Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. L, № 2, 1997, с. 112 - 114.

УДК 62.50

## АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Г.Л. АРЕШЯН

# АНАЛИЗ МНОГОСВЯЗНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ АСИМПТОТИЧЕСКИ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ СИСТЕМ

Ձևակերպված է բազմակապ համակարգերի էներգետիկական մատրիցների համարժեքության պայմանը: Առաջարկված է բազմակապ համակարգերի վերլուծության համար օգտագործել ասիմպտոտային համարժեք մատրիցներ: Տրվում են այդպիսի մատրիցների տարրերի հաշվարկի վերլուծական արտահայտություններ:

Сформулировано условие эквивалентности энергетических матриц многосвязных систем. Предложено использовать асимптотически эквивалентные матрицы для анализа многосвязных систем. Даются аналитические выражения для вычисления элементов таких матриц.

Библиогр.: 2 назв.

The condition of multilinkage system's energy matrices equivalence is formulated. It is proposed to use asymptotically equivalent matrices for the analysis of multivariable systems. Analytical formulae for calculation of the elements of such matrices are given.

Ref. 2.

Анализ многосвязных систем с $m$ входами и $m$ выходами обычно проводится на базе квадратной $m \times m$ энергетической матрицы системы $E(\omega) = \{e_{ik}(\omega)\}$ $(i,k = 1;2,\cdots,m)$. Используя $E(\omega)$, можно определить ряд критериев, проанализировать влияние межканальных связей на энергетические потоки в многосвязной системе, определить "удаленность" различных систем относительно базовой [1] и т.д. В настоящей работе предлагается провести анализ некоторых параметров многосвязной системы, заданной матрицей $E(\omega)$, с помощью системы, асимптотически эквивалентной заданной исходной системе.

Установим следующее необходимое и достаточное условие эквивалентности систем. Системы одинаковой размерности $(m \times m)$ энергетически эквивалентны друг другу, если энергетические матрицы, описывающие их, подобны. Это означает, что у эквивалентных систем спектр (собственные значения) энергетических матриц одинаков.

Пусть диагональная матрица $D(\omega)$ подобна энергетической матрице $E(\omega)$. В этом случае диагональные элементы $d_i(\omega)$ матрицы $D(\omega)$ являются собственными значениями матрицы $E(\omega)$, а система, которая описывается матрицей $D(\omega)$, является "развязанной", в которой отсутствуют межканальные связи. В то же время она эквивалентна многосвязной системе, которой соответствует матрица $E(\omega)$. Собственные значения матрицы $E(\omega)$ определяются корнями характеристического уравнения $m$-й степени и при $m>2$ могут быть определены только численными методами. Однако известен аналитический метод построения асимптотически подобной матрицы $\hat{D}(\omega)$ для известной матрицы $E(\omega)$ [2]. Воспользуемся им для построения асимптотически эквивалентных систем.

Представим $E(\omega)=\{\ell_{ik}(\omega)\}$, $m\times m$ в виде суммы двух матриц $E(\omega)=\Lambda(\omega)+L(\omega)$. Диагональная матрица $\Lambda(\omega)=\mathrm{diag}\{\lambda_1,\lambda_2,\cdots,\lambda_m\}$ состоит из диагональных элементов матрицы $E(\omega)$ $\lambda_i=e_{ii}$. Квадратная матрица $L(\omega)=\{\ell_{ik}(\omega)\}$ $m\times m$ имеет диагональные элементы, равные нулю $\ell_{ii}=0$, а остальные элементы равны соответствующим элементам матрицы $E(\omega)$: $\ell_{ik}(\omega)=e_{ik}(\omega)$, $i\neq k$. Матрица $\Lambda(\omega)$ соответствует многосвязной системе, в которой обрезаны (ликвидированы) все межканальные связи. Матрица $L(\omega)$ характеризует межканальные связи. При этом элементы диагональной матрицы $\hat{D}(\omega)=\mathrm{diag}\{\hat{d}_1(\omega),\ \hat{d}_2(\omega),\cdots,\hat{d}_m(\omega)\}$, которая асимптотически подобна матрице $E(\omega)$, будут равны с точностью до членов третьего порядка (случай равных друг другу корней $\lambda_i$ не рассматривается):

$$\hat{d}_p\cong\lambda_p+\sum_{i\neq p}^{m}\frac{\ell_{pi}\ell_{ip}}{\lambda_p-\lambda_i}. \qquad (1)$$

Тогда "развязанная" система, описываемая матрицей $\hat{D}(\omega)$, будет асимптотически эквивалентна многосвязной системе, которая задана матрицей $E(\omega)$. Полученные по уравнению (1) элементы асимптотически эквивалентной матрицы $\hat{D}(\omega)$ могут быть использованы в первую очередь для определения критерия удаленности многосвязной системы от своего "развязанного" состояния, который имеет вид

$$K_2(\omega)=\left\|\Lambda(\omega)-\hat{D}(\omega)\right\|_E=\left(\sum_i\left|\lambda_i-\hat{d}_i\right|^2\right)^{1/2}. \qquad (2)$$

Рассмотрим также использование матрицы $\hat{D}(\omega)$ для преобразования входных и выходных сигналов при переходе от исходной многосвязной к эквивалентной "развязанной" системе.

Известно, что квадратную матрицу всегда можно привести к диагональной, которая содержит собственные значения этой матрицы, т.е. является подобной. В случае энергетических матриц многосвязной системы имеем

$$E(\omega)=T^{-1}(\omega)D(\omega)T(\omega). \qquad (3)$$

Столбцы квадратной матрицы $T^{-1}(\omega)$ являются собственными векторами матрицы $E(\omega)$ и легко определяются аналитически, если известны $d_i(\omega)$ – собственные значения матрицы $E(\omega)$. Для вектор-столбцов входных и выходных спектральных плотностей сигналов имеем

$$\vec{S}_y(\omega)=E(\omega)\vec{S}_x(\omega). \qquad (4)$$

Подставляя в (4) выражение (3), получим

$$T(\omega)\vec{S}_y(\omega)=D(\omega)\cdot T(\omega)\vec{S}_x(\omega). \qquad (5)$$

Матрицу $T(\omega)$ можно рассматривать как матрицу преобразования сигналов. Новые сигналы имеют вид

$$\vec{S}'_x(\omega)=T(\omega)\vec{S}_x(\omega),\ \vec{S}'_y(\omega)=T(\omega)\vec{S}_y(\omega). \tag{6}$$

На основе (5)и (6) получим

$$\vec{S}'_y(\omega)=D(\omega)\vec{S}'_x(\omega), \tag{7}$$

где $D(\omega)=\mathrm{diag}\{d_1(\omega),\ d_2(\omega),\cdots,d_m(\omega)\}$.

Уравнение (7) устанавливает связь между входными и выходными спектральными плотностями "развязанной" системы, которая эквивалентна исходной многосвязной системе.

Используя уравнение (1) и определяя $\hat{D}(\omega)$, получим асимптотики для матрицы преобразования $\hat{T}(\omega)$ и для преобразованных сигналов

$$\vec{\hat{S}}'_x(\omega)=\hat{T}(\omega)\vec{S}_x(\omega),\ \vec{\hat{S}}'_y(\omega)=\hat{T}(\omega)\vec{S}_y(\omega), \tag{8}$$

которые действуют в "развязанной" асимптотически эквивалентной системе.

Полученные асимптотически эквивалентные матрицы рекомендуются для их использования при анализе многосвязных систем.

## ЛИТЕРАТУРА


1. **Арешян Г.Л.** Энергетические матрицы многосвязных систем // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 1996. - Т. 49, № 1. - С. 32-36.
2. **Воеводин В.В., Кузнецов Ю.А.** Матрицы и вычисления. - М.: Наука, 1984. - 318 с.


ГИУА 10.11.1996

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ТН), т. L, № 2, 1997, с. 114 - 119.

УДК 628.314 **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

В.М. МОВСЕСЯН, Г.В.БАРЕГАМЯН, Н.Н. ПЕТРОСЯН, А.Ш. АРУТЮНЯН

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ В ИСТОЧНИКАХ ВТОРИЧНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Հետազոտվում են միջանկյալ բարձր հաճախականային կերպափոխիչով երկրորդային սնման աղբյուրներում մագնիսական տարրերի (տրանսֆորմատորներ, դրոսելներ) էլեկտրամագնիսական ճառագայթումները: Նկարագրված են էլեկտրամագնիսական խանգարումների չափման եղանակները և միջոցները: Հետազոտված է էլեկտրամագնիսական ճառագայթումների ճնշման նպատակով տարբեր նյութերից պատրաստված էկրանային ծածկույթների օգտագործման արդյունավետությունը: Բերվում են երկրորդային էլեկտրասնուցման աղբյուրներում էլեկտրամագնիսական համատեղելիության ապահովման գործնական առաջարկություններ:

Исследуются электромагнитные излучения от магнитных компонентов (трансформаторы, дроссели) источников вторичного электропитания с промежуточным высокочастотным преобразователем. Описаны средства и методика проведения измерений электромагнитных помех. Исследована эффективность