“Fizika-2005”
Beynəlxalq Konfrans
International Conference
Международная Конференция

7 - 9 İyun / June / Июнь 2005 №119 səhifə / page / стр. 453-454

Bakı, Azərbaycan Baku, Azerbaijan Баку, Азербайджан

АНАЛИЗ МАТРИЦЫ СОПРОТИВЛЕНИЙ И МАТРИЦЫ ПРОВОДИМОСТЕЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

ГАШИМОВ Э.Г[*]., МЕДЖИДОВ А.Б.[**], МУТАЛИБОВА Э.Г.[**]

[*]*Азербайджанское Высшее Военное Училище им. Гейдара Алиева*
Институт Физики НАН Азербайджана
Az-1143, Баку, пр.Джавида,33

[**]*Институт Физики НАН Азербайджана*
Az-1143, Баку, пр.Джавида,33

Показано, что произведение матрицы сопротивлений и матрицы проводимостей для систем с распределенными параметрами, в частности, для трех проводных линии передачи не может быть в виде $\begin{vmatrix} a & 0 \\ b & a \end{vmatrix}$ или $\begin{vmatrix} a & b \\ 0 & a \end{vmatrix}$, когда $s = j\omega$. Обсуждается важность полученных результатов.

In condition when $s = j\omega$, the multiplication of matrix of resistances and matrix of conductivities for systems with the distributed parameters (in particular, three conductive lines) of transmission can`t be in the form of with the distributed parametres (in particular, three conductive lines) of transmission can`t be in the form of $\begin{vmatrix} a & 0 \\ b & a \end{vmatrix}$ or $\begin{vmatrix} a & b \\ 0 & a \end{vmatrix}$.

1. ВВЕДЕНИЕ

В однородной трех проводной линии передачи, один провод которой является идеальной землей или экраном, токи и напряжения подчиняются уравнении

$$\frac{d}{dx}U(x,s) = -Z\,I(x,s) \tag{1}$$

$$\frac{d}{dx}I(x,s) = -Y\,U(x,s) \tag{2}$$

где

$U(x,s) = \mathrm{col}[U_1(x,s), U_2(x,s)]$, $I(x,s) = \mathrm{col}[I_1(x,s), I_2(x,s)]$;

x – расстояние вдоль линии;

s – переменная преобразования Лапласа, которая будет равна $j\omega$; ω - вещественная положительна, а $j = \sqrt{-1}$, что обусловливает синусоидальный характер возбуждения источника.

В (1) и (2) матрица сопротивлений $Z = R + SL$, матрица проводимостей $Y = G + SC$, где

$$R = \begin{vmatrix} R_1 & 0 \\ 0 & R_2 \end{vmatrix} \qquad L = \begin{vmatrix} L_1 & M \\ M & L_2 \end{vmatrix}$$

$$G = \begin{vmatrix} G_1 & -g \\ -g & G_2 \end{vmatrix} \qquad C = \begin{vmatrix} C_1 & -k \\ -k & C_2 \end{vmatrix}$$

являются соответственно матрицами сопротивлений, индуктивностей, проводимостей и емкостей (все величины соответственно отнесены к единице длины). Как G, так C является гипердоминатными матрицами (с преобладающими диагональными элементами), L обратна гипердоминатной матрице, записана в предположении отсутствия скин-эффекта.

Из (1) и (2) можно получить волновые уравнения для напряжений и токов [1]. Хорошо известно, что собственные значения матрицы ZY или YZ определяют постоянные распространения и коэффициенты затухания каждой моды [2]. Для систем без потер (т.е. R=G=0) легко видеть, что в $ZY = -\omega^2 LC$ матрица LC не может быть ни вида

$$\begin{vmatrix} a & 0 \\ b & a \end{vmatrix}, \text{ ни } \begin{vmatrix} a & b \\ 0 & a \end{vmatrix}.$$

Однако, мы покажем, что и в более общем случае ни одна из выше приведенных форм матрицы ZY не возможно.

2. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Волновые уравнения для токов и напряжений эквиваленты с точки зрения анализа ,поэтому в дальнейшем мы будем рассматривать лишь одно из них, например, уравнения для напряжений. Тогда можно записать

$$ZY = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Пусть сначала $h_{11} = h_{22}$ и $h_{12} = 0$. При этом если положить $S = \omega j$, то

$$R_1 G_1 - R_2 G_2 = \omega^2 (L_1 C_1 - L_2 C_2) \quad (4)$$

$$L_1 C_1 - L_2 C_2 = R_2 C_2 - R_1 C_1 \quad (5)$$

$$G_2 M - g L_1 = R_1 k \quad (6)$$

$$R_1 g = \omega^2 (L_1 k - M C_2) \quad (7)$$

Для уравнений (4) - (7) возможны три следующие случаи:

1. $L_1C_1 = L_2C_2$, $L_1k = MC_2$. Тогда из (4) и (7) $R_1 G_1 = R_2 G_2$ и g=0.

Уравнения (3) сводится к $ZH=h_1I$, где $h_1=R_1G_1-\omega^2(L_1C_1-Mk)+j\omega(L_1G_1-R_1C_1)$, а I- единичная матрица 2x2.

2. $L_1C_1 \neq L_2C_2$, $L_1k= MC_2$. Исключая ω^2 из (4) и (7) и принимая во внимание (5) и (6) получим

$$\begin{bmatrix} L_1 - L_2 & 0 \\ 0 \quad M & -L_1 \\ R_1 - R_2 & -nR_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \\ q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_2 C_2 - R_1 C_1 \\ R_1 k \\ 0 \end{bmatrix} \quad (8)$$

где $n=(L_1C_1 - L_2C_2) / (L_1k- MC_2)$.Далее для уравнения (8) нужно рассмотреть 2 случая.

Детерминант квадратной матрицы в левой части (8) не равен нулю. Тогда g отрицательно, что невозможно. Отсюда следует, что не существует такого ω, которое удовлетворяло бы уравнениям (4) и (7). Детерминант квадратной матрицы равен нулю, то три уравнения в (8) зависимы. Не представляет особого труда показать, что условие равенства детерминанта нулю ведет к

$$R_1 (L_1k - MC_2) = R_2 (L_1k - MC_2) \quad (9)$$

Кроме того, это условие приводит к обращению величины h_{21} в (3) в нуль. Итак (3) сводится к $ZY=h_2I$, где $h_2=R_1G_1-\omega^2(L_1C_1-Mk)+j\omega(L_1G_1+R_1C_1)$, $\omega^2=(R_1G_1 - R_2G_2)(L_1C_1 - L_2C_2)$ и I-единичная матрица 2x2 .

3. $L_1k=MC_2$, g=0, $L_1C_1 \neq L_2C_2$. После несложных алгебраических преобразований получим $\omega^2 = -R_1^2 / L_1^2$, что невозможно. Таким образом, не существует вещественного ω, удовлетворяющего предположениям. Если же в начале предположить, $h_{11} = h_{22}$ и $h_{12} = 0$, то можно прийти к совершенно аналогичному результату. Более того, детерминант матрицы характеристического уравнения (3) является биквадратной функцией jω , D(j ω). В случае (f) величина D(j ω) тождественно равна нулю, в случае (б) также равна нулю, что находится в согласии с нашими требованиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обсуждая проблему нахождения собственных значений матрицы ZY для систем с распространенными параметрами, т.е много проводных линий передачи, некоторые авторы считают, что ZY можно привести к конической форме Жордана |3|. Рассмотренная нами трех проводная система с синусоидальным возбуждением при отсутствии эффекта опровергает подобное предположение. Анализ линий с четырьмя и более проводниками требует еще более утомительных алгебраических вкладок. Нами обследована обобщенная четырех проводная система, и здесь нам не удалось получит Жорданову каноническую форму. Вместо этого было обнаружено, что матрица, получаемая преумножением ZY на матрицу Жордана порядка больше единицы, всегда может быть приведена к диагональному виду с помощью преобразования подобия. Полученные результаты позволяют сделать следующие утверждения. Для много проводной линии передачи независимо от того, вырожденны собственные значения матрица ZY или нет, существует такая квадратная модальная матрица M, что $M^{-1}ZYM=d$, где d - диагональная матрица. Обычно модальная матрица M играет существенная роль в характеристическом выражении для полной проводимости (4), поэтому сам факт ее присутствия не является неожиданным.

---

[1]. Андре Анго. Математика для электро- и радиоинженеров, М. Издательство «Наука», 1964. стр.170

[2]. Колмский В.Г., Щербина и др. Применение метода кибернетического моделирования при решении электроэнергетических задач. Сборник Кибернетика и моделирование в энергетике. М. «Наука». 1972 .

[3]. Paul C.R. On uniform mutimode transmissio lines IEEETrans Microwave.Treory Tech. Vol.MTT-21, 1973. pp.556.

[4]. 4. Çuckel H and Sun Y.Y Uniform moltimode transimission lines, IEEETrans Microwave.Treory Tech.Vol.Mt,TT-72 , 1972. pp.412-414.