«Высокие интеллектуальные технологии образования и науки».
Материалы X Международной научно-методической конференции.С.371-373, 2003.

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОЛЮСНЫХ ГРАФОВ СМЕШАННЫХ СИСТЕМ

Шакиров М.А.
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

1. Ключевым элементом связной смешанной системы, т.е. устройства, состоящего из физически разнородных *компонентов* (механических, электрических, магнитных, гидравлических, пневматических и т.д.), является *преобразователь* (электромеханический, гидромеханический, пневмомеханический, термоэлектрический и т.д.), играющий роль *соединителя* или *совместителя*, через который осуществляется связь между компонентами и преобразование одного вида энергии в другой. При анализе смешанных систем на основе *электрических схем замещения* или, что то же, на основе *полюсных графов* указанные совместители представляются *развязанными* (*неприводимыми*) 2x2-полюсниками, зажимы которых принадлежат различным по физической сущности переменным. Например, в *электромеханической системе* на входе совместителя действуют электрические переменные ($U(p)$ и $I(p)$), а на выходе – механические ($\omega(p)$ – угловая скорость и $M(p)$ – момент) или наоборот. Поскольку рассеяние и потери учитываются внутри схемных моделей компонентов, то *в совместителях происходит преобразование энергии без потерь*. **Цель доклада** – унификация построения полюсных графов совместителей, как наиболее сложной методической части задачи исследования сложных систем.

2. Совместители с указанными свойствами могут быть описаны матрицами либо идеального трансформатора (не имеющего матриц типа $\mathbf{Z}$ и $\mathbf{Y}$):

$$\mathbf{A}_{\text{Т}} = \begin{array}{|c|c|}\hline n & \\ \hline & 1/n \\ \hline\end{array}, \quad \mathbf{H}_{\text{Т}} = \begin{array}{|c|c|}\hline & n \\ \hline -n & \\ \hline\end{array}, \qquad \mathbf{F}_{\text{Т}} = \mathbf{H}_{\text{Т}}^{-1} = \begin{array}{|c|c|}\hline & -1/n \\ \hline 1/n & \\ \hline\end{array},$$

либо идеального гиратора (не имеющего матриц $\mathbf{H}$ и $\mathbf{F}$):

$$\mathbf{A}_{\Gamma} = \begin{array}{|c|c|}\hline & \gamma \\ \hline 1/\gamma & \\ \hline\end{array}, \quad \mathbf{Z}_{\Gamma} = \begin{array}{|c|c|}\hline & -\gamma \\ \hline \gamma & \\ \hline\end{array}, \qquad \mathbf{Y}_{\Gamma} = \mathbf{Z}_{\Gamma}^{-1} = \begin{array}{|c|c|}\hline & 1/\gamma \\ \hline -1/\gamma & \\ \hline\end{array}.$$

Однако, в литературе отдается предпочтение “*идеальным соединителям*” типа идеальных трансформаторов, тогда как, например, “*гидравлический поршень не квалифицируется как идеальное соединение*”, поскольку обладает свойством гиратора (см. с.132 в кн. Г. Кенига, В. Блекуэлла, *Теория электромеханических систем*. М.: Энергия, 1965) и рассматривается как некое исключение в ряду других смесителей.

3. Выявленное противоречие является следствием традиционного выбора фундаментальных *параллельных* и *последовательных* величин компонентов:

Прототипы напряж. u	v – скорость	ω	p – давление	θ – температура
Прототипы тока i	F – сила	M	dg/dt (g – расход)	dQ/dt (Q – тепл. поток)

В частности, полюсные характеристики соединителя двигателя постоянного тока:

$$\begin{array}{|c|}\hline U(p) \\ \hline I_{\text{МХ}}(p) \equiv M(p) \\ \hline \end{array} = \mathbf{H} \cdot \begin{array}{|c|}\hline I(p) \\ \hline U_{\text{МХ}}(p) \equiv \omega(p) \\ \hline \end{array}, \text{где} \quad \mathbf{H} = \begin{array}{|c|c|}\hline & c_m \Phi_\delta \\ \hline -c_m \Phi_\delta & \\ \hline \end{array},$$

откуда следует, что *соединитель является идеальным трансформатором*. Между тем согласно теории дуальных схем параллельные переменные в них превращаются в последовательные и наоборот. Отсюда следует, что выбор переменных для соединительных 2x2-полюсников может быть произвольным, например:

Прототипы напряж. U	f	M	Dg/dt	dQ/dt
Прототипы тока i	v	ω	P	θ

В этом случае полюсные характеристики соединителя двигателя постоянного тока:

$$\begin{array}{|c|}\hline U(p) \\ \hline U_{\text{МХ}}(p) \equiv M(p) \\ \hline \end{array} = \mathbf{Z} \cdot \begin{array}{|c|}\hline I(p) \\ \hline I_{\text{МХ}}(p) \equiv \omega(p) \\ \hline \end{array}, \text{где} \quad \mathbf{Z} = \begin{array}{|c|c|}\hline & c_m \Phi_\delta \\ \hline -c_m \Phi_\delta & \\ \hline \end{array},$$

откуда следует, что соединитель является гиратором.

4. **Вывод.** Одна и та же компонентная матрица соединителя может рассматриваться как H-матрица идеального трансформатора и как Z-матрица гиратора в зависимости от удобства выбора его последовательных и параллельных величин.