

1. Карапетян М. А. Исследование электрического поля в дисперсной системе с включениями двух типов // Электричество.—1972.—№ 11—С. 72—76.
2. Карапетян М. А. Электрическое поле в дисперсной системе при произвольной ориентации сферондальных включений // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.—1972.—Т. XXV, № 6.—С. 37—43.
3. Rogers E. C., Skipper D. A. Gaseous discharge phenomena in highvoltage d. c. cable dielectrics // Proc. Instn. Electr. Engng.—1960.—V. 107, № 33.—P. 141—155.
4. Джуримы Ч. М., Вольфрейс Г. В., Штейнрайбер В. Я. Влияние поверхностной проводимости на поле в сферондальном газном включении в диэлектрике // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт.—1972.—№ 5.—С. 76—83.
5. Карапетян М. А. Электрическое поле в дисперсной системе при учете поверхностной проводимости сферических включений // Электрическая обработка материалов.—1973.—№ 4.—С. 64—66.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLI, № 6, 1988

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

М. С. ГАЛСТЯН, Э. С. ФРИДЖИБАЗЯН, В. И. ЧИТЕЧИАН

СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОНОМНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В работе рассматриваются вопросы построения структурной модели автономной системы электроснабжения (АСЭ) [1], представляющей собой сочетание структурной модели синхронного генератора (СГ) типа ОС с моделями элементов коррекции и регулирования напряжения.

Возбуждение СГ типа ОС осуществляется энергией третьей гармоники поля. Следовательно, модель магнитной цепи генератора должна обеспечивать воспроизведение с достаточной точностью не только основной, но и третьей гармоники поля в зазоре. При этом, во избежание излишнего усложнения моделирующего устройства (МУ), целесообразно исключить из рассмотрения остальные гармоники поля в зазоре, а также поля вне машины. На рис. 1 приведена принципиальная схема сеточной электрической модели магнитной цепи, удовлетворяющая этим условиям. На основании удобства воспроизведения процессов в обмотках машины электрическому потенциалу модели поставлен в соответствие векторный магнитный потенциал оригинала [2]. Нелинейные сопротивления моделируют магнитные проводимости ферромагнитных областей, а линейные резисторы воспроизводят воздушные участки. Пазовость сердечника статора учитывается коэффициентом Картера. Места подключения моделей обмоток статора показаны стрелками.

Замена исследования магнитного поля анализом распределения электрических потенциалов в узлах резистивной сетки приводит к необходимости взаимного перемещения электрически связанных роторной и статорной частей сетки. При структурном моделировании ЭМ задача

имитации вращения ротора является одной из наиболее сложных, что объясняется большим количеством электрических связей между моделями сердечников статора и ротора, а также невозможностью воспроизведения плавного вращения ротора из-за дискретности структуры модели магнитного поля. Однако допущения, принятые при выборе схемы замещения магнитной цепи, позволяют создать эффект вращения ротора путем поворота модели обмотки статора относительно модели магнитной цепи. Такой подход исключает необходимость взаимного перемещения частей резистивной сетки и значительно упрощает схему имитатора вращения.

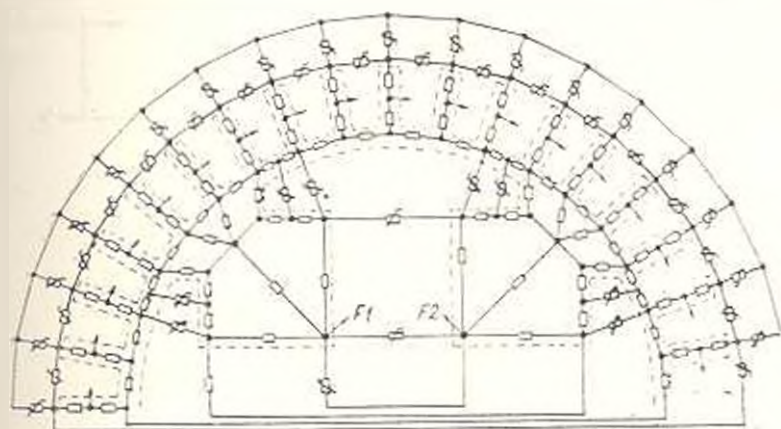


Рис. 1. Схема сеточной модели магнитной цепи.

Дальнейшее упрощение имитатора вращения достигнуто заменой результирующего движения модели статорной обмотки относительно модели магнитной цепи двумя частичными движениями. Все необходимые переключения производятся согласованными электронными коммутаторами, один из которых (ЭК1) скачками на величину угла зубцового деления φ , осуществляет периодический поворот модели магнитной цепи относительно модели основной обмотки статора на угол α в пределах от 0 до $(2\pi/3 - \varphi)$ (рис. 2а), а другой (ЭК2) реализует скачкообразный поворот на угол $\beta = 2\pi/3$ в момент возврата угла α к начальному значению (рис. 2б). При этом результирующий угол $\gamma = \alpha + \beta$ между моделями магнитной цепи и обмотки статора изменяется скачками на φ от 0 до 2π (рис. 2в).

Блок-схема имитатора вращения представлена на рис. 2г. Здесь ГПИ — генератор прямоугольных импульсов с частотой следования $f = f_m z_1 p$; СТ — счетчик импульсов с коэффициентом пересчета, равным z_2/p ; ХУ — кодопреобразователь, переводящий l — элементный параллельный код на выходе счетчика в n — элементный параллельный код управления электронными коммутаторами; z_1 — число зубцовых делений статора; p — число пар полюсов моделируемого генератора; f_m — модельная частота, соответствующая выбранному масштабу времени. В рас-

смаатриваемом конкретном случае моделирования СТ типа ОС в реальном масштабе времени: $z_1 = 36$, $p = 2$, $l = 5$, $k = 6$, $n = 9$, $f = 900$ Гц, $z_1/p = 18$.

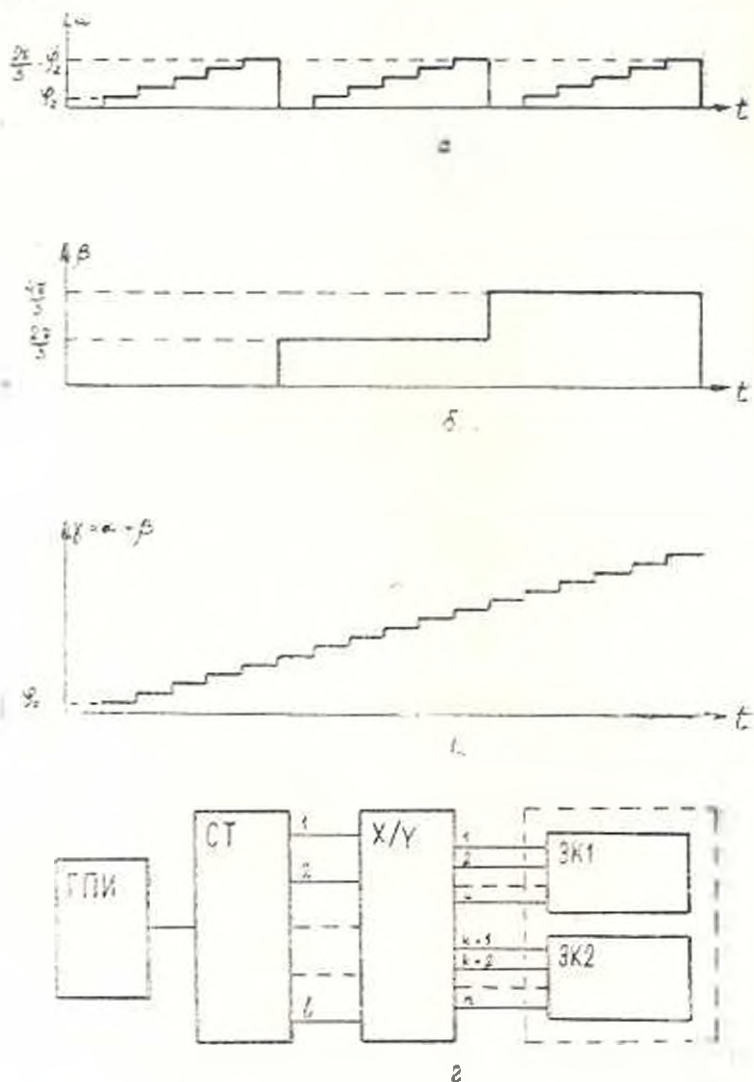


Рис. 2. Питание вращения ротора.

Так как в МУ исследуется плоское-параллельное магнитное поле, структурное моделирование обмоток усложняется необходимостью воспроизведения лобовых соединений между катушками. Это затруднение преодолевается путем электрической развязки моделей обмоток от модели магнитной цепи (например, с помощью трансформаторов) [3].

Каждая фаза основной обмотки статора моделируется группой трансформаторов, число которых определяется количеством катушек в фазе. Выводы их вторичных обмоток через электрические мосты, собранные из обратимых транзисторных ключей и коммутатор ЭК1, подключены к узлам резистивной сетки, соответствующим областям распо-

ложения катушек (рис. 1), а первичные обмотки, соединенные последовательно в соответствии со схемой соединения катушек фаз, через коммутатор ЭК2 выведены на клеммы $A_1, B_1, C_1, x_1, u, z_1$, соответствующие зажимам основной обмотки СГ.

Базовые цепи транзисторов, образующих электронные ключи, питаются напряжением повышенной частоты (1000 Гц) так, чтобы смежные плечи мостов управлялись противофазным сигналом. Этим обеспечивается эффективная трансформация сигналов различных частот, вплоть до инфранизких, за счет высокочастотной модуляции и демодуляции и, следовательно, снимается ограничение в воспроизведении низкочастотных процессов в машине.

Аналогичным образом моделируется и дополнительная обмотка статора.

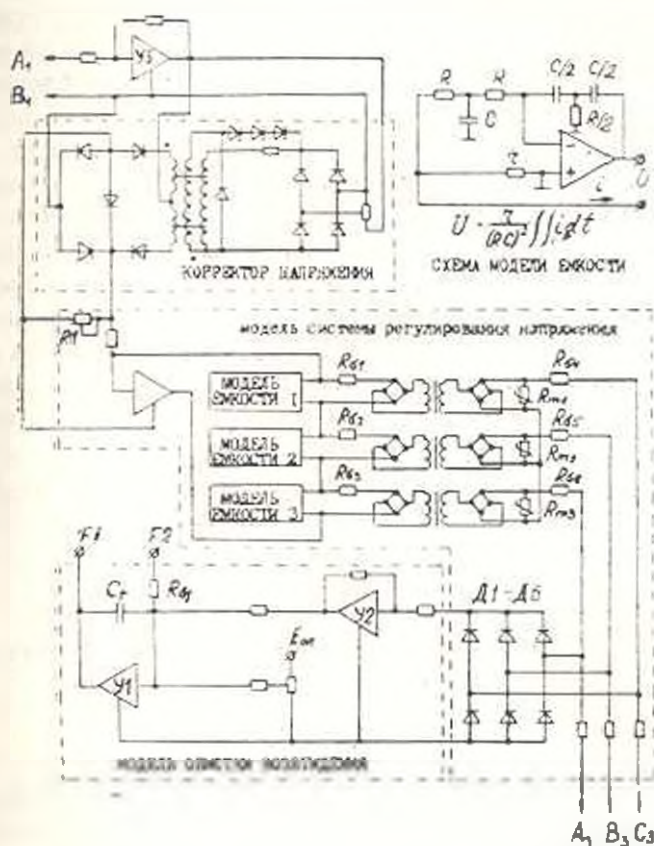


Рис. 3. Схема модели системы возбуждения.

На рис. 3 представлена схема модели системы возбуждения. Параметры обмотки возбуждения (ОВ) СГ воспроизводятся цепочкой $R_{\sigma}C_f$, причем, R_{σ} соответствует индуктивности лобового рассеяния ОВ, а C_f моделирует ее активное сопротивление. Клеммами F1 и F2 модель ОВ подключается к модели магнитной цепи. Для задания магнитодвижущих сил ОВ емкость C_f включена в цепь обратной связи усилителя $Y1$, на входы которого подаются сигналы, соответствующие

установившейся магнитодвижущей силе возбуждения и остаточной намагниченности магнитопровода машины. Модель дополнительной обмотки A_2 , B_2 , C_2 подключается как к модели ОВ (через выпрямитель Д1—Д6 и усилитель У2), так и к модели дросселя насыщения. Индуктивности рассеяния управляющих и рабочих обмоток дросселя воспроизводятся, соответственно, резисторами $R_{a1} - R_{a3}$ и $R_{a4} - R_{a6}$, а главные индуктивности рабочих обмоток — нелинейными сопротивлениями $R_{m1} - R_{m3}$. Электрическая развязка рабочих и управляющих обмоток осуществляется трансформаторами и электрическими мостами так же, как и при моделировании обмоток статора. Управляющие обмотки дросселя насыщения зашунтированы конденсаторами, которые воспроизводятся моделями емкостей 1—3. Схема модели емкости приведена на том же рисунке.

Из описанных блоков собирается модель АСЭ с достаточно широкими исследовательскими возможностями. Структурный принцип построения позволяет воспроизвести все связи между блоками, в том числе и скрытые, чем обеспечивается высокая верность моделирования сложных процессов АСЭ. Все исследуемые величины могут быть представлены напряжениями постоянного тока, временными интервалами и цифровыми кодами, благодаря чему структурные МУ легко сочетаются с обычными АВМ и ЦВМ. Возможность введения в модель реальной аппаратуры способствует решению вопросов оптимального согласования отдельных компонентов системы. Легкость варьирования параметров исследуемого объекта, наряду с высокой наглядностью и практически мгновенным получением результата, делают структурные МУ весьма подходящими для решения задач исследования и оптимального проектирования ЭС. Их применение позволит существенно сократить сроки и затраты на создание новых разработок за счет определения всех характеристик на этапе проектирования.

ЕЭПН им. К. Маркса

30 АПР. 1986

Մ. Ս. ՎԱՍԵՅԱՆ, Է. Ս. ՆԵՃԻՄԻԱՆՅԱՆ, Է. Ի. ԶԻՏԵՅԱՆ

ԻՆՔՆԱՎԱՐ ԷԼԵԿՏՐԱՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ
ԿԱՌԱՅՎԱՆՔԱՅԻՆ ՄԱՐԿԵԿՎԱՐՈՒՄ

Ա Վ Փ Ո Փ Ո Վ

Քննարկված են սինթրոն զեննրատորների և դրանց հիման վրա ստեղծված էլեկտրամատարարման ինքնավար համակարգերի կառուցվածքային մոդելավորման հարցերը։ Յուրը է տրված էլեկտրամեխանիկական համակարգերի վերլուծության և սինթեզի խնդիրների լուծման համար մասնագիտացված մոդելավորող սարքերի օգտագործման նպատակահարմարությունը։

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дроздовский С. Я., Кривошапкин О. А., Мазия Л. В. Моделирование элементов электро-механических систем. — М.—Л. Энергия, 1966 — 304 с.
2. Ивонин-Смоленский А. Б., Куряков В. А. Математическое моделирование переходных процессов синхронной выпрямленной машины с учетом нелинейных свойств элементов ее магнитной системы // Изв. АН СССР, Энергетика и транспорт — 1967 — № 11 — С. 98—103.