

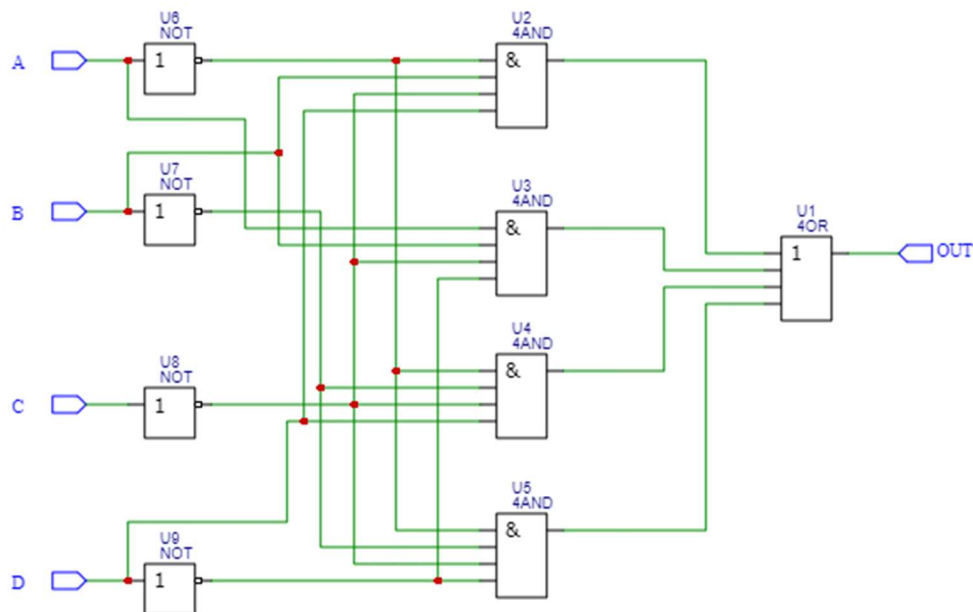
Лабораторная работа №3

Реализация логических функций на базовых логических элементах

Цель работы – углубление навыков составления и прототипирования цифровых комбинационных схем.

Цифровые схемы комбинационного типа

Комбинационные схемы – это схемы, в которых каждый выход может быть описан алгебраической функцией. Таким образом, выходные сигналы представляют собой определенную комбинацию входных сигналов. Пример комбинационной схемы с четырьмя входными и одним выходным сигналами показан на рисунке.



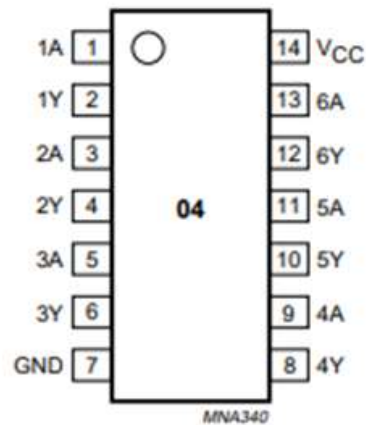
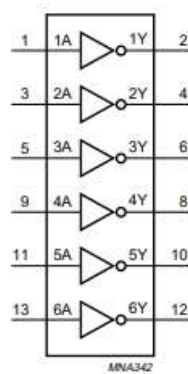
Логическая схема комбинационной функции

Соответствие входных и выходных сигналов этой цепи можно также описать с помощью таблицы истинности:

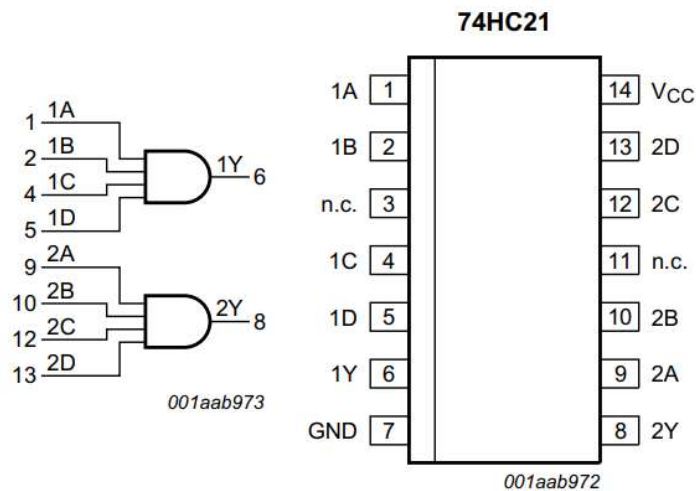
| A | B | C | D | OUT |
|---|---|---|---|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

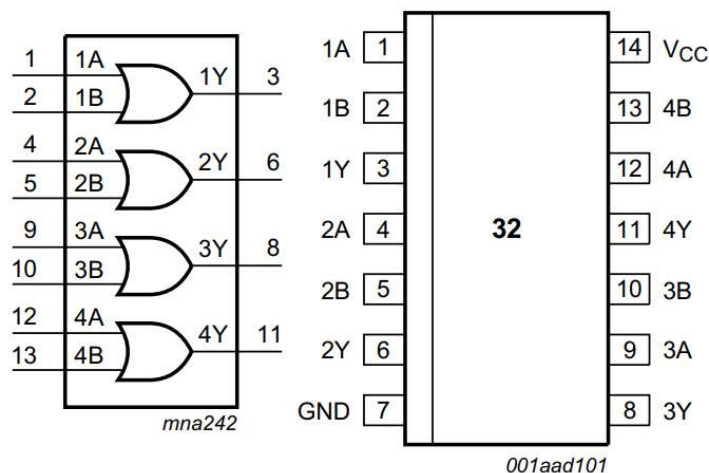
В приведенной ранее схеме присутствуют логические вентили типа НЕ, И, ИЛИ. Реализовать такую схему можно с помощью микросхем 74НС04, 74НС21 и 74НС32.



Цоколевка и внутренняя структура микросхемы 74НС04 (элементы НЕ)



Цоколевка и внутренняя структура микросхемы 74НС21 (элементы 4И)

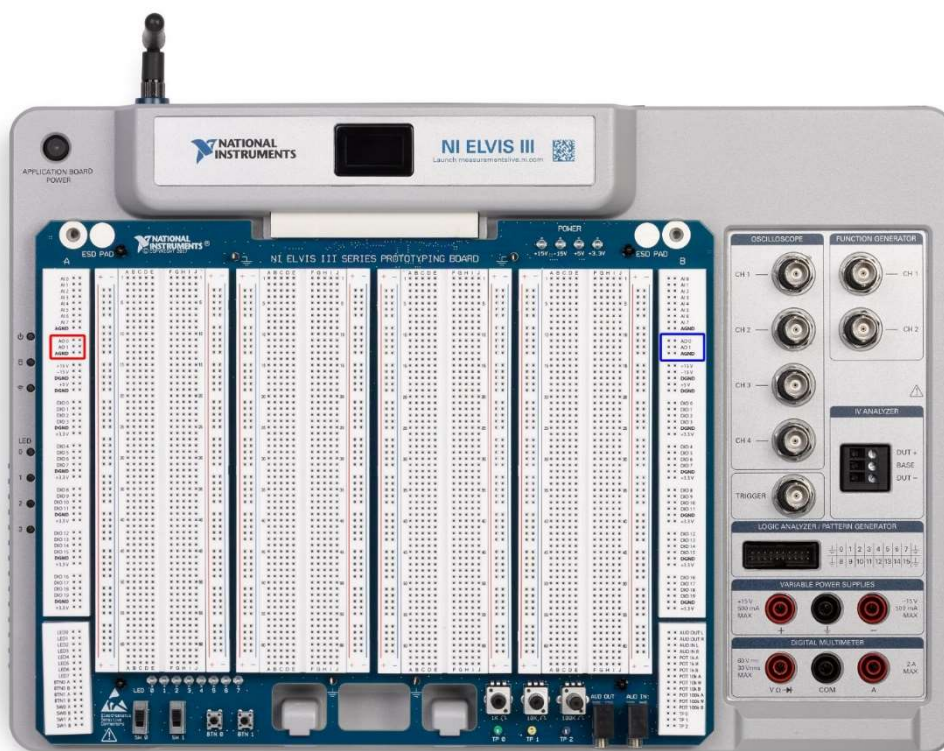


Цоколевка и внутренняя структура микросхемы 74НС32 (элемент 2ИЛИ)

Для того, чтобы сложить 4 линии используя 2-входные вентили, нужно сначала сложить по две линии попарно, а затем сложить два результата: $a+b+c+d = (a+b) + (c+d)$.

Применение инструментов Data Generator и Logic Analyzer для работы с цифровыми схемами

Data Generator настраивается как обычный генератор, но его контакты расположены на макетной плате.



Расположение контактов инструмента Data Generator

С левой стороны красным цветом выделены выходы, которые называются A/AO0 и A/AO1. С правой стороны синим цветом выделены выходы с названием B/AO0 и B/AO1. Для исследования цифровых схем частота сигнала на каждом последующем выходе должна быть в 2 раза меньше, чем на предыдущем. Например:

- А/АО0 – 1 кГц;
- А/АО1 – 500 Гц;
- В/АО0 – 250 Гц;
- В/АО1 – 125 Гц.

Для анализа логических функций эти линии нужно подключить ко входам ABCD исследуемой схемы таким образом, чтобы вход D был самым высокочастотным, а А – самым низкочастотным.

Logic Analyzer представляет из себя 16-ти канальный осциллограф для цифровых сигналов, при помощи которого можно строить диаграмму истинности схемы.

Logic Analyzer открывается в новом окне. Для его работы нужно указать, на каких каналах будут анализируемые сигналы. Для этого нужно справа нажать на «Logic Analyzer +» и выбрать в появившемся окне «Signal». Затем нужно выбрать соответствующие каналы и нажать на «+/-» и закрыть окно.

Предварительное задание

1. Для логической функции по заданию преподавателя составьте таблицу истинности.
2. Любым известным вам способом получите упрощенное выражение функции.
3. Переведите упрощенное выражение в базис И-НЕ, ИЛИ-НЕ.
4. Зарисуйте логические схемы для функции в трех базисах

Программа работы

1. На макетной плате соберите схему для смешанного базиса.
2. С помощью инструментов Data Generator и Logic Analyzer проверьте работоспособность схемы. Продемонстрируйте результат преподавателю.
3. Повторите действия пунктов 1 и 2 для базиса И-НЕ.

Варианты заданий

$$F_1 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}\bar{B}CD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D$$

$$F_2 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}\bar{B}CD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D$$

$$F_3 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}\bar{B}CD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}C\bar{D}$$

$$F_4 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}\bar{B}CD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}C\bar{D}$$

$$F_5 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + \bar{A}\bar{B}CD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}C\bar{D}$$

$$F_6 = A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D$$

$$F_7 = ABCD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

$$F_8 = ABCD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}CD + \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

$$F_9 = \bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}C\bar{D}$$

$$F_{10} = ABCD + A\bar{B}\bar{C}\bar{D} + A\bar{B}\bar{C}D + A\bar{B}C\bar{D} + A\bar{B}CD$$

$$F_{11} = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D}$$

$$F_{12} = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D}$$

$$F_{13} = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D}$$

$$F_{14} = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D}$$

$$F_{15} = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D}$$

$$F_{16} = \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}\overline{B}CD + \overline{A}B\overline{C}\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D}$$

Содержание отчета

1. Цель работы, краткие теоретические сведения.
2. Логическая функция и таблица истинности согласно варианту.
3. Упрощенное выражение логической функции в трех базисах.
4. Логические схемы исследуемой электрической цепи.
5. Выводы.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается отличие тристабильного буфера от обычных логических элементов? Приведите таблицу истинности такого элемента.
2. Приведите УГО логического элемента с открытым коллектором. Укажите области применения таких элементов.
3. Придумайте и запишите в виде КНФ и ДНФ любую логическую функцию от трех переменных.
4. Как можно упростить логическую функцию? Для чего применяется упрощение?
5. Что такое базис логических функций? Какие базисы бывают? Как перевести функцию в другой базис?