

5. 使用機器・機材

表 1. 使用機器

機器名	メーカー名	型番	製造番号
直流電圧源	KENWOOD	PR3612A	10123640
正弦波発振機	NF	E1011A	60-8186D
デジタルマルチメータ	KEITHLEY	196SYSTEMDMM	361776
可動コイル型直流電流系	YOKOGAWA	2051	063050
オシロスコープ	Agilent	N2757A	MY40003603
計測用回路			

6. 実験結果

測定に使用した回路を図 6. 1 に示す。(1)～(3)は 4.1 の直流における四端子定数の測定、(b)は交流における四端子定数の測定に用いた。図中にあるように、各素子地は $R=1[\text{k}\Omega]$ 、ならびに $C=10^5 [\text{pF}]$ である。

6. 1 直流における四端子定数

各回路における四端子定数の理論値は、

・回路(1)

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{V_1}{V_2} & \frac{V_1}{I_2} \\ \frac{I_1}{V_2} & \frac{I_1}{I_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 10^3 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \cdots (1)$$

・回路(2)

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{V_1}{V_2} & \frac{V_1}{I_2} \\ \frac{I_1}{V_2} & \frac{I_1}{I_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & \frac{V_1}{I_1} \\ \frac{1}{R} & \frac{I_1}{V_1} R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & R \\ \frac{1}{R} & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 10^3 \\ \frac{1}{10^3} & 1 \end{bmatrix} \quad \cdots (2)$$

・回路(3)

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{V_1}{V_2} & \frac{V_1}{I_2} \\ \frac{I_1}{V_2} & \frac{I_1}{I_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{V_1}{\frac{R}{R+R} V_1} & \frac{V_1}{\frac{RI_1}{3R}} \\ \frac{I_1}{\frac{R}{R+R} V_1} & \frac{I_1}{\frac{I_1}{2}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 3R \\ \frac{1}{R} & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 3 \times 10^3 \\ \frac{1}{1 \times 10^3} & 2 \end{bmatrix} \quad \cdots (3)$$

となる。表 6.1 に各回路における四端子定数の測定結果とその誤差、誤差率を示す。

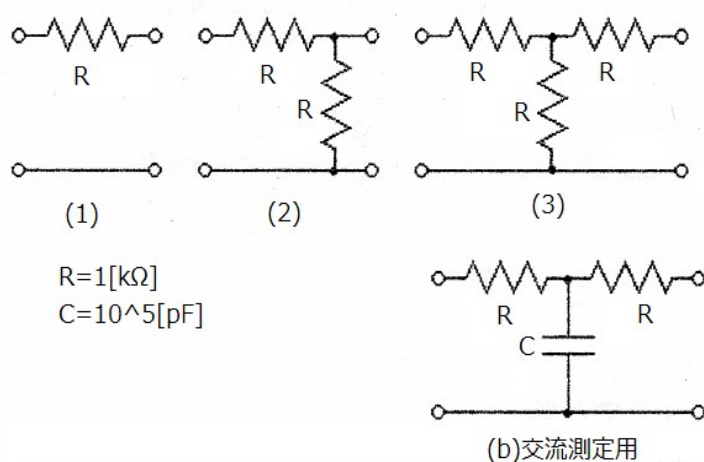


図6.1 測定回路図

表 6.1 直流における四端子定数の測定結果

	実測値	理論値	誤差	誤差率
A	1.0001	1	0.0001	0.0120
B[kΩ]	1.0018	1	0.0018	0.1804
C[mS]	0.0000	0	0.0000	0.0000
D	1.0043	1	0.0043	0.4338

	実測値	理論値	誤差	誤差率
A	1.9988	2	-0.0012	-0.0624
B[kΩ]	1.0000	1	-2.94E-5	-0.0029
C[mS]	1.0058	1	0.0058	0.5753
D	1.0012	1	0.0012	0.1213

	実測値	理論値	誤差	誤差率
A	1.9981	2	-0.0019	-0.0925
B[kΩ]	2.9780	3	-0.0220	-0.7343
C[mS]	1.0055	1	0.0055	0.5510
D	2.0175	2	0.0175	0.8763

6. 2 交流における四端子定数

測定に使用した回路は図 6.1 の通り。この回路における四端子定数の理論式は以下のようになる。

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{V_1}{V_2} & \frac{V_1}{I_2} \\ \frac{I_1}{V_2} & \frac{I_1}{I_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1+j\omega C & 2R+jR^2\omega C \\ j\omega C & 1+j\omega C \end{bmatrix} \quad \cdots (4)$$

実験結果を表 6.2～表 6.5、図 6.2～図 6.9 に示す。

表6.2 要素Aの実験結果

f[Hz]	実測値		理論値		誤差		誤差率[%]	
	大きさ[-]	位相[°]	大きさ[-]	位相[°]	大きさ[-]	位相[°]	大きさ	位相
10	1.0082	0.4	1.0000	1	0.0082	-0.6	0.8206	-60.0008
100	1.0082	3.3	1.0020	1	0.0062	2.3	0.6193	229.3505
1000	1.1899	31.7	1.1810	1.18	0.0089	30.52	0.7548	2584.1437
10000	6.3045	81.4	6.3623	6.36	-0.0578	75.04	-0.9085	1179.4185
100000	60.1462	87.3	62.8398	62.84	-2.6936	24.46	-4.2865	38.9247

表6.3 要素Bの実験結果

f[Hz]	実測値		理論値		誤差		誤差率[%]	
	大きさ[-]	位相[°]	大きさ[-]	位相[°]	大きさ[-]	位相[°]	大きさ	位相
10	1999.669	0.7	2000.010	0.18	-0.341	0.52	-0.0171	288.8902
100	2007.440	4	2000.987	1.8	6.453	2.2	0.3225	122.2953
1000	2097.649	17.9	2096.374	17.44	1.275	0.46	0.0608	2.6341
10000	6161.220	73.5	6593.817	72.34	-432.596	1.16	-6.5606	1.5990
100000	58892.157	86.1	62863.676	88.18	-3971.519	-2.08	-6.3177	-2.3553

表6.4 要素Cの実験結果

f[Hz]	実測値		理論値		誤差		誤差率[%]	
	大きさ[-]	位相[°]	大きさ[-]	位相[°]	大きさ[-]	位相[°]	大きさ	位相
10	8.98E-6	95	6.28E-6	90	2.70E-06	5	42.9827	5.5556
100	1.04E-4	88	6.28E-5	90	4.16E-05	-2	66.1879	-2.2222
1000	6.65E-4	88.9	6.28E-4	90	3.65E-05	-1.1	5.8108	-1.2222
10000	6.27E-3	89.9	6.28E-3	90	-1.55E-05	-0.1	-0.2462	-0.1111
100000	6.08E-2	89	6.28E-2	90	-2.00E-03	-1	-3.1910	-1.1111

表6.5 要素Dの実験結果

f[Hz]	実測値		理論値		誤差		誤差率[%]	
	大きさ[-]	位相[°]	大きさ[-]	位相[°]	大きさ[-]	位相[°]	大きさ	位相
10	1.0015	0.4	1.0000	0.36	0.0015	0.04	0.1504	11.1126
100	1.0061	5.3	1.0020	3.6	0.0041	1.7	0.4133	47.4158
1000	1.1892	33.2	1.1810	32.14	0.0082	1.06	0.6927	3.2919
10000	5.9808	81.8	6.3623	80.96	-0.3814	0.84	-5.9953	1.0414
100000	59.4608	88	62.8398	89.09	-3.3790	-1.09	-5.3772	-1.2215