

РАЗРАБОТКА ЭКВИВАЛЕНТНОЙ СХЕМЫ МЕМРИСТОРА

Шотов В.С., студ., Черненко Д.В., ст. преп., Соколова А.С., ст. преп.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В рассмотрены вопросы моделирования работы мемристора и сформулированы ограничения на применение полученной модели.

Ключевые слова: мемристор, ВАХ, эквивалентная схема, Multisim.

Мемристор – пассивный электронный элемент, изменяющий свое сопротивление в зависимости от прошедшего через него заряд.

Наиболее примечательным свойством мемристора является то, что он может сохранять свое электронное состояние (сопротивление) даже при отсутствии тока. Благодаря этому свойству, вычислительные системы на основе мемристора могут выполнять более сложные задачи, чем элементы памяти построенные на классической логике.

Важнейшей характеристикой, на основании которой можно оценивать работу практически любого электронного прибора является зависимость тока от напряжения, так называемая вольтамперная характеристика (ВАХ).

Получим аналитическую зависимость ВАХ мемристора. Система уравнений связывающая напряжение u и ток i с магнитным потоком ψ и зарядом q посредством коэффициентов k_m и h_m :

$$\begin{cases} u = k_m \psi; \\ i = h_m q. \end{cases} \quad (1)$$

Для создания модели мемристора в качестве основы возьмем аналитическое выражение ВАХ диода, которая имеет вид:

$$i = I_s e^{\frac{u}{U_t}}, \quad (2)$$

где U_t – напряжение теплового потенциала; I_s – обратный ток насыщения.

Подставив в уравнение (2) выражения для напряжения и тока из системы (1), получим:

$$h_m q = I_s e^{\frac{k_m \psi}{U_t}}. \quad (3)$$

Прологарифмируем уравнение (3):

$$\frac{k_m \psi}{U_t} = \ln \frac{h_m q}{I_s}. \quad (4)$$

Выполнив дифференцирование по времени обеих частей уравнения (4), получим:

$$\frac{k_m}{U_t} \frac{d\psi}{dt} = \frac{1}{q} \frac{dq}{dt}. \quad (5)$$

С учетом, что $u = \frac{d\psi}{dt}$, $i = \frac{dq}{dt}$, имеем:

$$\frac{k_m}{U_t} u = \frac{i}{\int_0^t i dt}. \quad (6)$$

Важным признаком мемристора является ВАХ с заземленной петлей гистерезиса (рис.

1). Другая особенность мемристора заключается в том, что петля гистерезиса сжимается с увеличением частоты возбуждения. Фактически, когда частота возбуждения возрастает до бесконечности, мемристор ведет себя как обычный резистор.

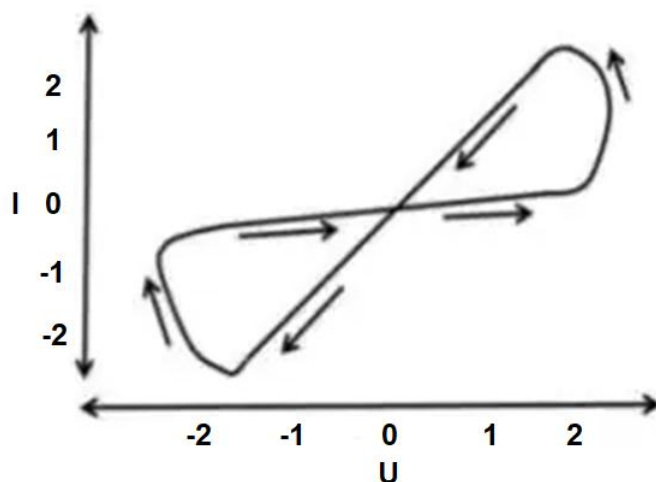


Рисунок 1 – ВАХ мемристора

На основании уравнения (6) составлена эквивалентная электрическая схема мемристора и выполнено ее моделирование в системе Multisim (рис. 2).

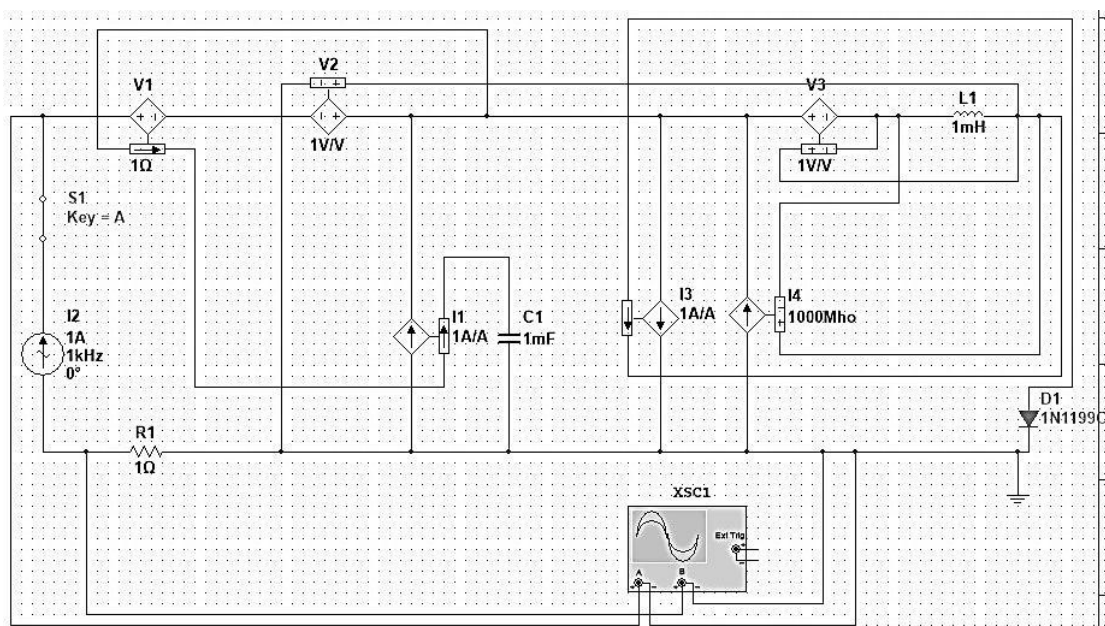


Рисунок 2 – Модель электронной схемы мемристора в Multisim.

С полученной схемой в Multisim поведен ряд экспериментов по получению ВАХ при различных параметрах питающего сигнала.

На рисунке 3 представлена осциллограмма, полученная при подаче на цепь синусоидального тока с частотой $f = 1 \text{ кГц}$ и представляющая собой ВАХ данной схемы.

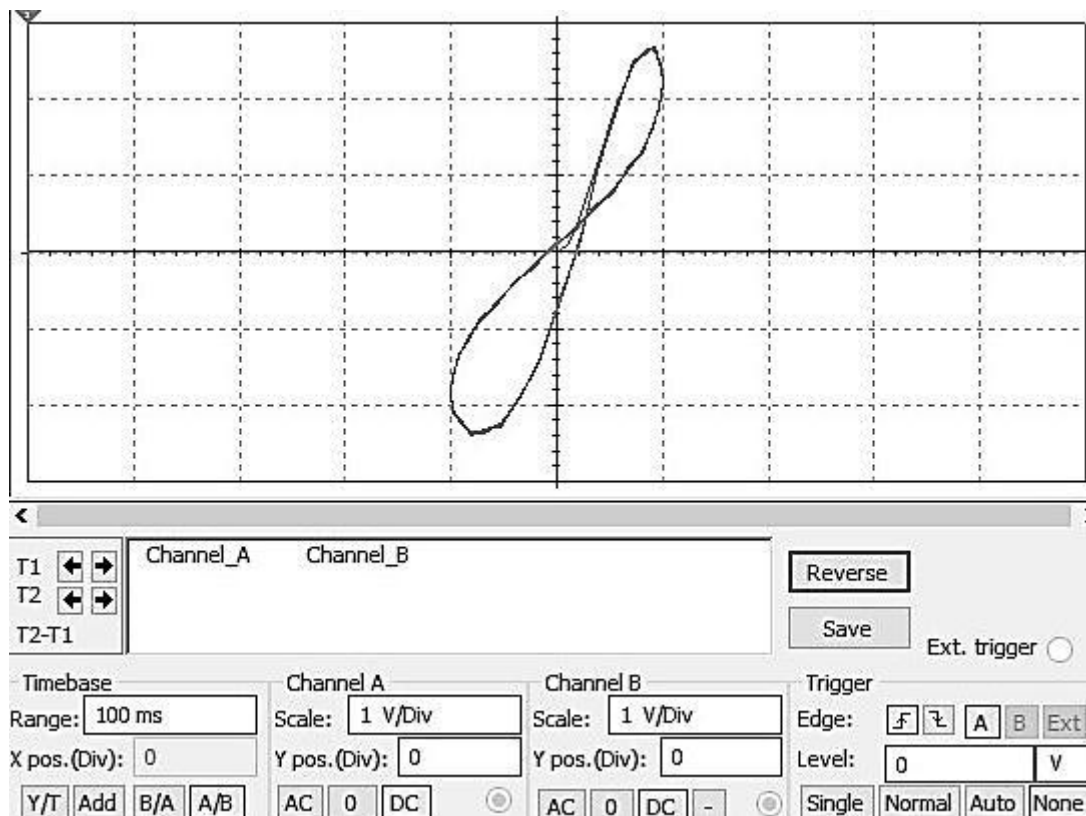


Рисунок 3 – Результаты моделирования

Как видим, полученная характеристика представляет собой наклонную «8» и очень близка к ВАХ мемристора, представленной на рисунке 1. Таким образом, полученная схема эквивалентна мемристору.

При увеличении частоты источника тока до 100 кГц ВАХ уже становится не косою «8», а овал, из этого можно сделать вывод, что схема неустойчива. При уменьшении частоты источника до 100 Гц тока ВАХ становится более пологой и приближается к горизонтальной оси, и характеристика схемы приближается к характеристике резистора.

Таким образом, можно сделать вывод, что разработанная эквивалентная мемристору схема, позволяет моделировать работу электрических цепей на базе данных элементов. Однако стоит отметить, что схема пригодна только для определённого диапазона частот, за пределами которого она нуждается в корректировке элементной базы.

УДК 621.38:004.94

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ПРОГРАММАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ

Добыш Д.С., студ., Куксевич В.Ф., ст. преп., Черненко Д.В., ст. преп.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрены вопросы реализации элементов вычислительных систем в программе моделирования электронных схем Logisim и, в частности, проектирование арифметико-логического устройства.

Ключевые слова: компьютер, ЭВМ, моделирование, триггер, регистр, арифметико-логическое устройство.

Современный компьютер является сложной системой, которая за долгое время