Домашнее задание N1 по курсу "Электроника и МПТ".
Составить принципиальную схему цифрового устройства, используя любые реальные логические элементы, таблица истинности которого соответствует заданной. Минимизацию функции произвести двумя способами (по правилам алгебры логики и методом карт Карно). Оформить задание с соблюдением ГОСТ 2.702-75, 2.743-91, 2.104-68

Пример решения задачи 1-го ДЗ
Задана в виде таблицы истинности логическая функция Y трех переменных A,B,C.

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Функция принимает единичное значение при следующих произведениях переменных:

$\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}$

$\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot C$

$A\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}$

$A\cdot B\cdot C$

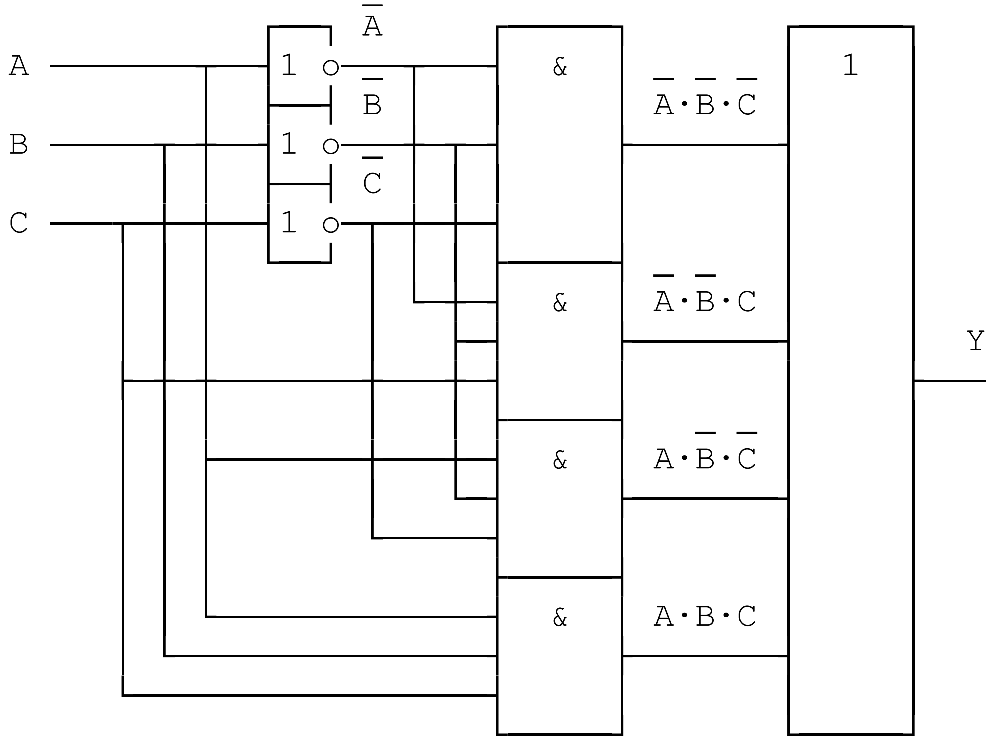
Каждое из произведений переменных для которых значение функции истинно, носит название МИНТЕРМА.

В соответствии с этим, функция может быть записана в виде уравнения:

$$Y = \overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C} + \overline{A}\cdot\overline{B}\cdot C + A\cdot\overline{B}\cdot\overline{C} + A\cdot B\cdot C$$

Если при такой записи каждое слагаемое содержит произведения всех переменных или их отрицаний, то такую форму представления функции называют СОВЕРШЕННОЙ ДИЗЪЮНКТИВНОЙ НОРМАЛЬНОЙ ФОРМОЙ или ПЕРВОЙ СТАНДАРТНОЙ ФОРМОЙ. Точно так же можно выделять ложные (нулевые) значения функции. Если функция дана в виде произведения (конъюнкции) сумм переменных или их отрицаний, то такую форму представления функции называют СОВЕРШЕННОЙ КОНЪЮНКТИВНОЙ НОРМАЛЬНОЙ ФОРМОЙ или ВТОРОЙ СТАНДАРТНОЙ ФОРМОЙ.

Реализуем полученную функцию в виде логической схемы. Для схемной реализации функции потребуется: 4 элемента, выполняющие функцию 3И, 1 элемент 4ИЛИ и 3 инвертора.



Полученная схема работоспособна, но неоправданно громоздка.

С целью преобразования и минизации функций разработаны и применяются правила алгебры логики. Рассмотрим наиболее распространенные правила:

1: $X = A \cdot 0 = 0$ 2: $X = A \cdot 1 = A$ 3: $X = A \cdot A = A$ 4: $X = A \cdot \overline{A} = 0$	законы конъюнкции
5: $X = A + 0 = A$ 6: $X = A + 1 = 1$ 7: $X = A + A = A$ 8: $X = A + \overline{A} = 1$	законы дизъюнкции
9: $X = \overline{\overline{A}} = A$	правило двойной инверсии
10: $X = A \cdot B = B \cdot A$ 11: $X = A + B = B + A$	переместительный закон
12: $X = (A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$ 13: $X = (A + B) + C = A + (B + C)$	сочетательный закон
14: $X = A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$ 15: $X = A + B \cdot C = (A + B) \cdot (A + C)$	закон дистрибутивности или распределительный
16: $X = A + A \cdot B = A \quad \{ A + B \cdot A = A\ (1 + B) \}$ 17: $X = A \cdot (A + B) = A$ 18: $X = A + \overline{A} \cdot B = A + B \ \{ (1 + \overline{A}) \cdot (A + B) = A + B \}$	законы погло-щения
19: $X = A \cdot B + \overline{A} \cdot B = B$ 20: $X = (A + B) \cdot (\overline{A} + B) = B$	законы склеивания
21: $X = \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$ 22: $X = \overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$	правила Де Моргана или законы инверсии

Пользуясь правилами алгебры логики упростим полученную функцию. Можно сгруппировать первое со вторым и первое с третьим слагаемые и вынести за скобку общие сомножители:

$$Y = \overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C} + \overline{A}\cdot\overline{B}\cdot C + A\cdot\overline{B}\cdot\overline{C} + A\cdot B\cdot C = \overline{A}\cdot\overline{B}(\overline{C}+C) + \overline{B}\cdot\overline{C}(\overline{A}+A) + A\cdot B\cdot C =$$

$$= \overline{A}\cdot\overline{B} + \overline{B}\cdot\overline{C} + A\cdot B\cdot C$$

Полученная запись функции значительно проще исходной.

Можно было представить ту же самую функцию в СОВЕРШЕННОЙ КОНЪЮНКТИВНОЙ НОРМАЛЬНОЙ ФОРМЕ в виде произведения сумм:

$$Y = (A + \overline{B} + C)\cdot(A + \overline{B} + \overline{C})\cdot(\overline{A} + B + \overline{C})\cdot(\overline{A} + \overline{B} + C)$$

Такая запись немного сложнее для минимизации. Можно сгруппировать первое со вторым сомножители и вынести за скобку общие слагаемые

$$Y = (A + \overline{B})\cdot(C + \overline{C})\cdot(\overline{A} + \overline{B} + C)\cdot(\overline{A} + B + \overline{C}) =$$

$$= (A + \overline{B})\cdot(\overline{A} + \overline{B} + C)\cdot(\overline{A} + B + \overline{C}) = (\overline{B} + A\cdot(\overline{A} + C))\cdot(\overline{A} + B + \overline{C}) =$$

$$= (\overline{B} + AC)\cdot(\overline{A} + B + \overline{C}) = \overline{A}\cdot\overline{B} + \overline{B}\cdot B + \overline{B}\cdot\overline{C} + A\cdot C\cdot\overline{A} + ABC + A\cdot C\cdot\overline{C} =$$

$$= \overline{A}\cdot\overline{B} + \overline{B}\cdot\overline{C} + A\cdot B\cdot C$$

Результат совпал с предыдущем вариантом минимизации. Однако следует помнить, что различные способы минимизации не всегда приводят к одинаковым формам записи функции.

Разработан метод минимизации логических функций, как бы автоматизирующий процедуру поиска ”склеивающихся” слагаемых - **метод КАРТ КАРНО.**

Карта Карно - это таблица имеющая ячейки для всех возможных минтермов функции. Можно построить карты Карно для функций, минтермы которых содержат два, три и более переменных (обычно не более 5...6). Составим карту Карно для функции 2-х переменных: Вдоль верхней грани проставлены возможные значения переменной A и ее инверсий, вдоль левой боковой грани возможные значения переменной B. Тогда в каждой клетке изображают один из возможных соответствующих минтермов:

	A	$\bar{A}$
B	$A \cdot B$	$\bar{A} \cdot B$
$\bar{B}$	$A \cdot \bar{B}$	$\bar{A} \cdot \bar{B}$

$A \cdot B$, $\bar{A} \cdot B$, $\bar{A} \cdot \bar{B}$, $A \cdot \bar{B}$.

Если какой-то из этих минтермов в совершенной дизъюнктивной нормальной форме записи функции присутствует, то в соответствующей клетке карты Карно ставится "1",если нет - то "0".

Составим карты Карно для функций 3-х и 4-х переменных. При переходе от столбца к столбцу и от строки к строке только одна из переменных может получить или потерять инверсию:

	$\bar{A}\bar{B}$	$\bar{A}B$	AB	$A\bar{B}$
$\bar{C}$	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}$	$\bar{A}B\bar{C}$	$AB\bar{C}$	$A\bar{B}\bar{C}$
C	$\bar{A}\bar{B}C$	$\bar{A}BC$	ABC	$A\bar{B}C$

	$\bar{A}\bar{B}$	$\bar{A}B$	AB	$A\bar{B}$
$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}\bar{D}$	$\bar{A}B\bar{C}\bar{D}$	$AB\bar{C}\bar{D}$	$A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$
$\bar{C}D$	$\bar{A}\bar{B}\bar{C}D$	$\bar{A}B\bar{C}D$	$AB\bar{C}D$	$A\bar{B}\bar{C}D$
CD	$\bar{A}\bar{B}CD$	$\bar{A}BCD$	$ABCD$	$A\bar{B}CD$
$C\bar{D}$	$\bar{A}\bar{B}C\bar{D}$	$\bar{A}BC\bar{D}$	$ABC\bar{D}$	$A\bar{B}C\bar{D}$

Склеивание осуществляется между теми минтермами, которые записаны в виде "1" в соседних клетках карты (по вертикали или горизонтали). Соседними считаются клетки крайнего левого и правого, верхнего и нижнего рядов (можно представить карту как развертку цилиндра). Два минтерма, находящиеся в соседних клетках можно представить в виде одного логического произведения переменных, число которых на одну единицу меньше, чем в каждом из соседних минтермов, причем в произведении остаются общие для обоих минтермов сомножители. Если соседними окажутся сразу 4 минтерма с "1" то такую группу можно заменить произведением переменных, число которых меньше, чем в каждом минтерме, уже на два. Одну единицу, изображающую минтерм, можно объединять пары несколько раз.

Используя метод карт Карно минимизируем рассмотренную в примере функцию.

	$A\cdot\overline{B}$	$A\cdot B$	$A\cdot\overline{B}$	$\overline{A}\cdot\overline{B}$
C	0	1	0	1
$\overline{C}$	1	0	0	1

Объединение m отражает "склеивание" минтермов $\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot C$ и $\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}$:

$\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot C + \overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C} = \overline{A}\cdot\overline{B}\cdot(C + \overline{C}) = \overline{A}\cdot\overline{B}$

Объединение n отражает "склеивание" минтермов $\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}$ и $A\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}$:

$\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C} + A\cdot\overline{B}\cdot\overline{C} = \overline{B}\cdot\overline{C}\cdot(\overline{A} + A) = \overline{B}\cdot\overline{C}$

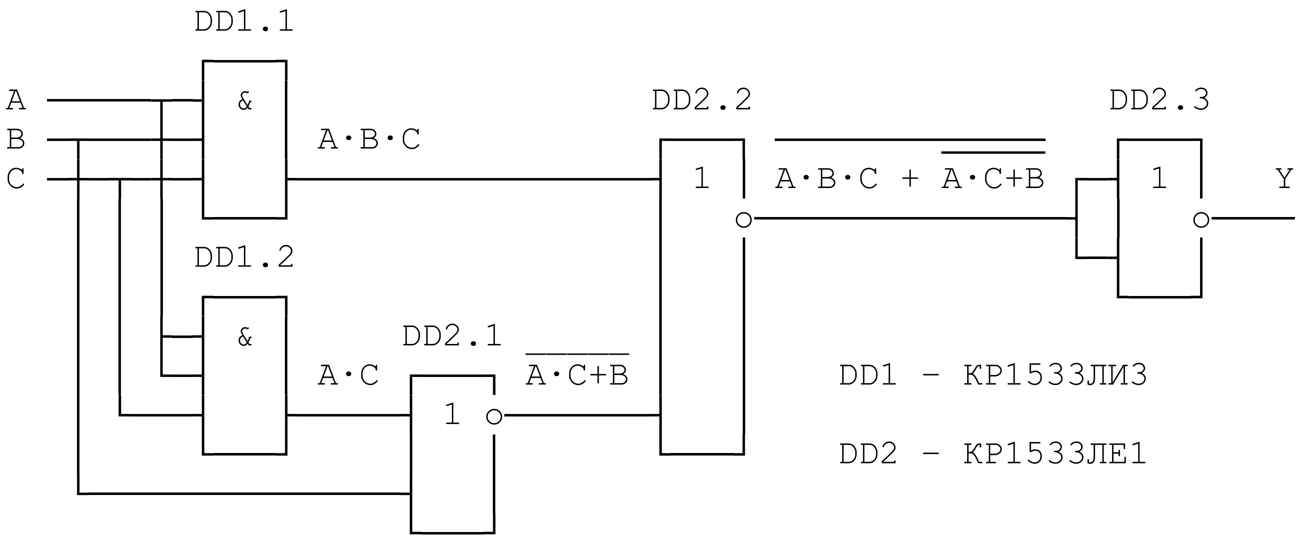
Минтерм $A\cdot B\cdot C$ не имеет соседних минтермов и остается неизменным. В результате проведенных операций "склеивания" из четырех минтермов, входящих в функцию и являющихся конъюкцией трех переменных, остались лишь слагаемые:

$\overline{A}\cdot\overline{B}$, $\overline{B}\cdot\overline{C}$ и $A\cdot B\cdot C$, следовательно, $Y = \overline{A}\cdot\overline{B} + \overline{B}\cdot\overline{C} + A\cdot B\cdot C$

Результат совпал с результатом минимизации по правилам алгебры логики. Для практической реализации преобразуем функцию, вынеся за скобку $\overline{B}$ и дважды используя правило Де Моргана, к виду:

$Y = \overline{A}\cdot\overline{B} + \overline{B}\cdot\overline{C} + A\cdot B\cdot C = \overline{B}\cdot(\overline{A} + \overline{C}) + A\cdot B\cdot C = \overline{B}\cdot\overline{A\cdot C} + A\cdot B\cdot C =$

$= \overline{B+AC} + A\cdot B\cdot C =$ (правило двойной инверсии) $= \overline{\overline{\overline{B+AC} + A\cdot B\cdot C}}$



Номера выводов («цоколёвку») определяем по справочнику.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ *Радиэлектроники и лазерной техники*

КАФЕДРА ______________________________

Домашнее задание №1

По курсу «Электроника и микропроцессорная техника»

Вариант № 0

Студент ________________ ________________
подпись, дата *фамилия, и.о.*

Группа РЛ2-51

Преподаватель ________________ *Глотов А.Н.*
подпись, дата *фамилия, и.о.*

Москва 2019 г.

Задание

Составить принципиальную схему цифрового устройства, используя любые реальные элементы ТТЛ - логики, таблица истинности которого соответствует заданной. Минимизацию функции произвести двумя способами (по правилам алгебры логики и методом карт Карно).

Оформить задание с соблюдением ГОСТ 2.702-75, ГОСТ 2.743-91, ГОСТ 2.104-68.

Вариант 0

Входные сигналы (логические переменные) *A*	*B*	*C*	Функция *Y*	
0	**0**	**0**	**1**	$\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}=1$
0	**0**	**1**	**1**	$\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot C=1$
0	1	0	0	
0	1	1	0	
1	**0**	**0**	**1**	$A\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}=1$
1	0	1	0	
1	1	0	0	
1	**1**	**1**	**1**	$A\cdot B\cdot C=1$

Функция может быть составлена в виде суммы четырех минтермов:

$$Y=\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}+\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot C+A\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}+A\cdot B\cdot C$$

Преобразуем функцию, используя правила алгебры логики:

$$Y=\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot\overline{C}+\overline{A}\cdot\overline{B}\cdot C+\overline{A}\cdot B\cdot C+A\cdot B\cdot C=\overline{A}\cdot\overline{B}(\overline{C}+C)+\overline{B}\cdot\overline{C}(\overline{A}+A)+A\cdot B\cdot C=$$

$$=\overline{A}\cdot\overline{B}+\overline{B}\cdot\overline{C}+A\cdot B\cdot C=\overline{B}\cdot(\overline{A}+\overline{C})+A\cdot B\cdot C=\overline{B}\cdot(\overline{A\cdot C})+A\cdot B\cdot C=\overline{B+AC}+A\cdot B\cdot C=$$

$$=\overline{\overline{\overline{B+AC}+A\cdot B\cdot C}}$$

Преобразуем функцию, используя метод карт Карно:

	$A \cdot B$	$A \cdot \overline{B}$	$\overline{A} \cdot \overline{B}$	$\overline{A} \cdot B$
C	1	0	1	0
$\overline{C}$	0	1	1	0

В результате проведенных операций "склеивания" из четырех минтермов, входящих в функцию, остались лишь три слагаемые:

$$Y = \overline{A} \cdot \overline{B} + \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot C \cdot$$

Результат совпал с результатом минимизации по правилам алгебры логики.

Для уменьшения количества разнотипных элементов преобразуем функцию, как было показано выше, к виду:

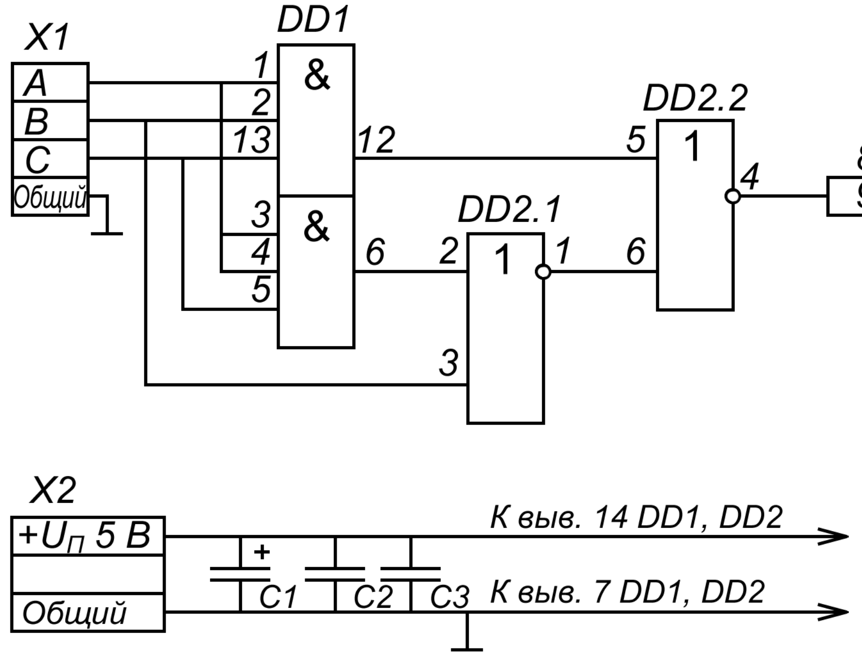
$$Y = \overline{A} \cdot \overline{B} + \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot C = \overline{\overline{\overline{B + A \cdot C}+ A \cdot B \cdot C}} = \overline{\overline{\overline{B + A \cdot A \cdot C} + A \cdot B \cdot C}}$$

Для построения понадобятся 3 элемента «2ИЛИ-НЕ» и 2 элемента «3И». Используем микросхемы КР1533ЛЕ1 (4 элемента «2ИЛИ-НЕ») и КР1533ЛИ3 (3 элемента «3И»).

РЛ1.XXXXXX.001 Э3

Перв. примен.

Справ. №



Поз. Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Микросхемы		
DD1	КР1533ЛИ3	1	
DD2	КР1533ЛЕ1	1	
	Конденсаторы		
C1	К53-1-220,0х6,3 В	1	
C2, C3	К10-17А-0,15-Н90	2	
	Коннекторы		
X1	DB9F	1	
X2	DS-213B	1	
X3	CP50-73ФВ	1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

РЛ1.XXXXXX.001 Э3

Модуль цифровой
Схема электрическая
принципиальная

Лит.	Масса	Масштаб

Лист 1 | Листов 1

МГТУ им.Н.Э.Баумана
Кафедра РЛ-1
Группа РЛ2-51

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Копировал

Формат А4