

ВИРТУАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ФИЗИЧЕСКИМ ОСНОВАМ ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ. ЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ «НЕ» В СХЕМОТЕХНИКЕ ТТЛ

Настоящая статья представляет четвертую из шести виртуальных лабораторных моделей электронных устройств, предназначенных для изучения физических основ цифровой электроники – логический элемент «НЕ» в схемотехнике ТТЛ. Схема изу-

чаемого устройства представлена на рис. 1.

В предыдущей статье было показано, что вычислительное электронное устройство разделено на три функциональных узла: приемник входного сигнала (№ 1 на рис. 1), узел преобразования (№ 2 на рис. 1) и формиро-

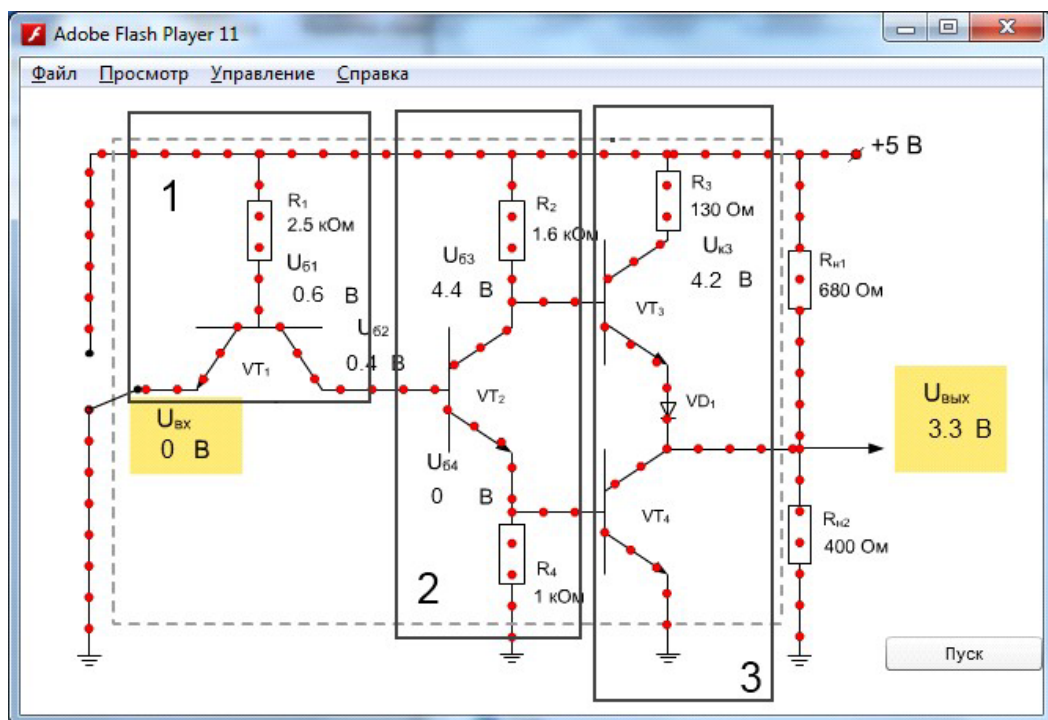
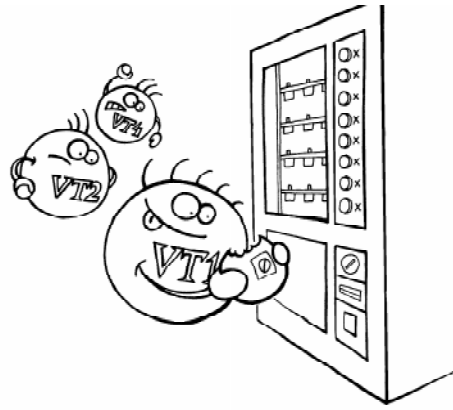


Рис. 1. Схема логического элемента «НЕ»

ватель выходного сигнала (№ 3 на рис. 1). Для имитации «выходной нагрузки» к выходу схемы подключены резисторы $R_{н1}$ и $R_{н2}$.

Так как логические элементы являются цифровыми устройствами, то значения входных напряжений должны соответствовать уровням логических сигналов в схемотехнике ТТЛ, однако для упрощения понимания работы устройства в качестве значения логического «0» в модели применено значение 0 В, а в качестве «1» – 5 В. Далее будут рассмотрены возможные варианты работы этого устройства.

При подаче входного сигнала «0» (см. рис. 1) транзистор VT1 переходит в режим насыщения, а транзисторы VT2, и как следствие VT4 – в режим отсечки. Весь ток, протекающий через резистор R_2 , поступает в базу транзистора VT3, который переходит в режим насыщения. При этом напряжение на его базе составляет 4,5 В. Таким образом, учитывая падение напряжения на база-эмиттерном переходе и на диоде VD1, выходное напряжение составляет $4,5 - 0,6 - 0,6 = 3,3$ В, что соответствует значению логической «1» ТТЛ.



При подаче входного сигнала «0» транзистор VT1 переходит в режим насыщения, а транзисторы VT2 ... VT4 – в режим отсечки.

При подаче на вход «1» (рис. 2) VT1 переходит в инверсный режим, переводя в насыщение транзистор VT2 и VT4, и разница напряжений между его коллектором и эмиттером составляет 0,4 В. При этом на базе VT3 формируется напряжение 1 В, недостаточное для открытия база-эмиттерного перехода и диода VD1, вследствие чего VT3 оказывается в отсечке. Таким образом, учитывая, что VT4 находится в насыщении, вы-

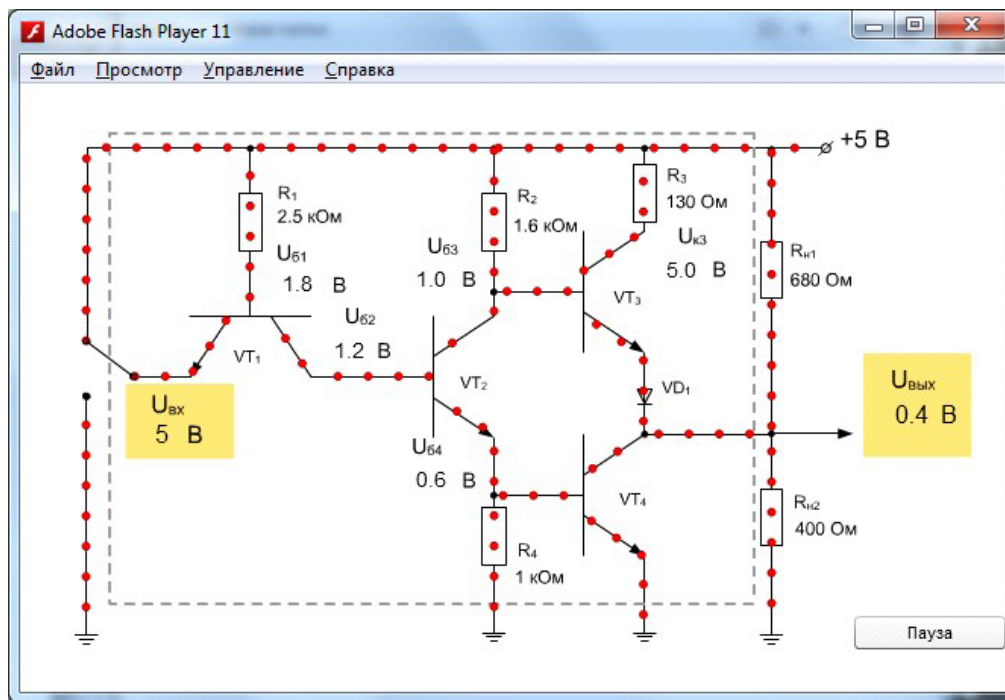


Рис. 2. Состояние схемы при логической «1»

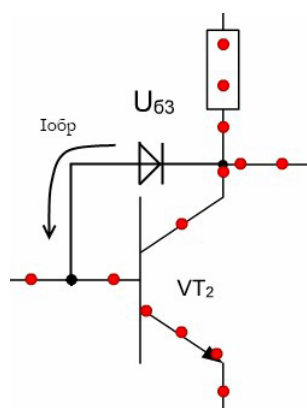


Рис. 3. Обратный ток база-коллекторного перехода

ходное напряжение $U_{\text{вых}}$ составляет 0,4 В, что соответствует логическому «0» ТТЛ.

Следует отметить некоторые особенности работы этого устройства в цифровом режиме:

1. Транзисторы VT3 и VT4 всегда находятся в противоположных состояниях (отсечка либо насыщение), что и позволяет переключательно формировать выходной цифровой сигнал.

2. Для достижения эффекта, описанного в пункте 1, транзистор VT2 (узел преобразования) должен находится в одном из двух состояний: отсечка, при котором VT3 открыт и VT4 закрыт, насыщение – VT3 закрыт

и VT4 открыт, что обеспечивается соответствующими номинальными значениями резисторов.

3. При подаче логического «0» на вход схемы, как уже было отмечено, VT2 переходит в режим насыщения, при этом для расчета тока коллектора необходимо учитывать обратный ток база-коллекторного перехода $I_{\text{обр}}$ (рис. 3). В настоящей работе его значение составляет 0,1 мА.

4. При логическом «0» на входе схемы движение входного и выходного тока направлено «от устройства», а при логической «1» – «к устройству».

Таким образом, представленная модель развивает представление об основных принципах работы логических элементов в схемотехнике ТТЛ. Как и представленные в предыдущих статьях модели, она может быть использована как в качестве сопроводительного материала на лекционных занятиях соответствующих дисциплин, так и в качестве средства проведения лабораторных и практических работ.

Заинтересовавшихся читателей приглашаем к сотрудничеству по расширению номенклатуры виртуальных лабораторных моделей, а также внедрению их в учебный процесс образовательных учреждений. Обращаться по электронной почте – Новиков Василий Викторович novikov.vz@gmail.com

Гриншун Дмитрий Михайлович,
декан факультета среднего
профессионального образования
НИУ ИТМО,

Новиков Василий Викторович,
студент (магистр) кафедры
интеллектуальных технологий
в гуманитарной сфере
естественнонаучного факультета
НИУ ИТМО.



Наши авторы, 2012.
Our authors, 2012.