



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - СОФИЯ

Факултет АВТОМАТИКА

Катедра “ЕЛЕКТРИЗМЕРВАТЕЛНА ТЕХНИКА”

**Модул № 7: ЦИФРОВИ ИЗМЕРВАТЕЛНИ УРЕДИ. ОБЩИ
СВЕДЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Презентация

Лектор: доц. д-р Николай Стоянов

*Дисциплина: Електрически измервания – FBE 21, ФЕТТ,
ОКС “Бакалавър”, специалност “Електроника”,
Професионално направление 5.2 Електротехника,
електроника и автоматика*



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

*„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”*

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Съдържание

1. Основни понятия

2. Грешки на цифровите измервателни уреди

3. Системи за кодиране в цифровите измервателни уреди

3.1. Десетична и двоична бройна система и кодове.

3.2. Двоично-десетичен код

3.3. Единичен код

4. Логически функционални преобразуватели

4.1. Видове използвана логика

4.2. Логически функции и елементи

5. Литература



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



1. Основни понятия

Предпоставки за възникването на цифровата измерителна техника:

- ◆ Повишаване на метрологичните характеристики
- ◆ Автоматизиране на процесите на измерване
- ◆ Получаване на резултата от измерването в удобна форма за обработване

Измерваните величините могат да бъдат представени:

- ▶ в непрекъснат вид
- ▶ дискретен вид.

Непрекъснати величини - приемат безкраен ред от стойност в определен интервал.

Дискретни величини – прекъснати, като в определен интервал приемат само краен ограничен брой стойности. Отделните съседни стойности се различават една от друга с определен краен нарастък.

Постоянна стойност на нарастъка - квант.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Дискретизацията на една величина - *раздробяване на дефиниционната и област на отделни интервали, във всеки от които величината приема едно единствено дискретно ниво.*

Броят на квантите N , съдържащи се в неизвестната величината X се нарича числен еквивалент:

$$N = \frac{X}{q}$$

q - големина на кванта

Квантуване - *процес на установяване на числения еквивалент на неизвестната величина, чрез определяне на квантите в преобразуваната величина.*

Кодирание - *процес следващ квантуването на информацията, изразяващ се в представяне на числения еквивалент, чрез система от символи (код).*



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Измервани величини:

- **Определена големина**
- **Разпределение във времето.**

▶ *Аналогова величина във времето* - след преобразуването величината се следи непрекъснато.

▶ *Дискретизирана величините по време* - последователно отделяне и запомняне на стойностите на величината в отделни моменти от времето.

Прекъсване на величината - през равни или различни интервали от време нар. **интервали на дискретизация.**

Процеси в цифровите измервателни уреди върху непрекъснатата измервана величина :

- *квантуване по ниво*
- *дискретизация по време*
- *представяне чрез код.*



Европейски съюз

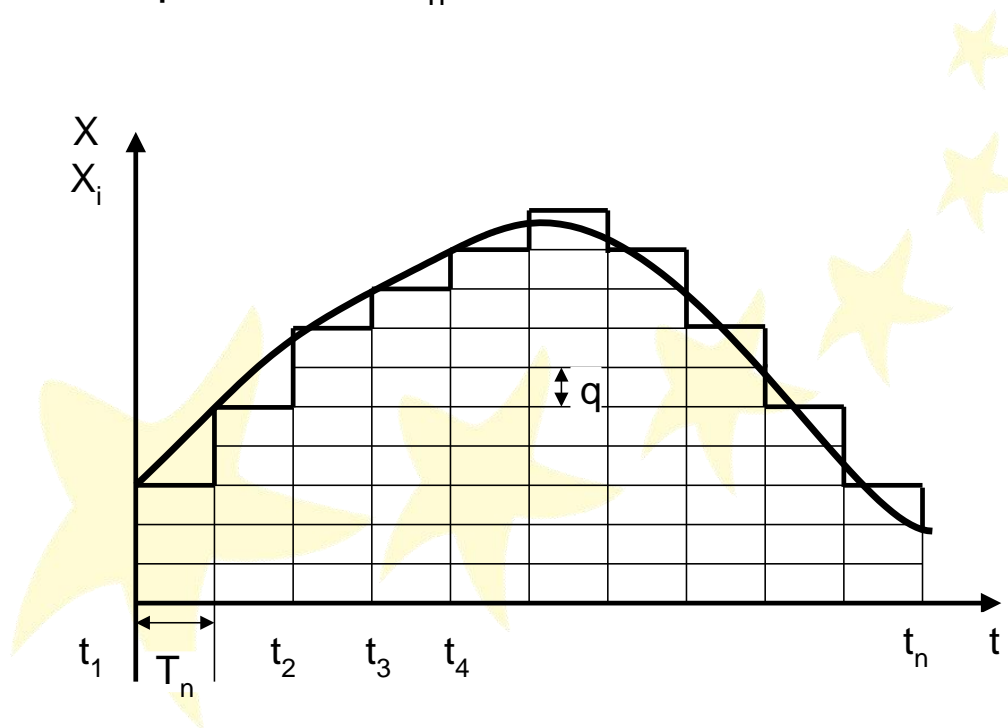
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Процес на преобразуване на непрекъснатата величина в дискретна, с интервал на дискретизация T_n .



Дискретизация на непрекъснатата величина



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



2. Грешки на цифровите измервателни уреди

Грешка от дискретност по ниво - *разликата между текущата стойност на непрекъснатата величина с едно от двете съседни дискретни нива (Грешка от квантуване).*

Големината на грешката:

1. При закръгляване до по-голямата или по-малката дискретна стойност - в интервала ($0 \div "+q"$) или в интервала ($0 \div "-q"$).
2. При закръгляване на резултата до най-близката дискретна стойност грешката от дискретност се ограничава до $\pm q/2$.

Грешка от дискретизация по време - *стойностите на величината се измерват само в фиксираните моменти от време $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$, без да се отчитат измененията на величината в интервалите T_n (времето на преобразуване).*



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

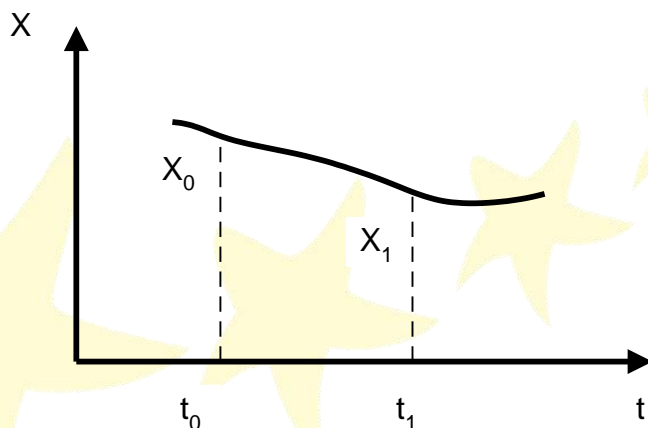
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Абсолютна динамична грешка на цифровите уреди:

$$\Delta X = X_1 - X_0$$

X_0 и X_1 - стойностите на величината за момента на измерване t_0 и момента на резултата t_1 .



При достатъчно малък интервал от време $t_1 - t_0$, функцията може да се замени с права линия с наклон определен съгласно израза:

$$V_X = \frac{dX}{dt} = \text{const} \quad \Delta X = V_X (t_1 - t_0)$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Приведена динамична грешка:

$$\varepsilon_{дин} = V_X \cdot \frac{T_K}{X_H} \quad - \quad T_K = t_1 - t_0 \text{ представлява времето за кодиране}$$

$$\frac{X_H}{T_K} \quad - \quad \text{Стръмност на измерването}$$

Допустима скорост на изменение при зададена допустима динамична грешка:

$$\frac{dX}{dt} \leq V_{X доп} = \varepsilon_{дин} \frac{X_H}{T_K}$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

3. Системи за кодиране в цифровите измервателни уреди

Краен резултат от измерването в цифровата техника - число.

Процеса на кодиране се изразява в представяне на числото с помощта на поредица от символи:

$$a_n, a_{n-1}, \dots, a_2, a_1$$

Представяното с тази поредица от символи число, се определя от:

$$N = \sum_{i=1}^n a_i \cdot P_i$$

i - разряд и представлява поредния номер на символа обозначаващ мястото и старшинството му в поредицата; a_i - разреден коефициент, представляващ цяло число, показващо колко пъти участва теглото на съответния разряд в сумата; P_i - тегло на разряда.

Еднозначното съответствие между числата и поредицата от символи е базирано на *определена бройна система*.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Натурална бройна система:

$$P_i = R^{i-1} \quad 0 \leq a_i \leq R-1$$

Числото се представя, чрез сумата:

$$N = \sum_{i=1}^n a_i \cdot R^{i-1}$$

Числото R - основа на бройната система и определя наименованието и.

В цифровата техника и уреди се използват:

- ◆ *Двоична бройна система*
- ◆ *Двоично десетична бройна система.*



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

3.1. Десетична и двоична бройна система и кодове.

Десетичен код:

- цифрите 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 - разредните коефициенти a_i
- $P_i = 10^{i-1}$ – теглата на разредите

Числото 157 е триразрядно с разрядни коефициенти 1, 5 и 7 и с тегла на разрядите 100, 101 и 102 (отдясно наляво).

Двоична бройна система:

- 0 или 1 - разредни коефициенти a_i
- $P_i = 2^{i-1}$ - тегла на разрядите

Числото 126 в двоичен вид се записва:

$$126_{10} = 01111110.$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Преминаване от двоичен код в десетичен:

$$0.2^7 + 1.2^6 + 1.2^5 + 1.2^4 + 1.2^3 + 1.2^2 + 1.2^1 + 0.2^0 = 126_{10}$$

3.2. Двоично-десетичен код

При двоично-десетичния код разредните коефициенти a_i са в двоична бройна система (0 и 1), а теглата P_i са в десетичен вид.

Теглата на разрядите и разрядните коефициенти и се определят от:

$$P_i = 10^{i-1}$$

$$b_k = 0 \quad \text{или} \quad b_k = 1$$

$$a_i = \sum_{k=1}^n b_k \cdot P_k$$

$$P_k: 4-2-2-1, 8-4-21$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Числото 26 се кодира по следния начин:

$$26_{10} = (0010 \ 1010)_{2-10}$$

3.3 Единичен код

Единичен код - всички тегла на разрядите в представянето са равни на единица.

В записа участват само единиците, а нулите се пропускат.

Всяко число може да се запише в единичен код, чрез броя на единиците, съответстващ на самото число.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Единичния код (използва се в уредите с квантуване):

◆ *Паралелен*

◆ *Последователен*

В практиката освен термина кодиране се използва и *шифриране*, като преобразувателите се нар. *шифратори*.

Обратен процес - декодиране или дешифриране, преобразувателите - *дешифратори*.

4. Логически функционални преобразуватели

Обработка и съхранение на информацията във всички цифрови устройства - в **двоична бройна система**.

Използват се различни схеми, реализиращи логически операции, нар. *логически функции* върху *логически променливи*.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



За всяка единица информация в логическите променливи има две възможности:

- ▶ логическа 0 (“истина”)
- ▶ логическа 1 (“лъжа”).

Тези две състояния се реализират с помощта на различни нива на напрежение.

Представянето на данни с помощта на логически променливи позволява да се реализират много сложни математически операции.

4.1. Видове използвана логика

Варианти за логика в схемите:

- ◆ *положителна логика*
- ◆ *отрицателна логика*



Европейски съюз

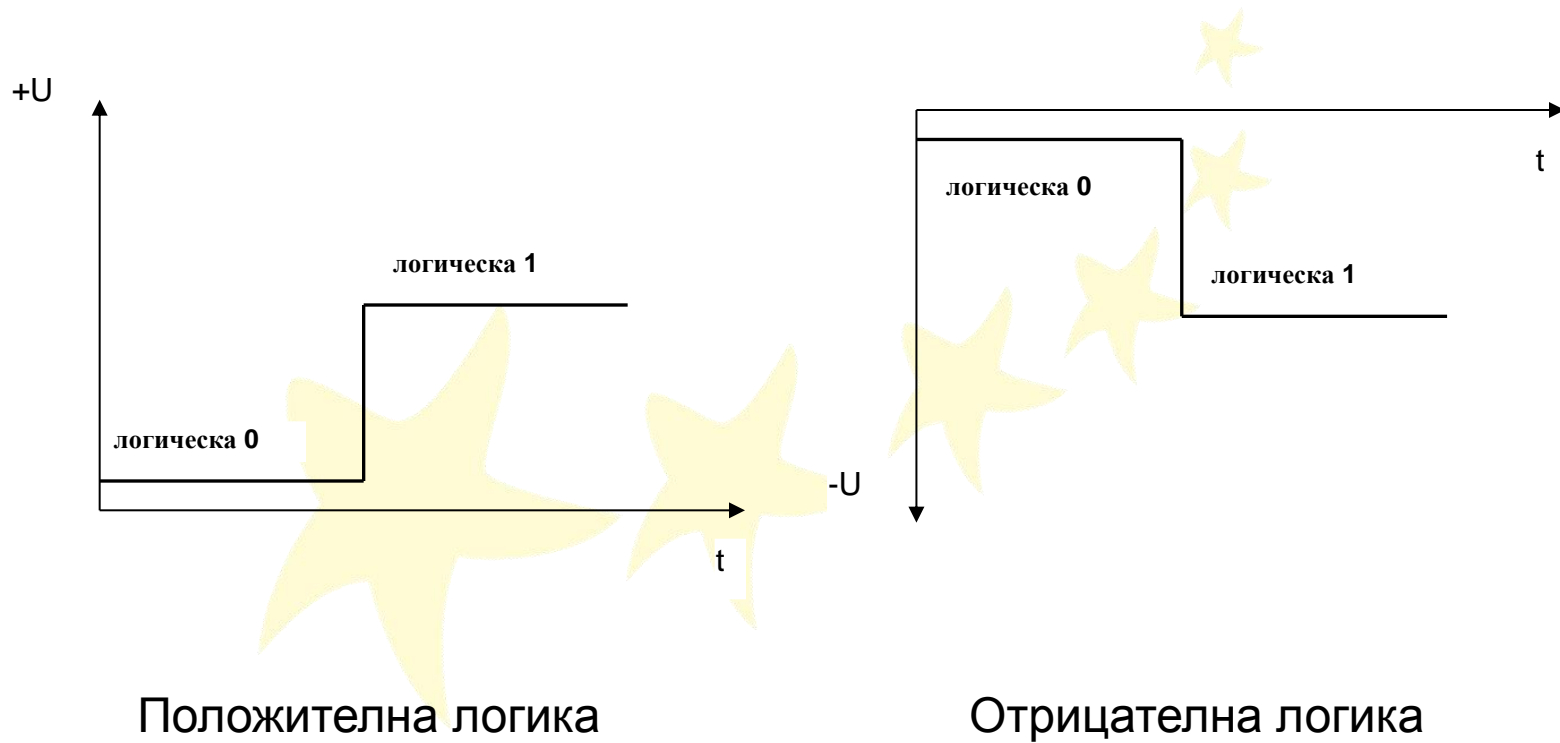
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Видове използвана логика:



Положителна логика

Отрицателна логика



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

**„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”**

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



► Положителна е логиката, когато на логическа 0 съответства ниско ниво на сигнала, а на логическа 1 високо ниво на сигнала.

► При отрицателна логика обратно, високото ниво отговаря на логическа 0 и ниското ниво на логическа единица.

4.2. Логически функции и елементи

Реализация на логическите функции - логически схеми.

Елементарни функции - логически елементи.

Всеки такъв елемент може да приема две състояния на изхода си:

◆ ***логическа единица***

◆ ***логическа нула.***

За логическите функции са в сила правилата на алгебрата на Бул.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

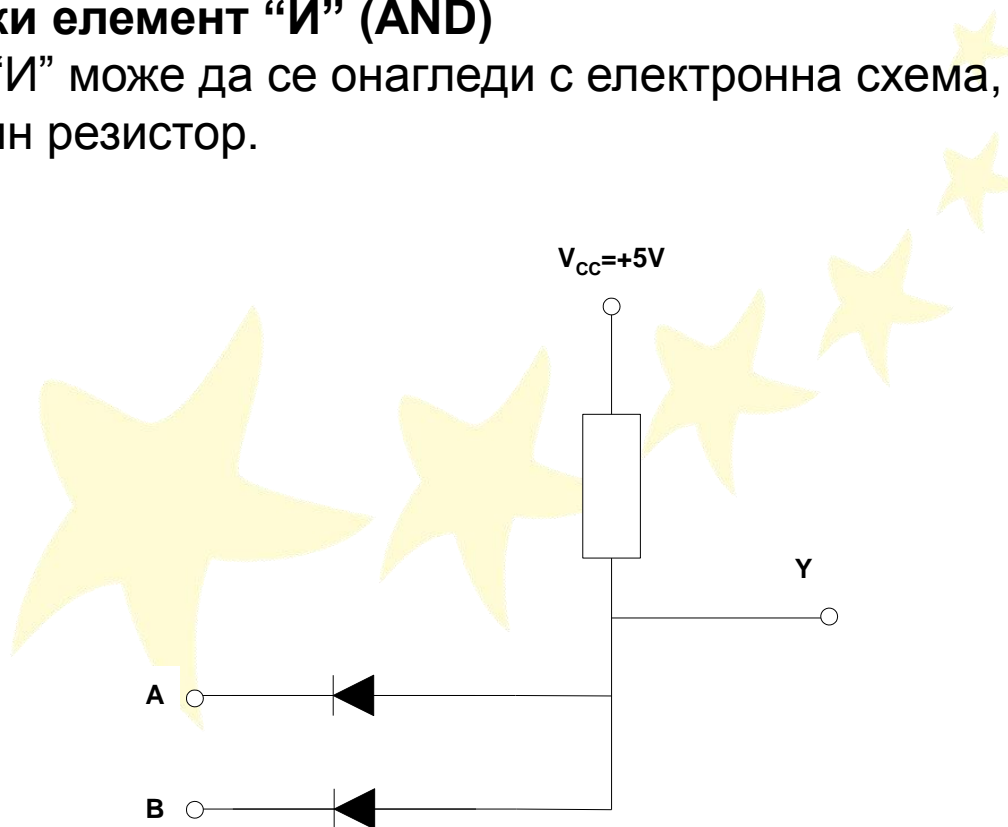
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Базови логически функции:

1. Логически елемент “И” (AND)

Функцията “И” може да се онагледява с електронна схема, включваща два диода и един резистор.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

*„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”*

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!

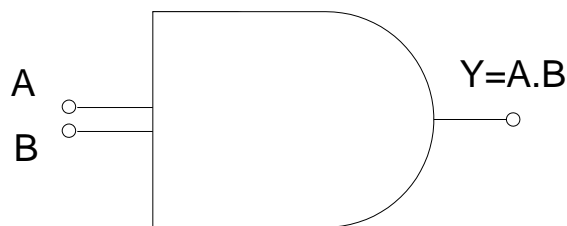


- Когато единият от входовете А или В е занулен (логическа 0), то или първия или втория диод ще бъде включен в права посока. Тогава потенциала на изхода Y ще бъде почти нула (логическа 0).
- Когато на А и В има напрежение +5V, на изхода Y също ще има +5V, което съответства на логическа 1.

Функцията се изразява с формулата:

$$A \cdot B = Y$$

Означение за логическо “И”:



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



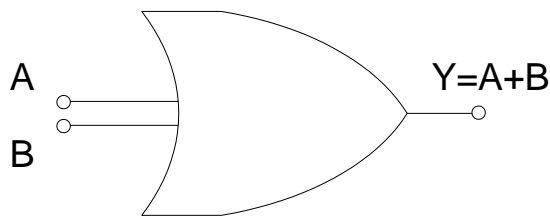
Таблица на истинност за функцията логическо “И”:

A	B	Y=A.B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

2. Логически елемент “ИЛИ” (OR)

Функция и означение за логическо “ИЛИ”:

$$A + B = Y$$



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

**„Организационна и технологична инфраструктура за учене през
целия живот и развитие на компетенции”**

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!

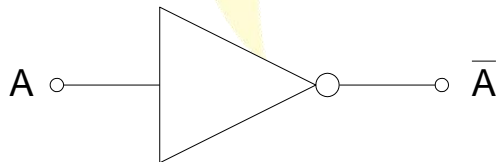


Таблица на истинност на логически елемент “ИЛИ”:

A	B	$Y=A+B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

3. Логическа функция “НЕ” (NOT)

Означение и таблица на истинност на функция “НЕ”:



A	\bar{A}
0	1
1	0



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Кръгчето на изхода на триъгълника във функцията “НЕ” обозначава обръщане на логическата функция “И”

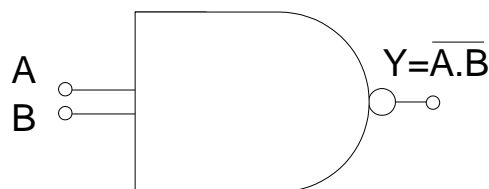
4. Логическа функция “И-НЕ” (NOT-AND, NAND)

Представява комбинация между логическите функции “И” и “НЕ”.

Определя се с израза:

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

Означение на функцията:



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



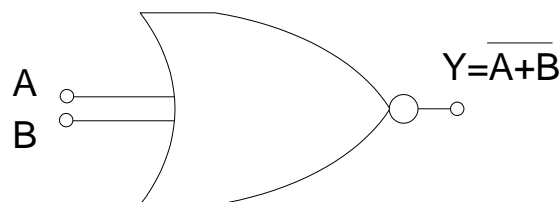
Таблица на истинност на функцията “И-НЕ” :

A	B	$Y = \overline{A.B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

5. Логическа функция “ИЛИ-НЕ” (NOR)

Изход на елемента и символ за означение:

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



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Означение и таблица на истинност на логическа функция“ИЛИ-НЕ”:

A	B	$Y = \overline{A.B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Алгебра на Бул – използва се за изпълнение на логически вериги с голяма сложност.

Реализация на схемите - с помощта на **компютърни програми**, като се задават изискванията, според които програмата генерира на ефективната конструкция.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!

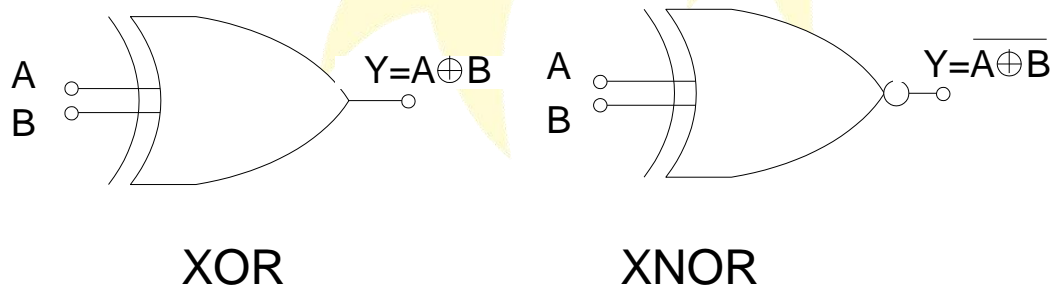


6. Специален логически елемент “ИЛИ” (XOR) и елемент на еднаквост

Когато на двата входа на този елемент се има само една единствена единица, изхода му се установява в 1.

Еквивалентният елемент представлява специален логически елемент с обрнат изход. Той приема стойност 1, когато на входа се подават или две 0 или две 1.

Означения и таблицата на истинност на двата елемента:



A	B	$A \oplus B$	$\overline{A \oplus B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

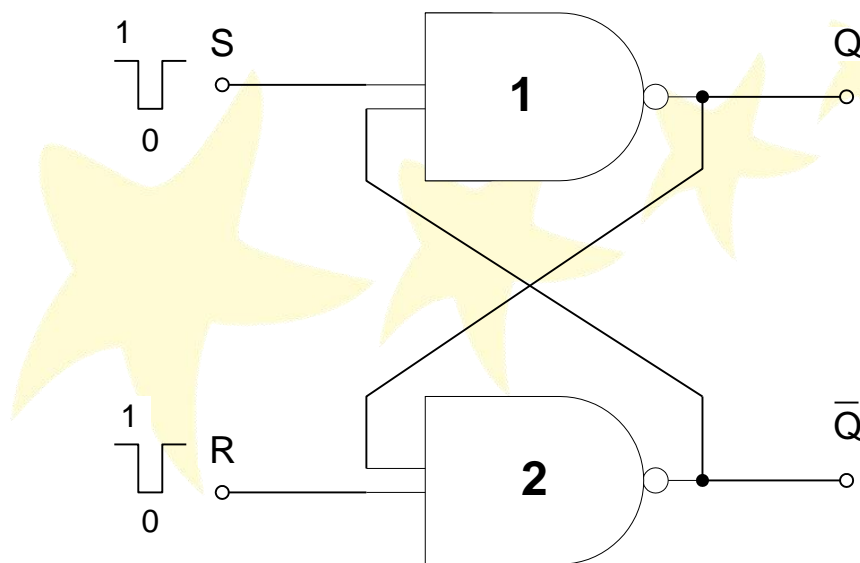
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

7. Логически ключове за данни

Най-елементарния ключ нар. **RS – тригер** за съхранение на информация се реализира чрез комбинация на два логически елемента “И-НЕ”.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

I. На двата входа S (Set - набор) R(Reset - рестартиране) на схемите е подадена логическа 1, а изхода Q е в 1.

Тогава сигнала, който се подава на втория вход на логическия елемент 2 е логическа 1.

На неговия изход ще се получи логическа 0.

Тази 0 се подава към входа на елемента 1, което осигурява единицата на изхода на първия елемент “И-НЕ”.

В това състояние на ключа, се приема че **информацията е заключена.**

На входа са подадени логически 1, а двата изхода са в противоположни състояния.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

II. На входа R се подаде в определен момент логическа 0, то изхода на втория елемент преминава в логическа 1.

В такъв случай тази 1 се подава на втория вход на елемента 1, което предизвиква поява на логическа 0 на изхода Q.

За да се промени състоянието е необходимо на входа S да се подаде логическа 0, което установява изхода Q в 1 и изхода на елемента 2 в 0.

Таблицата на истинност е:

\bar{S}	\bar{R}	Q	\bar{Q}
0	0	Забранена	Забранена
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	Няма промяна	



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

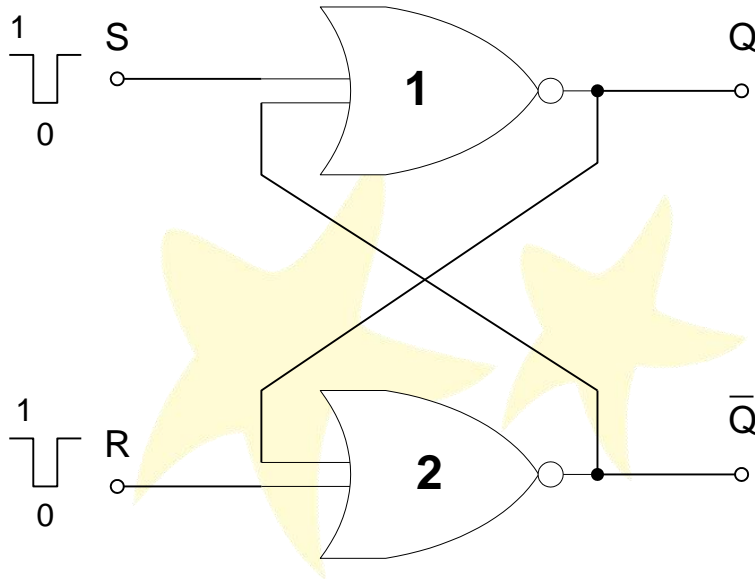
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

8. Логическа схема с два елемента “ИЛИ-НЕ”



S	R	Q	\bar{Q}
0	0	Няма промяна	Няма промяна
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	Забранена	



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Литература

1. Колев Н., Лазаров А., Манов Е., Матраков Б., Туренков В., *Електрически измервания*, под общата редакция на Б.Матраков, Държавно издателство Техника, София, 1999
2. Ж. Костов, *Цифрови измервателни уреди*, Държавно издателство Техника, София, 1981
3. Вострокнутов Н., *Цифровие измервателни устройства – теория погрешностей, испытания, проверка*, Энергоатомиздат, Москва, 1990
4. Костов Ж., Цветков Пл., *Ръководство за лабораторни упражнения по цифрови измервателни уреди*, София, 2000



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!

