

1 目的

2 端子対回路の入出力特性が F 行列により表現できることを理解する.

2 理論

図 1 に示す 2 つの端子対からなる回路を考える. 入力端子対 1, 1' の電圧, 電流 V_1, I_1 は, 出力端子対 2, 2' の電圧, 電流 V_2, I_2 により

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

と表される. この式中の 2 行 2 列の行列

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix}$$

を F 行列とよび, この行列の各要素 A, B, C, D を 4 端子定数とよぶ. 4 端子定数 A は出力端子対 2, 2' を開放した時の入力電圧 V_1 と出力電圧 V_2 の比

$$A = \left. \frac{V_1}{V_2} \right|_{I_2=0}$$

と定義される. また, B は出力端子対 2, 2' を短絡した時の入力電圧 V_1 と出力電流 I_2 の比

$$B = \left. \frac{V_1}{I_2} \right|_{V_2=0}$$

であり, C は出力端子対 2, 2' を開放した時の入力電流 I_1 と出力電圧 V_2 の比

$$C = \left. \frac{I_1}{V_2} \right|_{I_2=0}$$

であり, D は出力端子対 2, 2' を短絡した時の入力電流 I_1 と出力電流 I_2 の比

$$D = \left. \frac{I_1}{I_2} \right|_{V_2=0}$$

である.

図 2 のように 2 端子対回路を縦続接続すると, 全体の回路の F 行列は各々の回路の F 行列の積で表される. すなわち

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_3 \\ I_3 \end{bmatrix}$$

とすると,

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_2 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_2 & B_2 \\ C_2 & D_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_3 \\ I_3 \end{bmatrix}$$

より

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_2 & B_2 \\ C_2 & D_2 \end{bmatrix}$$

と表される.

R, L, C, M 以外の素子を含まない回路では, F 行列の行列式 $AD - BC$ の値は 1 となる. また, 入力端子と出力端子を入れ替えた回路の F 行列は, A と D を入れ替えたものとなる.

3 実験

3.1 F 行列の測定方法

3.1.1 4 端子定数 A, C の測定

3.1.2 4 端子定数 B, D の測定

3.2 被測定回路と測定手順

4 考察

4.1 理論値との比較

被測定回路 1, 2, 3 の 4 端子定数 (A, B, C, D) の測定値を理論値と比較して議論する. このためには, 各測定回路での F 行列の理論式を求め, その値を計算する必要がある.

4.2 入出力端子を入れ替えた場合の関係

被測定回路 1, 2 の 4 端子定数の測定値より, 入力端子と出力端子を入れ換えた場合の関係式

$$A_2 = D_1, B_2 = B_1, C_2 = C_1, D_2 = A_1$$

が成り立っているかどうかを検討する.

4.3 自然回路としての関係式

被測定回路 1, 2, 3 の 4 端子定数 (A, B, C, D) の測定値より

$$AD - BC = 1$$

が成り立っているかどうか検討する.

4.4 縦続接続

被測定回路 3 は被測定回路 1, 2 を縦続接続したものである. 縦続接続の場合の関係式

$$\begin{bmatrix} A_3 & B_3 \\ C_3 & D_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_2 & B_2 \\ C_2 & D_2 \end{bmatrix}$$

が成り立っているかどうか検討する.

参考文献

- [1] 電子システム工学基礎実験テキスト