

## Работа 8.4. Исследование элементов ТТЛ

Схема простейшего ТТЛ-элемента, реализующего операцию И-НЕ, показана на рис. 8.4.1. Основная особенность схем ТТЛ заключается в том, что во входной цепи используется многоэмиттерный транзистор. Он осуществляет операцию И. Эмиттеры расположены таким образом, что прямое взаимодействие между ними исключается. Благодаря этому эмиттерные переходы можно рассматривать как параллельно включенные диоды. Число эмиттеров определяет число входов элемента. Инвертор реализован на транзисторе  $VT2$ . Таким образом, схема реализует операцию И-НЕ. Транзисторы  $VT1$  и  $VT2$  представляют собой однотипные  $n-p-n$ -транзисторы, поэтому их можно изготовить в едином технологическом цикле. Заметим, что многоэмиттерные транзисторы используются только в интегральных схемах.

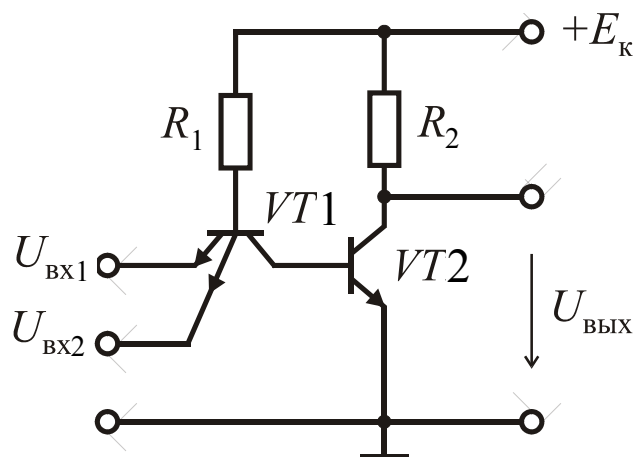


Рис. 8.4.1

Предположим, что входные напряжения  $U_1$  и  $U_2$  имеют высокий уровень, соответствующий логической единице:  $U_1 = U_2 = E_k$ . При этом эмиттерные переходы транзистора  $VT1$  закрыты, а коллекторный переход открыт и  $VT1$  находится в инверсном режиме. Ток базы  $VT1$   $I_{б1}$  замыкается через коллекторный переход и переводит  $VT2$  в состояние насыщения. Таким образом, выходное напряжение имеет низкий уровень:  $U_{\text{вых}} \approx 0.2 \text{ В}$ .

Если на одном из входов транзистора  $VT1$  низкий уровень напряжения, соответствующий эмиттерный переход открыт и ток базы замыкается через него. Коллекторный переход  $VT1$  закрывается, и транзистор переходит в активный режим. Ток коллектора  $I_{к1} = \beta I_{б1}$  имеет большую величину. Избыточный заряд, накопленный в базе  $VT2$ , быстро рассасывается через коллекторный переход первого транзистора. Напряжение база-эмиттер второго транзистора по мере рассасывания избыточных зарядов

уменьшается. Транзистор  $VT1$  переходит в состояние насыщения, а  $VT2$  – отсечки. Напряжение на выходе схемы имеет высокий уровень. Таким образом, таблица истинности элемента соответствует логической функции 2И-НЕ.

Недостатком простейшей схемы ТТЛ-элемента на рис. 8.4.1 является его неэкономичность. Когда транзистор  $VT2$  находится в режиме насыщения, его коллекторный ток велик, что приводит к увеличению потребляемой мощности. Для уменьшения тока коллектора можно увеличить сопротивление резистора  $R_2$ . Однако это приведет к снижению уровня логической единицы и уменьшению нагрузочной способности схемы. Кроме того, увеличится время переключения схемы в состояние логической единицы.

Для повышения экономичности и быстродействия при сохранении нагрузочной способности в элементах ТТЛ используют сложные инверторы. Одна из стандартных схем ТТЛ-элемента, реализующая функцию 2И-НЕ, показана на рис. 8.4.2.

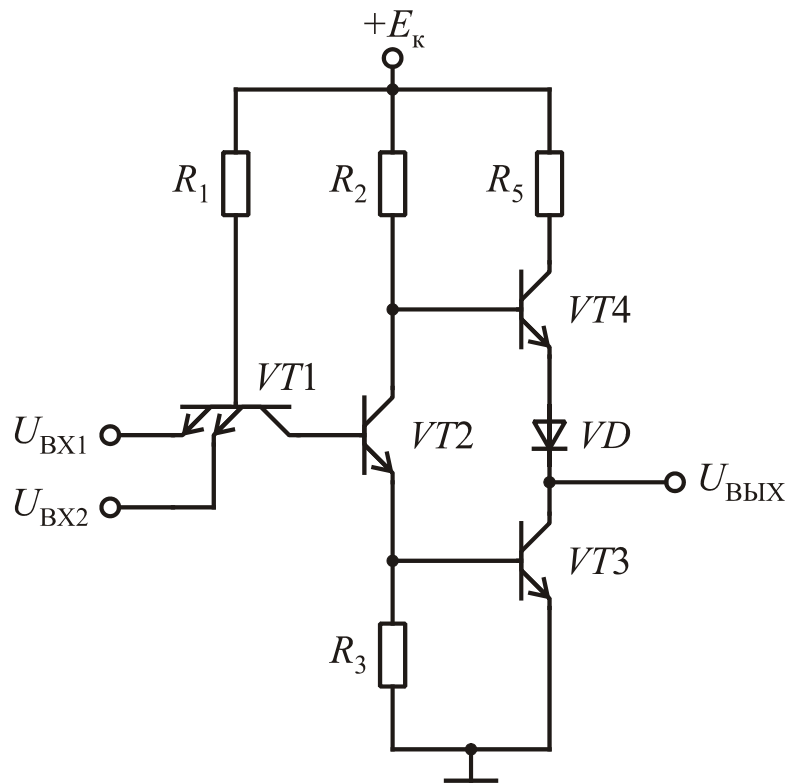


Рис. 8.4.2

Скорость переключения биполярного транзистора ограничивается временем рассасывания зарядов, накопленных в базе. Заметно увеличить быстродействие удастся в ТТЛ-схемах с диодами Шоттки (ТТЛШ). В таких схемах диоды Шоттки включаются параллельно коллекторным переходам. Это позволяет исключить насыщение транзисторов и существенно, уменьшить время переключения. Быстродействие элементов ТТЛШ в 3–5 раз

выше, чем у аналогичных элементов ТТЛ. Недостатком ТТЛШ является меньшая помехоустойчивость из-за меньшего размаха выходного напряжения  $U_{\text{вых}}^1 - U_{\text{вых}}^0$ . Схемы ТТЛШ работают при таких же уровнях сигналов и питающих напряжений, как и обычные ТТЛ-схемы. Многоэмиттерные транзисторы на входе заменяют диодами Шоттки.

### **Рекомендации по сборке схем**

В схеме элемента ТТЛ использовать модель *n-p-n* транзистора Q2N3904 из библиотеки EVAL.slb. Примеры схем можно найти в файлах W5\_4\_1, W5\_4\_2 в папке MsimEv\_8\Labs.

### **Рекомендуемая литература**

1. Гусев, В. Г. Электроника и микропроцессорная техника: учеб. для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 790 с.
2. Быстров, Ю. А. Электронные цепи и микросхемотехника: учеб. / Ю. А. Быстров, И. Г. Мироненко. – М.: Высш. шк., 2002. – 384 с.: ил.
3. Степаненко, И. П. Основы микроэлектроники: учеб. пособие для вузов / И. П. Степаненко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. – 488 с.: ил.
4. Довгун, В. П. Электротехника и электроника: учеб. пособие: в 2-х ч. Ч. 2 / В. П. Довгун. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – 252 с.