

СЕКЦИЯ «Электротехника и электроника»

УДК 621.3

Решение задачи анализа переходных процессов, нарушающих законы коммутации

ШЕМАРОВ А.И.

Белорусский национальный технический университет

К классическим задачам, «нарушающим» законы коммутации при анализе переходных процессов относится задач о подключении к заряженному идеальному конденсатору параллельно незаряженного идеального конденсатора. При перезарядке конденсаторов согласно закону сохранения заряда напряжение на конденсаторах устанавливается равным и согласно перераспределению заряда в зависимости от емкостей соединяемых в систему конденсаторов. Если рассмотреть этот процесс с точки зрения закона сохранения энергии, где накопленная в конденсаторе энергия пропорционально квадрату напряжения и половине емкости конденсатора, то напряжение установившееся в системе после коммутации, должно быть большим, чем вычисленное с использованием закона сохранения заряда.

Для анализа была использована схема, в которую было включено последовательно два конденсатора (C_1 – заряженный и C_2 – незаряженный) и четыре резистора, общим сопротивлением R . Составлена система уравнений с использованием баланса энергий.

В результате решения системы уравнений в общем виде, была выведена формула энергии теряющейся при перезаряде конденсаторов. Доказано, что величина потерь не зависит от величины сопротивления в цепи, а энергия затрачиваемая на перезаряд конденсаторов определяется как произведение половины квадрата напряжения заряженного до коммутации конденсатора на общую емкость последовательно включенных конденсаторов C_1 и C_2 и не зависит от сопротивления R . Полученная формула позволила объяснить факт того, что в реальных системах при проведении подобных коммутаций общее напряжение на конденсаторах меньше, чем теоретически ожидаемое. Это связано с наличием в конденсаторах паразитной индуктивности, отрицательное влияние которой проявляется при значительных токах в исследуемой электрической схеме. При перезаряде конденсаторов возникает колебательный процесс, каждое колебание которого приводит к потере части энергии. В результате напряжение на конденсаторах устанавливается меньше рассчитываемой величины. Основной целью решения задачи было доказательство непротиворечивости закона сохранения энергии результатам, получаемым методами анализа переходных процессов.