

УДК 621.355.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЯ АМПЛИТУДЫ НАПРЯЖЕНИЯ
В ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАБОРАТОРИИ
VOLTAGE AMPLITUDE METER SIMULATION
IN THE ELECTRONIC LABORATORY

И.В. Кулинич, Е.А. Шетик

Научный руководитель – Ю.В. Бладыко, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

I. Kulinich, E. Shetik

Supervisor – Y. Bladyko, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian National Technical University, Minsk

Аннотация: Рассмотрена модель простейшего измерителя амплитуды синусоидального напряжения на диоде и конденсаторе в электронной лаборатории Electronics Workbench. Конденсатор при отсутствии нагрузки заряжается до амплитудного значения. Идеальный вольтметр не вносит погрешности в измерении амплитудного значения. Погрешность появляется при измерении невысоких напряжений и связана с падением напряжения на диоде. Показана работоспособность измерителя при разных значениях напряжения и разных частотах.

Abstract: A model of the simplest sinusoidal voltage amplitude meter on a diode and a capacitor in the Electronics Workbench is considered. The capacitor is charged to the amplitude value in the absence of a load. An ideal voltmeter does not introduce errors in the measurement of the amplitude value. The error appears when measuring low voltages and is associated with a voltage on the diode. The performance of the meter is shown at different voltage values and different frequencies.

Ключевые слова: диод, конденсатор, преобразователь, вольтметр, частота, осциллограф.

Keywords: diode, capacitor, converter, voltmeter, frequency, oscilloscope.

Введение

Моделирование измерителя амплитуды напряжения выполнялось в электронной лаборатории Electronics Workbench (EWB) [1, 2].

Рассматривается простейший измеритель амплитуды на диоде и конденсаторе [3 – 5]. Конденсатор при отсутствии нагрузки заряжается до амплитудного значения [6, 7]. В работе стоит задача показать работоспособность измерителя при разных значениях напряжения синусоидального сигнала и разных частотах.

Основная часть

Амплитуду синусоидального сигнала можно получить умножением действующего значения на $\sqrt{2}$. В электронной лаборатории имеется преобразователь Voltage-Controlled Voltage Source (рисунок 1). Выставив коэффициент умножителя 1,414, получим показание вольтметра в режиме AC, равное амплитудному значению измеряемого напряжения. Однако использовать это значение для дальнейшей работы невозможно, так напряжение на выходе

меняется во времени так же, как и измеряемое напряжение. Не подходит этот способ и для определения максимальных значений несинусоидального напряжения.

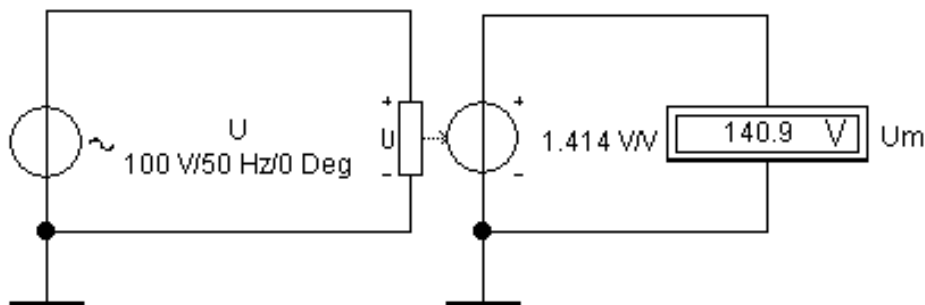


Рисунок 1 – Измерение амплитуды напряжения с помощью преобразователя Voltage-Controlled Voltage Source

Поэтому в работе принят простейший измеритель амплитуды на диоде и конденсаторе (рисунок 2). Диод принят по умолчанию идеальный, конденсатор емкостью 1 мкФ, вольтметр в режиме DC сопротивлением 100000 МОм. Конденсатор при отсутствии нагрузки заряжается до амплитудного значения (рисунок 3). Для подтверждения корректности измерения включен осциллограф, показывающий измеряемое напряжение и его амплитудное значение.

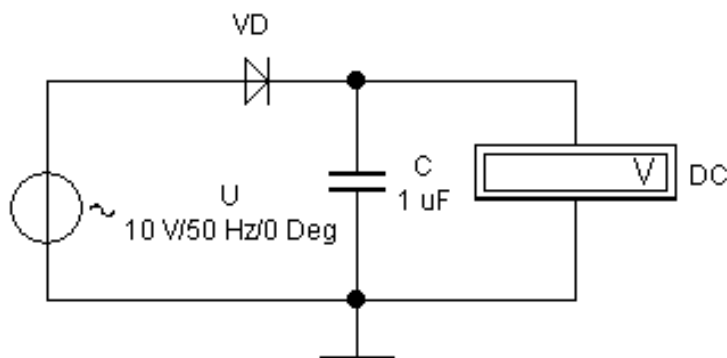


Рисунок 2 – Измерение амплитуды напряжения с помощью диода и конденсатора

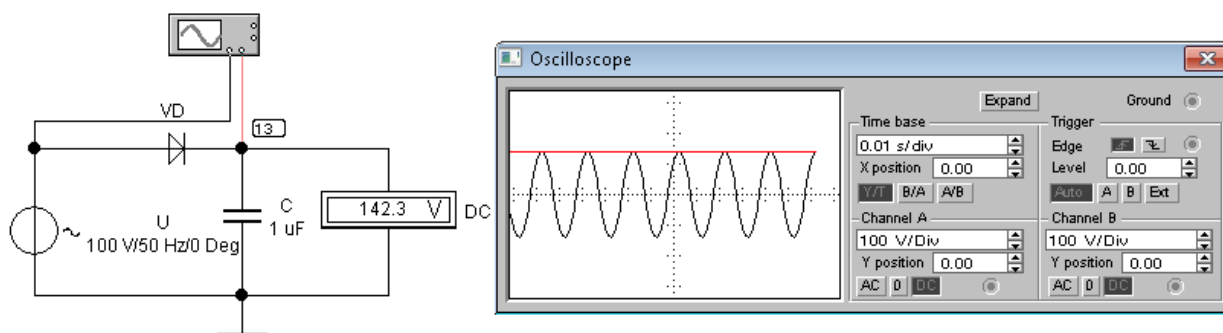


Рисунок 3 – Измерение амплитуды напряжения с подтверждением работоспособности с помощью осциллографа

Предложенный метод дает погрешность измерения до 3% при малых напряжениях (рисунок 4) из-за падения напряжения на диоде и менее 0,6% при напряжениях более 40 В (рисунок 5).

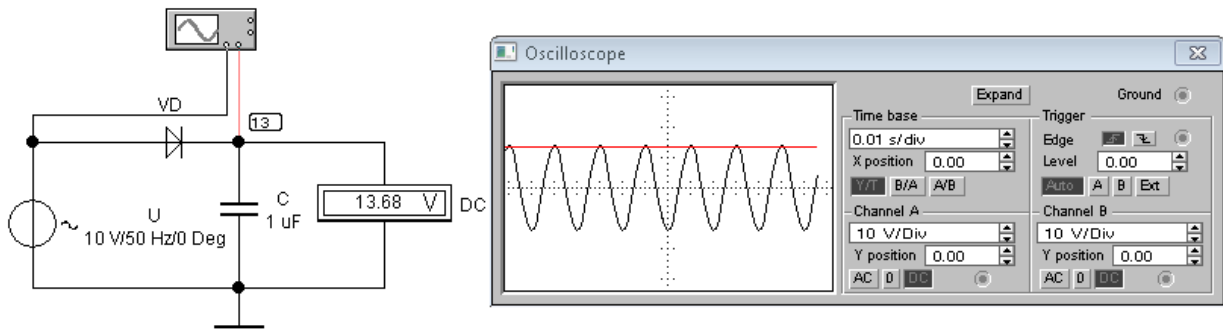


Рисунок 4 – Измерение амплитуды напряжения синусоидального источника 10 В

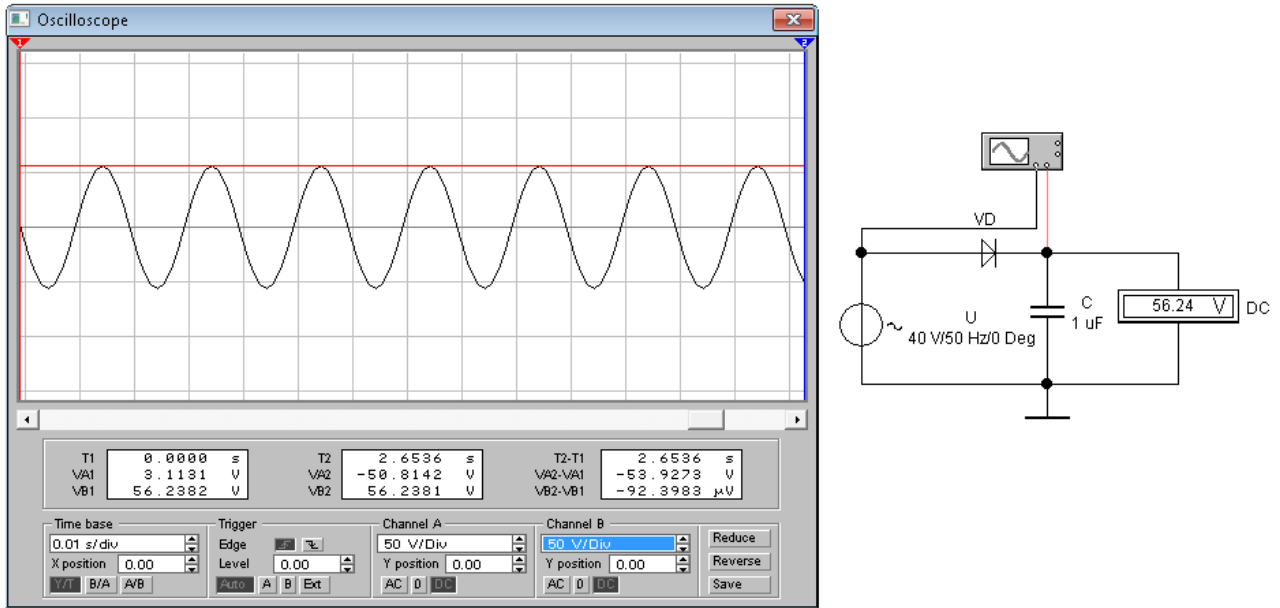


Рисунок 5 – Измерение амплитуды напряжения синусоидального источника 40 В

Для использования измерителя амплитуды в более сложных схемах сам измеритель помещен в подцепь Amplitud (рисунок 6).

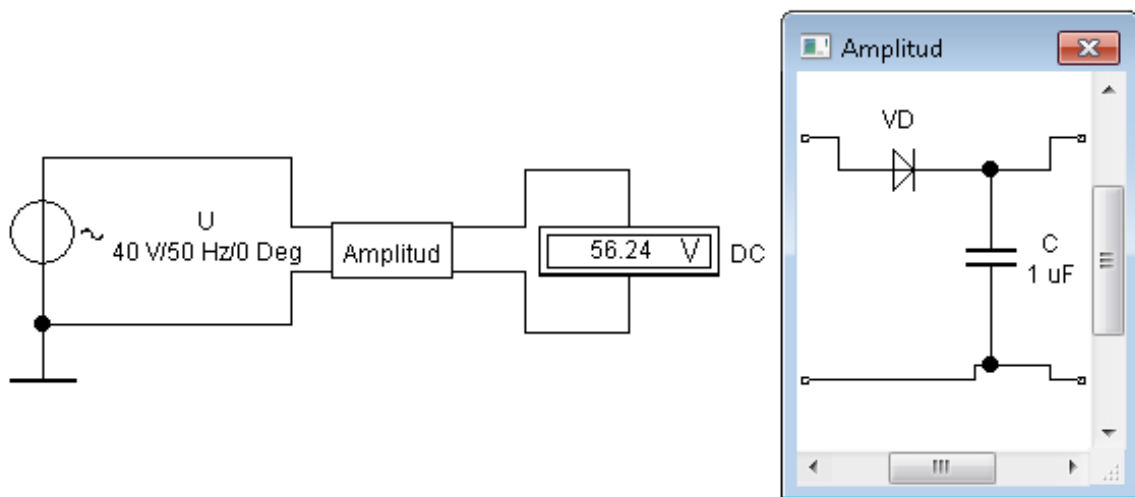


Рисунок 6 – Измеритель амплитуды напряжения – подцепь Amplitud

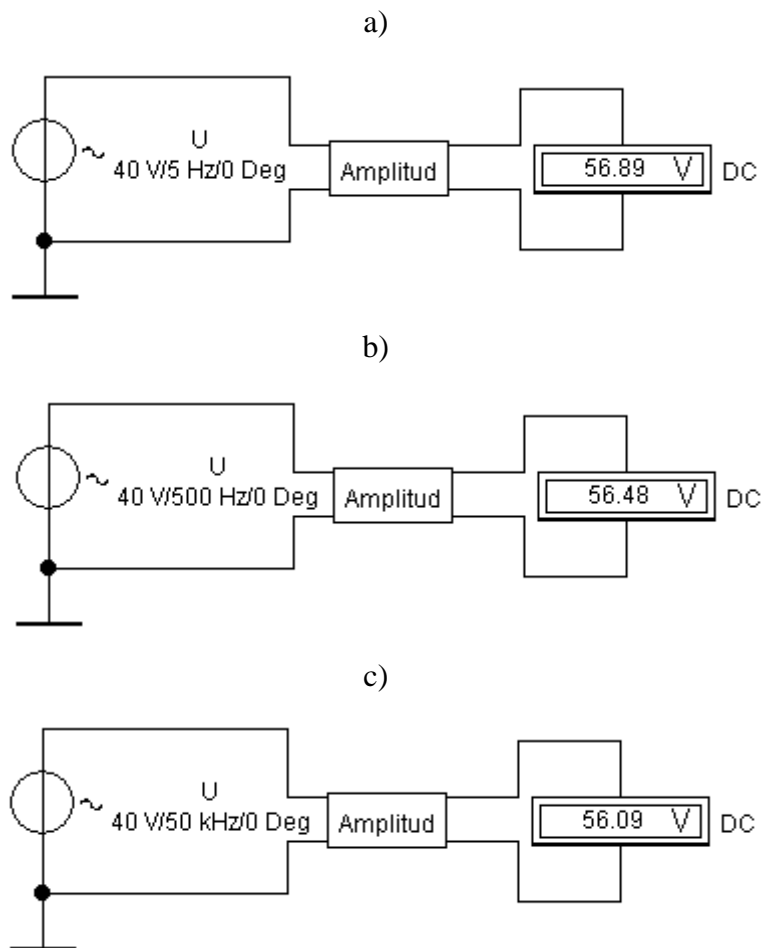


Рисунок 7 – Измеритель амплитуды напряжения при разных частотах:
 а - 5 Гц, б – 500 Гц, с – 50 кГц

Как видно из рисунков 6, 7 частота сигнала незначительно влияет на точность измерения амплитуды сигнала.

Заключение

Рассмотрена модель простейшего измерителя амплитуды синусоидального напряжения на диоде и конденсаторе в электронной лаборатории. Конденсатор при отсутствии нагрузки заряжается до амплитудного значения. Идеальный вольтметр с высоким внутренним сопротивлением не вносит погрешности в измерении амплитудного значения. Погрешность появляется при измерении невысоких напряжений и связана с падением напряжения на диоде. Показана работоспособность измерителя при разных значениях напряжения и разных частотах.

Литература

1. Бладыко, Ю. В. Электроника. Практикум. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2016. – 190 с.
2. Доброго, К. В. Моделирование сборок аккумуляторных батарей в электронной лаборатории / К. В. Доброго, Ю. В. Бладыко // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2021. – Т. 64, № 5. – С. 381-392.

3. Бладыко, Ю. В. Практические занятия в электронной лаборатории. В 3 ч. Ч. 1: учебно-методическое пособие по дисциплине «Электроника» / Ю. В. Бладыко. – Минск: БНТУ, 2015. – 74 с.