

 **Технически университет – София**

Факултет по електронна техника и технологии

 **Катедра „Електронна техника“**

Презентация № 5

Синхронни серийни интерфейси

дисциплина „Микропроцесорна схемотехника“ – ВЕ30
ОКС „Бакалавър“ от Учебен план за студентите на 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. Синхронен обмен на данни

- SPI
- I²C

2. Други интерфейси

- Bluetooth
- WLAN

3. Кодирание на информацията

- NRZ
- NRZI
- Код на Манчестър

3. 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!



Европейски социален фонд

Синхронен обмен на данни (SPI)

Често използван интерфейс за комуникация между две и повече ИС в рамките на една вградена система е **SPI интерфейс** [а]. Това е сериен, синхронен интерфейс, използващ до 4 проводника за обмен на данни. Те са:

- **MOSI** (Master output / slave input) – изход на главното устройство / вход на подчиненото.
- **MISO** (Master input / slave output) – вход на главното устройство / изход на подчиненото.
- **SCK** (Slave Clock) – синхронизиращ тактов сигнал, изработван от главното и подаван към подчиненото устройство.
- **SS** (Slave Select) – сигнал за избор на подчинено устройство.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

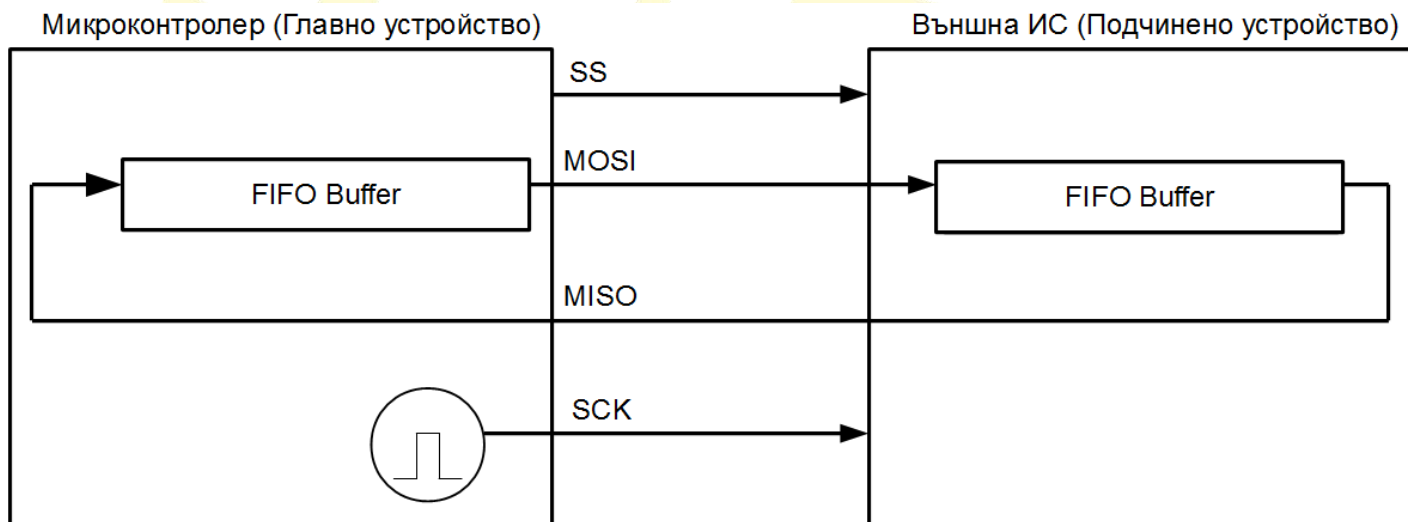
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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!



Синхронен обмен на данни (SPI)

При SPI главното (или още – master) устройство задава синхронизиращия тактов сигнал, спрямо който се предават данните. Подчиненото устройство (или още – slave) приема правилно данните благодарение на този сигнал. Генератор на такт има само в главното устройство. На фигурата е дадено едно типично свързване на две ИС по SPI интерфейс.



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

Синхронен обмен на данни (SPI)

От блоковата схема е видно, че работните регистри на този интерфейс може да се свържат в т.нар. кръгов буфер, при който едновременно с изпращане на данни от главното устройство се приемат данни от подчиненото.

Ако например искаме само да четем от подчиненото устройство, може да запишем нули в него, които ще “избутат” (shift) данните от slave-а и ще влязат в master устройството.

Създателят на този интерфейс е Motorola.

Протоколът е сравнително прост – реализира 4 варианта (SPI modes) на обмен на данни [1]. На следващия слайд е дадена таблица с тези режими в зависимост от полярността (CPOL) и фронта на тактовия сигнал (или още - фазата на данните спрямо тактовия сигнал, CPHA).



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!



Синхронен обмен на данни (SPI)

CPOL	CPHA	Режим
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3

CPOL – определя логическото състояние на проводника, осигуряващ тактов сигнал (SCK), когато по интерфейса няма обмен на данни.

CPHA – определя фронта на тактовия сигнал, по който ще се предават данните.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

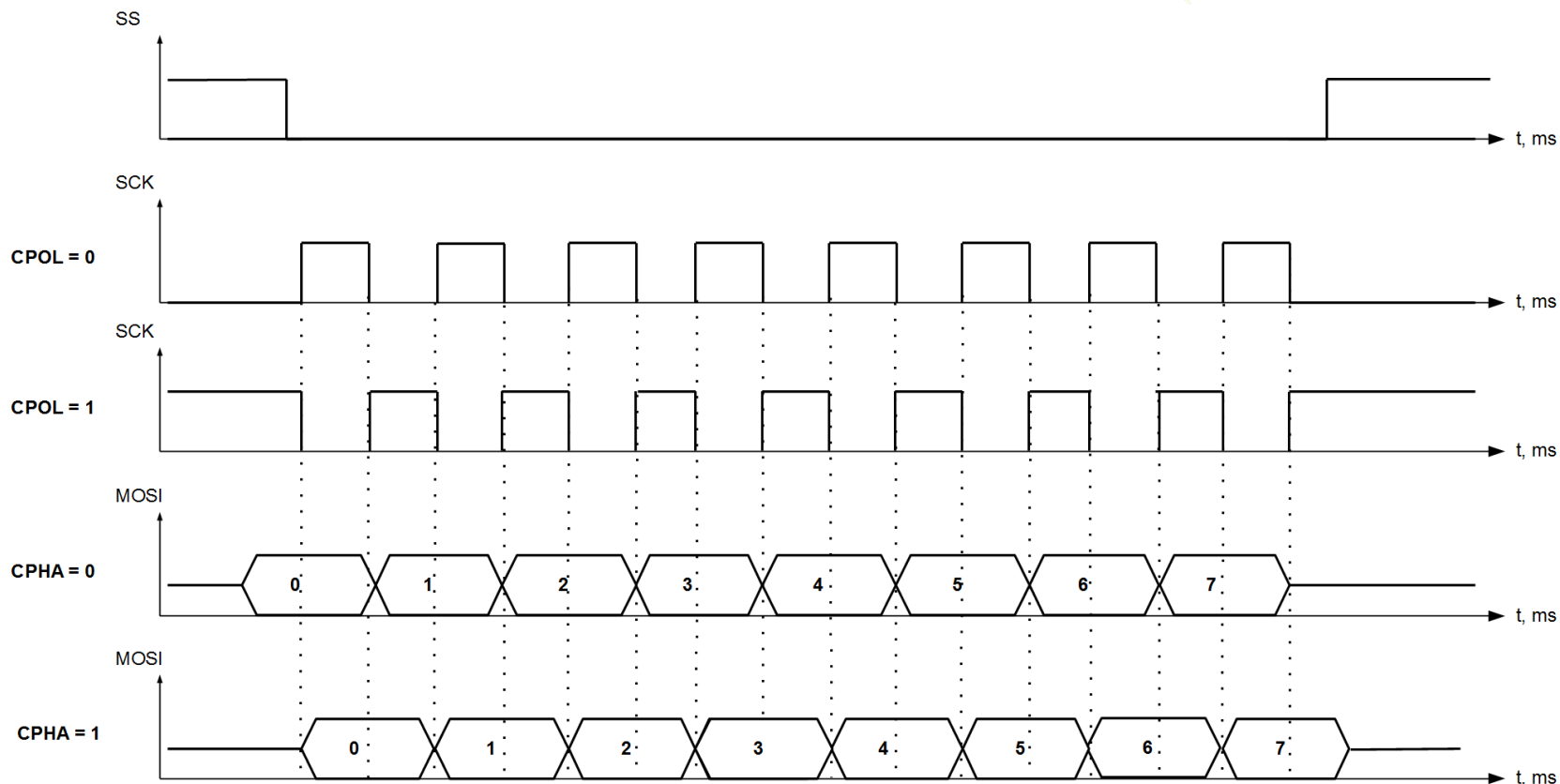
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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!



Синхронен обмен на данни (SPI)

SPI режими



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

Синхронен обмен на данни (SPI)

Свързването на периферни ИС към SPI интерфейса може да стане по два начина:

- **паралелно** – MOSI, MISO и SCK на периферните ИС и микроконтролера са свързани едни към други, а за всяка периферна ИС е осигурен отделен SS извод. Предимството на това свързване е бързия обмен на данни, а като недостатъци може да се посочат използването на повече изводи (повече от един SS) и по-големия товарен капацитет, свързан към изхода MOSI на микроконтролера.

- **последователно (daisy-chain)** – MOSI извода се свързва към SI (Slave Input) извода на първата ИС. Извода SO на първата ИС се свързва към извода SI на втората и т.н. Последният SO се свързва към MISO извода на микроконтролера. Образува се кръгов буфер от регистрите на всички ИС. Предимствата на такова свързване – минимален брой изводи – 4 (или 3, ако MISO или MOSI не се използват). Недостатък – по-бавен трансфер спрямо паралелното свързване.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

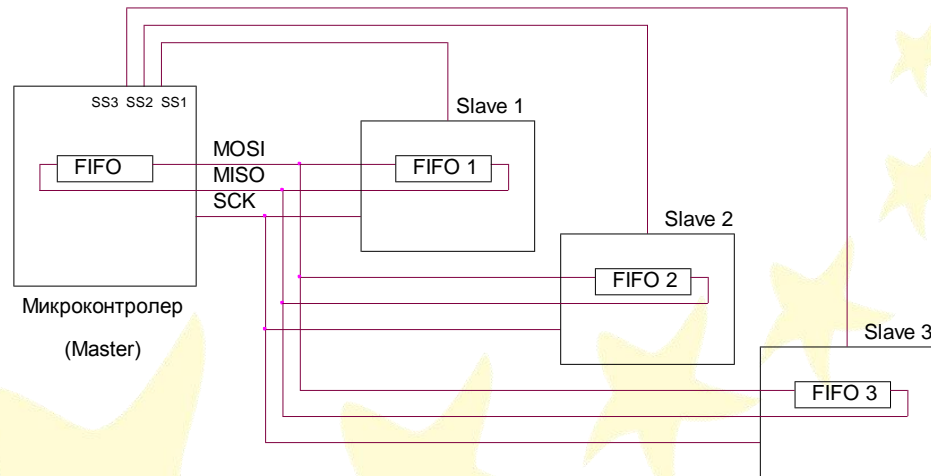
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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!

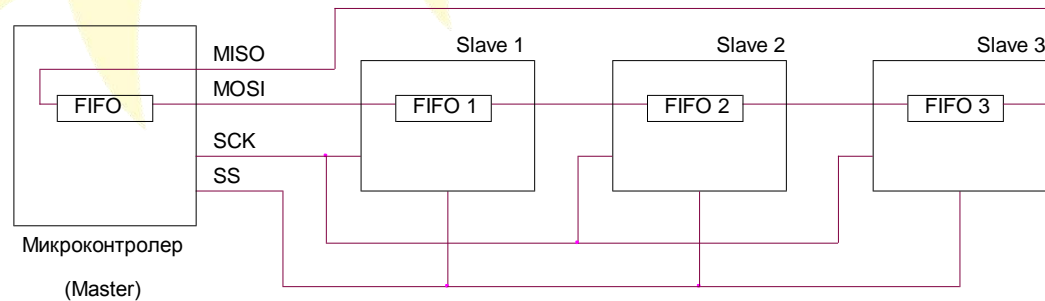


Синхронен обмен на данни (SPI)

Паралелно свързване



Свързване тип "Daisy-chain"



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

Синхронен обмен на данни (SPI)

Ако предаването на данни по SPI се осъществява само в една посока, то единият от изводите MISO или MOSI е излишен. Ако микроконтролерът само ще **чете** от подчиненото устройство, MOSI извода е излишен. Ако само ще **записва** в подчиненото устройство, MISO извода е излишен.

Не винаги се използва названието SPI за този интерфейс. Някои фирми използват Microwire (National Semiconductor), SSI (Synchronous Serial Interface на Texas Instruments) и др. Принципно не се различават от оригиналния SPI.

Към SPI може да се свързват най-различни външни периферни ИС като АЦП, ЦАП, температурен датчик, акселерометър, външна Flash памет и др.



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!



Синхронен обмен на данни (I²C)

I²C (IIC – inter integrated circuit) интерфейсът е създаден от фирмата Philips и се използва, както и SPI, за комуникация между ИС в рамките на една вградена система [b].

Предаването на информацията се осъществява посредством проводниците:

- **SDA** – данните, предавани серийно по този проводник.
- **SCL** – тактовият сигнал, по който е синхронизирано изпращането, бит по бит, на данните.

Към двата проводника са свързани изтеглящи (pull-up) резистори към захранването на системата V_{cc}. Те са необходими, защото предаването на информация е двупосочно – от микроконтролера към подчинената схема и от подчинената схема към микроконтролера. Това означава, че микроконтролерът ще използва изводът си, свързан към SDA, веднъж като вход и веднъж като изход. Аналогично – подчиненото устройство ще използва SDA като вход, когато иска да приеме информация и след това като изход, когато иска да предаде информация.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

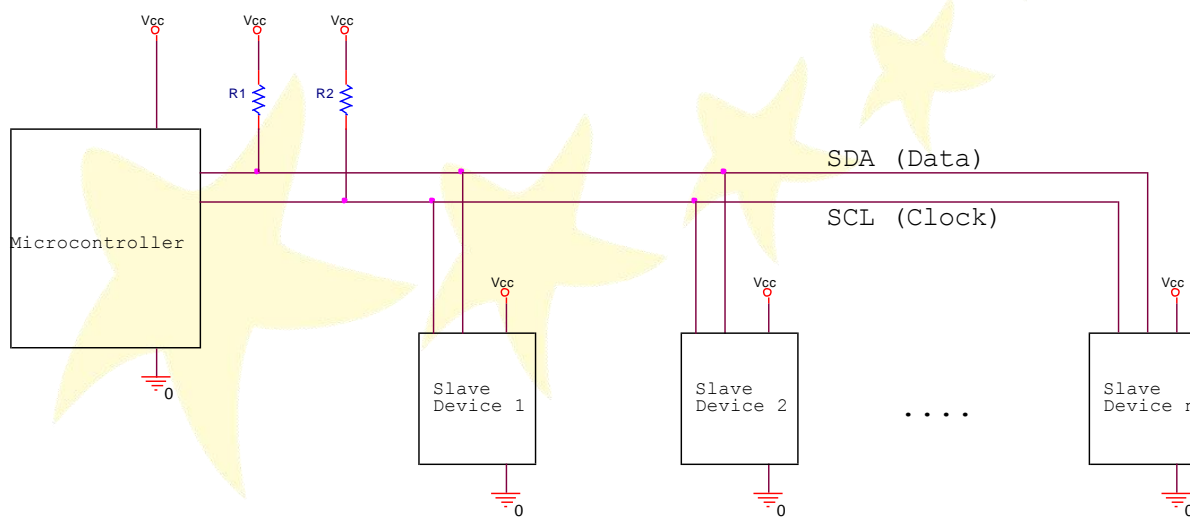
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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!



Синхронен обмен на данни (I²C)

Пример за свързване на периферни ИС към микроконтролер посредством I²C интерфейса.



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

Синхронен обмен на данни (I²C)

Връзката между два чипа се реализира на принципа master-slave, т.е. има една главна интегрална схема (**master**) и една подчинена (**slave**) такава. Обикновено master чипа е микроконтролерът в системата, а slave е периферен чип, с който ще се осъществява връзката. Съществува и режим **multi-master**, при който към I²C интерфейса са свързани два или повече главни (master) чипа.

Тази конфигурация води до една теоретична конфликтна ситуация, в която ако и двата чипа са установили изводите си SDA като изходи и единият е в логическа 1, а другият – в логическа 0, то ще се получи късо съединение между захранващия извод Vcc и масата GND. За да се избегне тази възможност се използват изходи с отворен дрейн (или колектор), **които изискват режимен pull-up резистор**. SCL също включва такъв резистор, защото протокола I²C дефинира ситуация, в която някой от чиповете задържа тактовия сигнал в логическа 0.



Европейски съюз

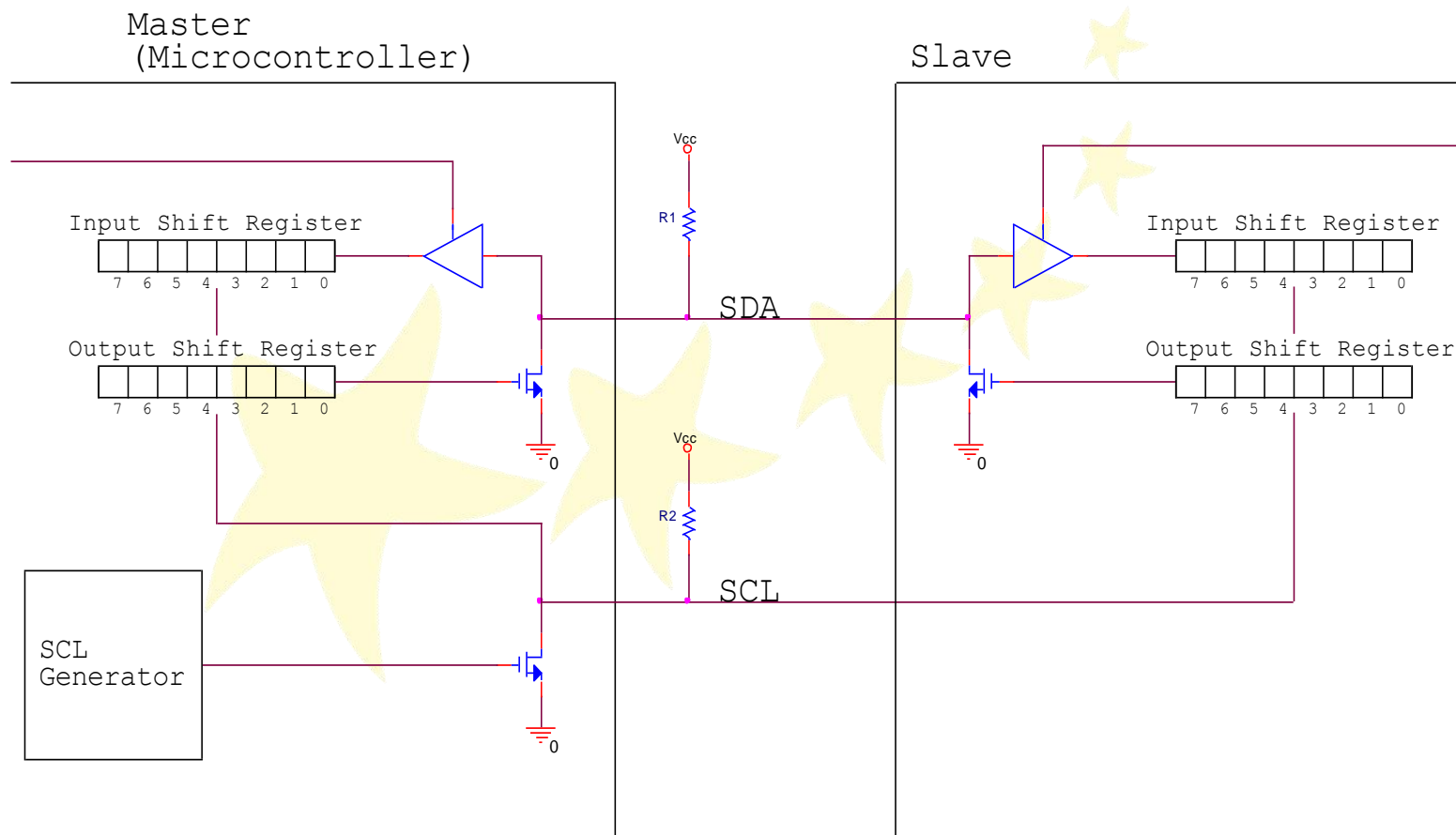
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!



Синхронен обмен на данни (I²C)



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

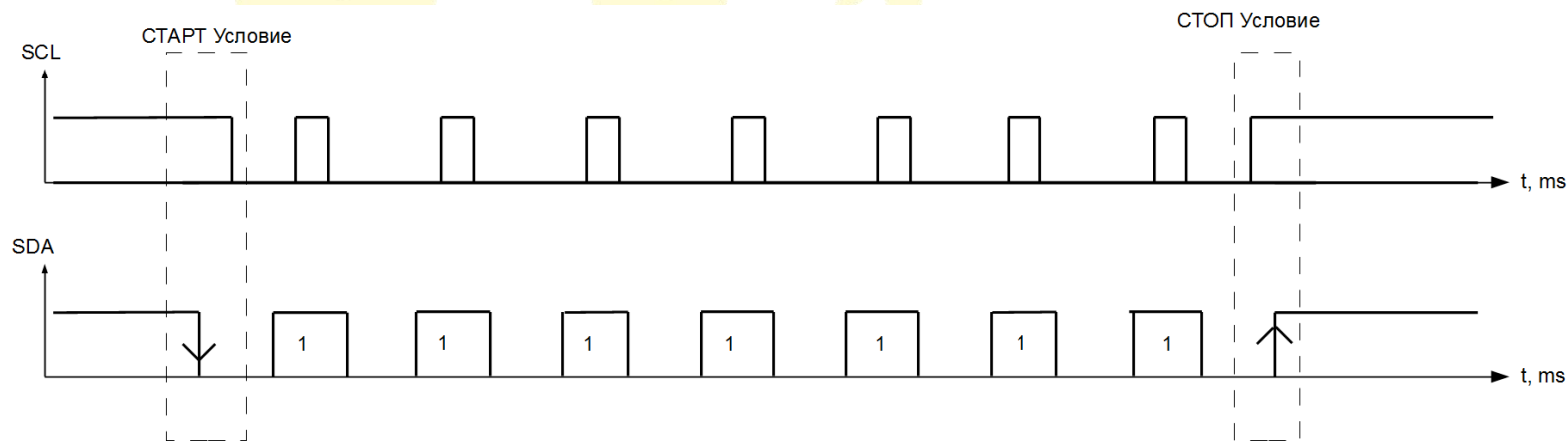
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Синхронен обмен на данни (I²C)

I²C комуникацията се осъществява по стандартизиран **протокол**. Най-общо казано обменът на данни започва с условие СТАРТ, продължава с трансфер на данни и завършва с условие СТОП. Условието старт и стоп са специални събития, реализирани чрез комбинации на логически нива и фронтове на SCL и DATA линиите, които са уникални и се различават от данните. На фигурата са показани едно старт и стоп условие.



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

Синхронен обмен на данни (I²C)

Старт условие се генерира при спадащ фронт на SDA линията, докато SCL линията е във високо.

Стоп условие се генерира при нарастващ фронт на SDA линията, докато SCL линията е във високо.

Между старт и стоп условията се изпращат **потребителските данни**. Всеки бит от тях трябва да запази своето състояние, докато SCL е във високо ниво (в противен случай ще се генерира лъжливо старт или стоп условие и трансферът ще се наруши), т.е. трансферът на данни се осъществява по ниво.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

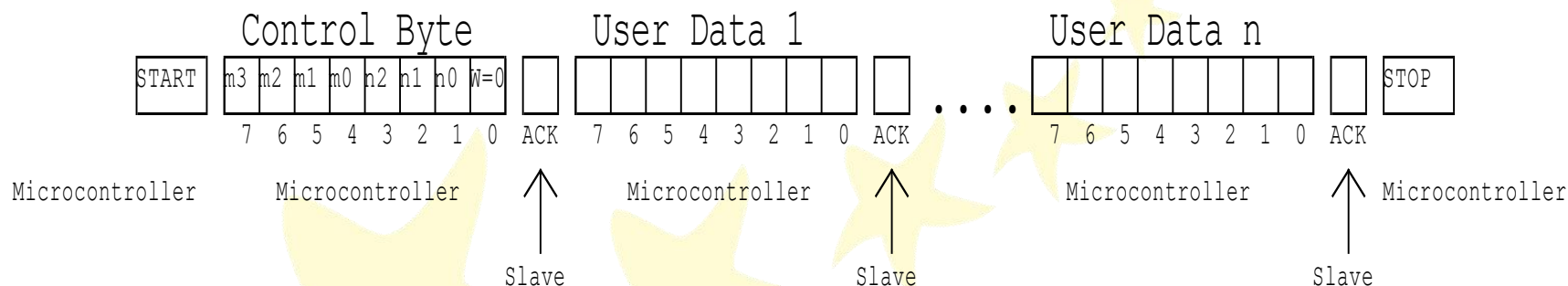
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Синхронен обмен на данни (I²C)

Форматът на данните при **запис** от микроконтролер в подчинена ИС е показан на фигурата по-долу.



Микроконтролерът генерира СТАРТ условие, след което изпраща **контролен байт**. Този байт достига до всички подчинени устройства. Старшата тетрада (битове m0 ÷ m3) съдържа контролен код, който е различен и фиксиран за различните подчинени чипове – трябва да се провери datasheet-а им.



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

Синхронен обмен на данни (I²C)

Следват три бита ($n_0 \div n_2$), които указват младшата част на 7-битовия адрес на подчиненото устройство и понякога могат да бъдат променяни. Благодарение на тях към една I²C шина могат да се свържат повече от един чипове от един и същи вид. Последният бит от контролния байт е четене/запис (R/W) и при запис трябва да е 0. Ако на I²C шината има устройство със зададения адрес (битове $n_0 \div n_2$), то трябва да отговори с изпращане на един бит, наречен **АСК** (acknowledge) или още - потвърждение. Неговото ниво е **логическа 0**. След това се изпращат потребителските данни User Data 1 ... User Data n и най-накрая се генерира условие стоп, с което трансферът приключва.

На фигурата на следващия слайд е показано свързване на три еднакви температурни датчика, чиито адреси са зададени хардуерно с изводи 1, 2 и 3 (рефлектират върху битове $n_0 \div n_2$).



Европейски съюз

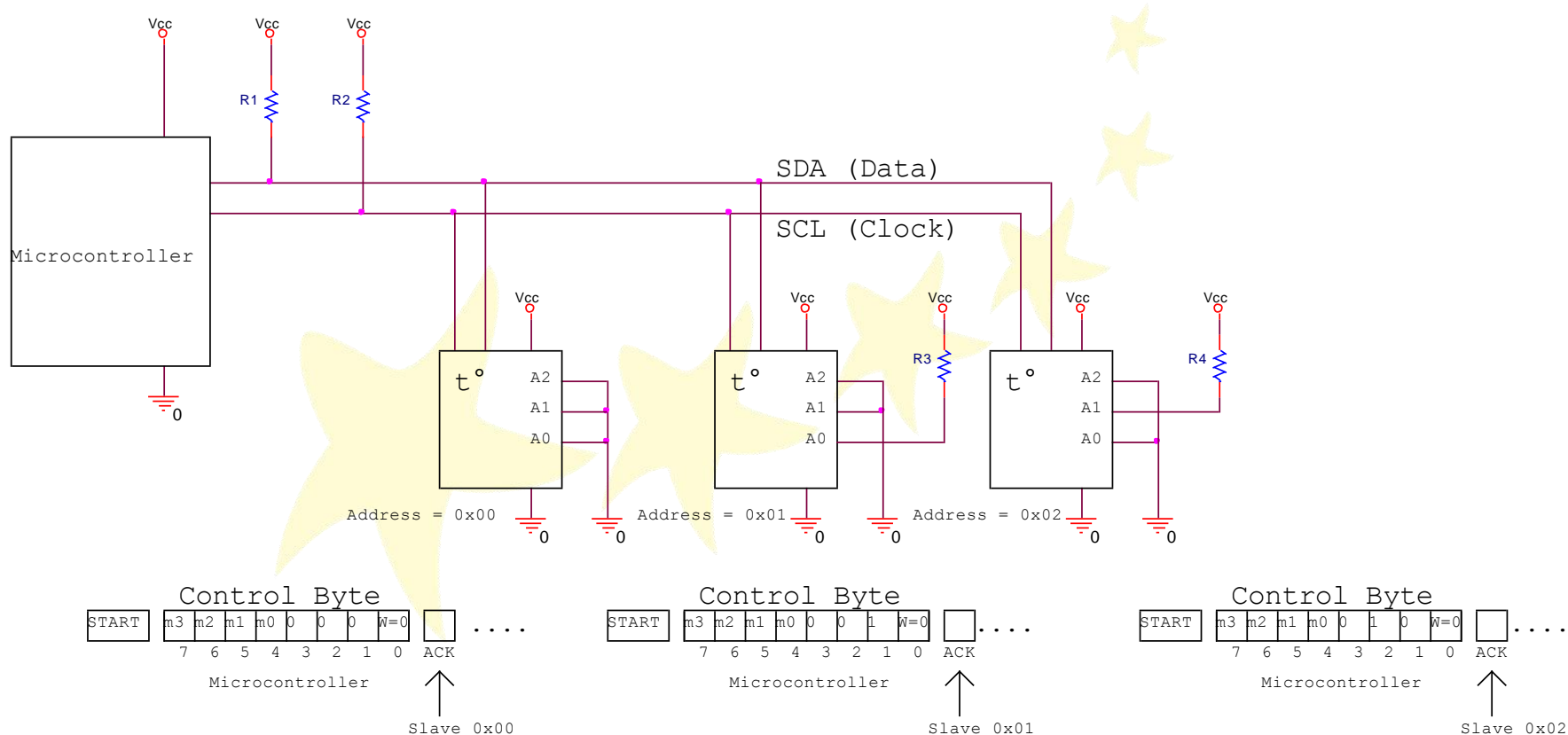
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!



Синхронен обмен на данни (I²C)



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

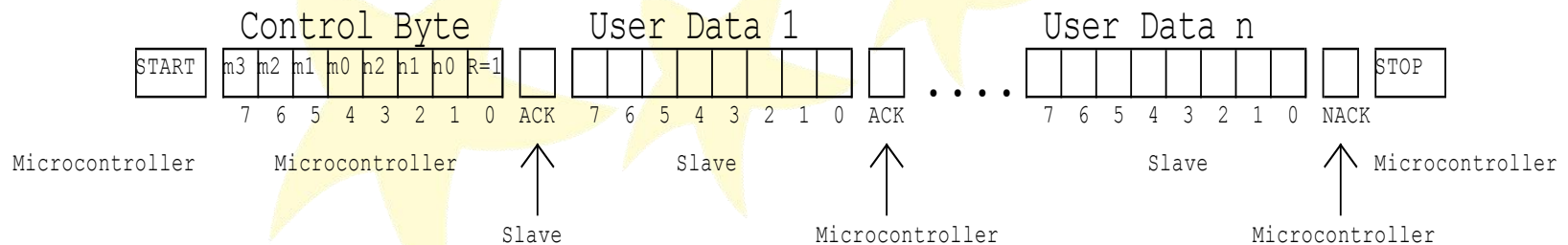
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Синхронен обмен на данни (I²C)

Трансферът на данните от подчинена ИС към микроконтролера се определя като **четене** и форматът е показан на фигурата. Да се обърне внимание на предавателя и приемника под всеки байт! Ако микроконтролерът иска да спре приемането на данни, той трябва да генерира **NACK** бит (No Acknowledge, **логическа 1**) и след това условие СТОП.



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

Синхронен обмен на данни (I²C)

Отделените седем бита $m_0 \div m_3$ и $n_0 \div n_2$ позволяват на една I²C шина да се свържат до $2^7 = 128$ чипа (минус един бродкаст адрес и няколко за бъдещо ползване). Версия 1 на протокола дефинира някои леки промени в протокола, които позволяват адресиране на $2^{10} = 1024$ (т.е. **10-битов адрес**) чипа. То е показано на следващия слайд. Новото тук е фиксираното число **11110** в контролния байт. То указва, че ще се използва 10-битово адресиране. Следват битове $z_9 \div z_0$, които са 10-битовия адрес на подчиненото устройство. Да се обърне внимание на двойното изпращане на условие СТАРТ и редуването на $W=0$ и $R=1$ при четене (MCU \leftarrow SLAVE)!



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

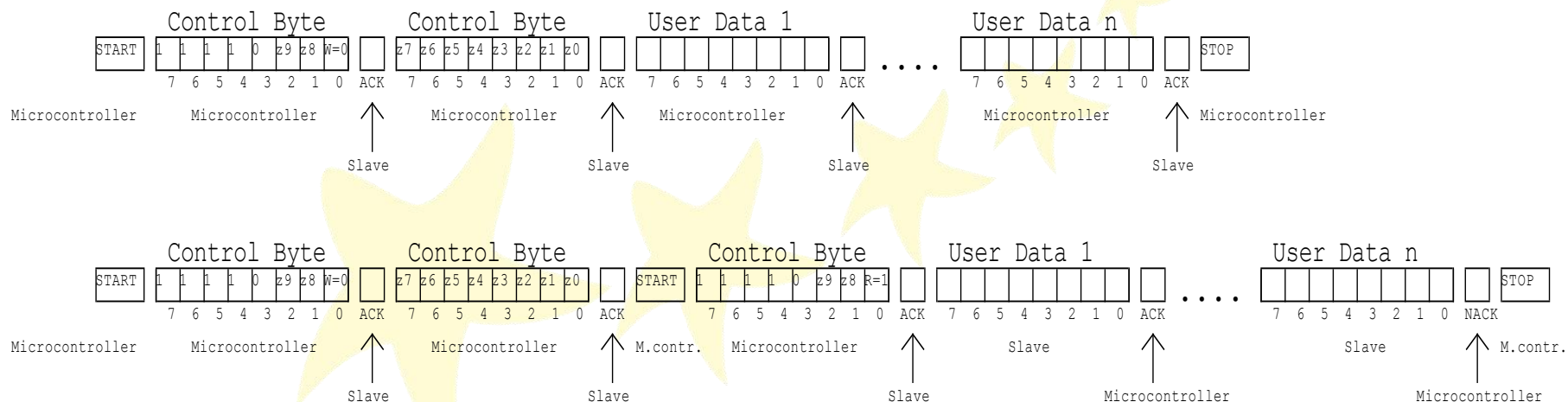
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Синхронен обмен на данни (I²C)

10-битово адресиране

MCU --> SLAVE



MCU <-- SLAVE



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”,
сфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Други интерфейси (Bluetooth)

Bluetooth е безжичен интерфейс, работещ в честотния диапазон 2400–2483.5 MHz.

-Скоростта на обмен достига до 24 Mbit/s (версия 3 на протокола)

-Използва се комуникация между главно и подчинено устройство

-Едно главно устройство може да си комуникира с до 7 подчинени

-Устройствата се разделят на класове в зависимост от радиуса на действие:

- клас 1 – до 100 метра
- клас 2 – до 10 метра
- клас 3 – до 1 метър



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!



Други интерфейси (Zigbee)

Zigbee е радио интерфейс, създаден за вградени системи, изискващи безжична комуникация и ниска скорост на обмен между главното и подчиненото устройство [с].

- Zigbee работи в честотните диапазони 868, 915, 2400 MHz
- Скоростта на обмен за съответния диапазон е 20, 40, 250 kbit/s
- Обхват до 100 метра
- С такива устройства може да се изграждат мрежи, участниците

в които са 3 вида:

→ ZC (ZigBee Coordinator) – главното устройство, създаващо мрежата. Може да се свързва с други мрежи.

→ ZR (ZigBee Router) – подчинено устройство, което освен че може да изпраща информация от себе си, може и да препраща от други устройства в мрежата.

→ ZED (ZigBee End Device) – подчинено устройство, което може само да обменя информация със ZR или ZC.



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!



Други интерфейси (Wi-Fi)

WLAN е радио мрежа, в която са свързани множество устройства, използващи интерфейсите (най-често разпространените) **802.11a**, **802.11b** и **802.11g**. С тяхна помощ различни устройства могат да се свързват помежду си или с глобалната мрежа Интернет. Жичният еквивалент на WLAN са LAN мрежите, в които най-често се използва интерфейсът Ethernet. WLAN мрежите също се наричат Wi-Fi мрежи (Wireless Fidelity).

802.11b е първият вариант на безжичния интерфейс и осигурява скорост на обмен до 11 Mbps в радиус до 30 метра. Честотният диапазон е 2.4 GHz и затова Bluetooth устройства могат да затруднят предаването на данни във Wi-Fi мрежата.

802.11a оперира в честотния обхват 5.15 – 5.35 GHz и е незасегнат от смущения спрямо 802.11b. Скоростта на обмен тук е 54 Mbps.

802.11g работи в диапазона 2.4 GHz, но скоростта на обмен е висока спрямо 802.11b – 54 Mbps.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

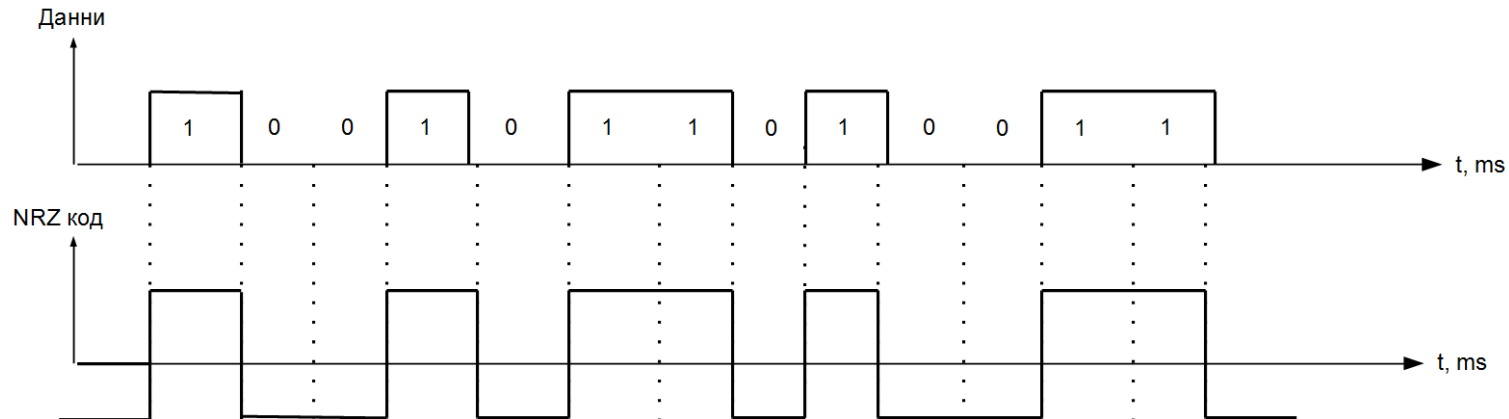
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Кодиране на информацията

NRZ (non-return to zero) кодът е специално представяне на данните, при което логическата единица е представена с едно отличително състояние (например положително напрежение), а логическата нула – с друго такова (например отрицателно напрежение). Характерното за този код е, че по интерфейса няма вариант, в който сигнала да се връща в нулево положение (напрежение 0 V). На фигурата по-долу е показан пример за такова кодиране:



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

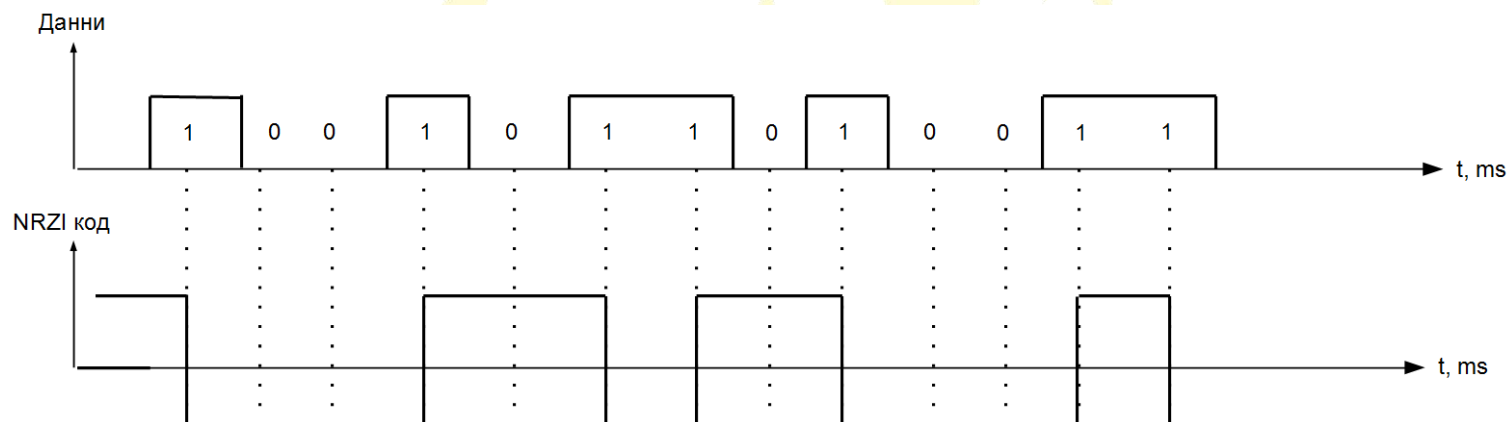
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Кодиране на информацията

NRZI (non-return to zero, inverted) кодът е специално представяне на данните, при което логическата единица е представена с преход на изходния сигнал, а логическата нула – с липса на преход.



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

Кодиране на информацията

Код на Манчестър е един от често използваните методи за кодиране на предаваната информация. При него всеки бит се представя с фронт на импулса. Промяната на фронта става в средата на периода на оригиналния сигнал, което позволява без да се използва допълнителен проводник за такт, да се осъществи синхронен обмен на информация (с допълнителна схема в приемащото устройство, която “извлича” такта от данновия сигнал). Постояннотоковата съставка на сигнала е 0 V и се използват двуполярни сигнали. Това позволява използването на капацитивно или индуктивно разделяне в трансийвърите.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

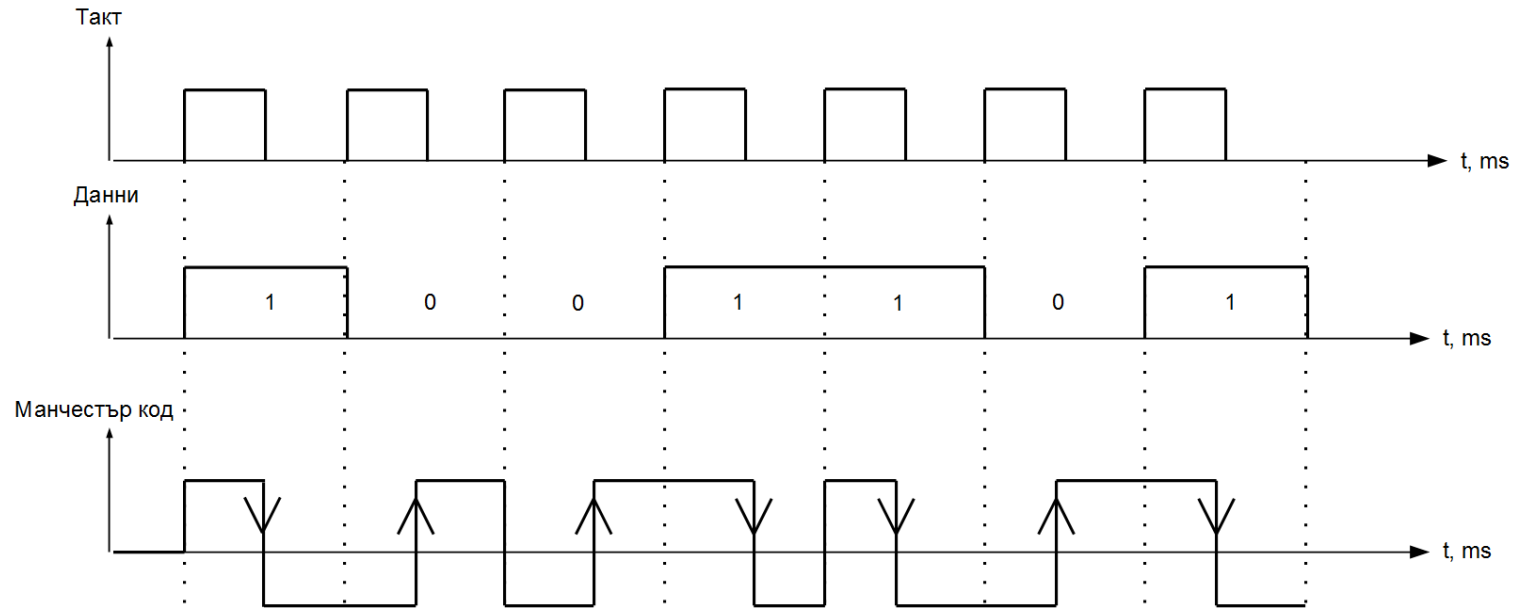
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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!



Кодиране на информацията

Код на Манчестър



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. Керезов А., Ръководство за лабораторни упражнения по Микропроцесорна схемотехника, ТУ-София, 2000.

Външни връзки

- a. <http://infocenter.arm.com/help/index.jsp?topic=/com.arm.doc.ddi0194g/11006921.html>
- b. http://www.csd.uoc.gr/~hy325/reading/i2c_spec.pdf
- c. <http://www.zigbee.org/>



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