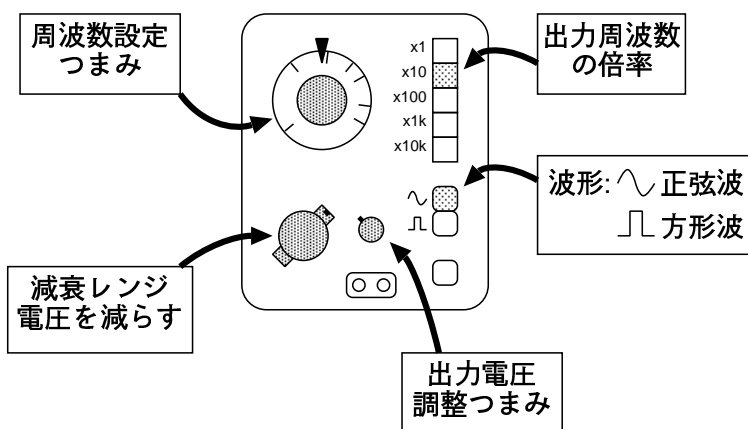


図 5: 発振器の使い方

B オシロスコープの使い方

オシロスコープは、波形の形を確認するために用いられ、複数の波形を同時に観察することも可能である。

オシロスコープにより波形を観測する手順を以下に示す。

1. 電源を入れ、波形の線が見えたら、**INTEN**, **FOCUS** ボタンで明るさや線の太さを調整する。

2. **GND** ボタンを押し入力電圧を 0 にして、**↑ ↓ POSITION** つまみで、波形の表示位置を**ゼロ調整**した後、解除する。**AC/DC** ボタンを観測する波形の種類にあわせて設定する。
3. **電圧レンジ**, **時間レンジ**を調整し、記録しやすい波形が表示される様を選ぶ。
時間レンジは、繰り返しの範囲が解る様に、2 周期程度が画面に収まるのが良い。
4. 入力端子を測定箇所へ接続し波形を表示する。**←→ POSITION** つまみで、波形の左右の位置を記録しやすい様に移動する。

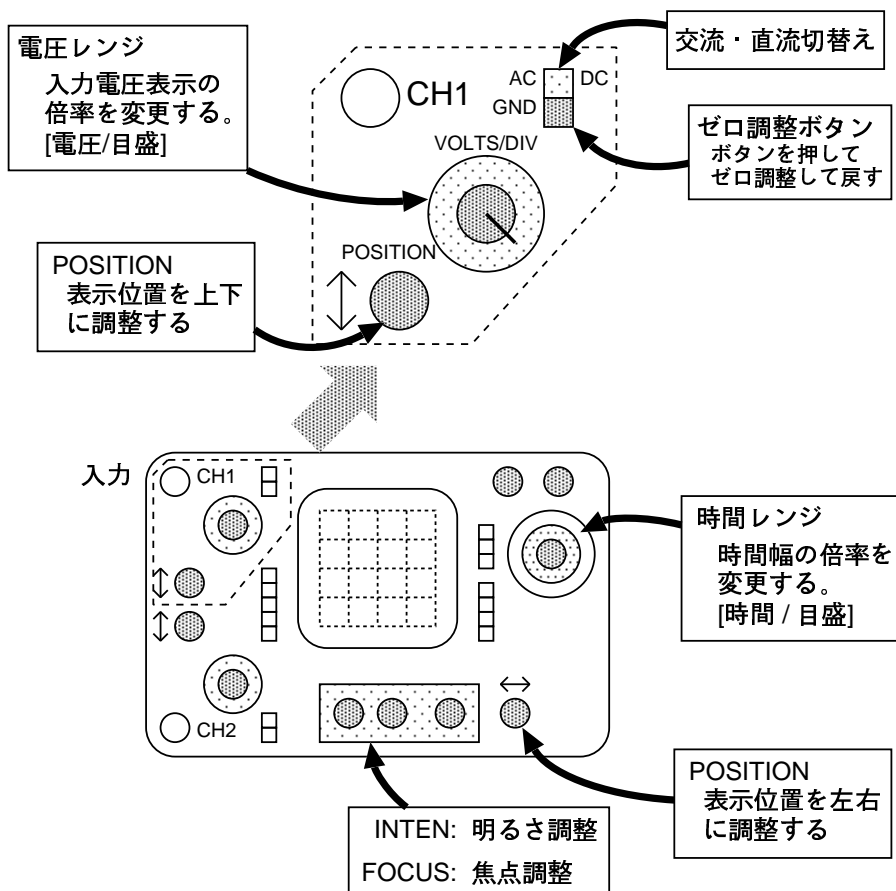


図 6: オシロスコープの使い方