

УДК 621.316.38

РЕАЛИЗАЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЭЛЕКТРОННОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Никитин Е.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Бладыко Ю.В.

В базовых элементах одной серии используется микросхемная реализация [1]. Серия характеризуется общими электрическими, конструктивными и технологическими параметрами. Например, интегральные микросхемы серии 155 представляют собой транзисторно-транзисторные логические (ТТЛ) элементы. На рисунке 1 показана микросхемная реализация ТТЛ в электронной лаборатории Electronics Workbench [2]. Многоэмиттерный транзистор (МЭТ) имеет несколько эмиттеров, расположенных так, что прямое взаимодействие между ними исключается. Благодаря этому переходы МЭТ можно рассматривать как параллельно включенные диоды или транзисторы (VT1 и VT2 на рисунке 1). Транзистор VT3 является инвертором сигнала, т.е. выполняет функцию НЕ. Если хотя бы на один эмиттер МЭТ подан низкий уровень, то ток базы VT3 равен нулю и на коллекторе VT3 будет высокий уровень. Для того, чтобы напряжение на коллекторе VT3 имело низкий уровень, необходимо на все эмиттеры МЭТ подать высокий уровень. Так реализуется функция И-НЕ [3].

Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ),
 многоэмиттерный транзистор заменен на VT1 и VT2

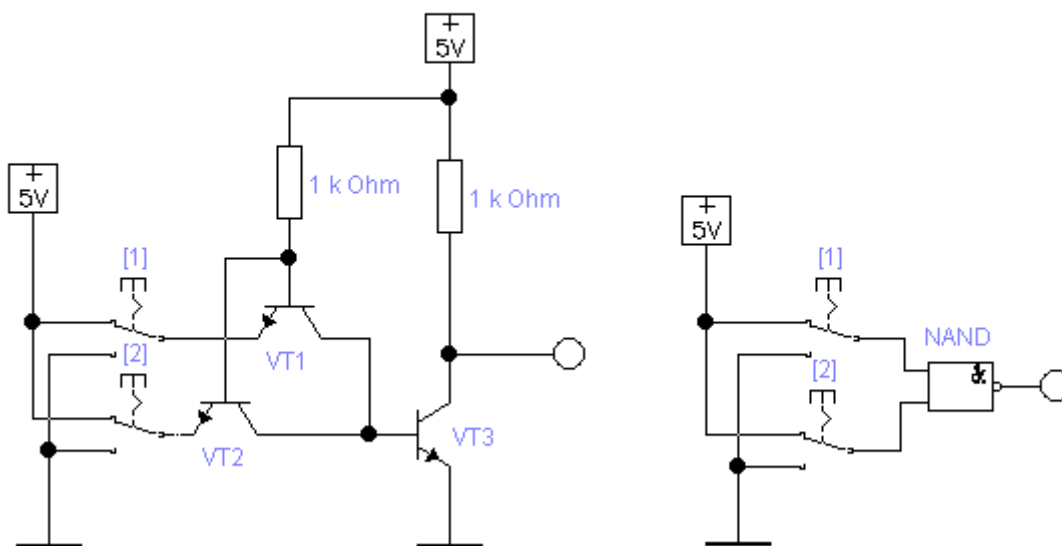


Рисунок 1. Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ)

Базовым элементом серии является логический элемент И-НЕ, состоящий из МЭТ и сложного усилителя-инвертора (рисунок 2).

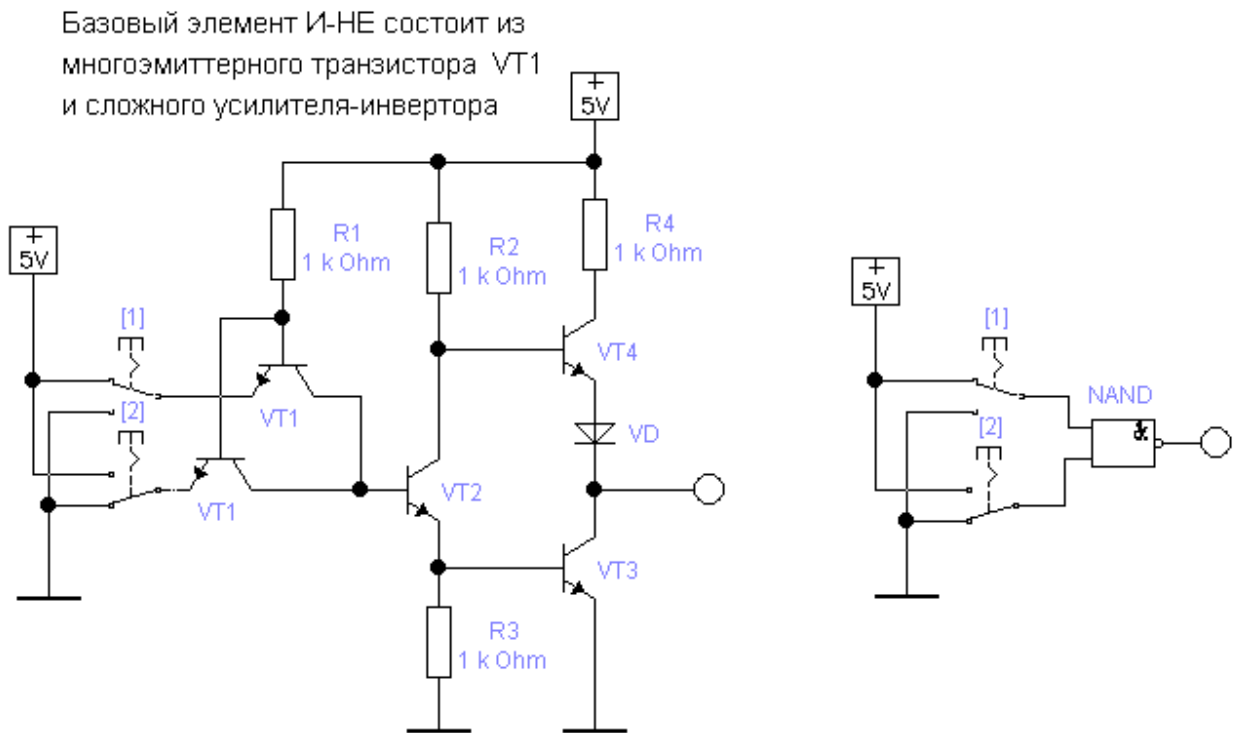


Рисунок 2. Базовый элемент ТТЛ

В настоящее время применяется несколько разновидностей серий микросхем с элементами ТТЛ: стандартные (серии 133; К155), высокого быстродействия (серии 130; К131), микроощные (серия 134), с диодами Шоттки (серии 530; К531) и микроощные с диодами Шоттки (серия К555). Кроме расширения номенклатуры элементов серий К531 и К555 сейчас активно развиваются наиболее перспективные серии ТТЛШ — микроощная К1533 и быстродействующая К1531, выполненные на основе последних достижений технологии изготовления ИС — ионной имплантации и прецизионной фотолитографии.

На рисунках 3 и 4 показаны диодно-транзисторная логика (ДТЛ) и резисторно-транзисторная логика (РТЛ). В настоящее время они не используются, однако с их помощью легко объяснить работу элементов И-НЕ и ИЛИ-НЕ. Например, логика ТТЛ может быть представлена схемой замещения на логике ДТЛ.

Диодно-транзисторная логика (ДТЛ)

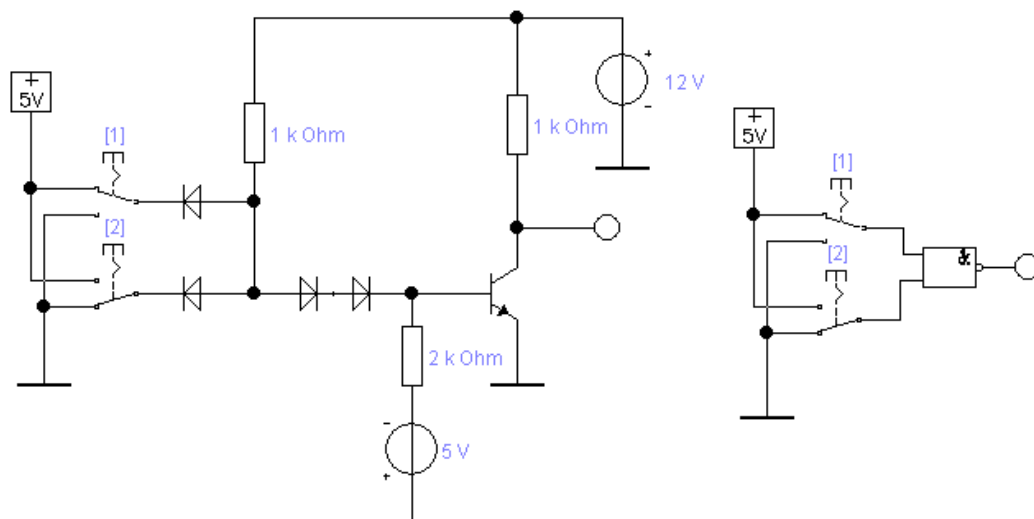


Рисунок 3. Диодно-транзисторная логика (ДТЛ)

Резисторно-транзисторная логика (РТЛ)

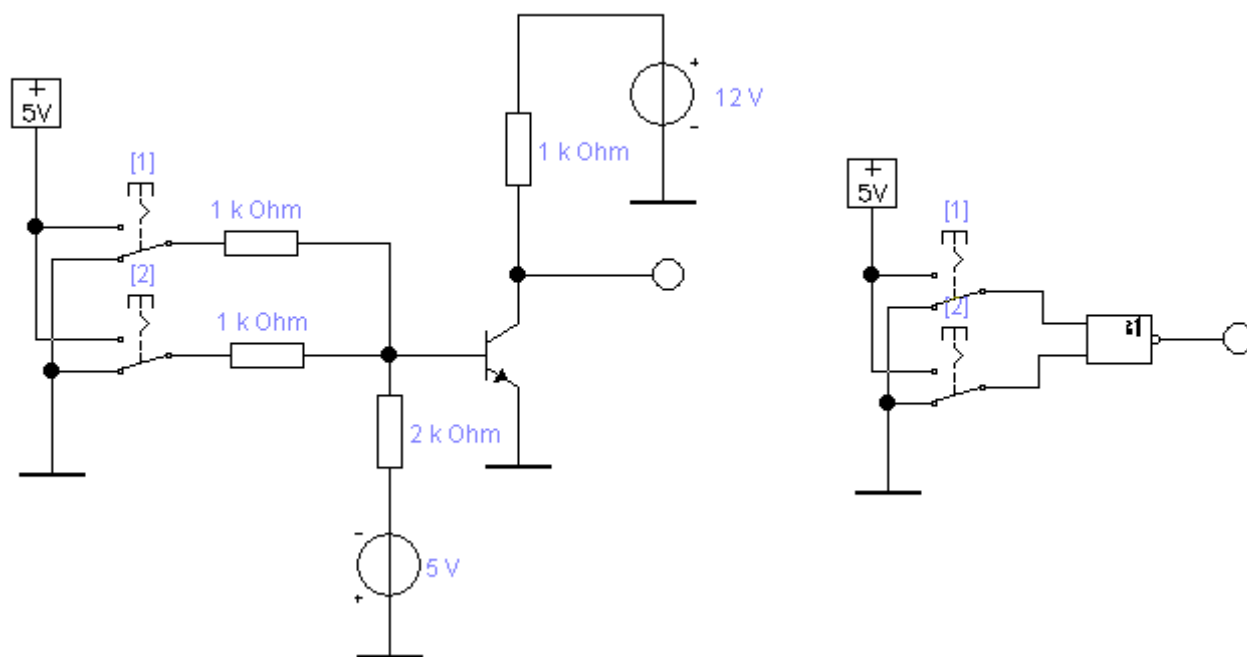


Рисунок 4. Резисторно-транзисторная логика (РТЛ)

В логических элементах, выполненных по технологии эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ) в качестве базового элемента используется дифференциальный усилитель (рисунок 5). Большое быстродействие ЭСЛ обусловлено тем, что в этих элементах транзисторы работают в ненасыщенном (линейном) режиме.

Эмиттерно-связанная логика (ЭСЛ)

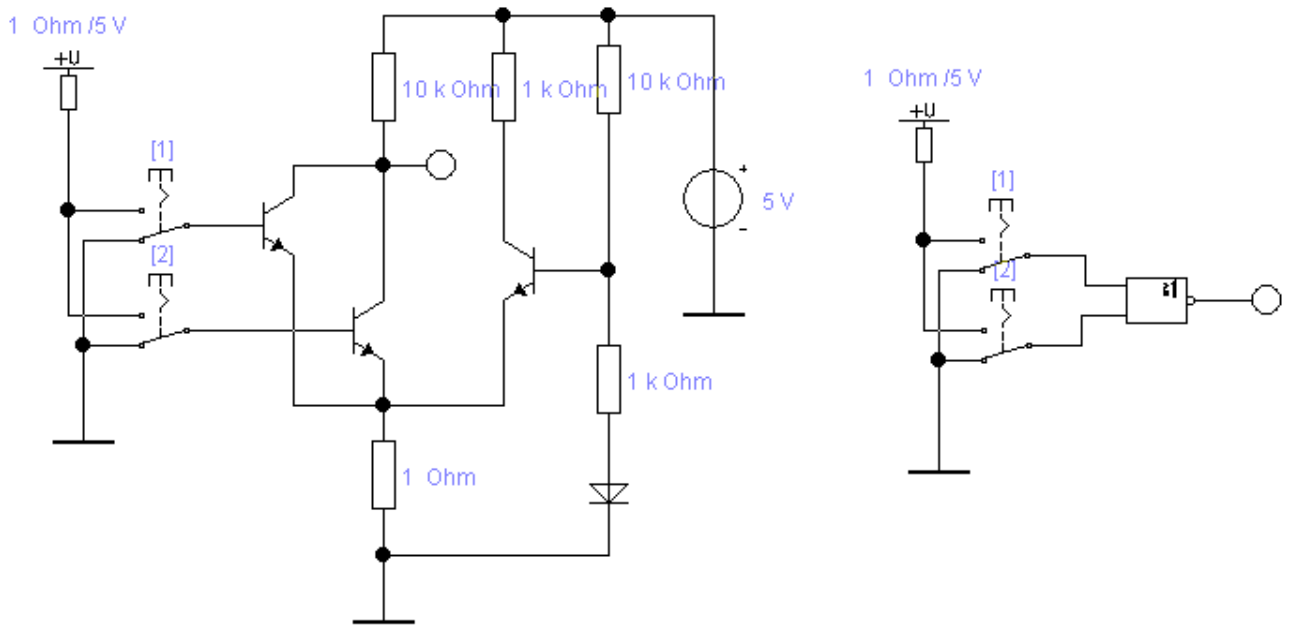


Рисунок 5. Эмиттерно-связанная логика (ЭСЛ)

Применение полевых транзисторов с изолированным затвором обеспечивает высокое входное сопротивление микросхем МДП-транзисторной логики (МДПТЛ) (рисунок 6) и логики с комплементарными МДП-транзисторами (КМДПТЛ) (рисунок 7). Их достоинствами являются малая потребляемая мощность и высокая помехозащищенность в сочетании с высоким быстродействием и нагрузочной способностью.

МДП-транзисторная логика (МДПТЛ)

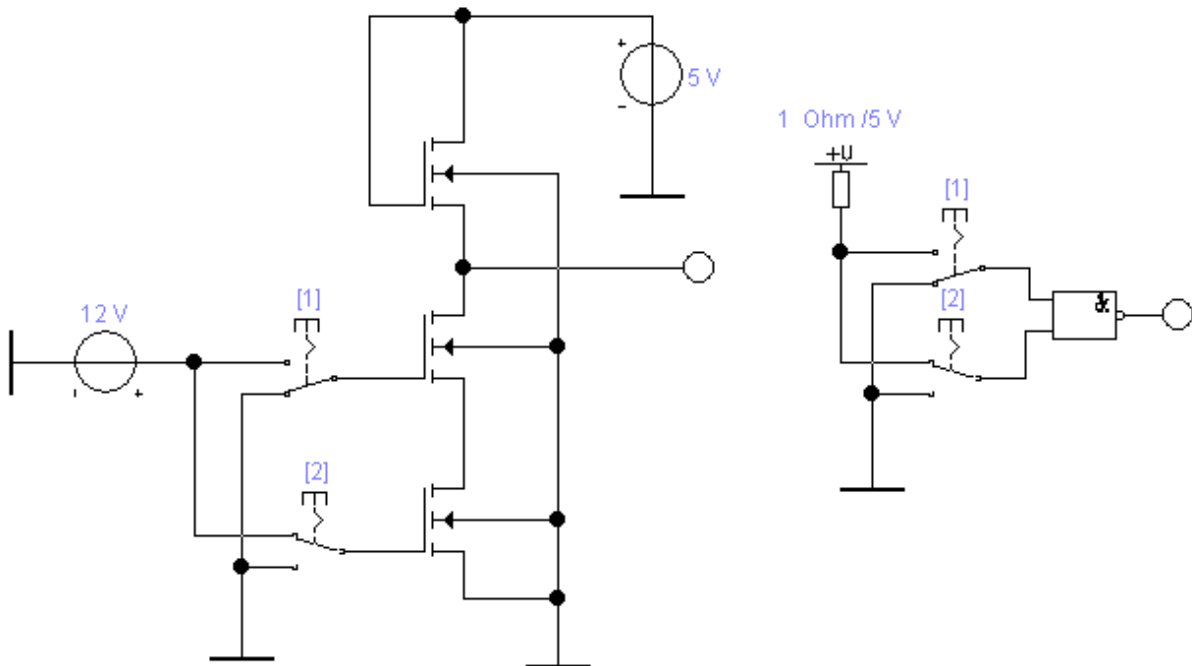


Рисунок 6. МДП-транзисторная логика (МДПТЛ)

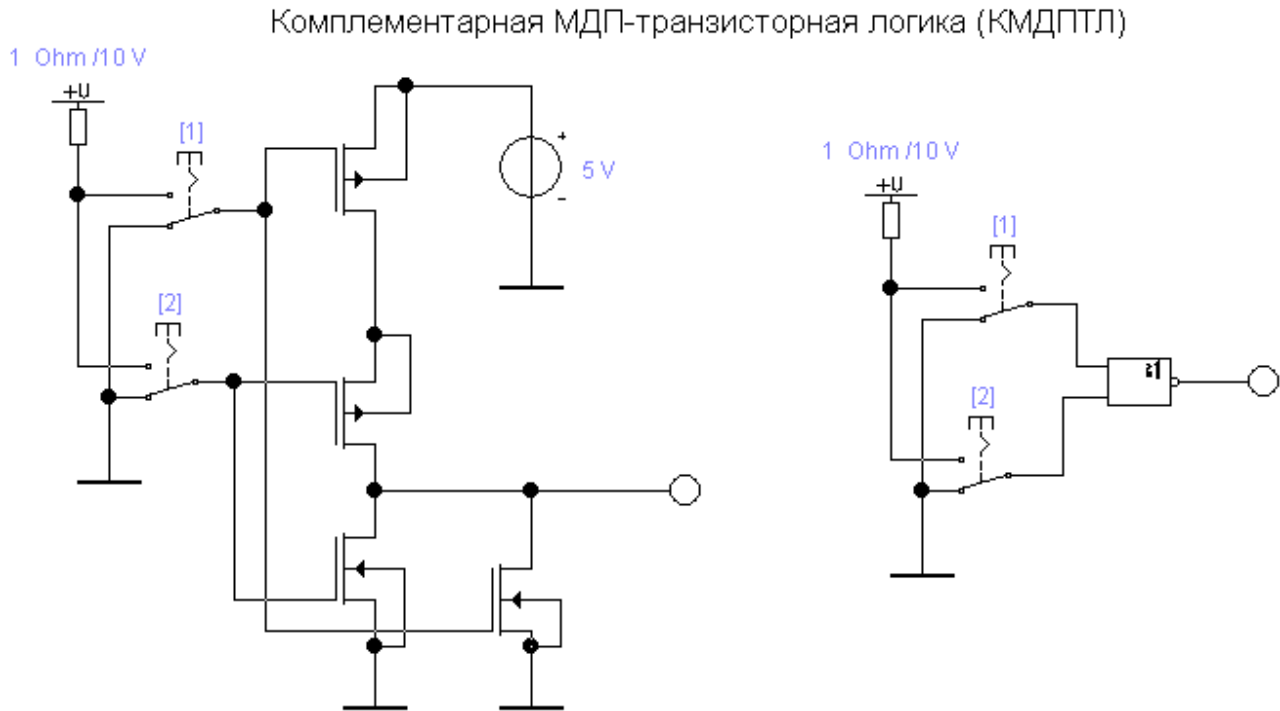


Рисунок 7. Комплементарная МДП-транзисторная логика (КМДПТЛ)

Наибольшим быстродействием обладают логические элементы, выполненные по технологии ЭСЛ и ТТЛШ. Меньше потребляет мощности КМДПТЛ. Она же лучшая по помехоустойчивости и нагрузочной способности. ЭСЛ и И²Л (интегральная инжекционная логика) меньше других генерируют помехи. Последнюю не удалось реализовать в Electronics Workbench, так как у транзисторов с инжекционным питанием нет дискретных аналогов.

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. 2. – Мн.: БНТУ, 2018.– 82 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.