

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Изучение зависимости параметров резисторов от температуры

Цель работы: исследовать зависимость сопротивления от температуры.

Программное обеспечение: Пакет "Electronics Workbench Multisim v14.0".

1. Краткие теоретические сведения

Резистор (от латинского *resisto* – сопротивляюсь) – пассивный элемент электрической цепи, обладающий постоянным или переменным значением электрического сопротивления.

Электрическое сопротивление – это физическая величина, которая характеризует свойства проводника препятствовать прохождению электрического тока. Единицей измерения сопротивления является – ом.

Главная функция резистора – контролировать и ограничивать действие электрического тока.

Резисторы являются наиболее часто используемыми элементами электронных схем и применяются в аппаратуре различного назначения, работающей в различных условиях эксплуатации.

Наиболее существенное влияние на работоспособность резисторов оказывает повышенная температура и повышенная влажность окружающей среды. Наряду с внешней температурой на резисторы в составе аппаратуры дополнительно воздействует тепло, выделяемое другими сильно нагревающими при работе аппаратуры элементами, в частности, мощными модуляторными и генераторными транзисторами, резисторами, трансформаторами. Повышенная температура вызывает тепловое старение проводников, контактных и изоляционных материалов, из которых изготовлены детали резисторов.

Сочетание электрической нагрузки и повышенной температуры усиливает локальные перегревы в дефектных участках проводящего элемента и контактных узлах резисторов, ускоряет процессы электролиза в керамическом основании, содержащем окислы щелочных металлов.

При воздействии низких температур ухудшаются механические свойства изоляционных материалов (повышается хрупкость, уменьшается эластичность), увеличивается вязкость, что может вызвать нарушение герметичностью и прочности контактных узлов, снижение механической прочности и износоустойчивости резисторов. Циклические воздействия температур (смена дневной жары ночными заморозками, чередование нагрева и охлаждения при подъёме и посадке самолетов) приводят к появлению трещин, пор и зазоров в деталях и узлах резисторов и способствуют их росту при замерзании конденсированной в них влаги.

Воздействия эксплуатационных факторов в процессе испытаний и работы резисторов в составе аппаратуры, а также в условиях хранения изделий и аппаратуры приводят к изменению их параметров, в первую очередь основного параметра – *сопротивления*.

В зависимости от материала токопроводящего слоя и от технологии изготовления резисторы делятся на углеродистые, бороуглеродистые,

металлопленочные, металлоокисные, композиционные и керметные (композиционные).

Среди непроволочных резисторов наиболее устойчивыми к воздействию данных факторов являются углеродистые, тонкослойные керметные или металлоокисные резисторы. Величина сопротивления этих резисторов может как уменьшаться (за счет структурных изменений проводящего элемента, выделения из него летучих веществ, отвердевания защитного покрытия), так и увеличивается (за счет окисления проводящего материала и переходных контактов, адсорбции газов и паров из окружающей среды). Уменьшение сопротивления металлодиэлектрических резисторов (МЛТ) чаще всего наблюдается при эксплуатации резисторов в облегченном тепловом режиме, когда преимущественное значение имеют отрицательные компоненты старения. Углеродистые резисторы из-за недостаточной плотности проводящего слоя могут уменьшать свое сопротивление в течение длительного времени (сотни – тысячи часов) и в предельно допустимых по нормативно-технической документации (НТД) нагрузочных режимах.

Стабильность композиционных резисторов определяется в основном стабильностью связующих диэлектрических материалов, входящих в состав резистивной композиции. Наибольшей нестабильностью отличаются композиционные резисторы с проводящим элементом на органической основе. Происходящие в процессе эксплуатации отверждение и объемная усадка связующего материала приводят к уменьшению сопротивления, а его термоокислительная деструкция – к увеличению сопротивления. Процесс полимеризации заканчивается обычно через несколько сотен часов и более в зависимости от теплового режима резистора, после чего начинается незначительное непрерывное возрастание сопротивления за счет разрушения связующей основы. Среди композиционных переменных резисторов наиболее стабильны керметные резисторы.

Изменение сопротивления проволочных резисторов определяется процессами старения проволоки и контактных узлов, среди которых основную роль играют окислительные процессы, приводящие к увеличению сопротивления. В начальный период эксплуатации проволочных резисторов при небольших тепловых и электрических нагрузках, когда процессы окисления замедлены, может иметь место уменьшение сопротивления, связанное со снятием внутренних напряжений в проволоке и изменением ее микроструктуры. Снижение электрической прочности эмалевого покрытия проводов в результате его термоокислительной деструкции приводит к замыканию витков катушки и уменьшению сопротивления резисторов многослойной катушкой.

Основными параметрами резистора является номинал, мощность, ТКС и допуск.

Зависимость сопротивления от температуры определяется температурным коэффициентом сопротивления.

Температурным коэффициентом сопротивления (ТКС) называется величина, характеризующая относительное изменение сопротивления при изменении температуры на один градус Кельвина или Цельсия. ТКС может быть, как положительным, так и отрицательным. Чем меньше ТКС, тем лучшей температурной стабильностью обладает резистор.

2. Порядок проведения работы

- 2.1. Из приложения А выбрать вариант в соответствии с номером журнала.
- 2.2. Определить зависимость сопротивления резистора от температуры по пункту 3.
- 2.3. Оформить отчет.

3. Порядок проведения работы в программе "Multisim"

- 3.1. Откройте программу "Multisim".
- 3.2. Создайте новый файл "Файл – Создать схему" либо нажмите комбинацию клавиш "Ctrl+N", рисунок 1.1.

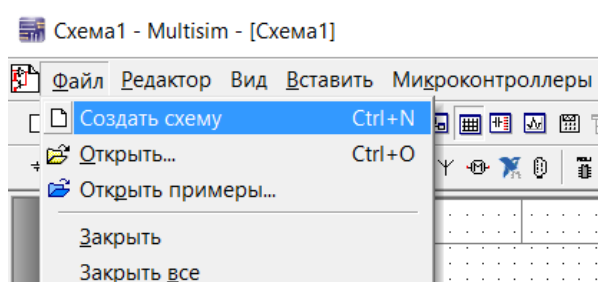



Рисунок 1.1 – Создание нового файла в программе "Multisim"

3.3. Сохраните файл под своей фамилией на рабочем столе для написания отчета. Для этого нажмите на ярлык сохранения "  " или комбинацию клавиш "Ctrl+S", рисунок 1.2.

3.4. В верхней панели нажмите "Вставить – Компонент" или комбинацию клавиш "Ctrl + W", рисунок 1.3. Появится окно "Выбор компонента". Также открыть окно можно нажатием на рабочем поле правой клавишей мыши и кнопкой "Установить компонент".

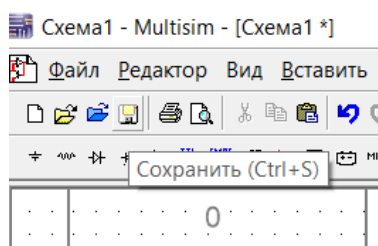


Рисунок 1.2 – Сохранение файла в программе «Multisim»

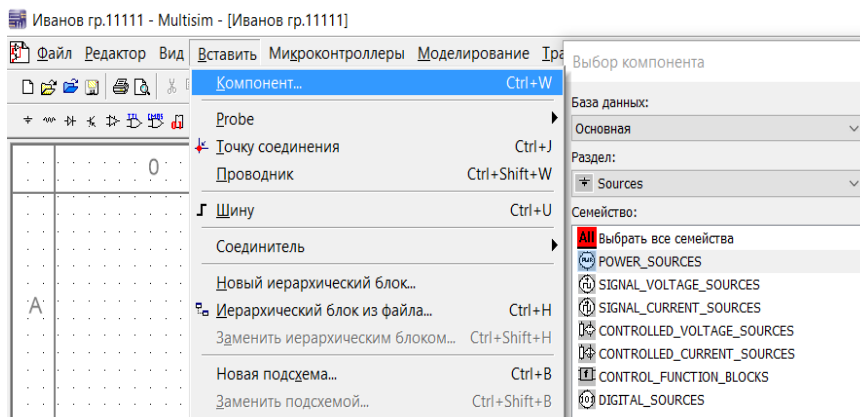


Рисунок 1.3 – Окно "Выбор компоненты"

3.5. В окне "Выбор компонента" выбираются разнообразные элементы электрической цепи. Во вкладке "Раздел" – "Basic", чуть ниже во вкладке "Семейство" – "RESISTOR". Выберите номинал резистора (приложение А) по поиску во вкладке "Компонент" или прокручивая колёсиком мыши. После того, как был найден нужный номинал, нажимайте на него левой клавишей мыши и сверху справа кнопку "OK", рисунок 1.4.

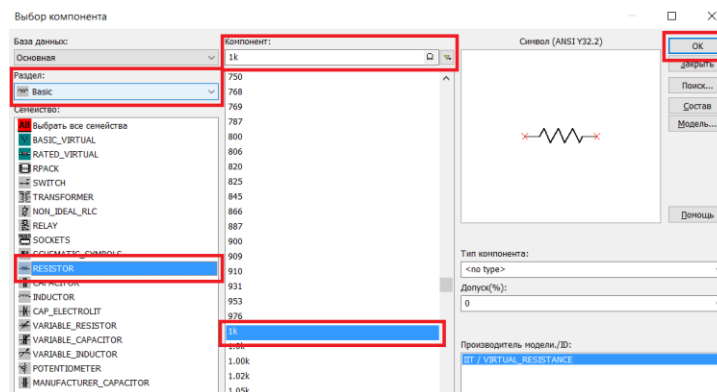


Рисунок 1.4 – Выбор компонента электрической цепи в программе "Multisim"

3.6. После выбора резистора поставьте элемент на рабочее поле, нажав левую клавишу мыши.

3.7. Нажмите двойным щелчком левой клавиши мыши на поставленный резистор. Откроются параметры резистора. Номинал можно видеть в строчке "Сопротивление (R)", а допуск выставить равным 10% в строчке "Допуск", рисунок 1.5.

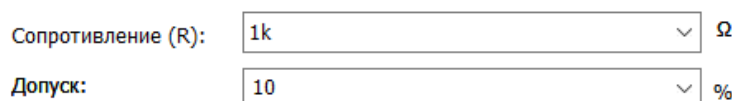


Рисунок 1.5 – Пример выставление параметров

3.8. Чуть ниже найдите дополнительные параметры "Добавления параметров SPICE моделирования". В строчке "Температура (TEMP)" поставьте галочку и значение температуры равное 0°C. В строчке "Температурный коэффициент (TC1)" поставьте галочку и значение своего варианта, из приложения А. Пример, рисунок 1.6.

<input checked="" type="checkbox"/> Температура (TEMP):	<input type="text" value="0"/>	°C
<input checked="" type="checkbox"/> Температурный коэффициент (TC1):	<input type="text" value="0.0005"/>	1/°C

Рисунок 1.6 – Пример выставление дополнительных параметров

3.9. Справа сверху в вертикальный столбик находятся приборы. Выбрать верхний из них "Мультиметр" и поставить рядом с резистором, рисунок 1.7.

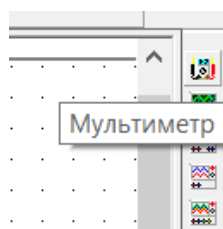


Рисунок 1.7 – Панель измерительных приборов

3.10 Соедините мультиметр с резистором проводниками. Для этот нажмите на выход одного из элементов и протяните проводник до другого, рисунок 1.8.

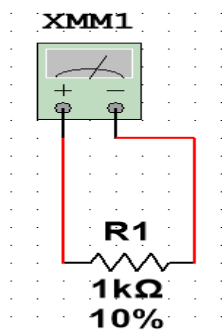


Рисунок 1.8 – Пример соединение элементов проводниками

3.11. Откройте в окне "Выбор компонента" вкладку "Раздел" – "Sources". Во вкладке "Семейство" – "POWER SOURCES". После во вкладке "Компонент" найдите элемент "GROUND" и соедините его со схемой, рисунок 1.9.

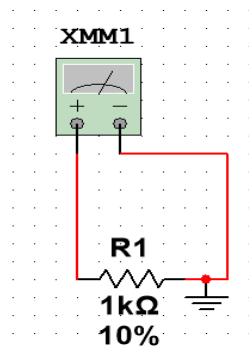


Рисунок 1.9 – Схема для исследования зависимости сопротивления резистора от температуры

3.12. Двойным щелчком левой клавишей мыши откройте рабочее окно мультиметра и настройте его, как показано на рисунке 1.10.

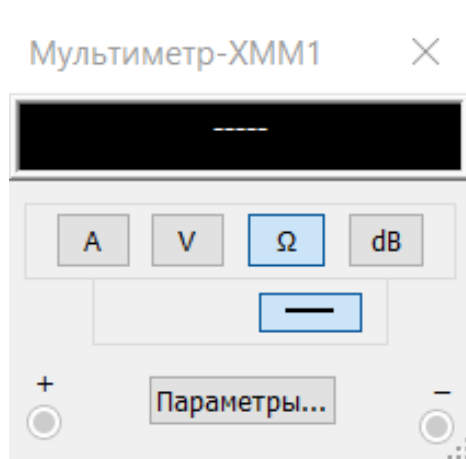



Рисунок 1.10 – Настройка мультиметра в режим работы омметра

3.13. Запустите схему нажатием кнопки " " или клавишей "F5". Мультиметр покажет значения сопротивления резистора при температуре равной 0°C. Запишите значение сопротивления при данной температуре в таблицу 1.1.


3.14. Остановите схему нажатием кнопки " ". Повторите пункт 3.8 изменяя температуру резистора от 0 до 120°C. Запишите значения сопротивления при каждой температуре.

Таблица 1.1 – Результат измерений

Номер опыта	Температура, °C	Сопротивление, Ом
1		
...		
п-ый		

3.15. По полученным данным составьте график зависимости сопротивления резистора от температуры. Пример на рисунке 1.11

4. Содержание отчета

4.1 Цель работы.

4.2 Таблица с исходными данными.

4.3 Таблица с полученными данными из программы "Multisim".

4.4 Построенный график зависимости сопротивления от температуры по полученным значениям.

4.5 Выводы по работе.

5. Контрольные вопросы

5.1 Что такое резистор, как элемент электрической цепи?

5.2 Что влияет на стабильность резистора?

5.3 Что показывает ТКС?

5.4 Какие типы резисторов имеют меньший и больший ТКС соответственно?

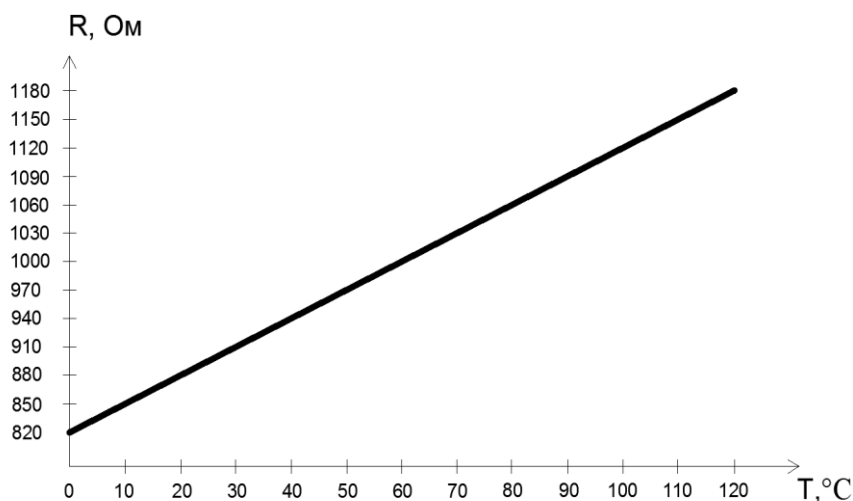


Рисунок 1.11 – График зависимости сопротивления резистора от температуры