

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ГЕНЕРАТОРЕ ЗАТУХАЮЩЕГО ТОКА

Синегубов А.П., Шелест В.А., Копейкин Д.А.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на Дону, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается генератор затухающего тока, построенный на основе МОП-транзистора. В пакете *LTspice IV* разрабатывается компьютерная модель генератора, позволяющая исследовать его работу и уточнять параметры схемы.

Ключевые слова. Генератор затухающего тока, *LTspice*, моделирование.

COMPUTER SIMULATION OF PROCESSES IN A DAMPED CURRENT GENERATOR

Sinegubov A.P., Shelest V.A., Kopeikin D.A.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. The article considers a damped current generator based on a MOS transistor. In the *LTspice IV* package, a computer model of the generator is being developed, which allows to study its operation and refine the circuit parameters.

Keywords. Damped current generator, *LTspice*, simulation.

При реализации бесконтактных и высокочувствительных преобразователей тока представляет интерес использование эффектов безгистерезисного намагничивания и накачки магнитной индукции. На основе исследований этих эффектов нами установлены три стадии намагничивания магнитопроводов преобразователя и предложена форма огибающей тока возбуждения, показанная на рисунке 1 и позволяющая совместить в работе преобразователя оба эффекта [1].

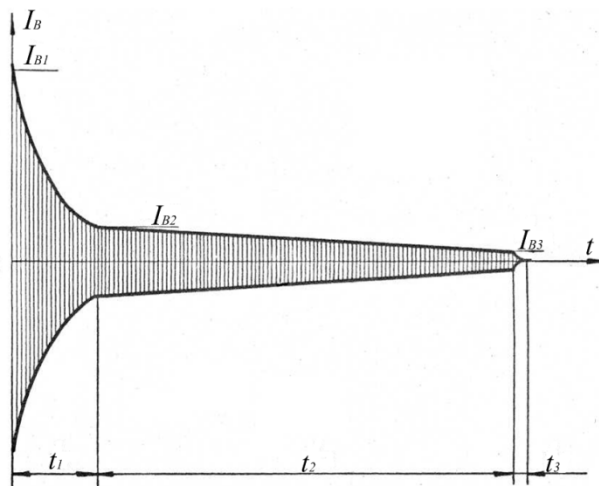


Рисунок 1 - Предлагаемый вид тока возбуждения магнитопроводов ПТ

Для регулирования величины тока в качестве электрически управляемого резистора известно [2] применение МОП-транзистора. Управляющее транзистором напряжение может формироваться с помощью RC-цепочки с изменяемой в начале каждой стадии процесса постоянной времени разряда. Схема генератора с формирователем огибающей тока возбуждения показана на рис. 2

Ключ S_1 замыкается на время, достаточное для заряда конденсатора C_1 . По окончании заряда замыкается ключ S_2 , конденсатора C_1 начинает разряжаться с постоянной времени $\tau_1 = C_1 \cdot R_2$ формируя управляющее напряжения на первой стадии возбуждения магнитопроводов ПТУ. По окончании этой стадии ключ S_2 размыкается и конденсатора C_1 начинает разряжаться с постоянной времени $\tau_2 = C_1 \cdot R_3$ формируя огибающую на второй стадии возбуждения. Затем замыкается ключ S_3 и C_1 разряжается с постоянной времени τ_1 до нуля формируя треть стадию процесса.

Нагрузка включена в цепи переменного напряжения, а транзистор V_1 – в диагонали выпрямительного моста $V_2 - V_5$. В результате в нагрузке будет протекать переменный ток, величина

которого определяется величиной сопротивления МОП-транзистора, зависящего от величины управляющего напряжения в данный момент времени.

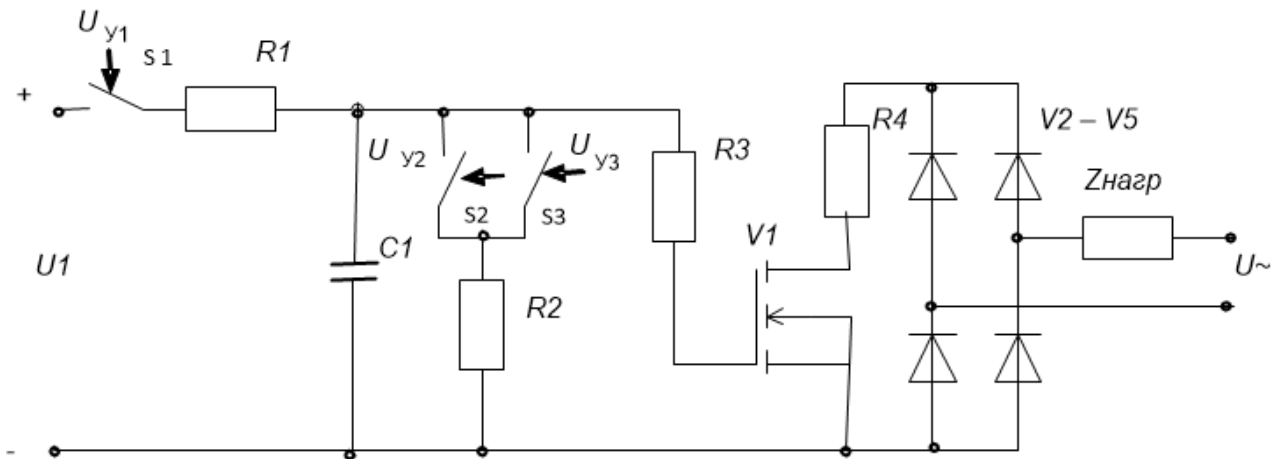


Рисунок 2 - Схема генератора

Для исследования работы генератора затухающего тока (ГЗТ) и уточнения параметров элементов представляет интерес разработка его компьютерной модели. Для решения задач моделирования аналогово-цифровых схем находит применение пакет *LTspice IV* корпорации *Linear Technology* [3]. В состав пакета входят схемный редактор, программа моделирования, система графического отображения результатов и база данных для большинства электронных компонентов и многих пассивных компонентов. Основные преимущества данного пакета - это свободная лицензия, простота использования, наличие большого количества различных функций.

В *LTspice* схема создаётся в схемном редакторе путём выбора в базе необходимых компонентов, их размещения в рабочем поле и последующего соединения. Созданная схема модели ГЗТ представлена на рисунке 3. Величины входящих в схему сопротивлений и емкостей могут быть заданы в окне свойств элемента, которое появляется при наведении указателя мыши на интересующий элемент и щелчке левой клавиши мыши. Следует обратить внимание, что в схеме использовано пять источника напряжения $V1 - V5$. В свойствах источника $V1$ задано, что он является источником постоянного напряжения величиной 12 В. Источник $V5$ является источником синусоидального напряжения, в его цепь последовательно включаются обмотки возбуждения ПТ (на схеме не показаны). Источники $V2 - V4$ заданы как импульсные источники напряжения и служат для формирования управляющих напряжений $U1, U2, U3$ для ключей $S1, S2, S3$.

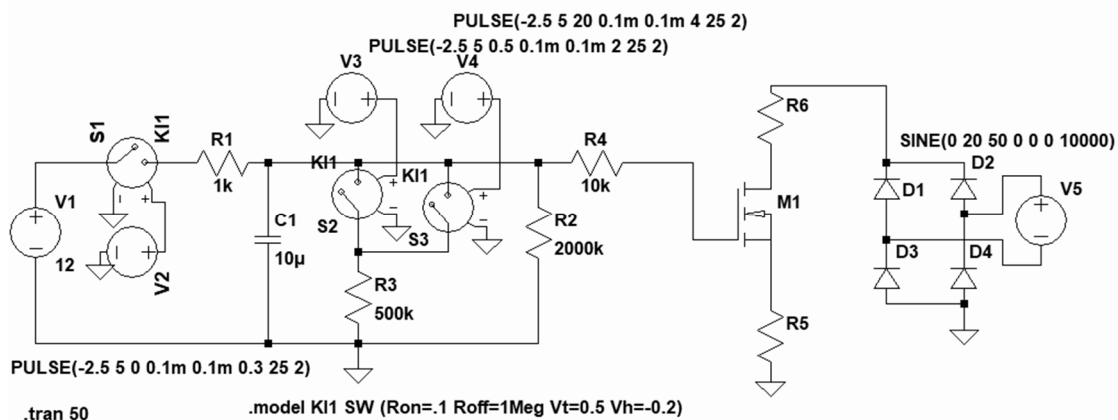


Рисунок 3 - LTC - модель ГЗТ

Для проведения анализа процессов достаточно щёлкнуть левой кнопкой мыши по иконке *Run* на панели инструментов. После этого активизируется окно *Edit Simulation Command* (Редактирование команды моделирования), в котором, по умолчанию, выбрана вкладка *Transient*. На этой вкладке, как минимум, нужно определить время остановки анализа процесса (*Stop Time*). В нашем примере установлено время 50 с.

Чтобы посмотреть форму напряжения на произвольном узле схемы, надо приблизить к нему курсор мыши. Оказавшись в районе проводника, курсор трансформируется в щуп красного цвета. Для

вывода диаграммы напряжения на плоттер необходимо щёлкнуть левой кнопкой мыши. По умолчанию плоттер показывает напряжение на выбранном узле, относительно "земли". Чтобы увидеть токи в компонентах схемы, достаточно навести курсор на компонент или подвести к одному из выводов компонента, имеющего более двух выводов. Курсор трансформируется в токовые клещи.

На рисунке 4 показаны временные диаграммы напряжения на конденсаторе $C1$ и тока в цепи нагрузки I_B .

Длительность импульса управления $U1$ и время задержки импульса управления $U2$ должны быть достаточны для зарядки конденсатора $C1$. Изменяя длительность импульса $U2$ можно регулировать длительность первой стадии возбуждения. Время задержки импульса управления $U3$ определяет длительность второй стадии процесса, а его длительность – третьей стадии.

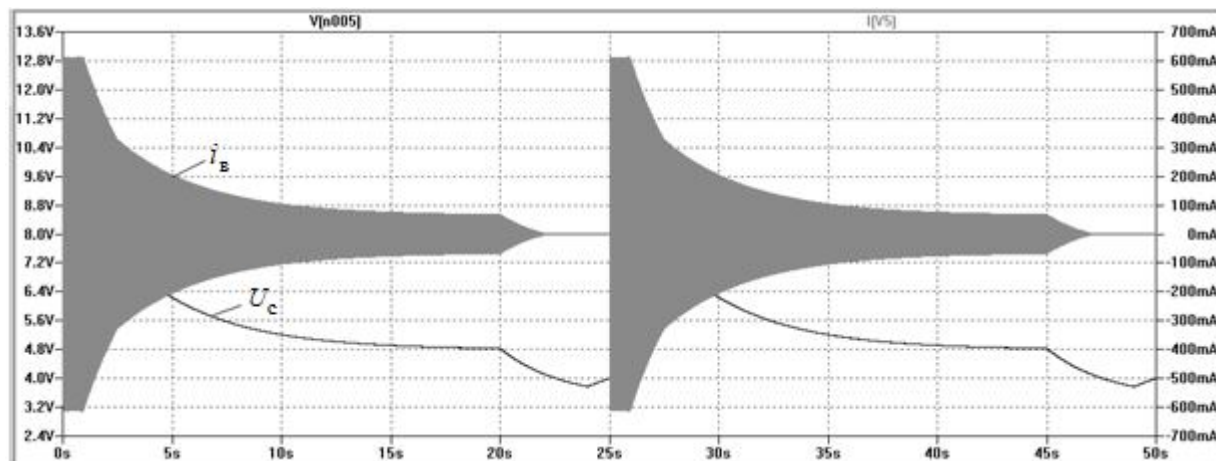


Рисунок 4 - Временные диаграммы тока возбуждения I_B ПТ и напряжения на конденсаторе U_C

Таким образом, модель позволяет легко изменять длительности стадий процесса, постоянные времени затухания тока, его частоту, начальную амплитуду и проводить исследование работы ГЗТ, а по его результатам уточнять параметры схемы.

Список использованных источников

1. Синегубов А.П. Методы и средства контроля сопротивления изоляции автономных электроэнергетических систем: монография / А.П. Синегубов. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2013. – 86 с.
2. Зотова Н.М. Формирователь затухающего переменного тока / Н.М. Зотова // Приборы и системы управления. – 1978. – №11. – С. 37-38.
3. Сохор Ю.Н. Моделирование устройств в пакете LTspice/SwCad Ext. Учебно-методическое пособие. Псковск. гос. Политехн. ин-т –Псков: Издательство ППИ, 2008. – 165 с.