УДК 621.316.38

Вариация параметров при моделировании стабилизаторов постоянного напряжения в электронной лаборатории

Науменко В.И.
Научный руководитель – к.т.н., доцент БЛАДЫКО Ю.В.

Моделирование преобразовательных устройств в электронной лаборатории Electronics Workbench [1] наглядно и несложно. В работе рассматривается моделирование параметрических стабилизаторов постоянного напряжения путем вариации параметров [2].

Эффективность работы стабилизатора оценивается коэффициентом стабилизации напряжения

$$k_{ст} = \frac{\Delta U_{вх} / U_{вх}}{\Delta U_{вых} / U_{вых}},$$

где $\Delta U_{вх}, \Delta U_{вых}$ - изменения входного $U_{вх}$ и выходного напряжений $U_{вых} = U_{н}$.

Для исследования в электронной лаборатории был построен параметрический стабилизатор постоянного напряжения (рис. 1). В схеме пронумерованы узлы командой меню Circuit\Schematic Options, закладка Show/Hide, где отмечен пункт меню Show nodes. Для визуализации в окне схем внутреннего имени элемента требуется отметить в окне параметров схемы пункт Show reference ID.

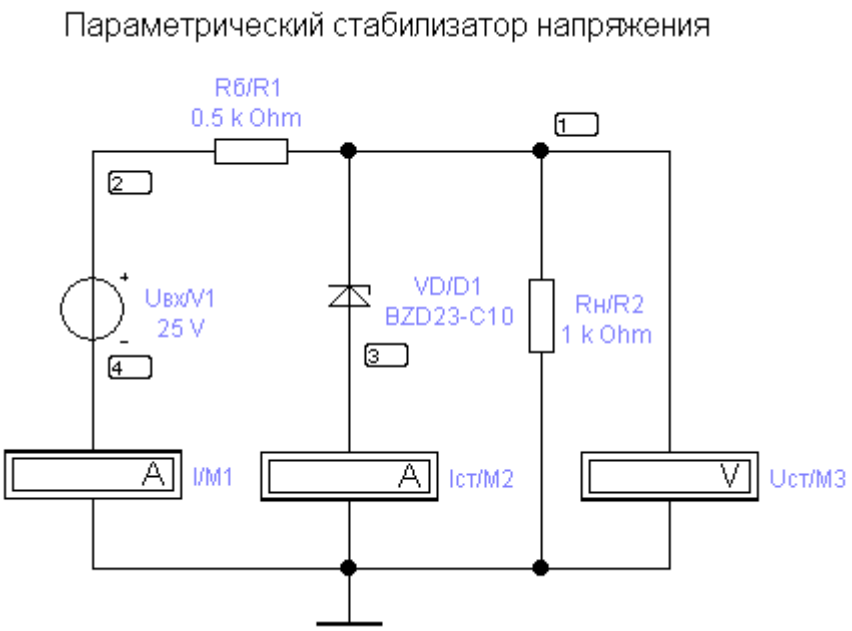

Рисунок 1 – Параметрический стабилизатор напряжения

Анализ работы стабилизатора удобно проводить с использованием вариации параметров. Так при использовании команды меню Analysis\DC Sweep в появившемся диалоговом окне (рис. 2) нужно задать параметры анализа (начальное и конечное значение напряжения, шаг его изменения, номер выходного узла) и нажать кнопку Simulate.

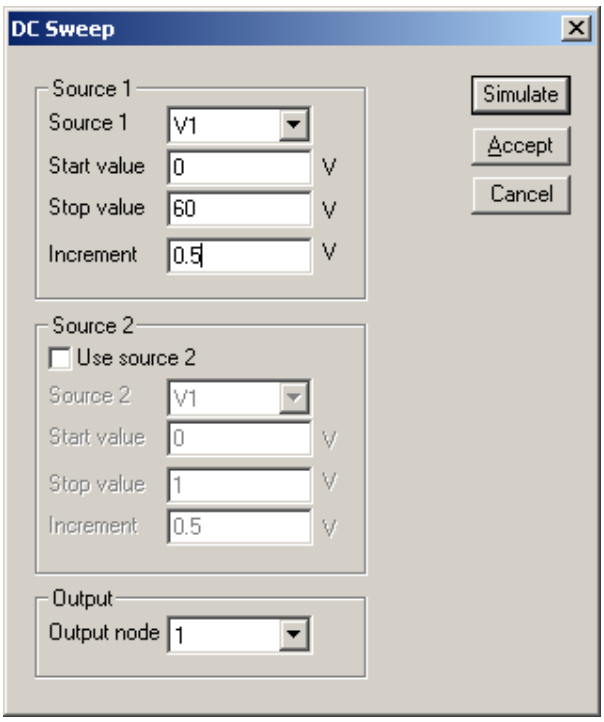

Рисунок 2 – Диалоговое окно при изменении напряжения источника V1

В окне Analysis Graphs\DC Sweep (рис. 3) строится передаточная характеристика $U_н(U_{вх})$.

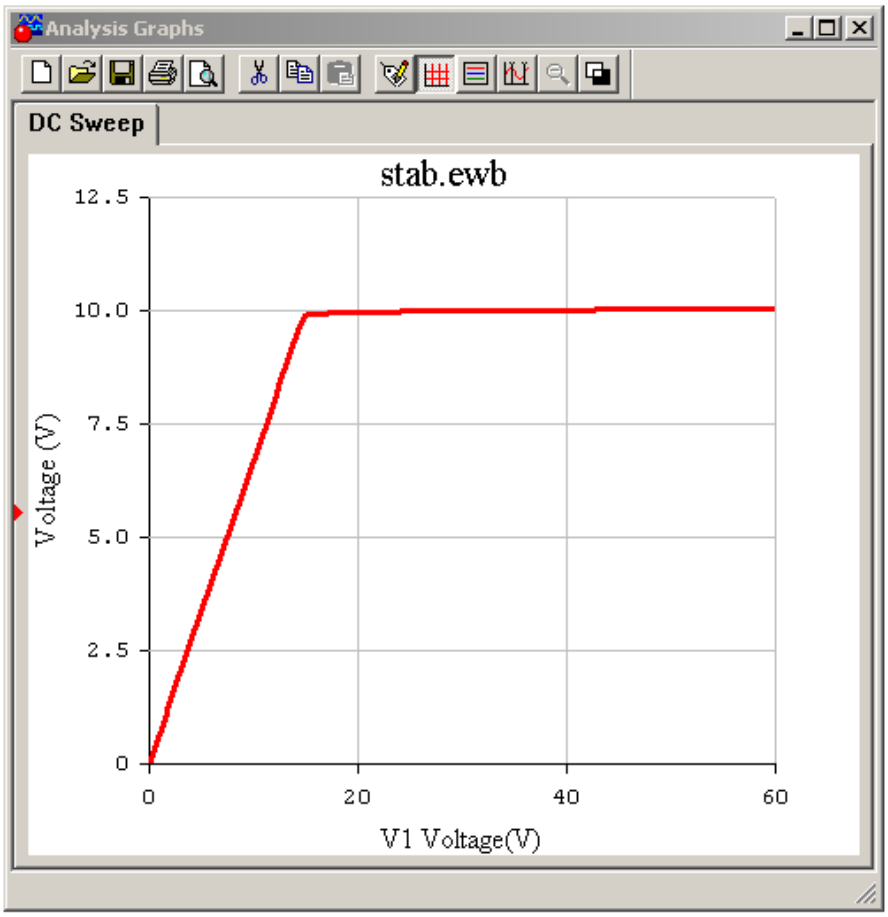

Рисунок 3 – Передаточная характеристика при изменении входного напряжения

Такой же результат можно получить при использовании команды меню Analysis\Parameter Sweep, когда появится диалоговое окно (рис. 4). В верхнем блоке параметров диалогового окна Parameter Sweep указываются внутреннее имя элемента (идентификатор) и изменяемый параметр элемента. Блок Analysis диалогового окна предназначен для установки начального и конечного значения напряжения источника, для выбора линейного или другого типа изменения параметра, для установки шага изменения напряжения и для выбора номера узла, напряжение в котором будет рассчитываться при вариации параметров. В блоке Sweep for устанавливается вид анализа.

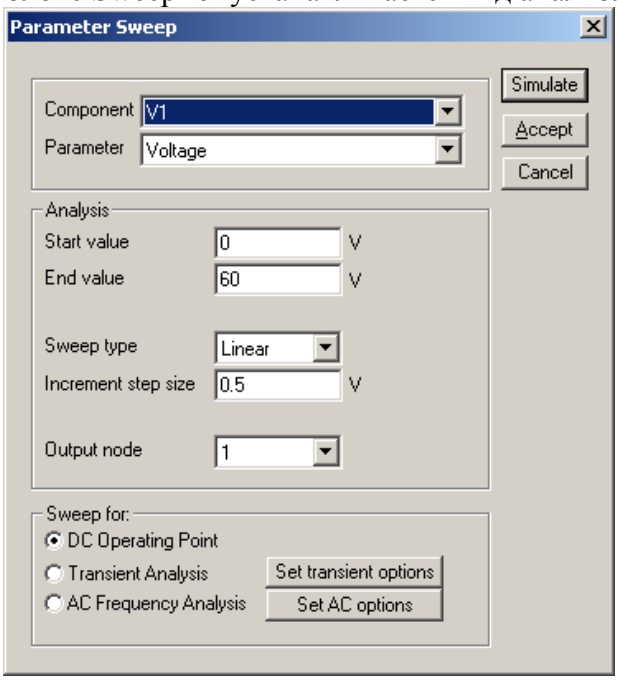

Рисунок 4 – Диалоговое окно при вариации параметра источника напряжения V1

В окне Analysis Graphs\Parameter (рис. 5) строится передаточная характеристика $U_н(U_{вх})$.

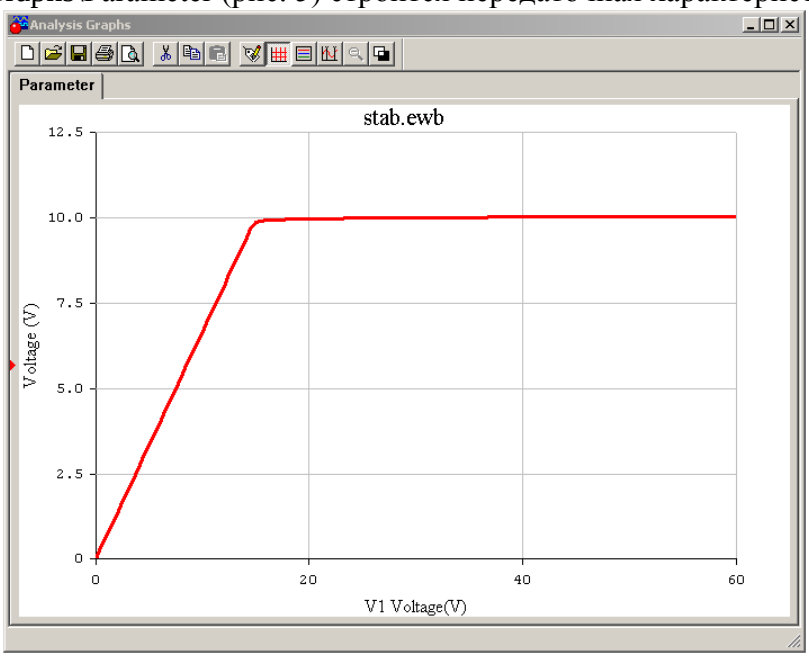

Рисунок 5 – Передаточная характеристика при изменении напряжения путем вариации параметров

При использовании указателей в окне Analysis Graphs\Parameter (рис. 6) можно по данным дисплейного окна вычислить коэффициент стабилизации напряжения по формуле

$$k_{ст} = \frac{dx/x}{dy/y},$$

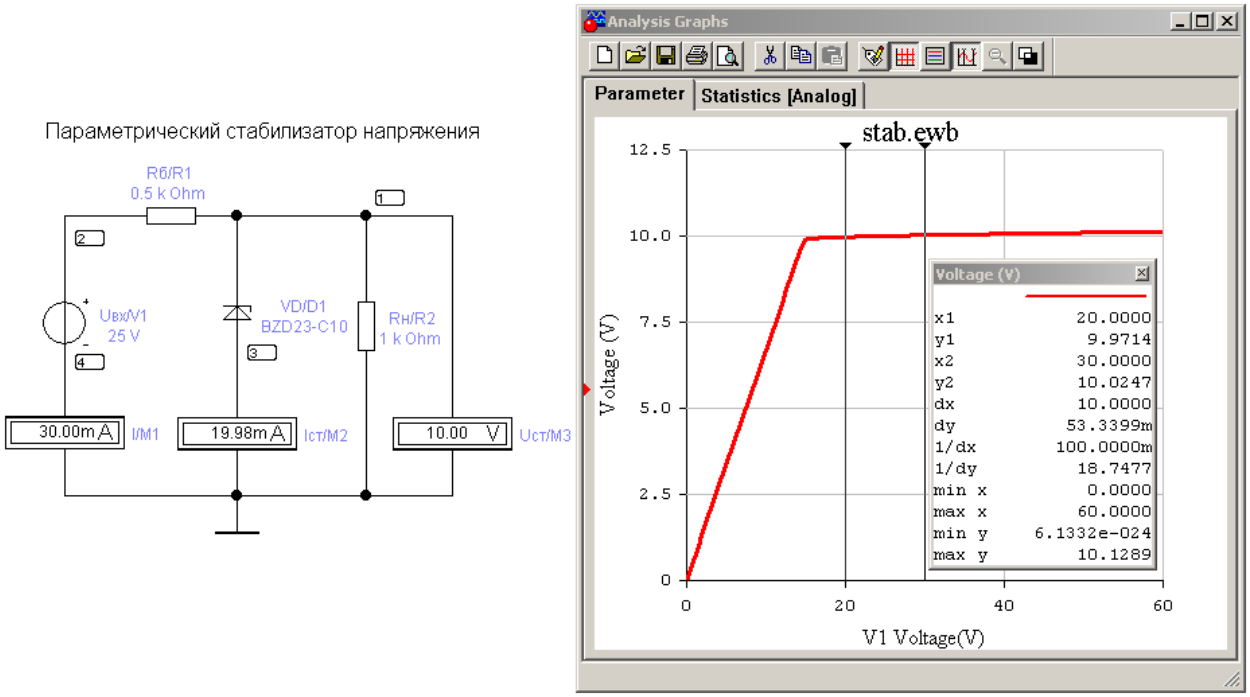

Рисунок 6 – Схема при анализе и передаточная характеристика при вариации параметров

Стабилизация напряжения возможна при токах стабилитрона выше минимальной величины, записанной в паспортных данных и связанной с началом участка электрического пробоя, о чем свидетельствует характеристика $I_{ст}(U_{вх})$, построенная путем вариации параметров (рис. 7). Значения тока пропорциональны напряжению на амперметре в узле 3.

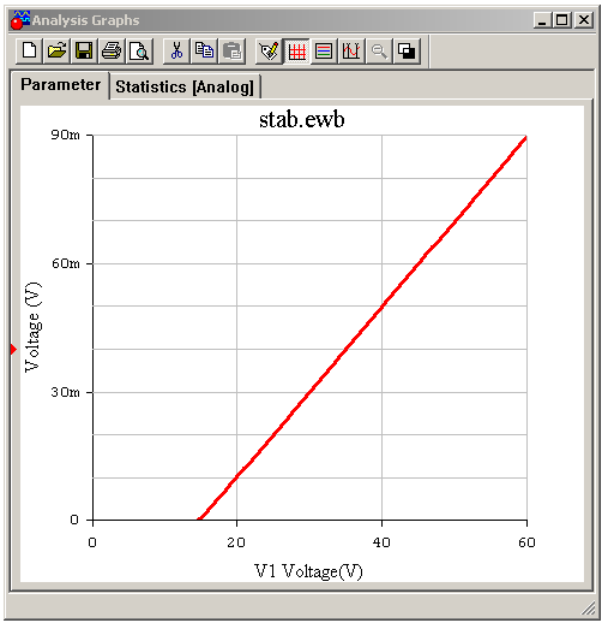

Рисунок 7 – Характеристика $I_{ст}(U_{вх})$

На рис. 8 и 9 показаны диалоговое окно и передаточная характеристика стабилизатора при вариации параметров сопротивления нагрузки $R_н$.

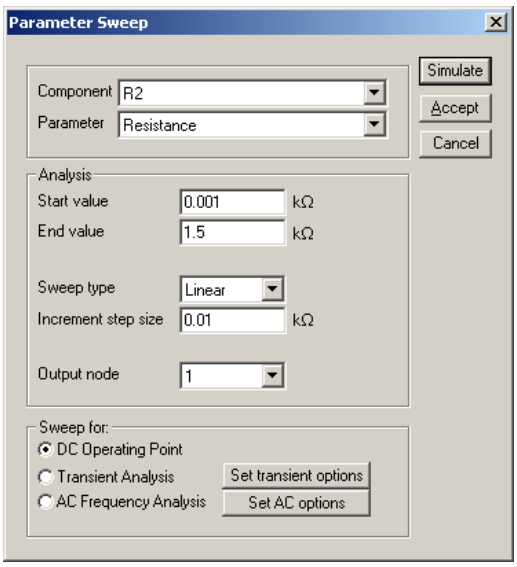

Рисунок 8 – Диалоговое окно при вариации параметра сопротивления нагрузки $R_н$

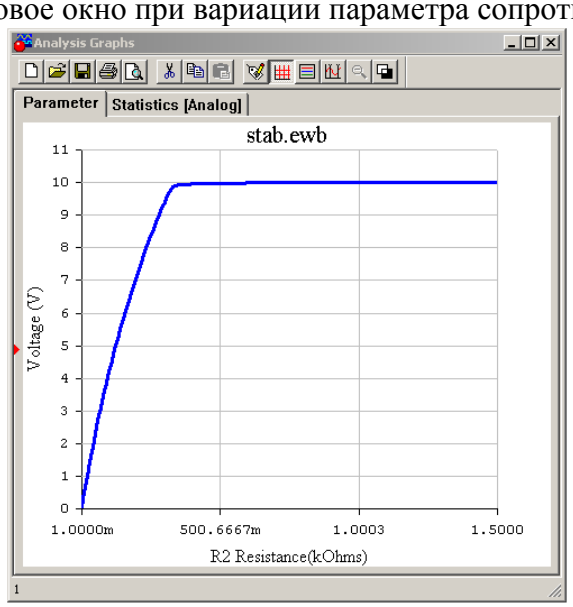

Рисунок 9 – Зависимость $U_{вых}(R_н)$

Подобные исследования с вариацией параметров можно проводить для всех схем электротехники и электроники [3]. Вариация параметров в электронной лаборатории прекрасно подходит для схем ограничителей, формирователей, импульсных схем и других устройств преобразовательной техники.

Литература

1. Бладыко Ю.В. Электроника. Практикум. – Мн.: ИВЦ Минфина, 2016.– 190 с.
2. Бладыко Ю. В. Практические занятия в электронной лаборатории: Учебно-методическое пособие по дисциплине «Электроника». В 3 ч. Ч. 1. – Мн.: БНТУ, 2015.– 74 с.
3. Сборник задач по электротехнике и электронике. Учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов/ Ю.В. Бладыко, Т.Т. Розум, Ю.А. Куварзин, С.В. Домников, Г.В. Згаевская.– Мн.: Выш. шк., 2013.– 478 с.