

Практика 7

Реализация Цифровых элементов (И, ИЛИ, НЕ)

Реализация Цифровых элементов (И, ИЛИ, НЕ)

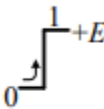
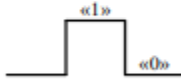
Цифровой (логический) сигнал – специально образом кодированный сигнал, которому приданы значения «0» или «1». В зависимости от принятого способа кодирования различают несколько типов логических сигналов.

Реализация Цифровых элементов (И, ИЛИ, НЕ)

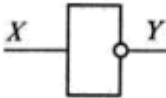
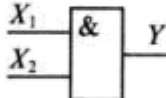
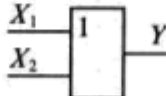
Прямой логикой называют ту, в которой логическому «1» соответствует высокий потенциальный уровень, а низкому «0»

В инверсной или обратной логике высокий потенциальный уровень – это «0», а отсутствие сигнала или потенциального уровня – это «1»

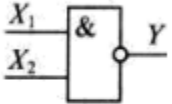
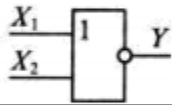
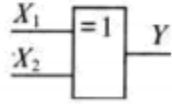
Типы логических сигналов

Форма сигнала	Название и описание	Требования
	Положительная потенциальная логика: нулю соответствует низкий, а единице – высокий положительный уровень напряжения	Требуют больших энергетических затрат
	Отрицательная потенциальная логика: нулю соответствует высокий положительный уровень напряжения, а единице – низкий	
	Импульсная логика: единице соответствует наличие импульса, нулю его отсутствие	Требуют синхронизации, т.е. введения в систему меток времени
	Динамическая логика: единице соответствует последовательность коротких импульсов, а нулю их отсутствие	

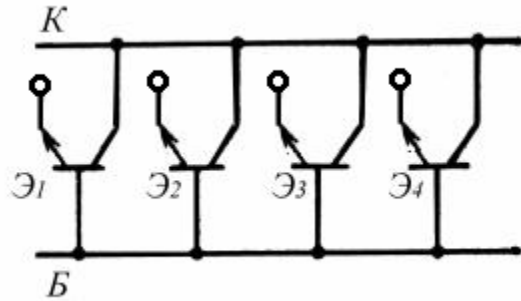
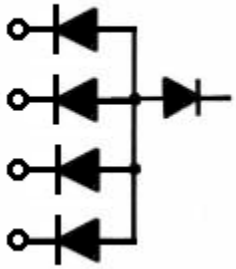
Базовый набор логических элементов

Элемент	Обозначение	Схема	Выполняемая функция	Таблица состояний		
НЕ	ЛН		$Y = \bar{X}$	Вход		Выход
				X		Y
				0		1
				1		0
И	ЛИ		$Y = X_1 \cdot X_2$	Вход		Выход
				X_1	X_2	Y
				0	0	0
				0	1	0
				1	0	0
				1	1	1
ИЛИ	ЛЛ		$Y = X_1 \vee X_2$	Вход		Выход
				X_1	X_2	Y
				0	0	0
				0	1	1
				1	0	1
				1	1	1

Дополнительные логические элементы

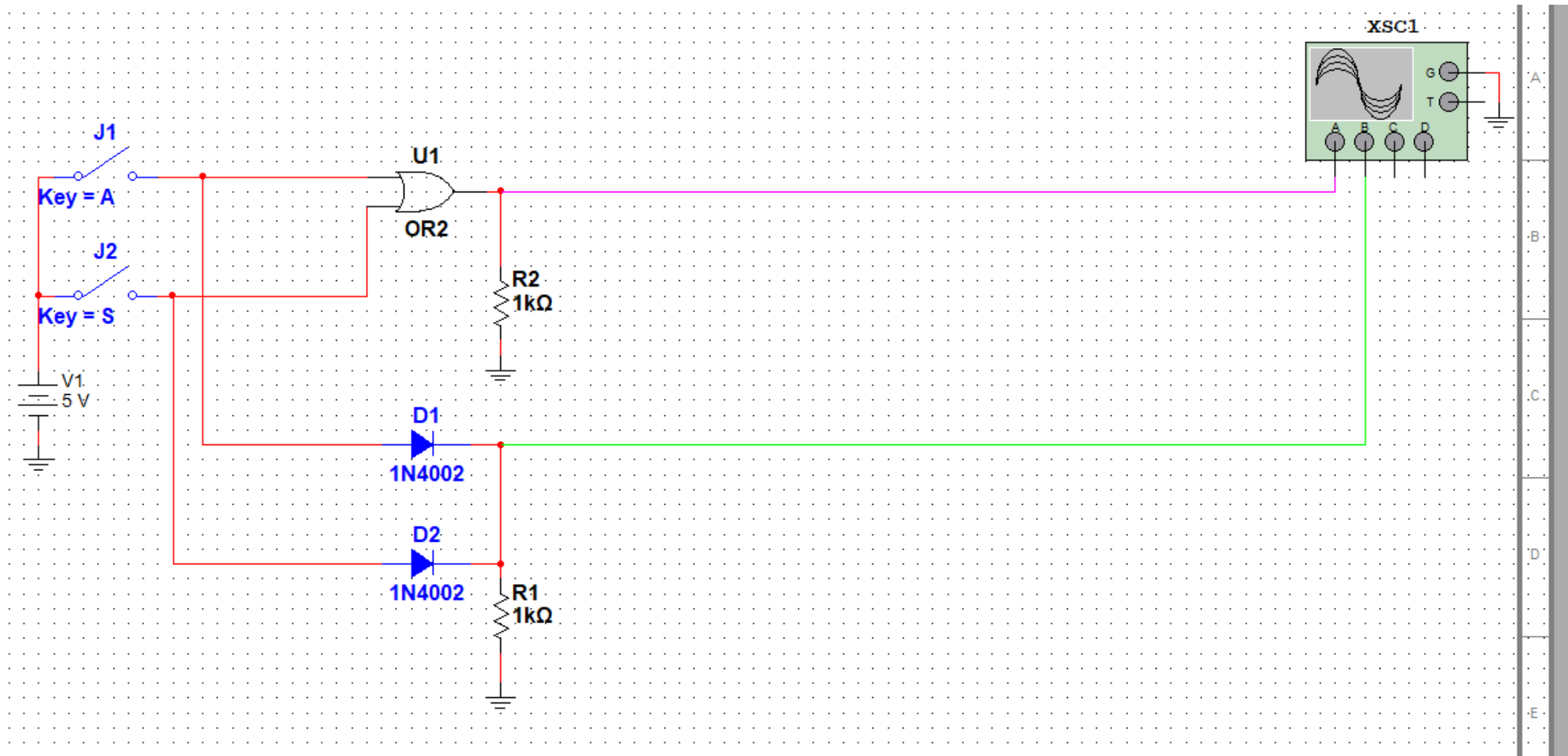
Элемент	Обозначение	Схема	Выполняемая функция	Таблица состояний		
И НЕ	ЛА		$Y = \overline{X_1 \cdot X_2}$	Вход		Выход
				X_1	X_2	Y
				0	0	1
				0	1	1
				1	0	1
				1	1	0
ИЛИ-НЕ	ЛЕ		$Y = \overline{X_1 \vee X_2}$	Вход		Выход
				X_1	X_2	Y
				0	0	1
				1	1	0
Исключающее ИЛИ (М2)	ЛП		$Y = \overline{X_1} \cdot X_2 \vee X_1 \cdot \overline{X_2}$	Вход		Выход
				X_1	X_2	Y
				0	0	0
				0	1	1
				1	0	1
				1	1	0

Реализация Цифрового элемента ИЛИ



Логический элемент «ИЛИ» состоит из набора PN переходов, в данном случае реализован на полупроводниковых диодах, но возможна реализация на транзисторах (многоэмиттерные или многоколлекторные транзисторы).

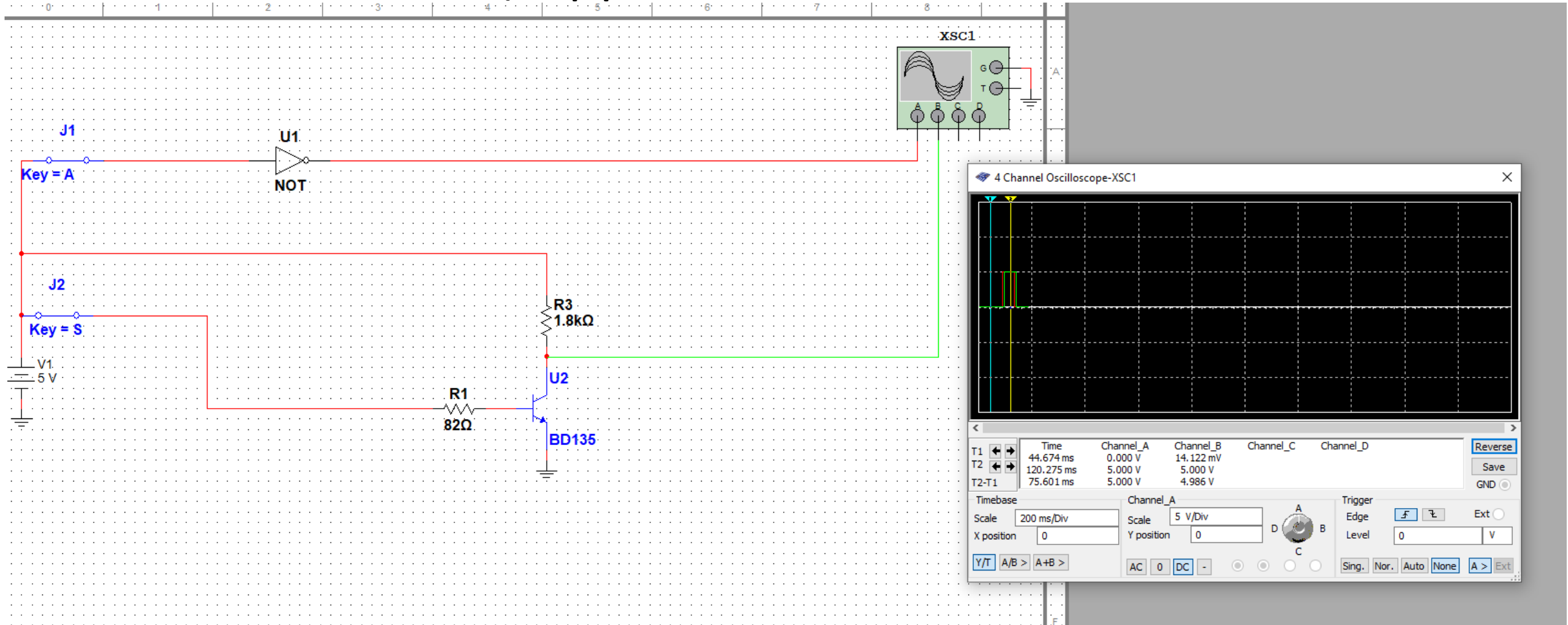
Реализация Цифрового элемента ИЛИ



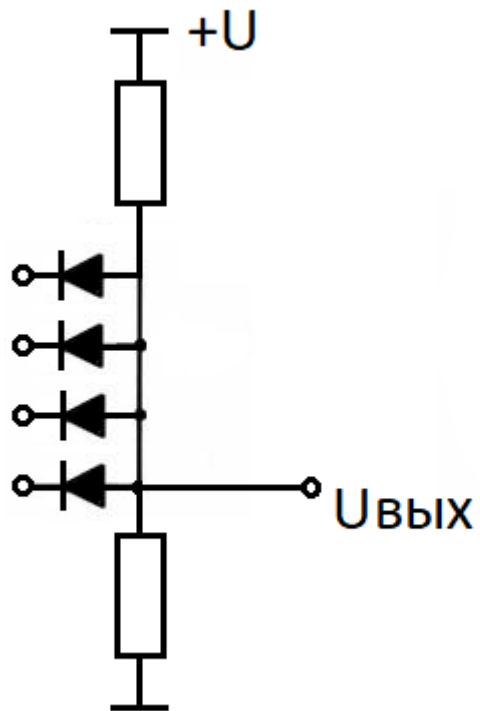
Реализация Цифрового элемента «НЕ»

Цифровой элемент «НЕ» представляет собой транзисторный каскад, расчет которого был подробно произведен в Практике №1. Он состоит из сопротивления R_b , ограничивающего ток резистора R_k и транзисторного ключа в нашем случае pnp типа проводимости.

Реализация Цифрового элемента «НЕ»

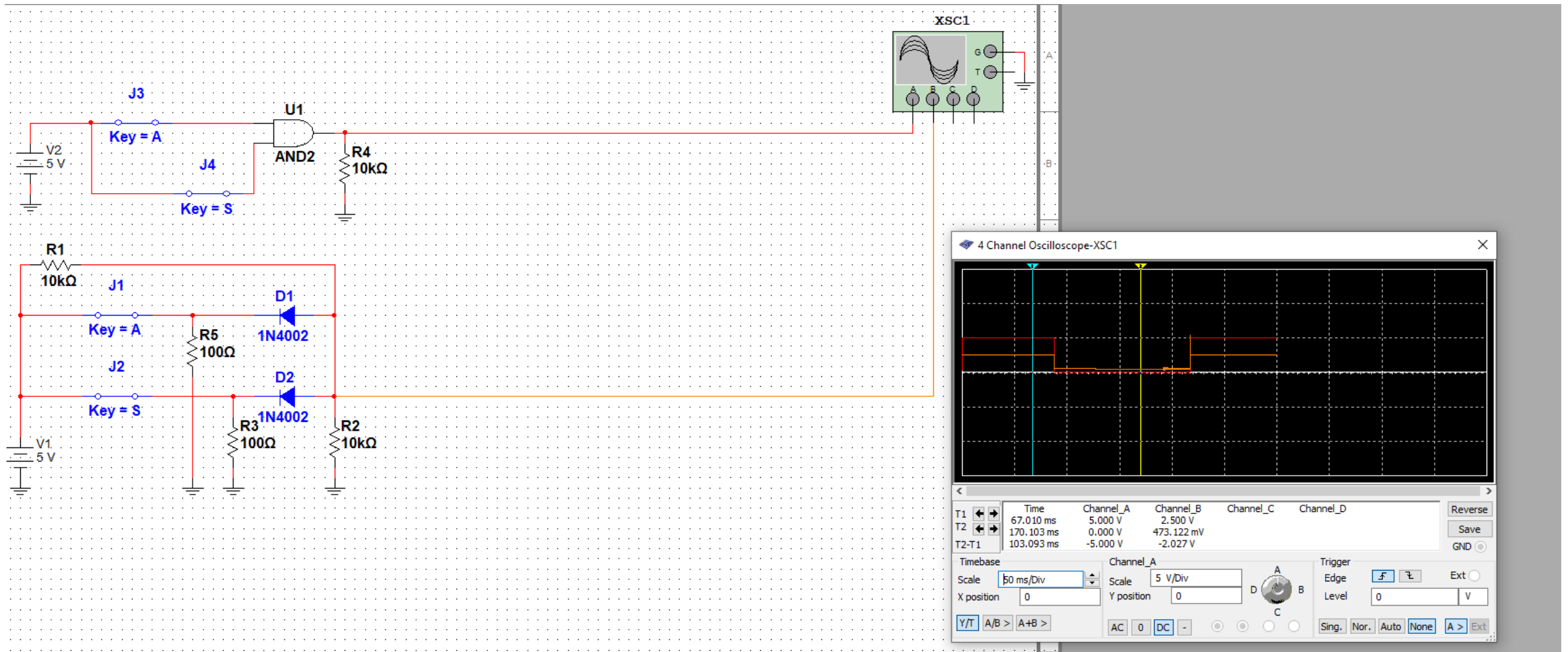


Реализация Цифрового элемента «И»

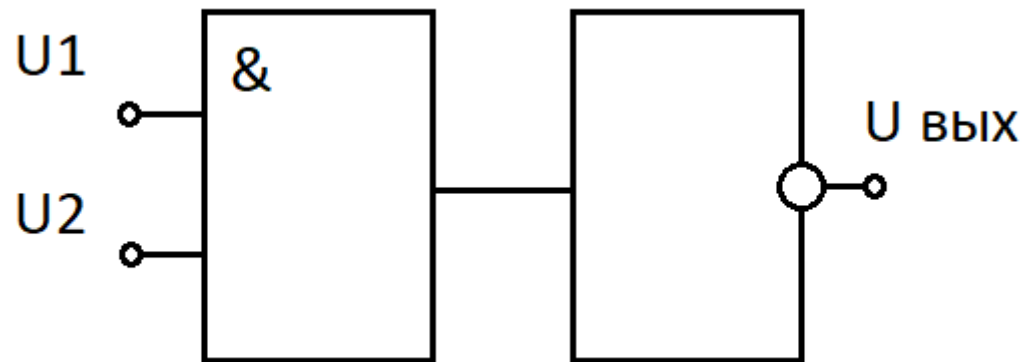


Цифровой элемент «И» состоит из набора PN переходов, в данном случае реализован на полупроводниковых диодах, но возможна реализация на транзисторах (многоэмиттерные или многоколлекторные транзисторы).

Реализация Цифрового элемента «И»

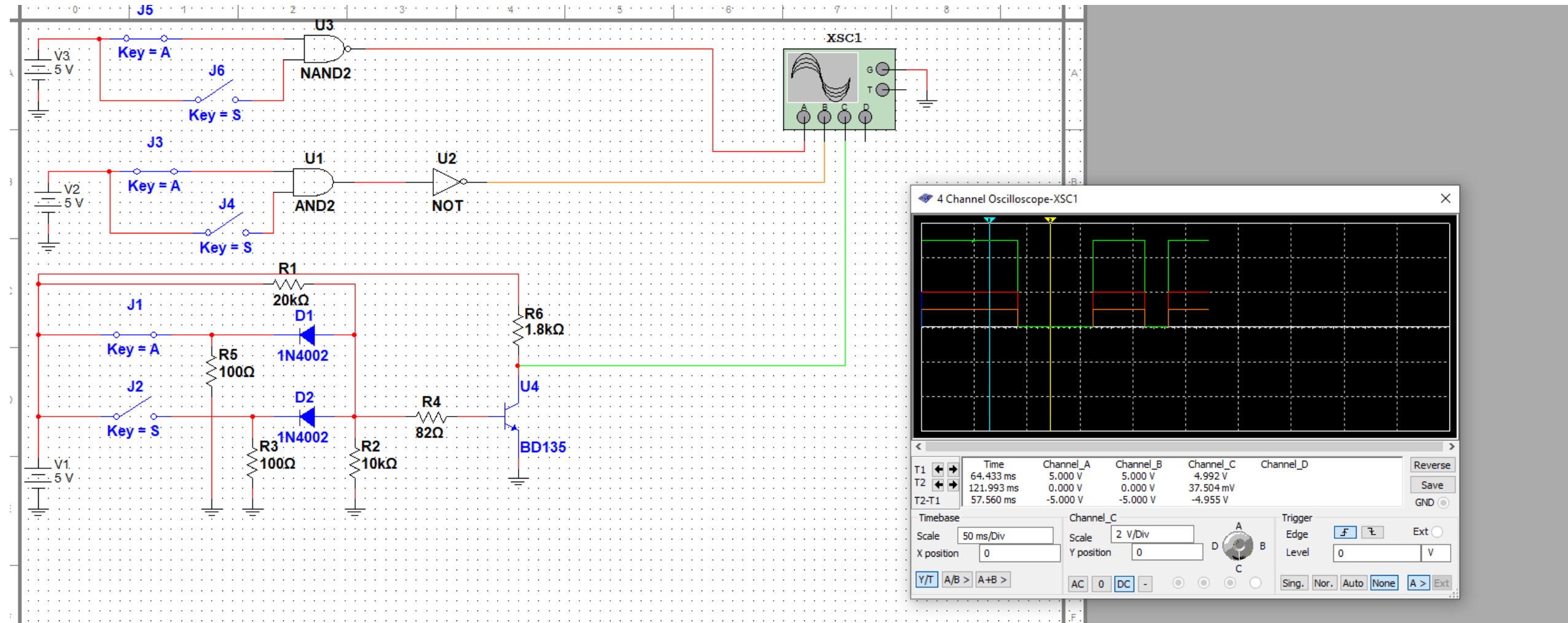


Реализация Цифрового элемента «2И-НЕ»

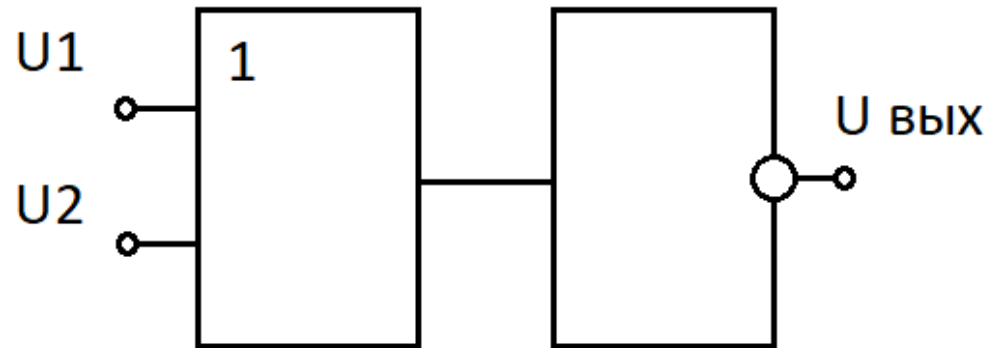


Любые составные элементы могут быть получены последовательным преобразованием сигналов. Так для реализации «2И-НЕ» могут потребоваться блоки «2И» и «НЕ». Так же можно использовать 2 блока «НЕ» на входе и блок «2И» на выходе, но такой вариант приведет к расширению элементной базы и как следствие увеличению энергопотребления. Отдельно стоит обратить внимание на то, что каждая ТТЛ ИМС (интегральная микросхема) потребляет ток около 50-100мА)

Реализация Цифрового элемента «2И-НЕ»

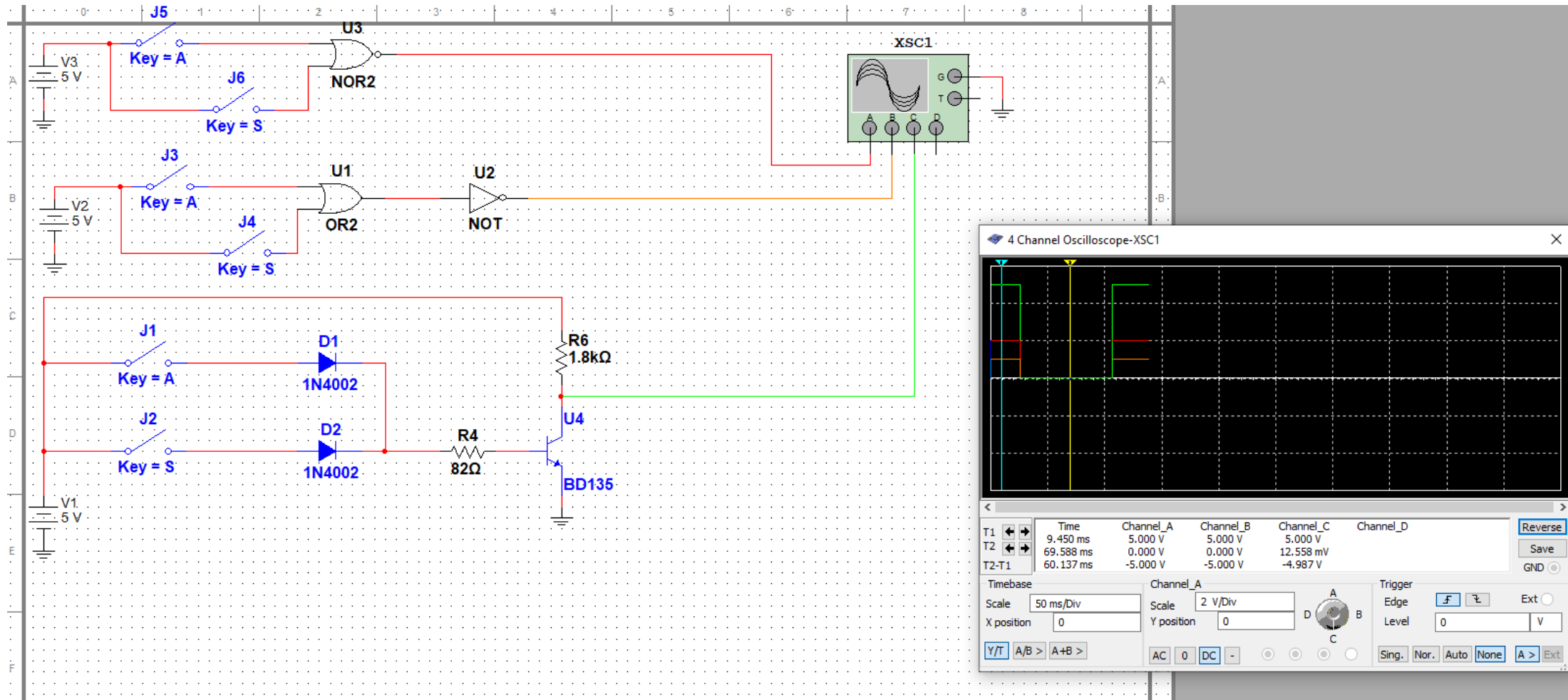


Реализация Цифрового элемента «2ИЛИ-НЕ»

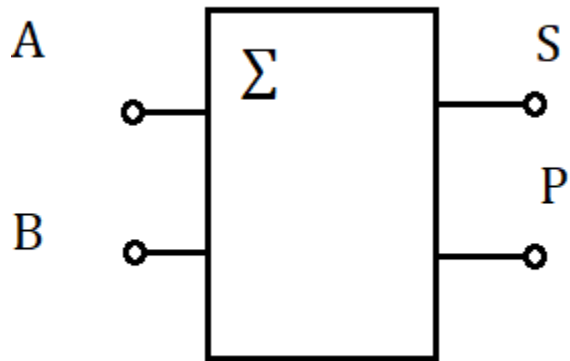


Для реализации «2И-НЕ» могут потребоваться блоки «2И» и «НЕ». Также можно использовать 2 блока «НЕ» на входе и блок «2И» на выходе, но такой вариант приведет к расширению элементной базы и как следствие увеличению энергопотребления. Отдельно стоит обратить внимание на то, что каждая ТТЛ ИМС (интегральная микросхема) потребляет ток около 50-100мА)

Реализация Цифрового элемента «2ИЛИ-НЕ»

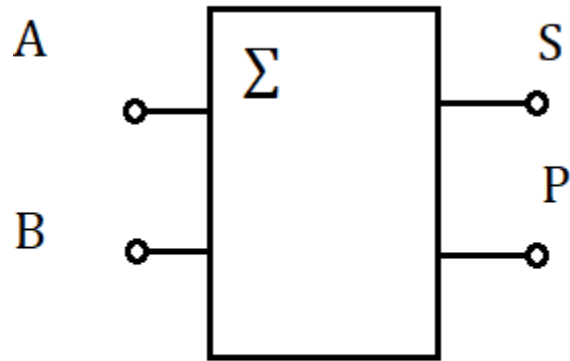


Реализация Цифрового элемента «Сумматор» (исключающее ИЛИ)



Сумматор производит операцию «сложение/вычитание». Если аналоговый сумматор менял потенциальный уровень (дискретизация по уровню напряжения), то цифровой – работает с числами в виде логических сигналов «1» или «0». Рассмотрим простейший двухразрядный сумматор.

Реализация Цифрового элемента «Сумматор»

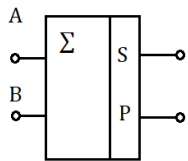


A	B	S	P
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

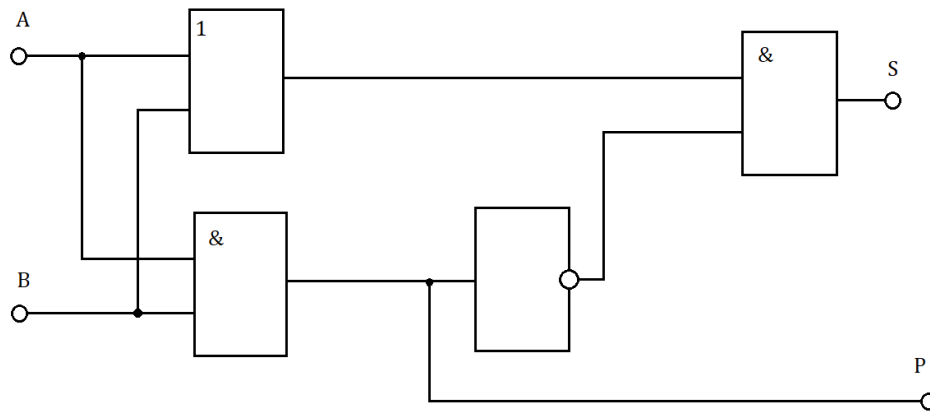
Максимальное количество возможных комбинаций на входе для бинарных устройств определяется формулой: (число счёта 2)^{^(разрядность устройства)}. Для нашего двухразрядного счетчика, работающего в бинарной системе счёта $2^2=4$. Если разрядность устройства будет 8, то $2^8=256$, при разрядности 10 $\Rightarrow 2^{10}=1024$ и т.д. Слева показана таблица истинности, $A+B=S$, при переполнении разряда S единица приходит в старший разряд P

Реализация Цифрового элемента «Сумматор»

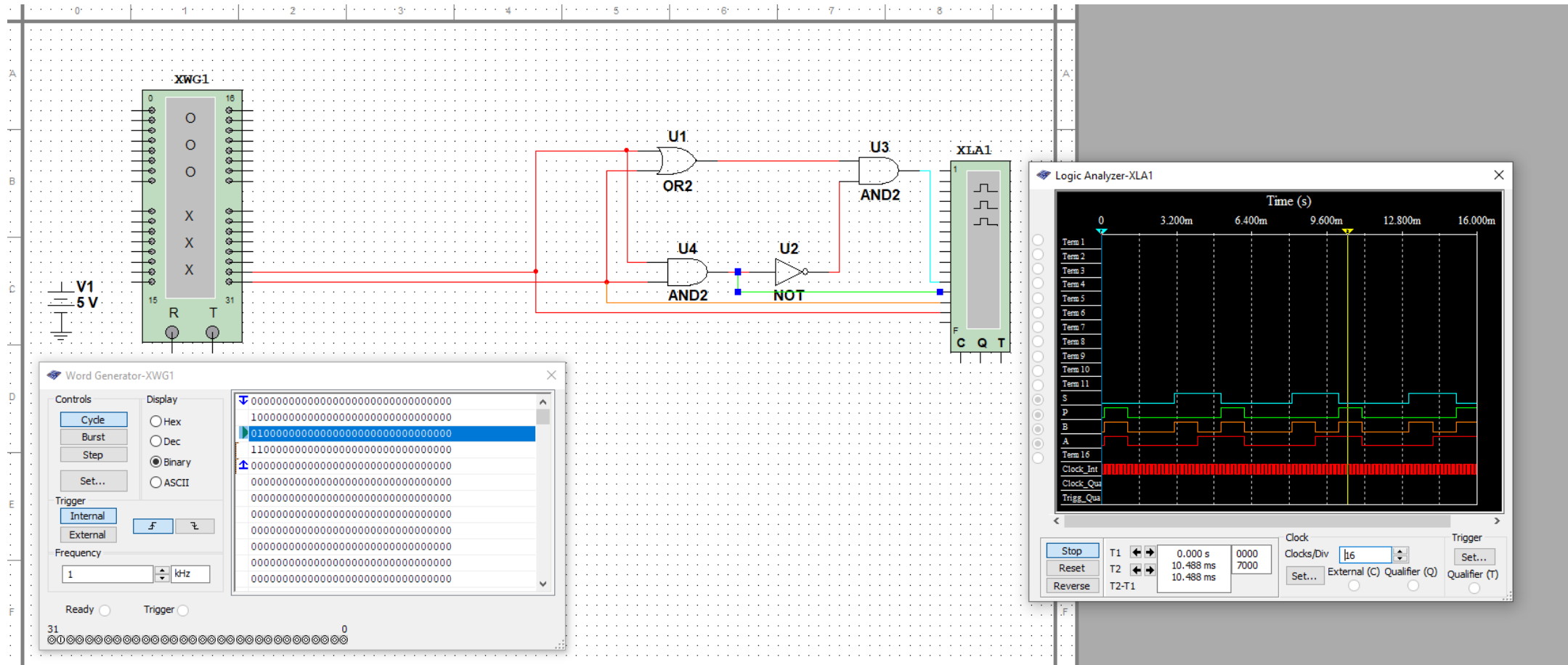
В качестве источника сигнала
используем генератор слов (младший
бит слева направо).



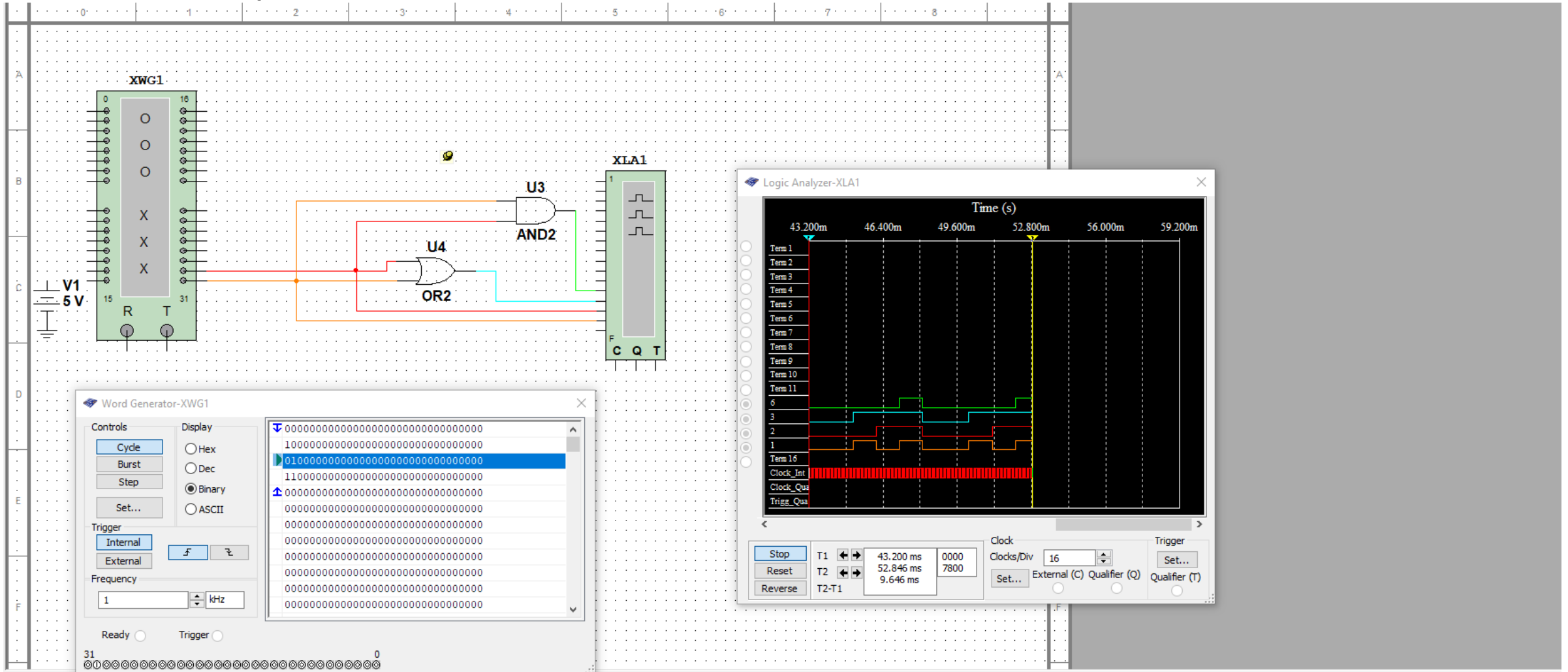
A	B	S	P
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



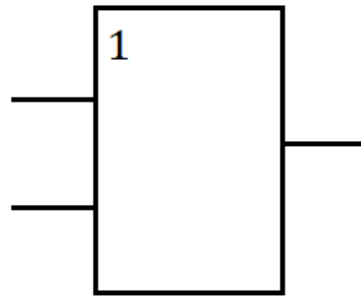
Реализация Цифрового элемента «Сумматор»



Реализация операции суммирование, умножение на логических элементах в бинарной системе



Реализация операции суммирование, умножение на логических элементах в бинарной системе

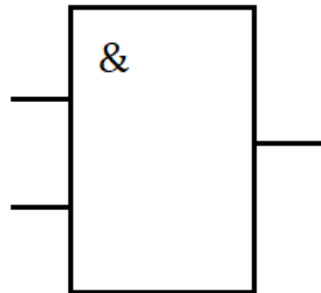


A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

 +1

Сложение может быть реализовано на логическом элементе «ИЛИ»/ «исключающее ИЛИ» если требуется следить за старшим разрядом.

$$A+B=S$$



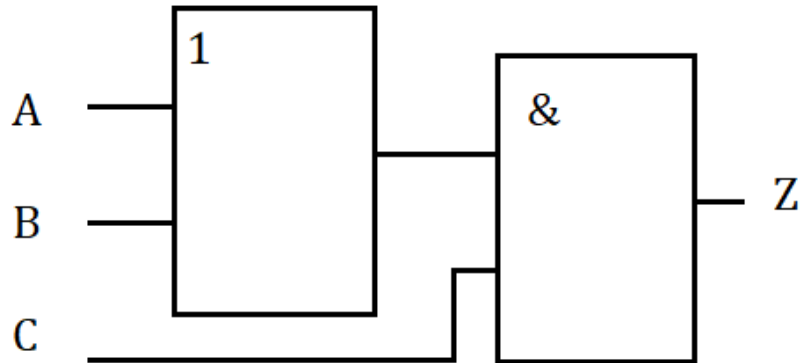
A	B	M
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Умножение в бинарной системе может быть реализовано на логическом «И».

$$A \cdot B = M$$

Задание составить схему для решения уравнения

- Дано уравнение:
 $(A+B)C=Z$



A	B	C	Z
0	0	1	0
0	0	0	0
0	1	1	1
0	1	0	0
1	1	1	1
1	1	0	0
1	0	1	1
1	0	0	0

Решение: операцию сложения в бинарной системе выполняем на логическом ИЛИ, а результат сложения умножаем на число C. В итоге получится схема Рис. 1. Число возможных комбинаций $2^3=8$.

Задания для самостоятельного решения:
составить схему для уравнения и указать число
возможных входных комбинаций для бинарной
системы

Номер п/п	Логические УРАВНЕНИЯ	
	Уравнение 1	Уравнение 2
1	$(A+B)+C$	$(A+B)+C*B$
2	$(A+B)*C$	$(A+B)*C+C$
3	$A*B+C$	$A*B+C*A$
4	$A*B*C$	$A*B*C+A$
5	$(A+B)+C$	$(A+B)+C+B$
6	$(A+B)*C$	$(A+B)*C+A$
7	$A*B+C$	$A*B+C+B$
8	$A*B*C$	$A*B*C+A$
9	$A+C*B$	$A+C*B+C$
10	$(A+B)+C$	$(A+B)+C+A$
11	$(A+B)*C$	$(A+B)*C+B$
12	$A*B+C$	$A*B+C+C$
13	$A*B*C$	$A*B*C+A$
14	$A+C*B$	$A+C*B+B$
15	$(A+B)+C$	$(A+B)+C+A$
16	$(A+B)*C$	$(A+B)*C+C$
17	$A*B+C$	$A*B+C+A$
18	$A*B*C$	$A*B*C+B$
19	$A+C*B$	$A+C*B+B$
20	$(A+B)+C$	$(A+B)+C+B$