

ЛЕКЦИЯ 8

**Серийни интерфейси използвани във
Вградените системи**

**Видове, основни характеристики,
шини, протоколи за обмен на
информацията**

Видове серийни интерфейси

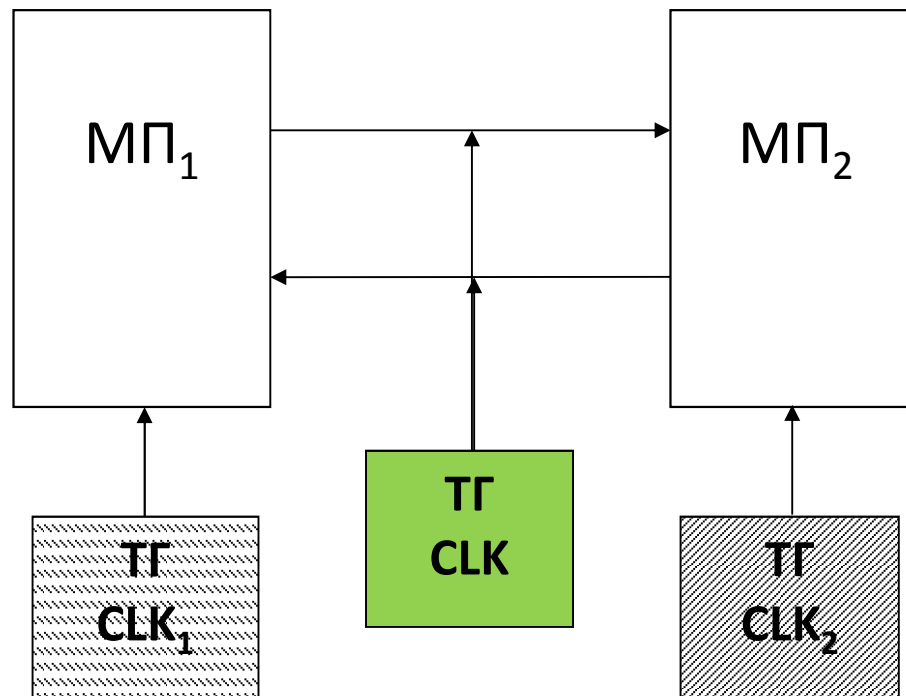
- синхронен – обща синхронизация. При дуплекс и полу-дуплекс обмен (3 или 2 линии). Приложение; при обмен между МП и устройства като: външни ЗУ, терминали и др. ;
- изосинхронен – обмен с допълнителна линия за синхронизация и 1 канал за връзка;
- асинхронен – всяко устройство има свой тактов генератор (без обща синхронизация). Асинхронните устройства имат изводи TxD, RxD.

В МПС – асинхронният сериен обмен → през интерфейс SCI (Serial Communication Interface).

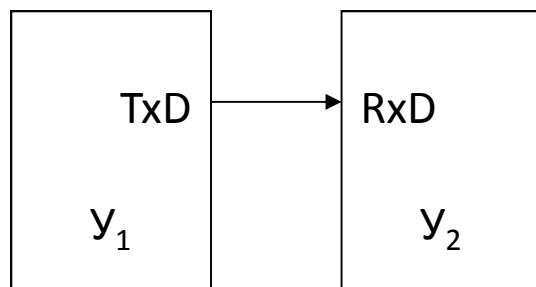
ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Видове серийни интерфейси

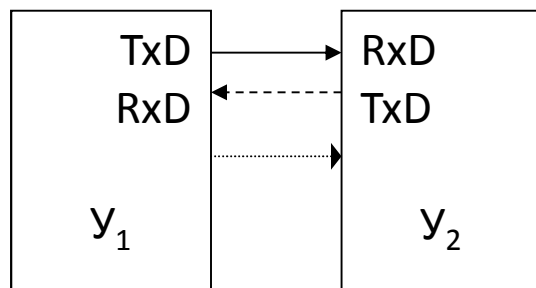
- асинхронен: всяко устройство има свой ТГ (CLK_1 , CLK_2);
- синхронен: обща синхронизация (CLK).



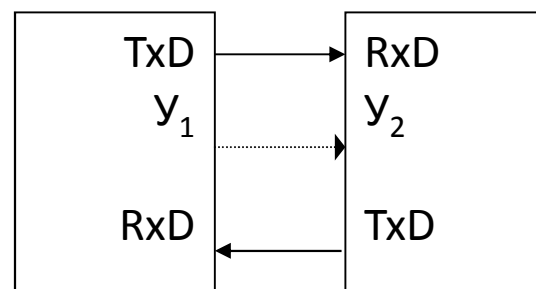
ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ



Симплекс връзка



Полу-Дуплекс връзка



Дуплекс връзка

Обмен на данни при Сериен интерфейс между различни устройства

Използват се по 1 до 4 каблени линии /ниска цена/, бит по бит, различна скорост на предаване,

Предаване (Transmitting, шина TxD),

Приемане (Receiving, шина RxD)

Видове сериен обмен на данни:

симплекс връзка (simplex): 1 линия, еднопосочен обмен: 1 предавател, 1 или повече приемника;

полу-дуплекс (half-duplex): 1 линия, двупосочен обмен, разместено във времето;

дуплекс (duplex, full-duplex): 2 линии, двупосочен обмен, едновременно във времето.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Асинхронен сериен интерфейс

- Сериен интерфейс – особености, предимства:
 - предаване на данните бит по бит (1 бит на такт);
 - за разлика от паралелния интерфейс, напр. IEEE488 (до 20м връзка), може да комуникира на големи разстояния (до 1200м);
 - изисква минимален брой линии: за предаване, за приемане и маса;
 - възможност за софтуерно дефиниране формата на предаване на данните, прекъсванията и др.
- Формат на данните при асинхронен сериен обмен:



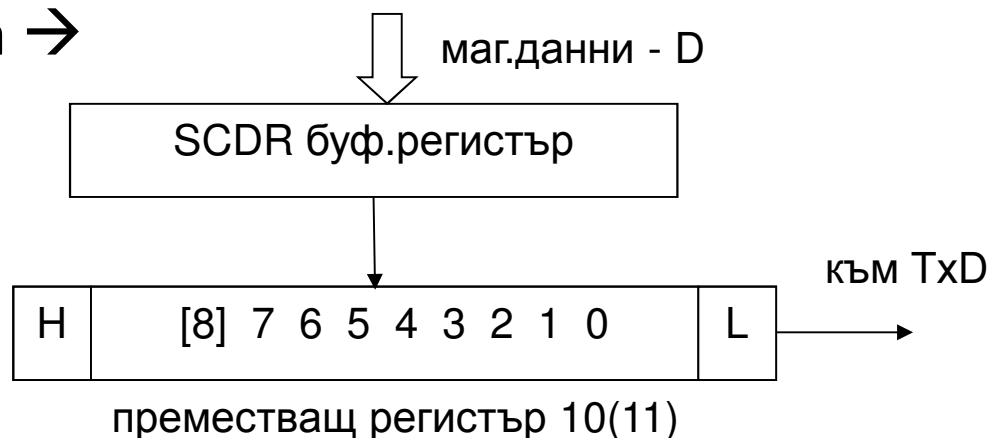
Варианти: 2 стоп-бита, 1 бит за проверка по четност.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Асинхронен сериен интерфейс в HC11

Предавателна част на SCI подсистемата:

- буферен регистър с данни за предаване - **SCDR Tx Buffer**;
- сериен преместващ регистър (данни в него може да се записват САМО от буферния регистър SCDR, паралелен вход, сериен изход);
- контролни регистри – **SCCR1, SCCR2** (общи за приемната и предавателна части);
- статус регистър **SCSR** (за управление на прекъсването);
- Данни към TxD линията →
само при бит TE="1"
(регистър SCCR2)



ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Асинхронен сериен интерфейс в HC11

Приемна част на SCI подсистемата:

- входен сериен преместващ регистър (данни от него се записват в буферния регистър SCDR) - сериен вход, паралелен изход;
- буферен регистър за приетите данни - **SCDR Rx Buffer** – чете данните от входния преместващ регистър;
- контролни регистри– **SCCR1, SCCR2** (общи за приемната и предавателна части);
- статус регистър **SCSR**;
- Wakeup логика;
- Структура на входа за възстановяване на данните;
- буфериране/контрол.

Приемане на данни от RxD линията → само при бит RE="1"
(регистър SCCR2)

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Асинхронен сериен интерфейс в HC11

Описание на регистрите в подсистемата SCI:

- Регистър за задаване скоростта на предаване – **BAUD**

TCLR - бит за нулиране на зададената честота (Test режим);

RCKB - SCI честота за проверка (Test режим).

Таблица – скорости на предаване (BAUD rates, prescaler битове SCP2=SPC1=SPC0=0 /делене на 1/. Допълнително делене на 3,4, 13, 39.

Prescaler Selects						Prescale Divide	Baud Set Divide	Crystal Frequency (MHz)					
								4.00	4.9152	8.00	10.00	12.00	16.00
SCP2	SCP1	SCP0	SCR2	SCR1	SCR0			Bus Frequency (MHz)					
								1.00	1.23	2.00	2.50	3.00	4.00
0	0	0	0	0	0	1	1	62500	76800	125000	156250	187500	250000
0	0	0	0	0	1	1	2	31250	38400	62500	78125	93750	125000
0	0	0	0	1	0	1	4	15625	19200	31250	39063	46875	62500
0	0	0	0	1	1	1	8	7813	9600	15625	19531	23438	31250
0	0	0	1	0	0	1	16	3906	4800	7813	9766	11719	15625
0	0	0	1	0	1	1	32	1953	2400	3906	4883	5859	7813
0	0	0	1	1	0	1	64	977	1200	1953	2441	2930	3906
0	0	0	1	1	1	1	128	488	600	977	1221	1465	1953

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Приложения

сериен интерфейс RS232 (EIA232, от 1990 г.)

Общи характеристики:

- скорост на предаване (не фиксирана, зависи от устройствата)
Aх150 (A=0÷7):

- 150;

- 300;

- 600 ,....., 19,200.

- специфично дефинирани (при необходимост) скорости под 150 baud;

- конектор DB-25: 25 извода (21 използвани);

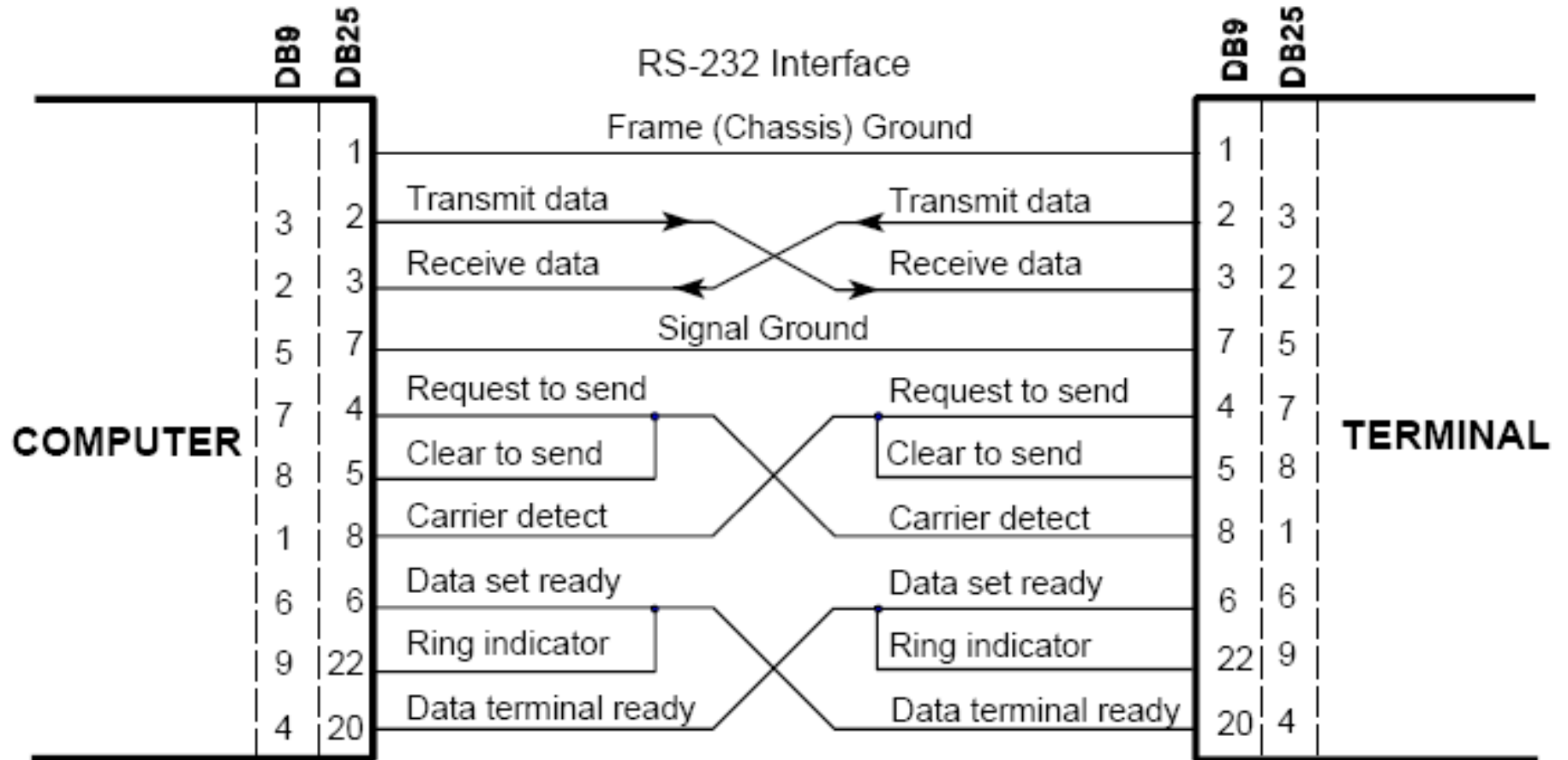
- понастоящем – конектор DB-9 (COM) в компютрите.

Необходимо → 2-те устройства да са свързани с конектори от един и същ вид и да ползват еднаква скорост на предаване

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Приложения

сериен интерфейс RS232 (EIA232, от 1990 г.)



ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Приложения

сериен интерфейс RS232 (EIA232, от 1990 г.)

Електрически характеристики на RS232-C:

- логическа "1" $-15 \div -5V$;
- логическа "0" $+5 \div +15 V$;
- минимална амплитуда на сигнала: $3V$;
- максимална скорост на предаване 20 kbps , максимално разстояние $15\text{m} / 30\text{m}$ / (основен недостатък на RS232) .
Възможни по-високи параметри при подобрени параметри и дизайн на кабелната връзка;
- товарен импеданс: $R_L=3000-7000\Omega$, $C_L<2500\text{pF}$.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Приложения

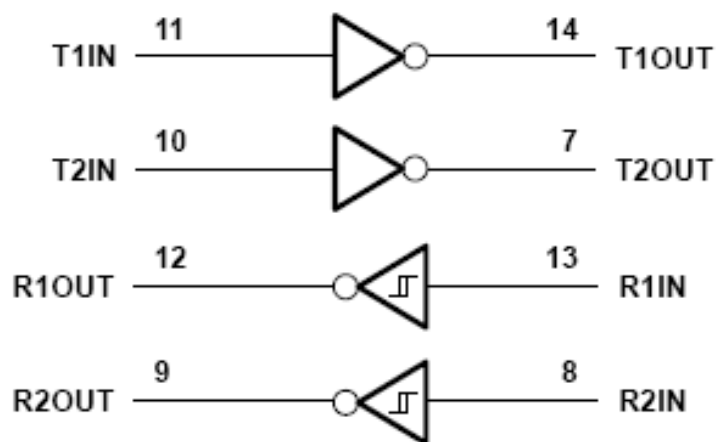
сериен интерфейс RS232 (EIA232, от 1990 г.)

- RS-232-C е 25 изходен конектор за връзка между DTE и DCE;
- DTE (Data Terminal Equipment): като сорс, приемник, и двете: терминал, РС, периферно устройство;
- DCE (Data Communication Equipment): устройство за осигуряване функциите за поддържане и прекъсване на обмена на данни, конверсия и кодиране на сигнала между DTE и напр.модем;
- при микрокомпютрите – връзка от типа DTE – DTE.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Интерфейсна схема MAX232

- ❑ Осъществява съгласуваща нивата връзка между ЕМК и сериен интерфейс EIA232;
- ❑ MAX232 (MAXIM232) – вдвоен инвертиращ драйвер/приемник с включен кондензаторен генератор на напрежение за осигуряване на EIA232 нивата от единично 5V захранване;
- ❑ Приемник: конвертира EIA232 входните сигнали към 5V TTL/CMOS нива. Прагово напрежение от 1.3V, хистерезис - 0.5V, приема входни сигнали в диапазона $\pm 30V$;
- ❑ Драйвер: преобразува TTL/CMOS изходните нива към EIA232 нива.



ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Сериен интерфейс RS485

(функции, характеристики, шини, приложение)

Характеристики:

- диференциален тип връзка;
- използва предаване тип “half-duplex” за разлика от RS232 (full-duplex);
- многовъзлов (multinode, за разлика от RS232 – node-to-node) интерфейс – възможност за връзка на много DE заедно (до 35, за RS422,RS423 – до 10);
- висока скорост на предаване: 35Mbps (12м) до 100Kbs (1200м);
- висока чувствителност на приемната част (около 200mV) поради диференциалната структура;
- използват се съпротивления за съгласуване на линията при големи разстояния за избягване отразяване (рефлексия) на сигнала.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Сериен интерфейс RS485

(функции, характеристики, шини, приложение)

RS232: DTE към DCE, макс.скорост от 20 kbps, макс.дължина 15m – това било достатъчно при ползване на модеми за връзка между РС.

Недостатъчно при:

- Директна връзка между DTE устройства (без модеми);
- Връзка между DTE в мрежа;
- Комуникация на по-големи разстояния;
- Обмен на данни с по-висока скорост.

RS485: осигурява покриване на горните изисквания, отличен при връзка между много устройства.

- Липса на обща маса и необходимост от презапасяване за избягване на шума по линията (3V прагово напрежение при RS232);
- Сигналите по **RS485** са “плаващи” - всеки сигнал се предава спрямо линиите **Sig+** и **Sig-**, съответно;
- Приемната част на **RS485** сравнява разликата в напрежението между линиите, вместо абсолютната стойност на сигнала;
- Най-добро подтискане на шума – при усикана двойка на линиите и екраниране на кабела (STP, FTP) – до 1200 м разстояние.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Сериен интерфейс RS485

(функции, характеристики, шини, приложение)

Характеристики:

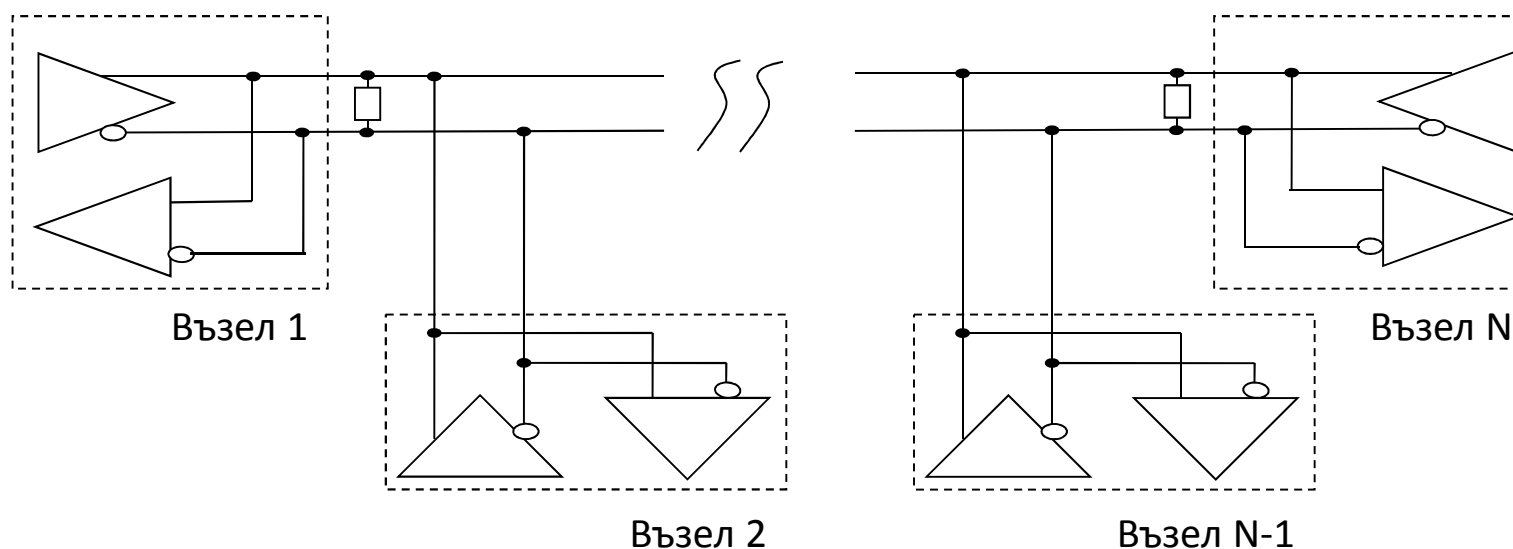
- диференциален тип връзка;
- използва предаване тип “half-duplex” за разлика от RS232 (full-duplex);
- многовъзлов (multinode, за разлика от RS232 – node-to-node) интерфейс – възможност за връзка на много DE заедно (до 35, за RS422,RS423 – до 10);
- висока скорост на предаване: 35Mbps (12м) до 100Kbs (1200м);
- висока чувствителност на приемната част (около 200mV) поради диференциалната структура;
- използват се съпротивления за съгласуване на линията при големи разстояния за избягване отразяване (рефлексия) на сигнала.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Сериен интерфейс RS485

(функции, характеристики, шини, приложение)

- мрежова структура с RS484 (съгл.съпротивление от 100Ω);
- режими: (a) 1 Sender изпраща, 0 или няколко Receivers приемат; (b) няколко Senders изпращат едновременно;
- Sender се връща автоматично в H.I. $\sim 100\text{ms}$ след изпращане;
- основа на много съвременни протоколи: Profibus, Modbus.



ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Сериен синхронен интерфейс в HC11 – SPI

Независима комуникационна подсистема в 68HC11 за последователен (сериен) СИНХРОНЕН обмен на данни с ВИСОКА СКОРОСТ между ЕМК и външни устройства като:

- други микропроцесорни системи;
- системи за АЦП;
- драйвери за LCD дисплеи.

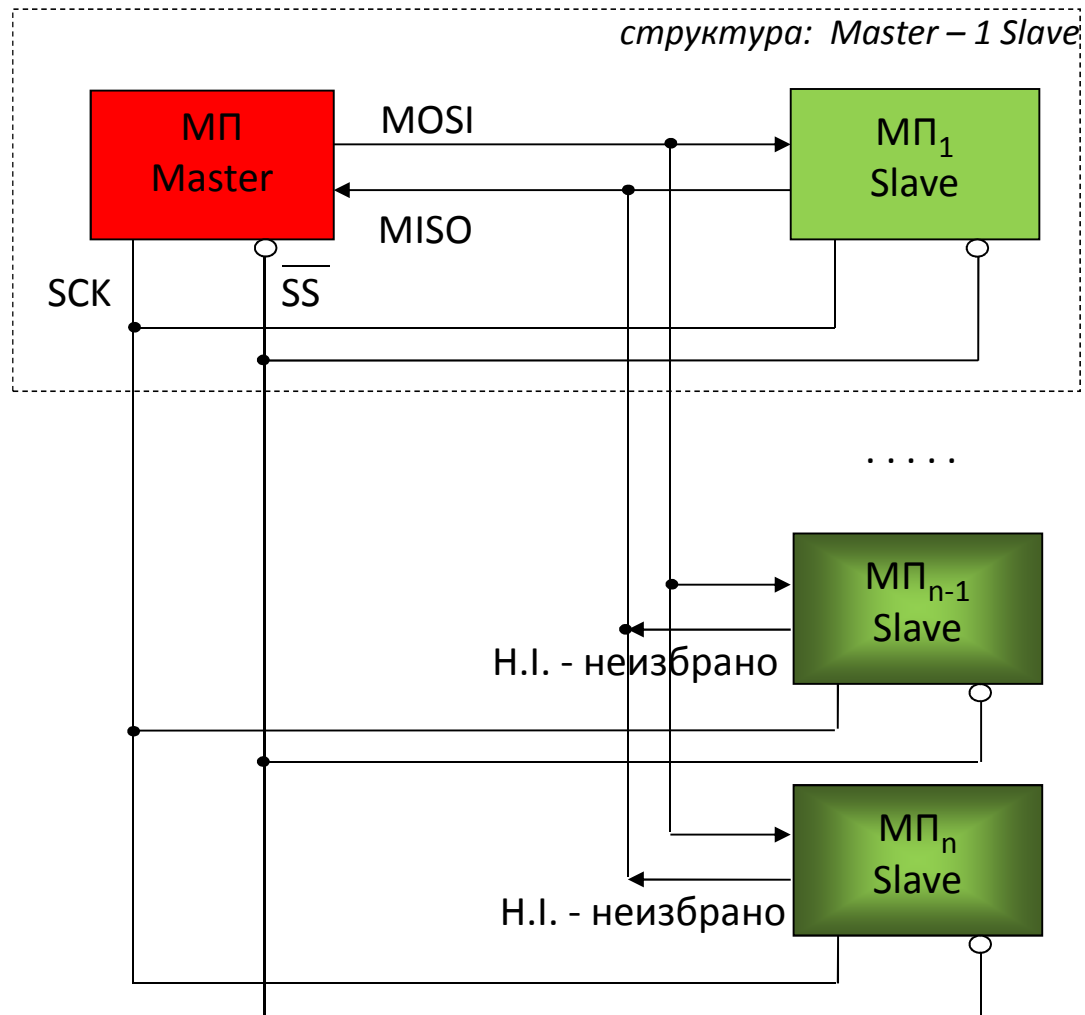
✓ за осъществяване на вътрешен обмен в т.нар. multiple master процесорни системи. SPI подсистемата – като Master или Slave.

○ При конфигуриране като Master – скорост на обмен до $\frac{1}{2}$ E-clock честотата на ЕМК (напр. 2Mbit/s при E-clock=4MHz);

○ При конфигуриране като Slave – скорост на обмен до пълната E-clock честота ЕМК (до 4Mbit/s при E-clock=4MHz).

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Сериен синхронен интерфейс в HC11 – SPI (връзка между 2 и повече устройства)



ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Сериен синхронен интерфейс в HC11 – SPI

Описание (структура) на подсистемата

- Преместващ регистър;
- Буфер за четене на данни.

Използват се следните принципи на буфериране при обмен:

- единично буфериране при предаване - записът на нова порция данни става едва след прочитане на предходните от преместващия регистър;
- двойно буфериране при приемане - данните при приемане се прехвърлят в отделен паралелен буфер за данни (избягване на състояние презастъпване “overrun”).

Буферният регистър за данни в подсистемата SPI на HC11 има един адрес и при четене и при запис от него.

- статус регистър (SPSR);
- контролен блок: контролен регистър (SPCR), контролна логика (SPI control), контрол на изходните шини (PIN control).

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Сериен синхронен интерфейс в HC11 – SPI (описание на шините)

- **MISO** (Master in/slave out) – входяща Master / изходяща Slave;
- **MOSI** (Master out/slave in) – изходяща Master / входяща Slave;
- **SCK** (Serial clock) – сериен тактов сигнал;
- **SS** (Slave select) – избор на Slave устройство.

SPI изходни шини - всяка ИМА СЪОТВЕТЕН БИТ в регистъра за определяне посоката на предаване DDRD. Ако съответния бит в регистъра DDRD е нулиран, линията става с общо предназначение и се изключва от логиката на SPI.

SPI входни шини – всички за дефинирани като входове без значение от стойността на съответните битове в регистъра DDRD.

- **MISO** - ЕДНОПОСОЧНА линия за данни.
 - ВХОД към Master устройство;
 - ИЗХОД от Slave устройство.

При Slave устройството неизбрано – неговата MISO линия е изход в H.I.

- **MOSI** - ЕДНОПОСОЧНА линия за данни.
 - ИЗХОД от Master устройство;
 - ВХОД към Slave устройство.

Master устройството разполага данните на шината MOSI половин цикъл преди фронта на сигнала от Slave устройството по който то приема данните.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Интерфейс - I²C (Inter-Integrated Circuit)

(електрическа схема, шини, приложения)

- Serial Data (SDA) и Serial Clock (SCL) – двупосочни линии с ОД (отворен дрейн) и товарен резистор към захранване;
- захранващи напрежения: 5V / 3.3V. Възможни и други, неспецифицирани стойности (I²C 2.0, 1998 – 2V);
- максимум 112 устройства (възела) в обща комуникация Зависи от броя адресни линии и капацитета на шините – 400pF (ограничава разстоянието до няколко метра);
- 7-битов (до 10-битов) адрес (16 резервирани);
- стандартна скорост на обмен – 100Kbit/s до ... 400Kbit/s... 1Mbit/s ... 3.4Mbit/s (high speed mode, понастоящем);
- 10Kbit/s нискоскоростен вариант, възможни и много по-ниски скорости при необходимост.

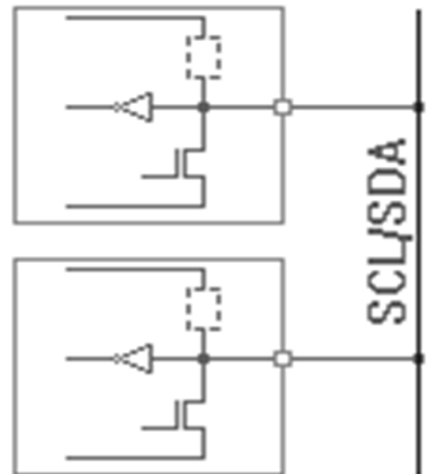
ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Токов интерфейс - I²C (електрическа схема, приложения)

Електрическа схема

Линиите SDA, SCL – двупосочни. За целта: използва се схема ОК (ОД) и структура на входен буфер.

- в състояние IDLE (свободна линия): линията е в H.I.
- за привеждане във функционално състояние: отпушване на изходния транзистор и bus – в ниско ниво. Резистор към захранване: играе роля на източник на ток.



ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Интерфейс - I²C (Inter-Integrated Circuit)

(електрическа схема, приложения)

Последователност на осъществяване на комуникация:

- ЕМК поставя линията в състояние START. Всички устройства по интерфейса “слушат” за постъпващи данни;
- ЕМК (Master) изпраща ADDRESS към устройствата с които иска да се свърже (операция Read или Write). Адрес: 00000...0 (General call) – повикване към всички устройства. Всяко сравнява полученият адрес със своя. При съвпадение – отговор със сигнал ACKNOWLEDGE (ACK) и то става Slave устройство. Ако липсва съвпадение - Not acknowledge;
- начало на обмен на данни;
- край на обмена – сигнал за поставяне линията в състояние STOP. Може да се очаква нов обмен.

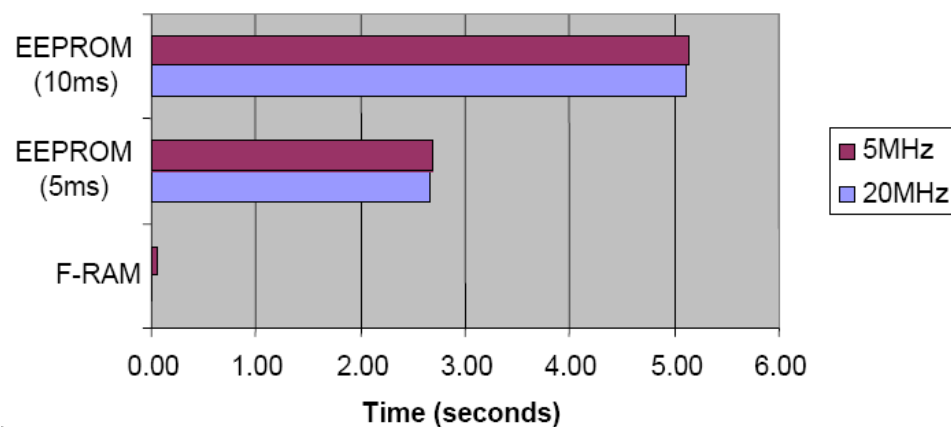
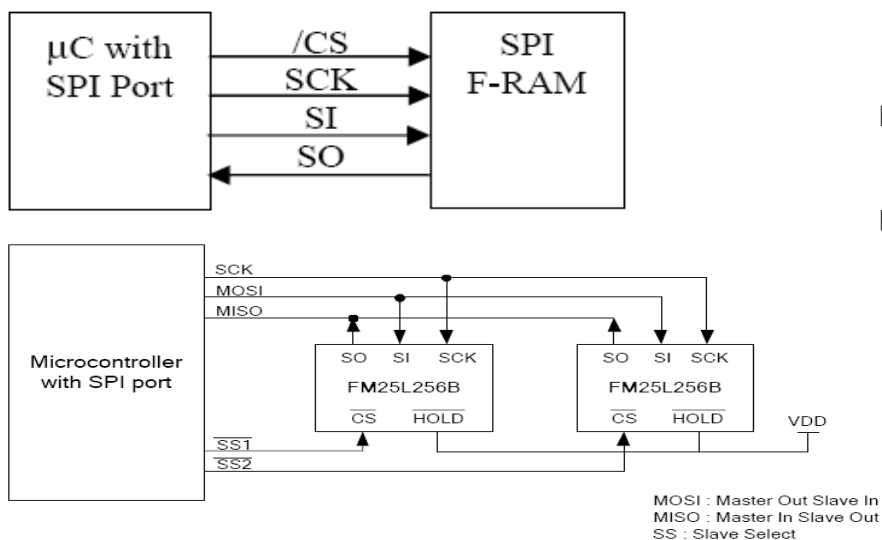
ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Схеми със синхронен сериен интерфейс

F-RAM (Fast-RAM, Ramtron Corp.):

Специално разработен тип RAM за връзка по SPI.

- ВИСОКА СКОРОСТ на запис – до 40Mbit/s;
- не ползва Page буфер, както “стандартните” EEPROM и Flash – директен трансфер байт след байт;
- опростен и адаптиран интерфейс – само шини SI (serial in), SO (serial out), SCK, CS.



ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

Схеми със синхронен сериен интерфейс

Серийни EEPROM (Serial EEPROM):

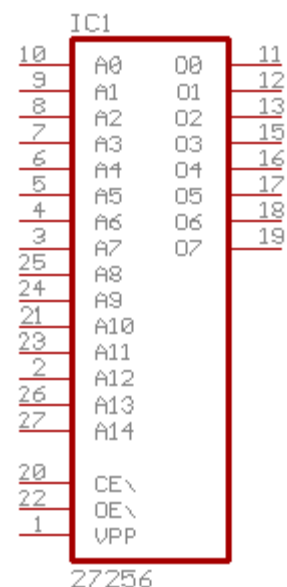
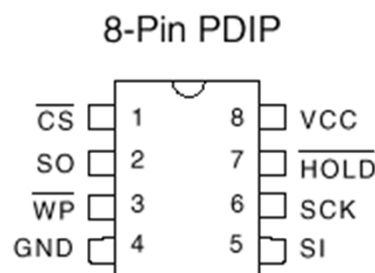
Схеми на EEPROM за сериен обмен.

Предимства:

- ползва само 4 линии от ЕМК за връзка (SI,SO,CS,SCK), вместо A/D магистрала. Добавени още HOLD, WP;
- опростена логика в схемата за изграждане на интерфейса;
- ниска цена.

Недостатък: голямо време за достъп при четене (бит по бит)

Пример: 28-изводна (15 адреса, 8-данни и др.) EEPROM 27256 и 8-изводна серийна EEPROM.



ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

USB интерфейс

(общи сведения, шини, протокол на обмен, приложение)

USB (Universal Serial Bus) – специфициран интерфейс по отношение на: Електрически, Механични и Протоколни изисквания /layers/. Отнася се за Host, Hub, или Function (Hub- Hub, Hub-USB Function, Hub-USB bus, Host-Hub).

- 7 адресни линии (до 127 устройства свързани заедно, топология звезда)
- диференциален сериен интерфейс /bus/;
- 4 шини, 2 от тях: за данни по усукана двойка – I²S;
- данни, предавани в NRZI код – асинхронно или синхронно между свързаните устройства;
- максимална дължина на кабела – 4м;
- три (четири) скорости на предаване от 10kbps до 400Mbps:
 - **Slow-Speed** режим /10kbps to 100kbps/ - обмен с бавни устройства (клавиатури, мишки);
 - **Full-Speed** режим /500kbps to 10Mbps/;
 - **High-Speed** режим - USB 2.0 /25Mbps to 400Mbps/. Изисква резистор 45Ω между всяка линия за данни и маса. $U^1=2.8V, U^0=0.3V$.
 - **Super speed** - USB 3.0 /до 4.8Gbps/ - и за оптична комуникация.

доц. д-р А.Тодоров, гл. ас. К. Райнова кат."Компютърни системи",ФКСУ – ТУ-София

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

USB интерфейс – протоколи, формат на данните, пакети

USB (Universal Serial Bus) – четири различни (пакетни) типа протоколи:

- Control;
- Interrupt;
- Isochronous;
- Bulk.

Формат на обмена. Състои от 3 пакета:

- Начален пакет (Token packet) – указва какво ще се прави R/W и съдържа адреса на крайното устройство;
 - Пакет с данни (Optional Data packet) – съдържа данни. Предават се с LSB пръв;
 - Handshake (статус) пакет – за потвърждаване на предаването и за индициране на грешки, напр. устройство с невъзможност да приема и т.н.) и за край на обмена.
- Кодиране на данните - NRZI (0 – промяна, 1 – без промяна).
 - Използва т.нар. “Bit shifting” за предотвратяване на зависване на сигнала в 1 (добавя 0 след шест 1-ци) и генериране на обмен.
 - Самосинхронизация между предавател и приемник.

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

USB интерфейс – протоколи, формат на данните, пакети

Полета (Fields) в пакетите - видове, структура:

Sync – ВСИЧКИ пакети започват със Sync: 8-бита (Slow-speed, Full-speed) или 32-бита (High-speed). За синхронизация между предавател и приемник. Последните 2 бита – указва къде започва PID;

PID (Packet ID) – за идентификация на изпращания пакет (4 бита). Добавят се още 4 бита в допълнителен код – общо 8 бита.

Тип протокол	PID стойност	Идентификатор на пакет
Token	0001	OUT Token
	1001	IN Token
	0101	SOF Token
	1101	SETUP Token
Data	0011	DATA0
	1011	DATA1
	0111	DATA2
	1111	MDATA
Handshake	0010	ACK Handshake
	1010	NAK Handshake
	1110	STALL Handshake
Special	0110	NYET (No Response Yet)
	1100	PREamble
	1100	ERR
	1000	Split
	0100	Ping

PID₀ PID₁ PID₂ PID₃ nPID₀ nPID₁ nPID₂ nPID₃

ВГРАДЕНИ СИСТЕМИ

USB интерфейс – протоколи, формат на данните, пакети

Полета (Fields) в пакетите - видове, структура (продължение):

- ADDR** – указва адреса на устройството за обмен – 7 бита. Адресира до 127 устройства (адрес 00...0 – невалиден);
- ENDP** – 4 бита (16 възможни крайни точки, endpoints). За обмен Slow-speed – макс. 4.;
- CRC** (Cyclic Redundancy Check): за всеки Token пакет – 5-битов CRC, за всеки пакет данни - 16-битов CRC;
- EOP** - край на пакет. Известява със SE0 (Single Ended Zero)-2 бита +1 бит J.

Типове пакети и формати:

Token пакет – видове: In (информира USB устройството че Host иска да получава информация), Out (информира USB устройството че Host иска да изпраща информация), Setup (за начало на контролен обмен). Формат:

КРАЙ НА ЛЕКЦИЯТА