

 **Технически университет – София**

Факултет по електронна техника и технологии

 **Катедра „Електронна техника”**

Презентация № 3

Паралелни 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. Видове интерфейси
2. Видове паралелни интерфейси
 - Еднопосочни
 - Двупосочни
 - Двупосочни със специални функции
3. Схемотехника на входно/изходните стъпала
 - Буфериране на входните стъпала
 - Push-pull изходни стъпала
 - Изходни стъпала с режимен резистор
 - Изходни стъпала с отворен колектор/дрейн
4. Организация на входно/изходните стъпала
5. Управляващи регистри
6. 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!



Видове интерфейси

Различните видове интерфейси могат да бъдат разделени по следните признаци:

- в зависимост от типа на използваните сигнали биват **цифрови и аналогови**.
- в зависимост от използваната величина за предаване на информация биват **напрежителни и токови**.
- в зависимост от полярността на сигнала биват **еднополярни и двуполярни**.
- в зависимост от типа на трансивъра биват **несиметрични и диференциални**.
- в зависимост от това дали се използва тактов сигнал или не биват **синхронни и асинхронни**.
- в зависимост от начина на предаване на информацията биват **сериенни и паралелни**.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

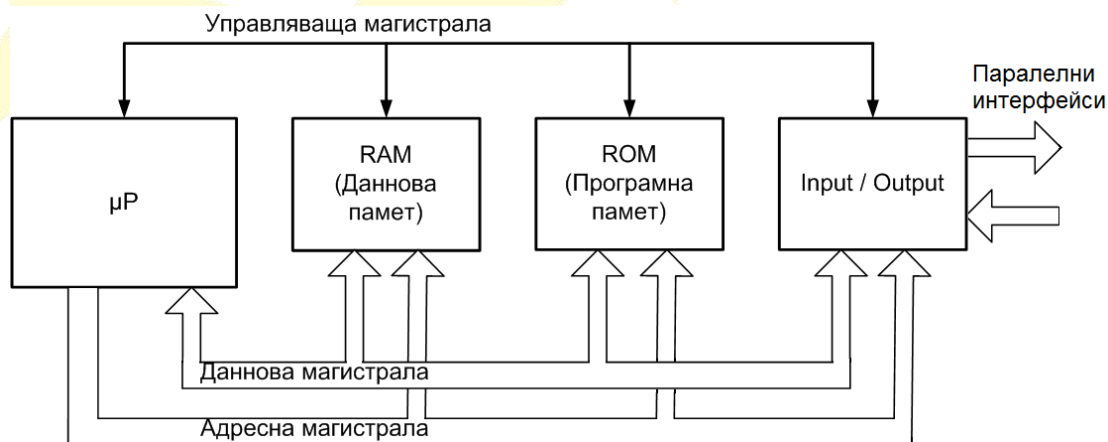
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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 интерфейси

При паралелните интерфейси всеки бит от предаваните данни си има свой проводник, по който се предава/приема. Това обуславя големия брой проводници, използвани при този тип интерфейси. Използват се най-често за обмен на информация между микропроцесора и външни периферни устройства. В структурната схема на една микропроцесорна система адресните, данновите, управляващите и входно/изходните магистрала са реализирани с паралелни интерфейси.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

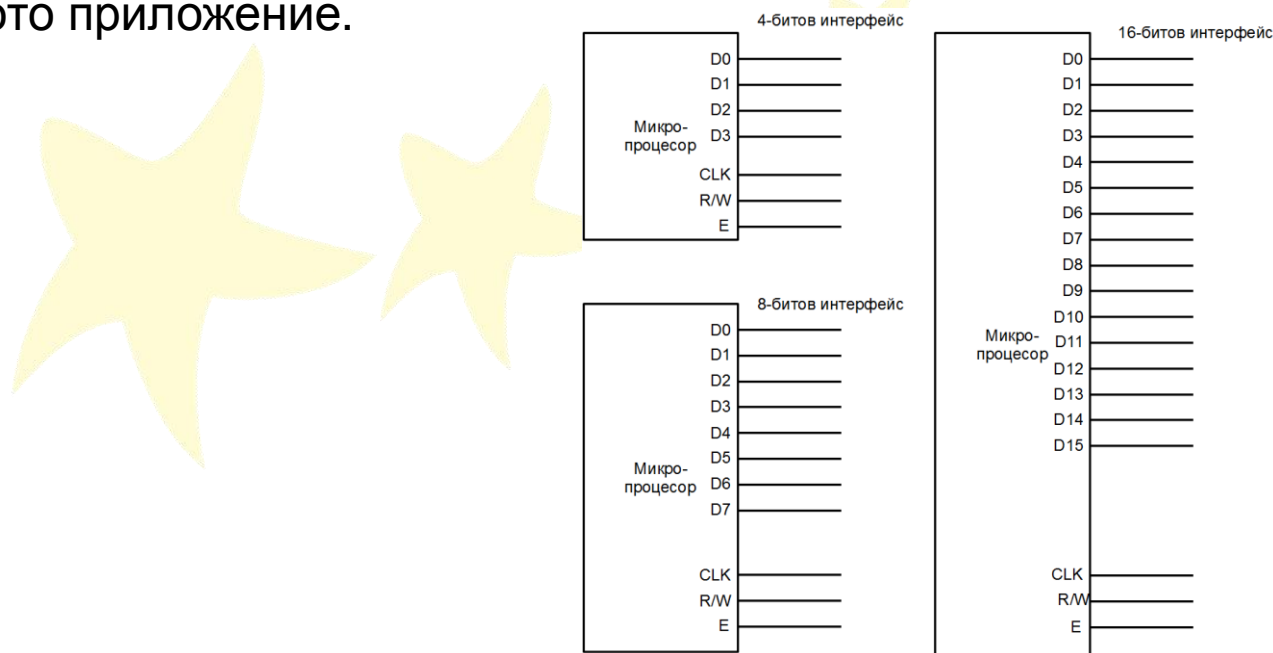
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Видове интерфейси

Броят на битовете, които могат да се предадат за един такт, определя разредността на интерфейса. Най-често се използват 4-, 8-, 16-, 32- или 64-битови паралелни интерфейси. Допълнително към данните линии има и управляващи, чиито брой зависи от конкретното приложение.



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

Видове паралелни интерфейси

Паралелните интерфейси могат да се разделят на:

- **еднопосочни** – информация може да се предава само в една посока – или от главното към подчиненото устройство, или от подчиненото към главното устройство.
- **двупосочни** – информацията може да се предава в две посоки – от главното към подчиненото устройство и от подчиненото към главното устройство. Задължително трябва да има поне един управляващ сигнал, който да указва посоката на предаване. В противен случай е възможно два изхода да се свържат накъсо, което може да доведе до късо съединение на захранващите проводници (през интегралните схеми).
- **двупосочни със специални функции** – изводите на интерфейса се превключват с данновите и адресните сигнали на някое вътрешно периферно устройство на микроконтролера например RAM, UART модул, SPI модул и др. Последното позволява да се свърже външен периферен модул от същия тип (но евентуално с по-добри параметри).



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!



Схемотехника на входно/изходните стъпала

Входни стъпала – основните изисквания към тях са:

- високо входно съпротивление
- малък входен капацитет
- съвместимост на логическите нива, в зависимост от използваната технология на ИС (TTL/CMOS) [1]
- използване на тригери на Шмит

Изводите, конфигурирани като входове, не трябва да се оставят плаващи! Поради високото входно съпротивление изводът ще действа като антена за смущения и ще се регистрират лъжливи превключвания на входа. Затова винаги трябва да се свързва “издърпващ” резистор към захранване (pull-up резистор) или към маса (pull-down), ако даденият извод има шанс да остане несвързан.



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!



Схемотехника на входно/изходните стъпала

Цифровите входове на микроконтролерите винаги се буферират с инвертиращи или неинвертиращи схеми (зависи от конкретната реализация). Тук говорим за **електрическо буфериране** на вход, което позволява постигането на високо входно съпротивление, малък входен капацитет и въвеждане на хистерезис. Тоест това е хардуерно буфериране. Съществува и буфериране на вход чрез **буферен регистър**, което засяга софтуера на микроконтролера.

Хардуерно буфериране чрез инвертори с и без тригер на Шмит е показано на схемите в следващия слайд. Дадена е принципната схема на един от инверторите.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

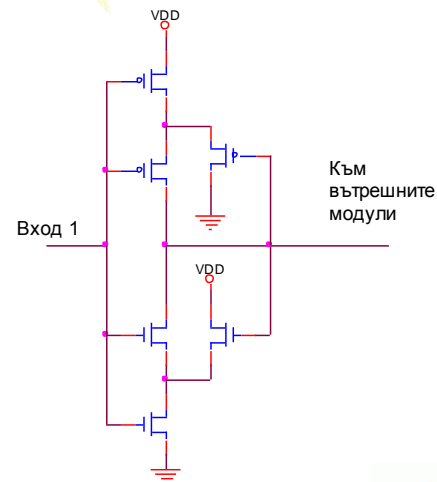
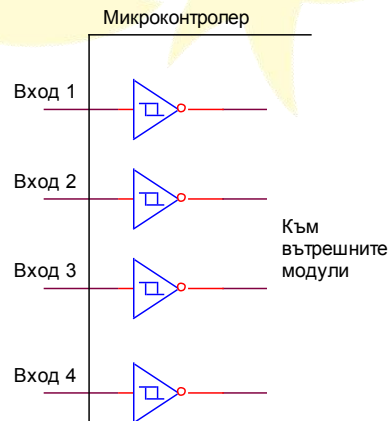
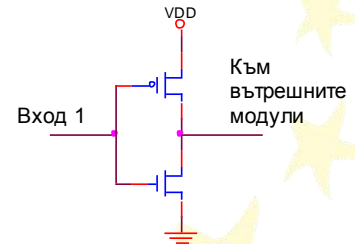
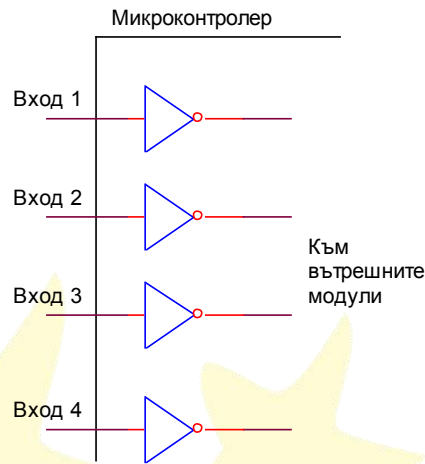
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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

Схемотехника на входно/изходните стъпала



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

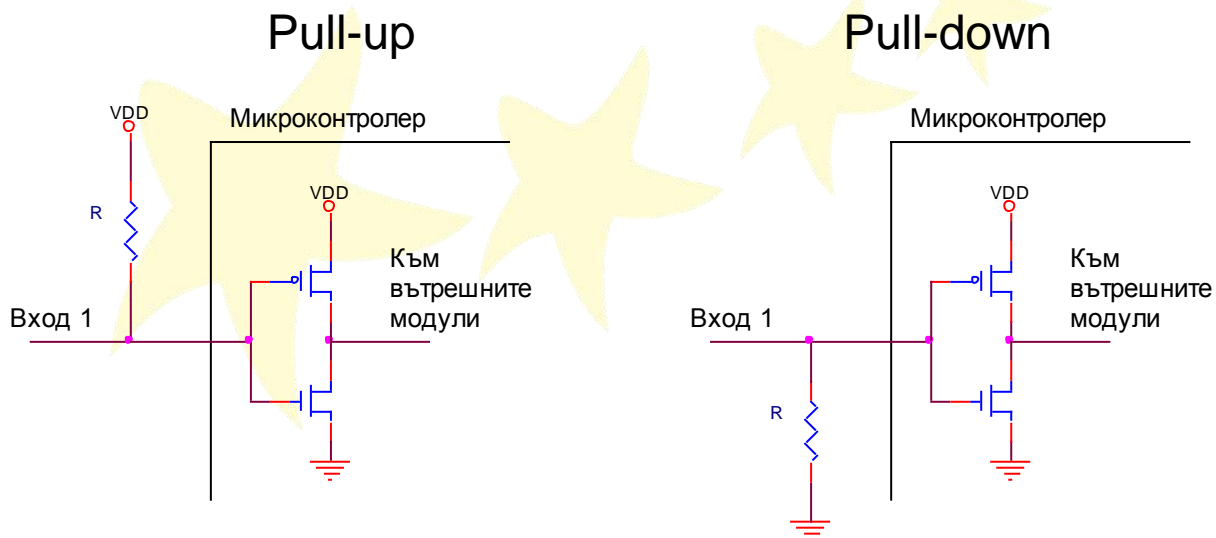
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Схемотехника на входно/изходните стъпала

На схемите по-долу е показано свързването на pull-up и pull-down резистори. Вижда се, че когато изводът е оставен несвързан на входа на инвертора се подава или високо ниво (логическа единица), или ниско ниво (логическа нула) през съответния резистор.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

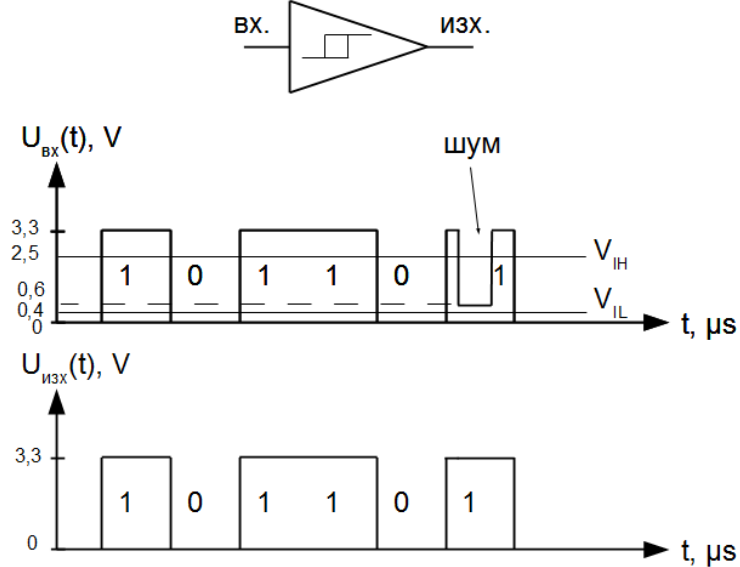
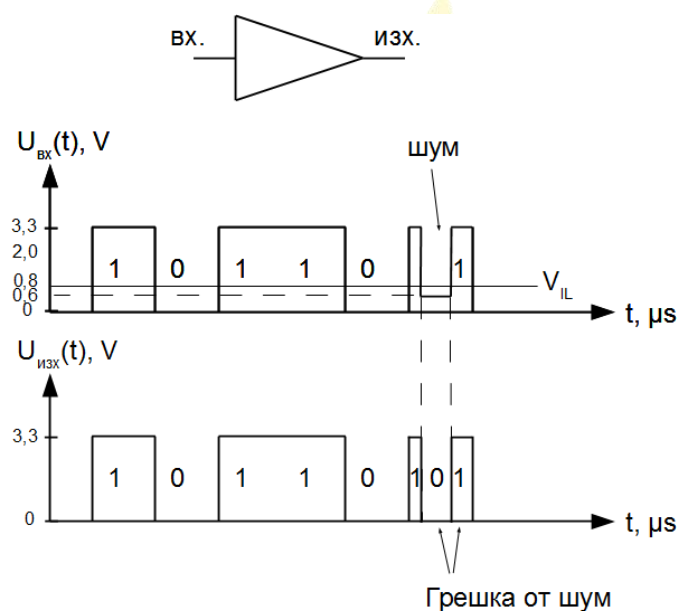
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Схемотехника на входно/изходните стъпала

Използването на тригери на Шмит при входовете подобрява шумоустойчивостта им. На фигурите по-долу е даден пример за използване на вход без и с тригер на Шмит. Входният сигнал е изкривен поради смущения, което води до лъжливо превключване на входния буфер без тригер, а оттам – грешно приемане на данни.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

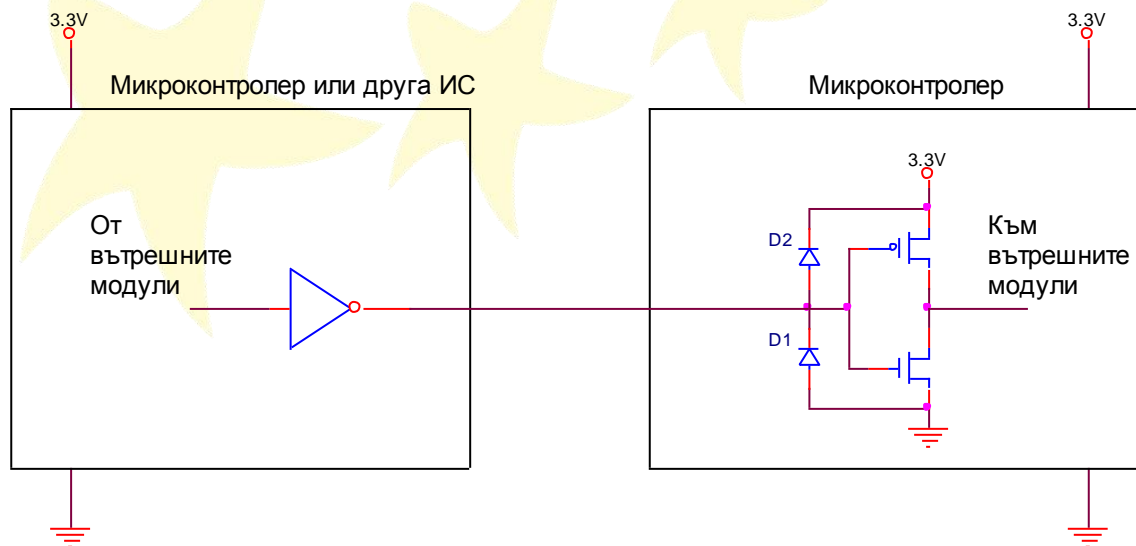
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Схемотехника на входно/изходните стъпала

5V-толерантни входове – това са входове на микроконтролер, който се захранва с напрежения по-ниски от 5 V (например с 3.3 V), но схемотехниката позволява към изходите му да се свързват интерфейси от микроконтролер (или друга ИС), работещ на 5 V без да настъпи повреда. Обикновено най-често използваната схема за защита от импулсни пренапрежения се реализира по следния начин [a]:



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

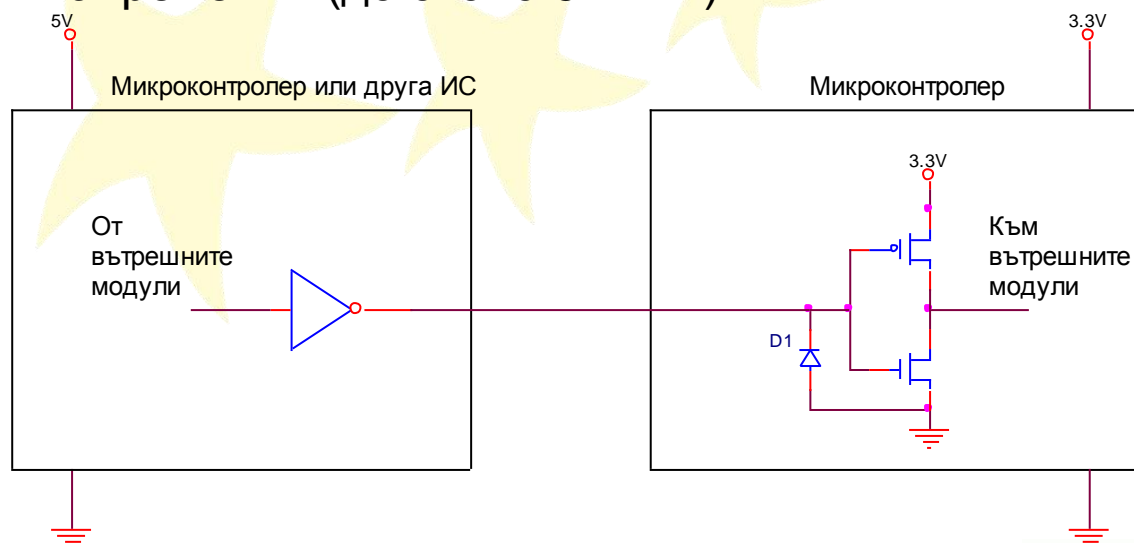
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Схемотехника на входно/изходните стъпала

В показаната схема на предишния слайд, ако подадем на входа сигнал с размах 0 – 5 V, D2 ще се отпуши и ще протече голям ток от едната ИС (с 5 V захранване) към другата (с 3.3 V захранване). Последното може да доведе до необратима повреда на някоя от схемите. Затова 5 V-толерантните входове не притежават защитния диод D2 и входните транзистори се проектират така, че да понесат по-високи напрежения (до около 6 – 7 V).



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!



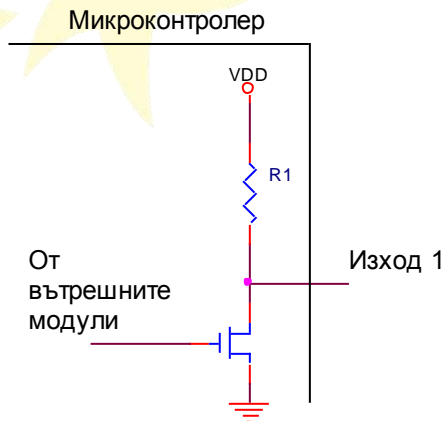
Европейски социален фонд

Схемотехника на входно/изходните стъпала

Изходни стъпала – основните изисквания към тях са [b]:

- голям изходен ток, I_{outmax} (ниско изходно съпротивление)
- висока честота на превключване
- съвместимост на логическите нива, в зависимост от използваната технология на ИС (TTL/CMOS) [1]

- **Изходни стъпала с режимен резистор** – в по-старите интегрални схеми транзисторните ключове са били реализирани по схемата, показана по-долу:



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

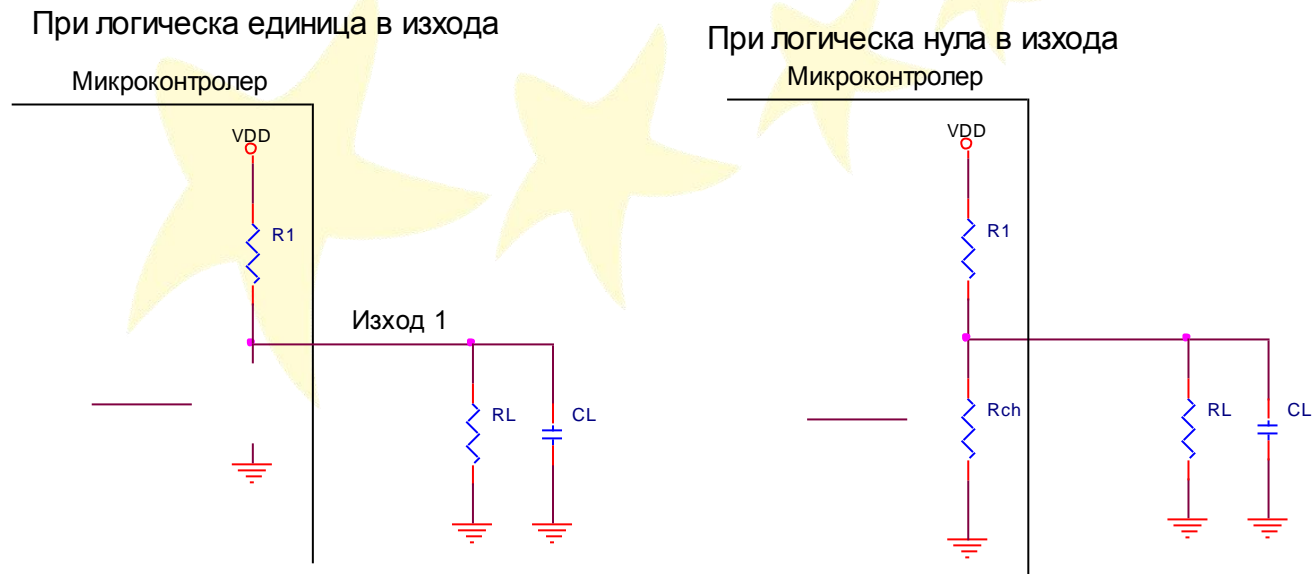
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Схемотехника на входно/изходните стъпала

При тази схема на свързване изходният ток ще се определя от съпротивлението на резистора R1 при логическа единица в изхода и от съпротивлението на канала на NMOS транзистора при логическа нула. Показани са еквивалентните схеми на стъпалото в двата случая.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

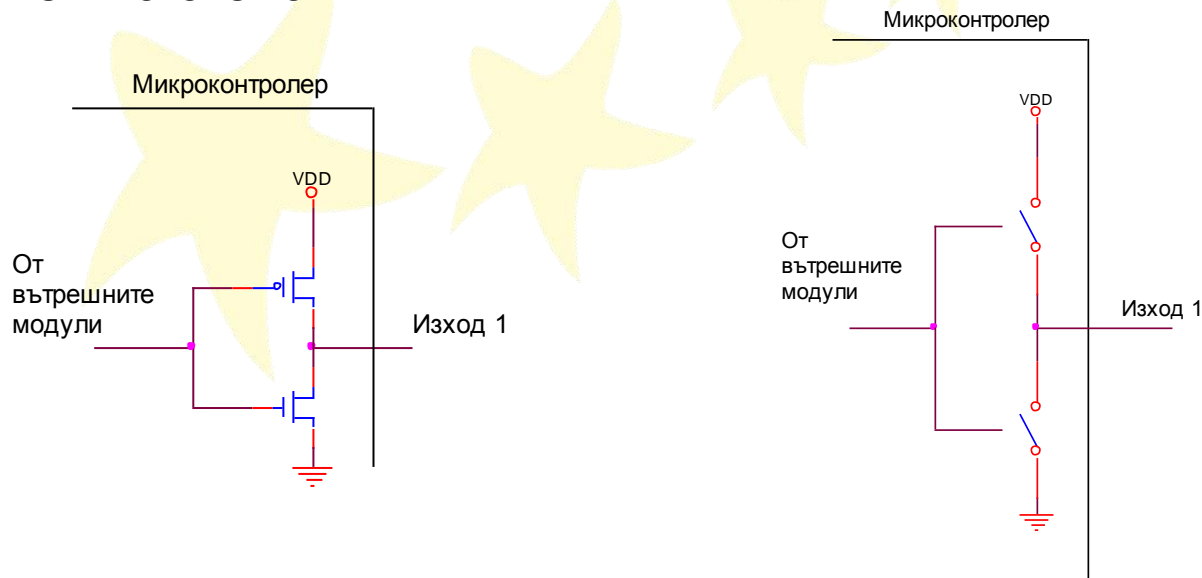
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Схемотехника на входно/изходните стъпала

- **Push-pull изходни стъпала** – използват се в съвременните CMOS схеми. При тях режимният резистор е заменен с PMOS транзистор и така при установяване в логическа единица статична консумация на мощност няма (ако пренебрегнем утечните токове). На фигурите по-долу е даден инвертиращ изходен буфер и неговата еквивалентна схема.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

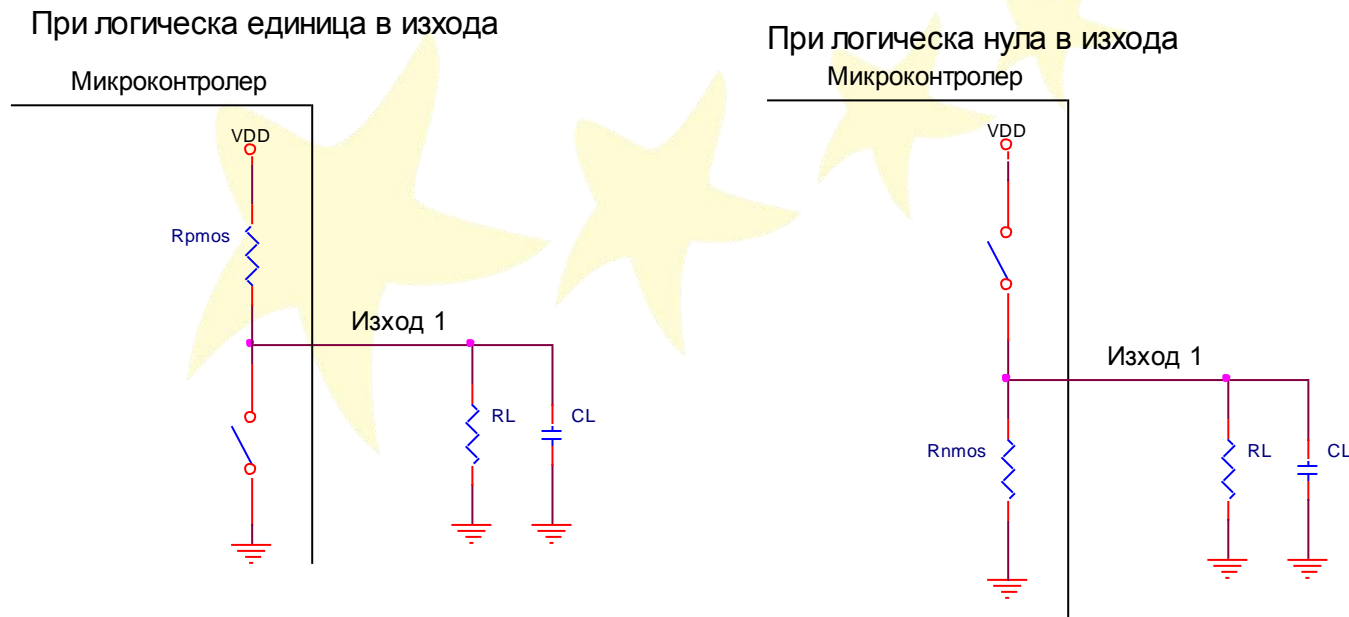
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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!



Схемотехника на входно/изходните стъпала

Товароносимостта на изходното стъпало зависи от съпротивлението на канала на P- и NMOS транзисторите. Понеже е възможно R_{DSnmos} да е различно от R_{DSpmos} , то максималния ток, който ще може да се осигури от изхода, ще е различен за логическата нула и единица.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

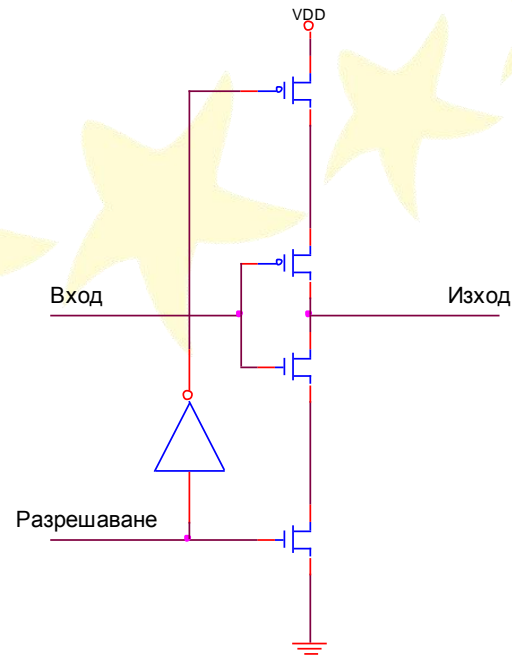
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Схемотехника на входно/изходните стъпала

Push-pull стъпалата позволяват реализирането на буфер с високоимпедансно състояние, при което изхода не е свързан нито към логическа единица, нито към логическа нула. Такива буфери са много полезни при двупосочна комуникация между повече от две устройства.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

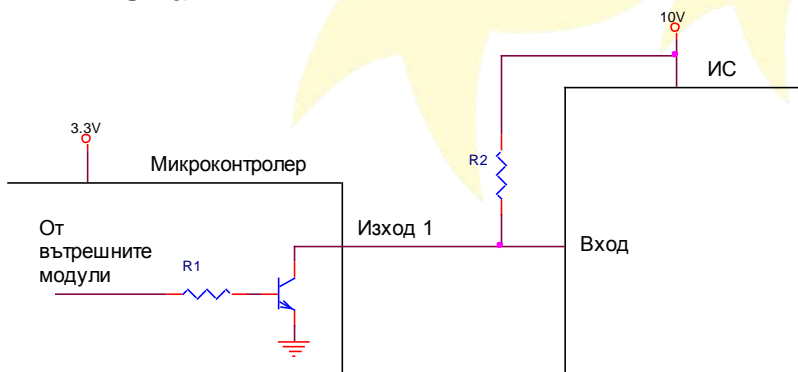
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



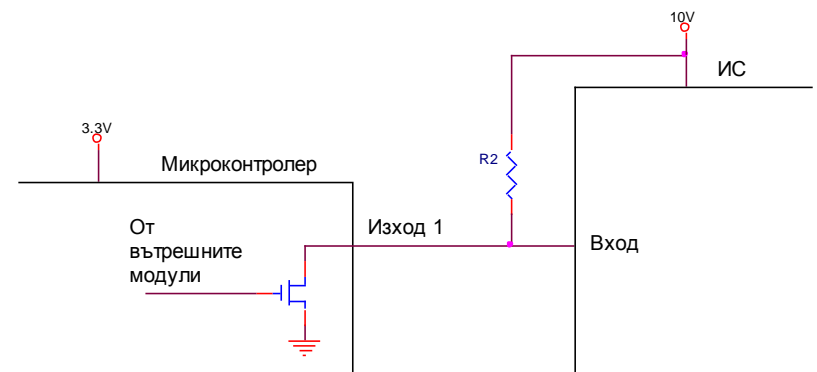
Европейски социален фонд

Схемотехника на входно/изходните стъпала

- **Изходни стъпала с отворен колектор/дрейн** – при тях липсва както режимно съпротивление, така и PMOS транзистор. Свързването на външно режимно съпротивление или друг товар е оставено на проектанта. Това позволява транслиране на логическите нива между различни серии. На фигурата е показано предаване на информация между ИС със захранващо напрежение 3.3 V и 10 V. При такова свързване има ограничение – захранващото напрежение, към което ще бъде свързан отворения колектор/дрейн не трябва да надхвърля напрежението U_{CEmax} и U_{DSmax} на съответния транзистор.



Изход от тип отворен колектор



Изход от тип отворен дрейн



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

Схемотехника на входно/изходните стъпала

При свързването на товари към изходните стъпала трябва да се съобразява максималния ток, който може да се осигури от даден извод без да настъпи повреда в ИС. Освен това при проектирането трябва да се съобрази и максималния ток, който може да протече през порта, в който се намира даденият извод.

На фигурата в следващия слайд се използва микроконтролер, който може да осигури на всеки свой извод до 10 mA ток. Максималният ток, който може да осигури един порт от 8 извода е 60 mA и тогава показаното свързване ще доведе до повреда на микроконтролера при едновременното включване на повече от 6 светодиода!



Европейски съюз

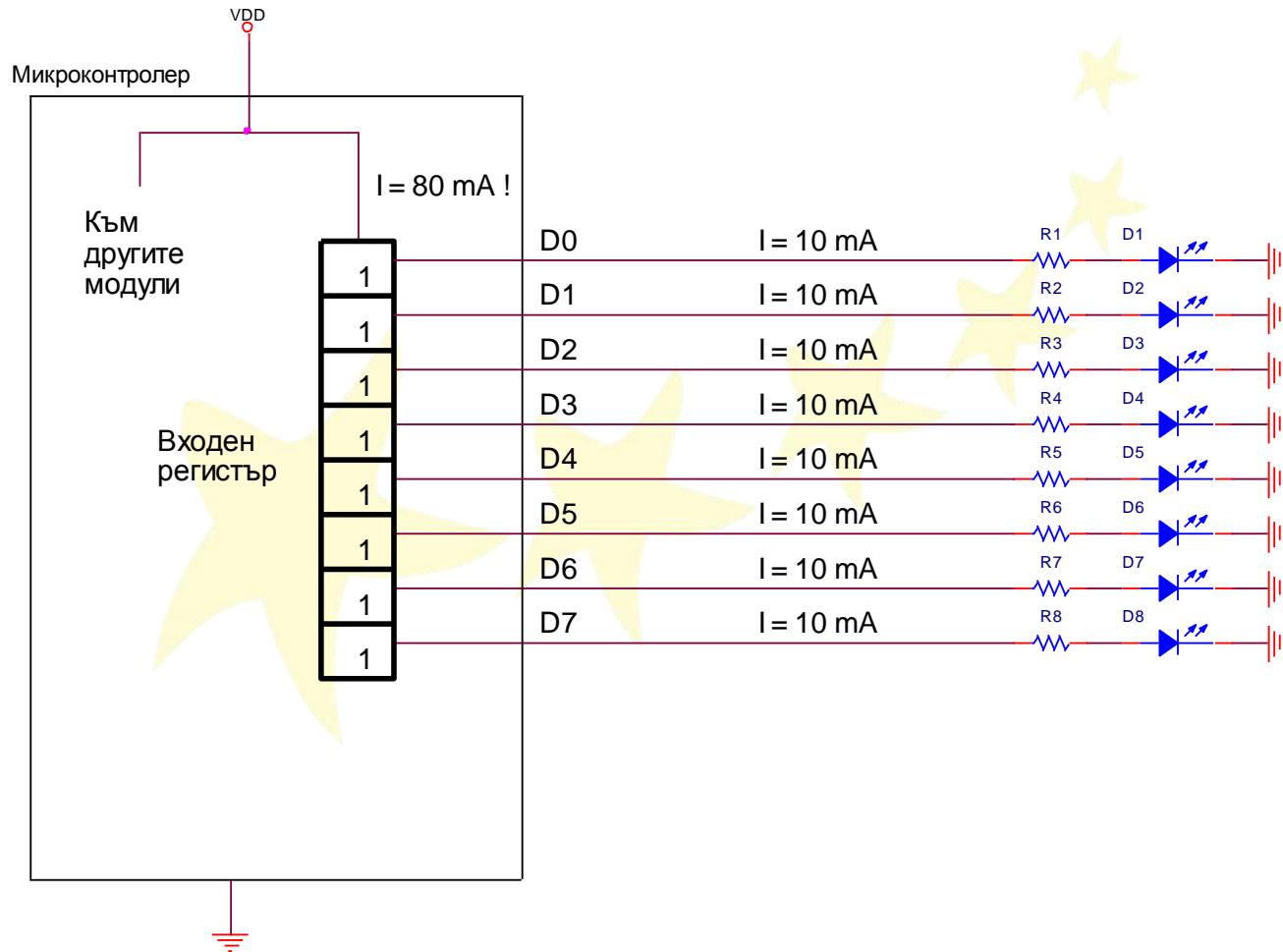
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!



Схемотехника на входно/изходните стъпала



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

Организация на входно/изходните стъпала

В зависимост от управлението на входно/изходните изводи може да се разделят на:

- **единично управлявани** (всеки по отделно)
- **групово управлявани** (група от изводи заедно)

При единично управляваните изводи за конфигурацията на всеки един от тях има отделен бит от даден конфигурационен регистър. Това позволява изводи от един порт да се конфигурират и като входи, и като изходи, и като изводи със специално предназначение.

При групово управляваните изводи отделното конфигуриране не е възможно. Тук може да се избират само групи от изводи и всички те да бъдат или входи, или изходи, или изводи със специално предназначение.



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

Организация на входно/изходните стъпала

Управлението на входно/изходните изводи често се разделя на групи от по 8, 16, 24, 32 извода. Една такава група се нарича **входно-изходен порт**.

Съществуват различни наименования на портовете. Например номерацията им може да е с букви (PORTA, PORTB, PORTC ...) или с цифри (PORT0, PORT1, PORT2 ...). Имената на отделните изводи често се свързват с имената на портовете. Те се указват като индекс след името на порта например извод 1 от PORTA може да се нарече A.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

Управляващи регистри

За управлението на даден извод от микроконтролера се използват регистри със специално предназначение, при които всеки бит управлява (конфигурира) една функция.

Регистрите при еднопосочните паралелни интерфейси (портове) са минимум два вида:

- **входен регистър** за постъпващите данни на интерфейса
- **изходен регистър** за данните, които ще бъдат изпратени по интерфейса .

Тези два регистъра са онагледени на фигурите в следващия слайд. Вижда се, че това са **буферни регистри** и служат за временно съхранение на данните преди микроконтролера да ги обработи. При директно свързване на съответните изводи логическите нива от изходния регистър на MCU1 ще се прехвърлят във всеки един бит на входния регистър на MCU2.



Европейски съюз

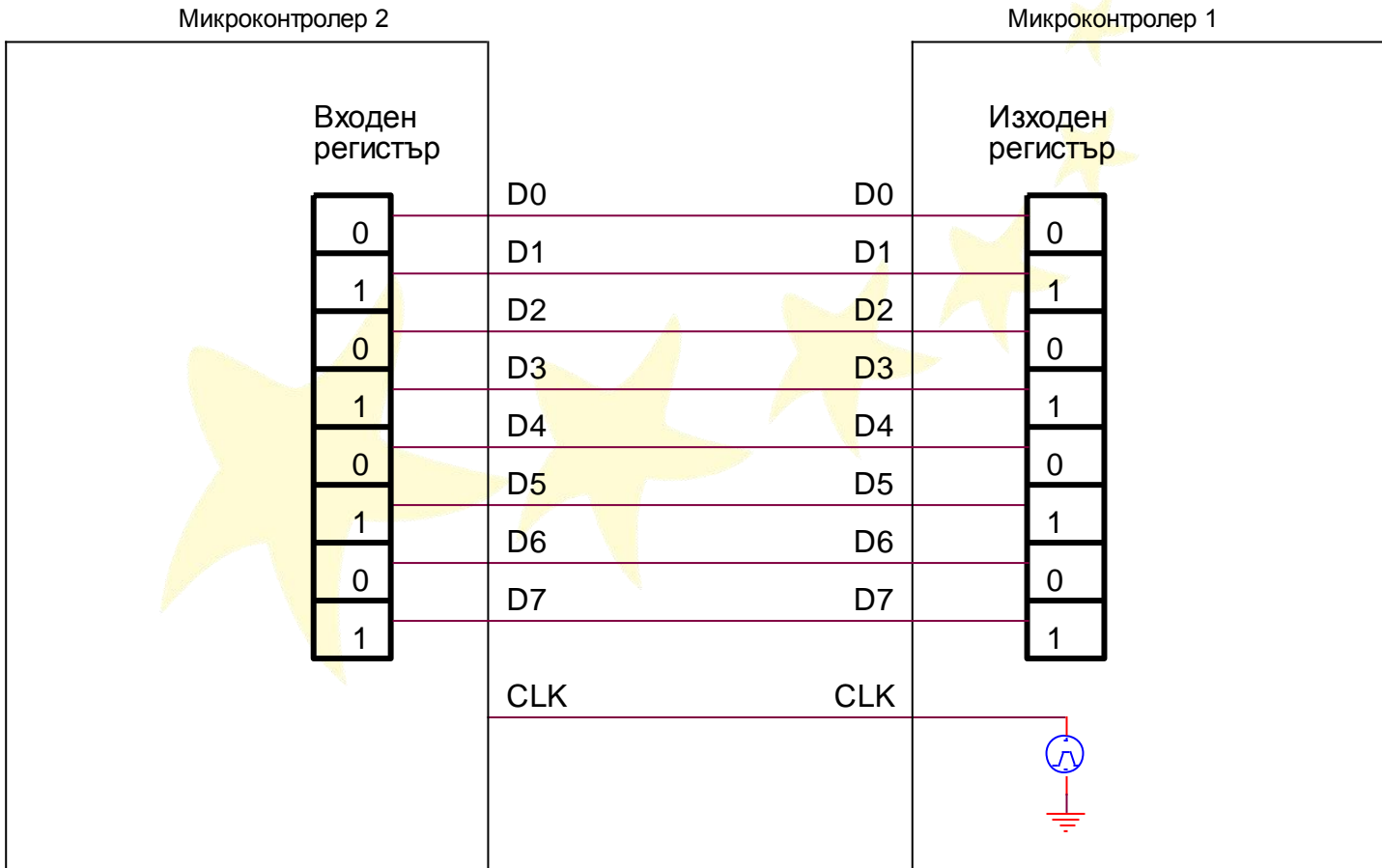
ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

„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!



Управляващи регистри



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

Управляващи регистри

При реализацията на двупосочни интерфейси се изискват минимум три регистъра:

- **входен**
- **изходен**
- **регистър за посока** – всеки един бит от него отговаря на даден извод и определя дали той ще е вход или изход.

Допълнително към тях може да има:

- **регистър с флагове от прекъсвания** – всеки бит отразява дали на даден пин е настъпило събитие, което може да генерира прекъсване (например дали логическото му състояние се е променило)
- **регистър за разрешаване на прекъсванията** (interrupt enable register) – всеки бит от него включва или изключва дадено прекъсване и когато то се появи (в регистъра с флаговете) микропроцесорът спира изпълнението на главната програма, след което обслужва прекъсването.



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!



Управляващи регистри

- **регистър за вида на прекъсване** – указва дали прекъсването да се регистрира по фронт или по ниво.
- **регистър за избор на фронт** – указва по кой фронт (нарастващ или падащ) да се регистрира прекъсване в регистъра с флаговете.
- **регистър за избор на ниво** – указва по кое логическо ниво (нула или единица) да се регистрира прекъсване в регистъра с флаговете.
- **регистър за включване на pull-up и pull-down резисторите** – всеки един бит отговаря за включването на “издърпващ” резистор на съответния извод.
- **регистър за избор на издърпващ резистор** – избира дали дадения резистор да е pull-up или pull-down.
- **регистър за избор на функцията на извода** – превключва извода към някой от периферните модули, вградени на микроконтролера или го използва като извод с общо предназначение (**GPIO – general purpose input/output**).



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

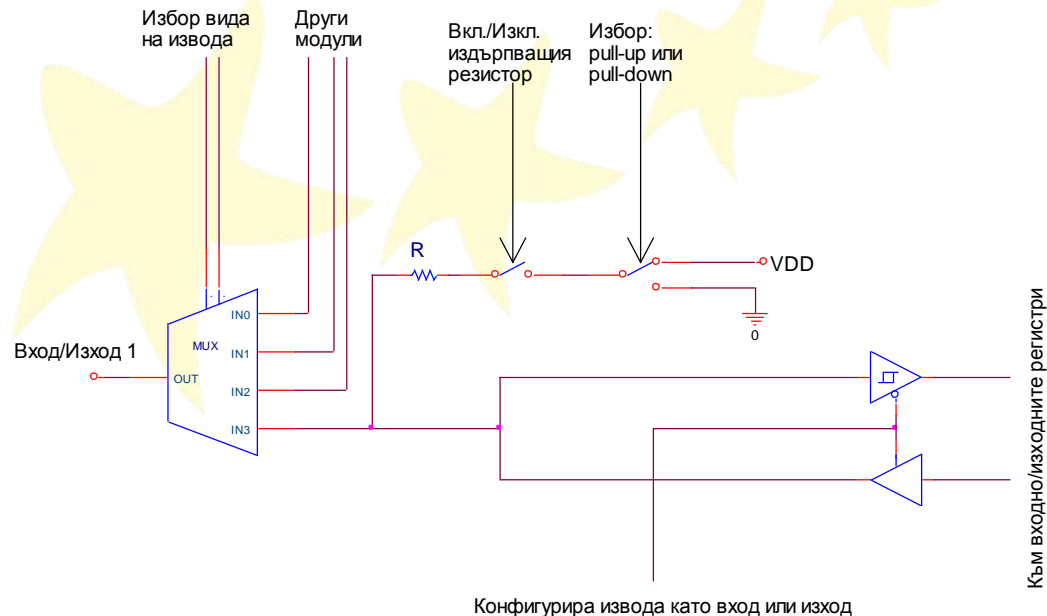
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Управляващи регистри

На следващия слайд е показана опростена структурна схема на 4 входно-изходни извода. За яснота мултиплексорът и издърпващите резистори са показани само на първия извод. Регистрите за управление на прекъсванията не са показани. На фигурата по-долу е дадена логиката на един извод без регистрите.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

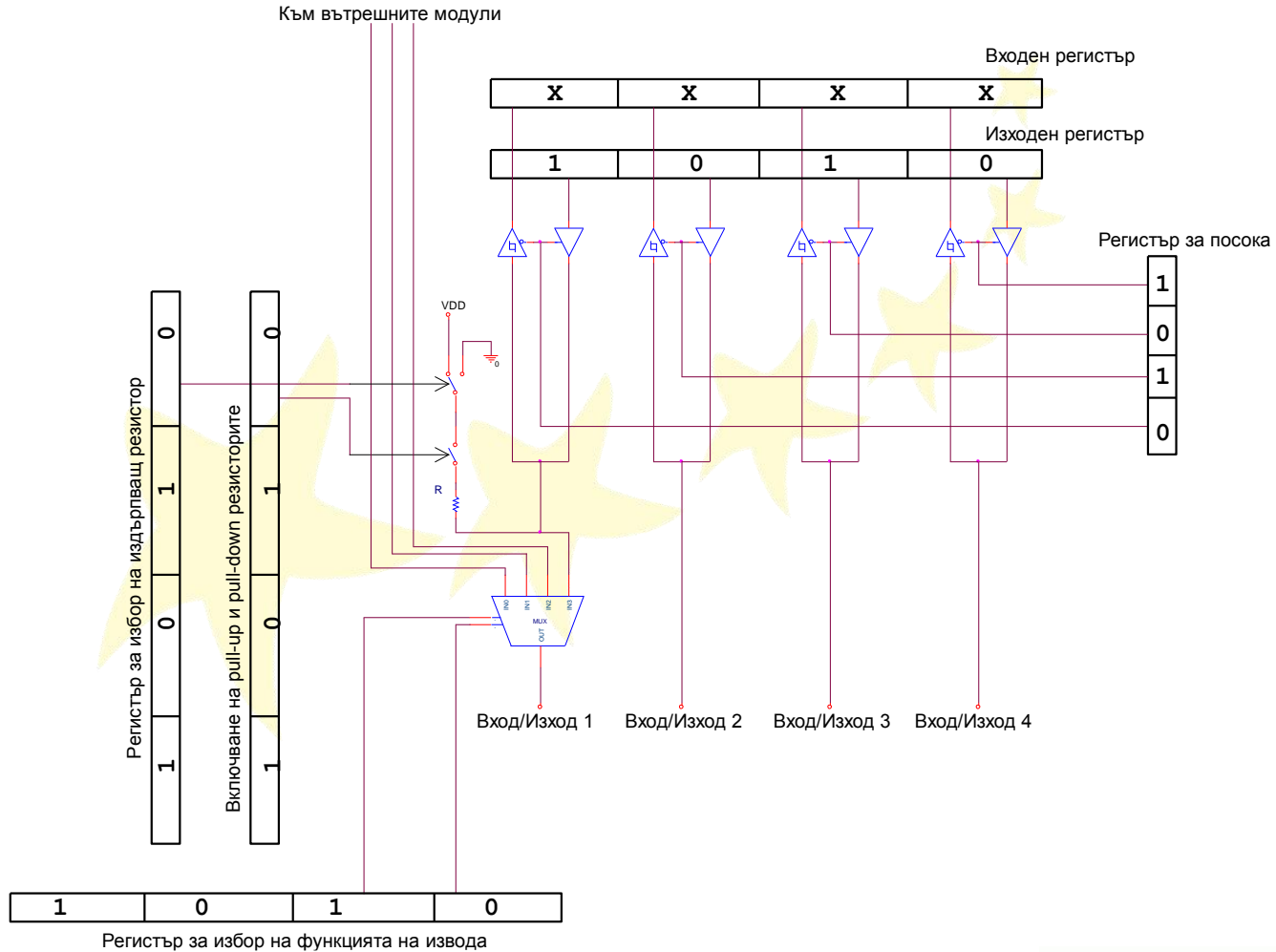
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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

Управляващи регистри



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

Управляващи регистри

Мультиплексиране на изводите – микроконтролерите включват в структурата си много и разнообразни модули, които не винаги се използват всички в даденото приложение. Затова от гледна точка на цената е по-изгодно да се използва корпус с по-малък брой изводи, които да имат две или повече функции [с].

Като недостатък на този подход може да се посочи невъзможността за използване на два модула едновременно, които споделят един и същ извод.

На следващия слайд е представена блокова схема на микроконтролер, който използва мультиплексиране на изводите си.



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

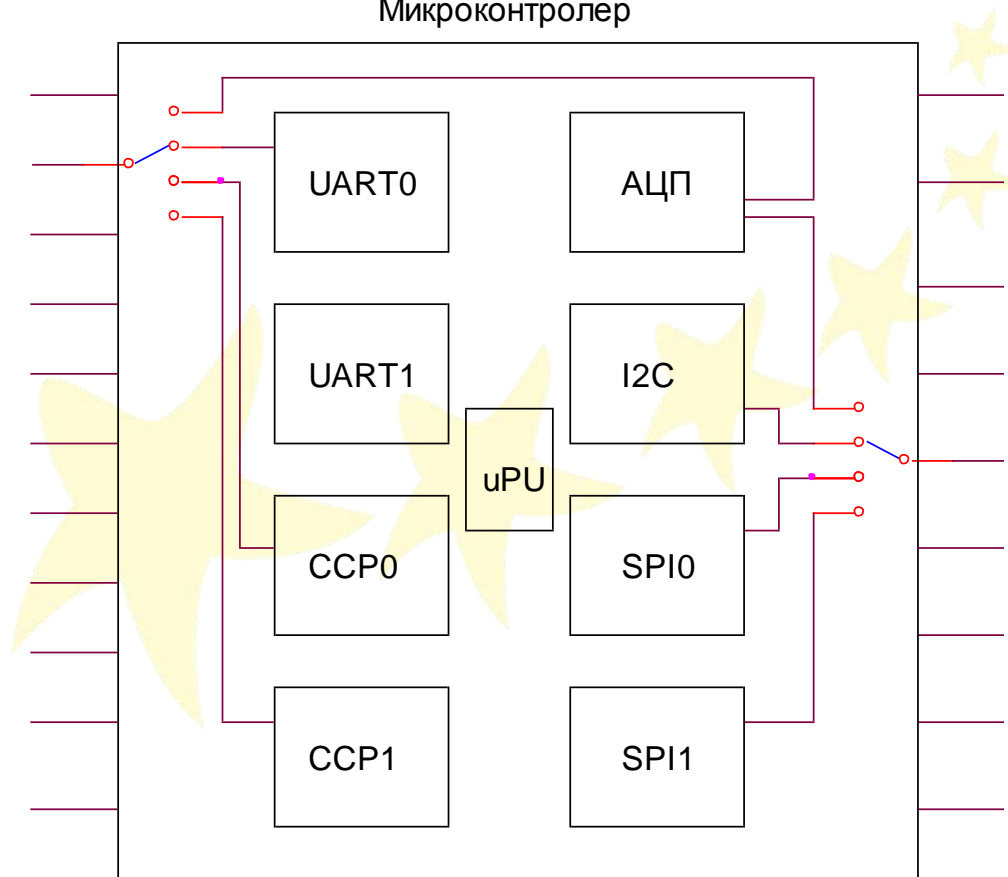
„Организационна и технологична инфраструктура за учене през целия живот и развитие на компетенции”

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!



Управляващи регистри

Микроконтролер



Европейски съюз

ПРОЕКТ BG051PO001--4.3.04-0042

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

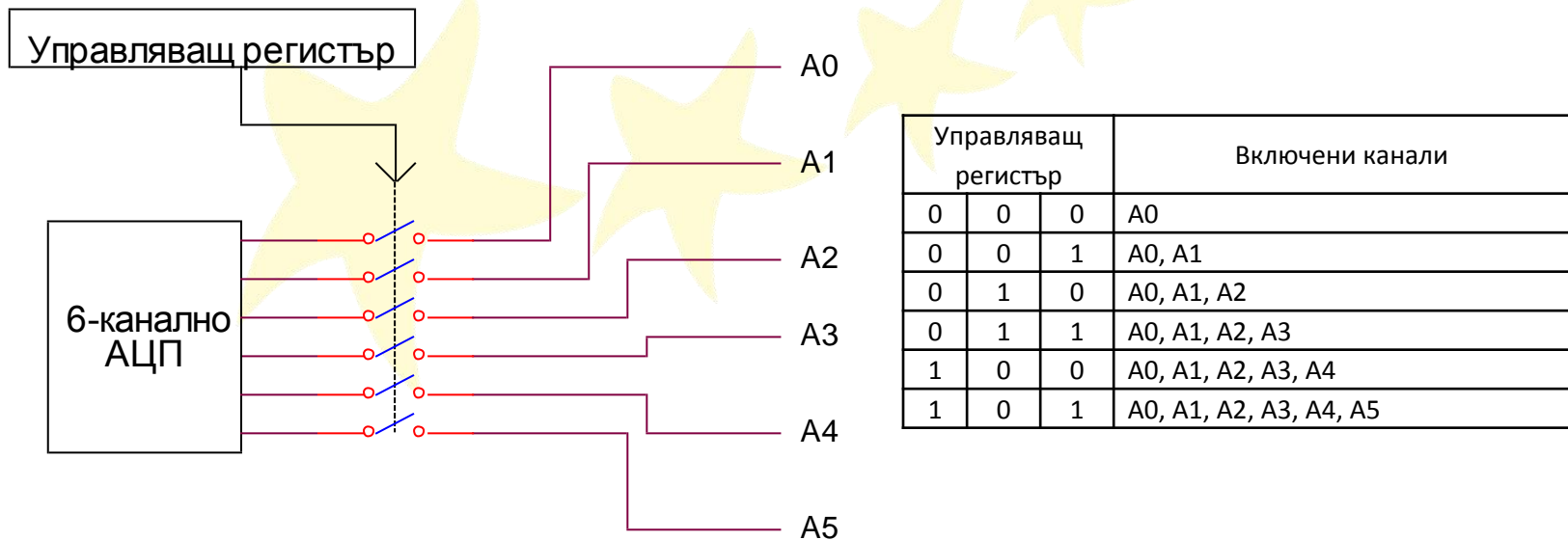
Проектът се осъществява с финансовата подкрепа на
Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси”,
съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз
Инвестира във вашето бъдеще!



Европейски социален фонд

Управляващи регистри

Мултиплексирането понякога има ограничения – например в някои микроконтролери включването на определени канали на аналогово-цифровият преобразувател може да стане само ако преди това са били включени други канали на същия модул. Този пример е демонстриран на фигурата по-долу.



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!



Литература

1. Михов Г., Цифрова схемотехника, ТУ-София, 1999.

Външни връзки

a. http://www.ddpp.com/DDPP3_mkt/c03samp2.pdf

b. <http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/0C5091E9099059BC86256FC1007947AA>

c. <http://www.ti.com/tool/pinmuxtool>



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