

Calculatoare Numerice (2)

– Cursul 6 –

Dispozitive periferice

Facultatea de Automatică și Calculatoare
Universitatea Politehnica București



**I PLUGGED A USB IN
ON THE FIRST TRY.**

**THERE'S NOTHING
STOPPING ME TODAY.**

I/O Devices

- Ce este un dispozitiv?
- Registre
- Memory-mapped I/O
- Interfețe și protocoale I/O



Ce este un device?

Concret, pentru un programator de SO:

- Un hardware care este vizibil din software
- Ocupă un spațiu de adresă pe un **bus**
- La adrese sunt mapate **registre**
 - Spațiul I/O mapat ca o memorie
- Generează **întreruperi**
- Poate să inițializeze transferuri **Direct Memory Access (DMA)**



Registre

- CPU poate să încarce dintr-un registru al unui device I/O:
 - Obține informații legate de status
 - Citește date de intrare
- CPU poate să încarce într-un registru al unui device I/O:
 - Setează starea dispozitivului și configurația
 - Scrie datele de ieșire
 - Resetează starea dispozitivului



I/O Mapat în memorie

- Procesorul accesează dispozitivele I/O în aceeași manieră ca memoria (tastaturi, monitoare, imprimante)
- Fiecare dispozitiv I/O are atribuite una sau mai multe adrese
- Atunci când adresa este pusă de procesor pe magistrală, datele sunt citite/scrise din I/O în loc din memorie
- Un segment al spațiului de adresă este dedicat dispozitivelor I/O

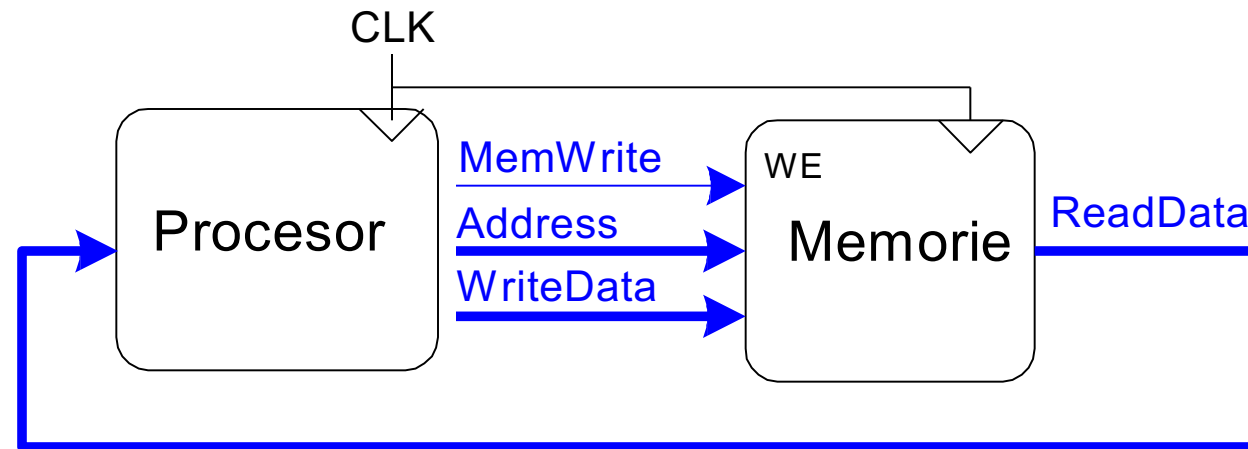


Hardware pentru maparea I/O

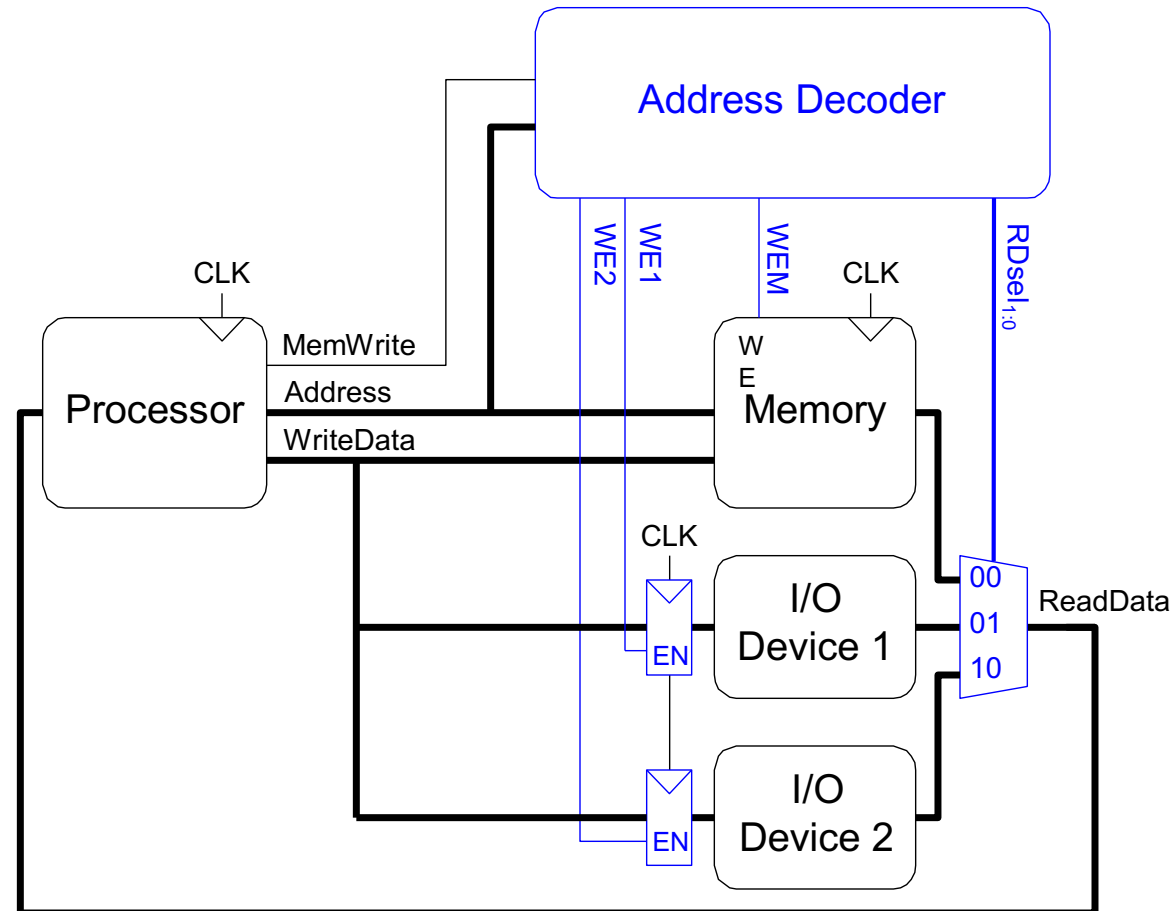
- **Decodificator de adrese:**
 - Inspectează adresele pentru a determina care dispozitiv/memorie comunică cu procesorul
- **Registre I/O:**
 - Memorează valorile scrise către dispozitivele I/O
- **Multiplexor pentru datele citite:**
 - Selectează care este sursa de date (memorie sau dispozitive I/O) care trebuie să ajungă la procesor



Interfața cu memoria



Hardware pentru maparea I/O



Cod pentru maparea I/O

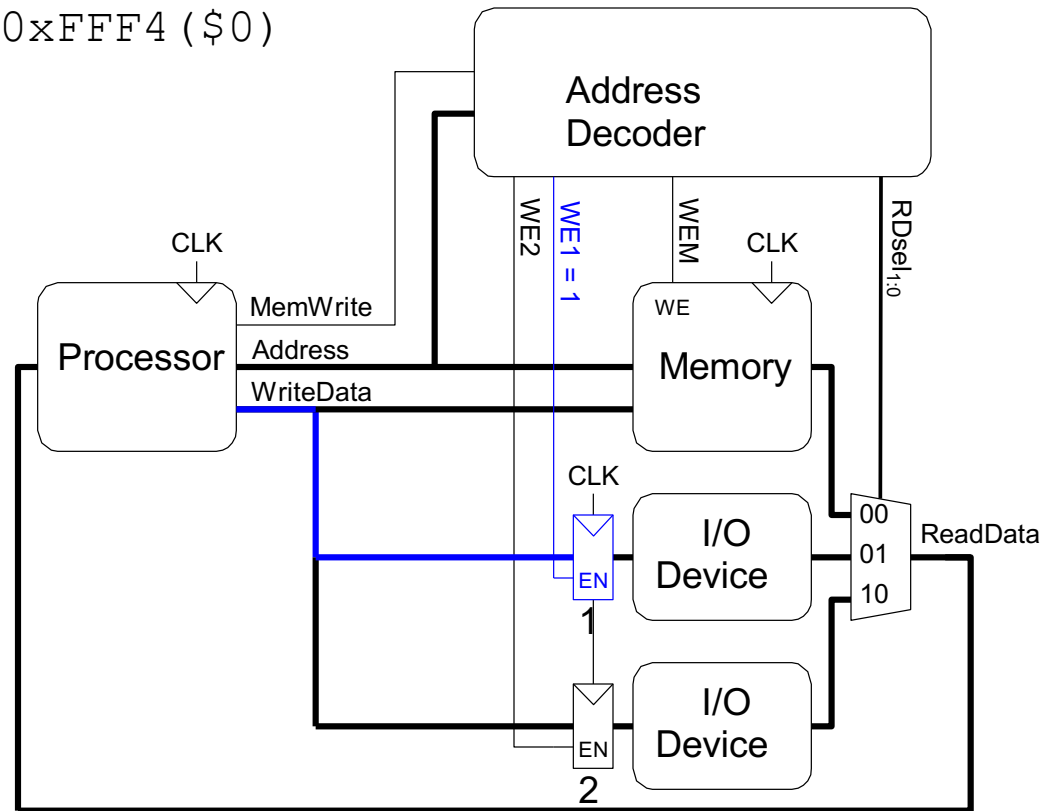
- Presupunem că Dispozitivul I/O 1 are adresa 0xFFFFFFFF4
 - Scrie valoarea 42 la I/O Device 1
 - Citește date din I/O Device 1 și plasează-le în \$t3



Cod pentru maparea I/O

- **Scrive valoarea 42 în I/O Device 1 (0xFFFFF4)**

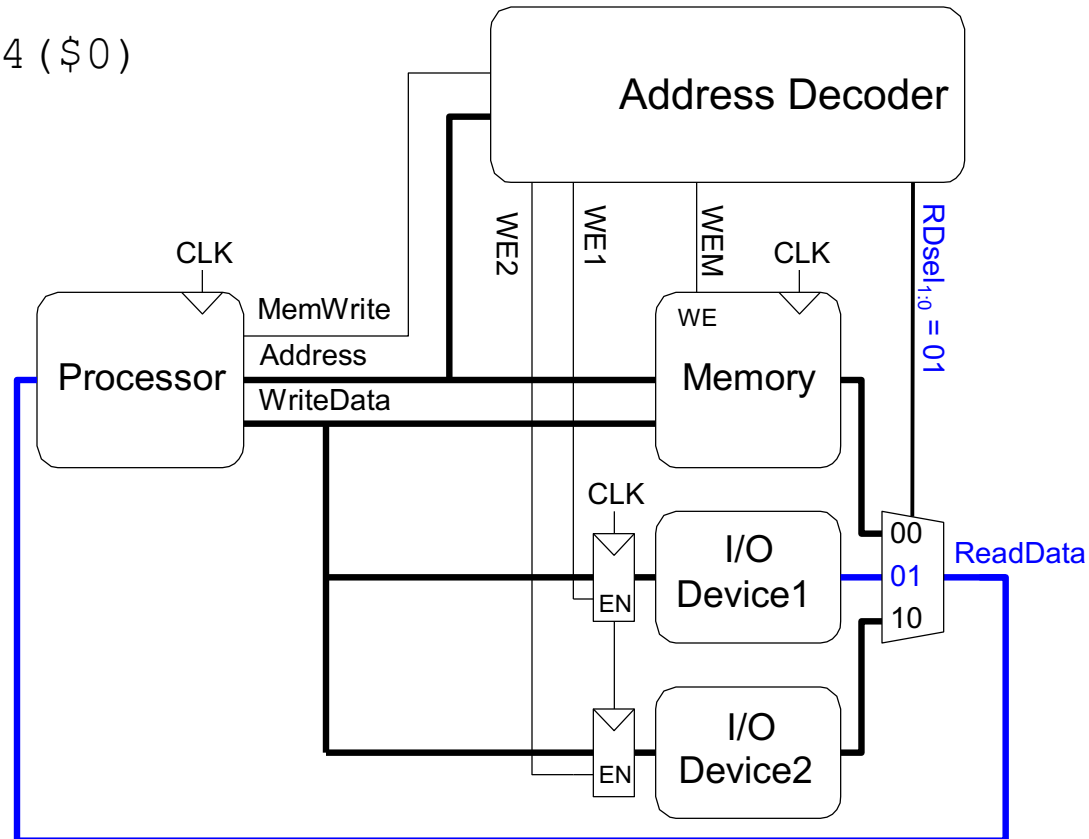
```
addi $t0, $0, 42  
sw $t0, 0xFFF4($0)
```



Cod pentru maparea I/O

- Citește valoarea de la I/O Device 1 și pune-o în \$t3

```
lw $t3, 0xFFF4($0)
```



Sisteme Input/Output (I/O)

- Sisteme I/O Embedded
 - Cuptoare cu microunde, mașini de spălat, routere, nave spațiale, etc.
- PC I/O Systems



Sisteme I/O embedded

- Exemplu microcontroller: AVR
 - microcontroller
 - Procesor pe 8 biți, arhitectură RISC
 - Periferice low-level:
 - Porturi de I/O
 - Interfețe seriale (RS232, I2C, SPI)
 - Timere
 - Convertoare analog-digitale





**WEB
PROGRAMMING**

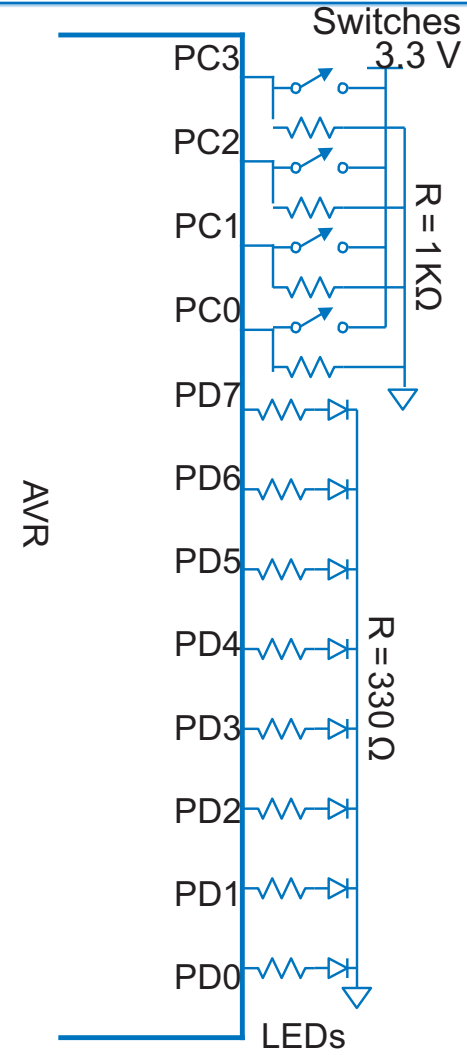
**FIRMWARE
DEVELOPMENT**

I/O Digital

```
// C Code
#include <avr/io.h>

int main(void) {
    unsigned char switches;
    DDRD = 0xFF;          //PORTD output
    DDRC = 0x00;         //PORTC input

    while (1) {
        switches = PINC & 0x0F; //read & mask switches
        PORTD = switches;      //display on LEDs
    }
}
```



**WHEN YOUR COLLEAGUES TALK ABOUT THEIR ML PROJECTS
AND YOU REMEMBER WHEN YOU MADE A LED BLINK ON AN ARDUINO**

You know, I'm something of a programmer myself

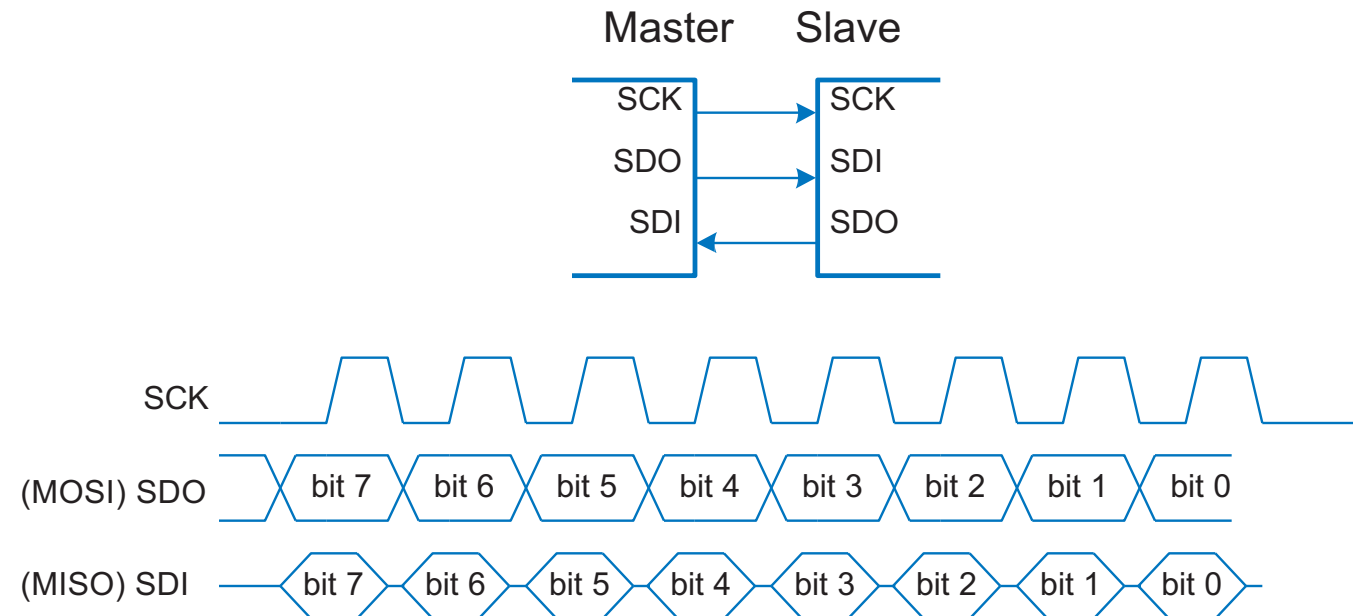
I/O Serial

- Exemple protocoale seriale
 - **SPI:** Serial Peripheral Interface
 - **UART:** Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
 - De asemenea: I²C, USB, Ethernet, etc.



SPI: Serial Peripheral Interface

- Master-ul inițializează comunicația cu slave-ul prin generarea de impulsuri de ceas pe linia SCK
- Master-ul trimite SDO (Serial Data Out) către slave, msb first
- Slave-ul trimite datele (SDI) la master, msb first

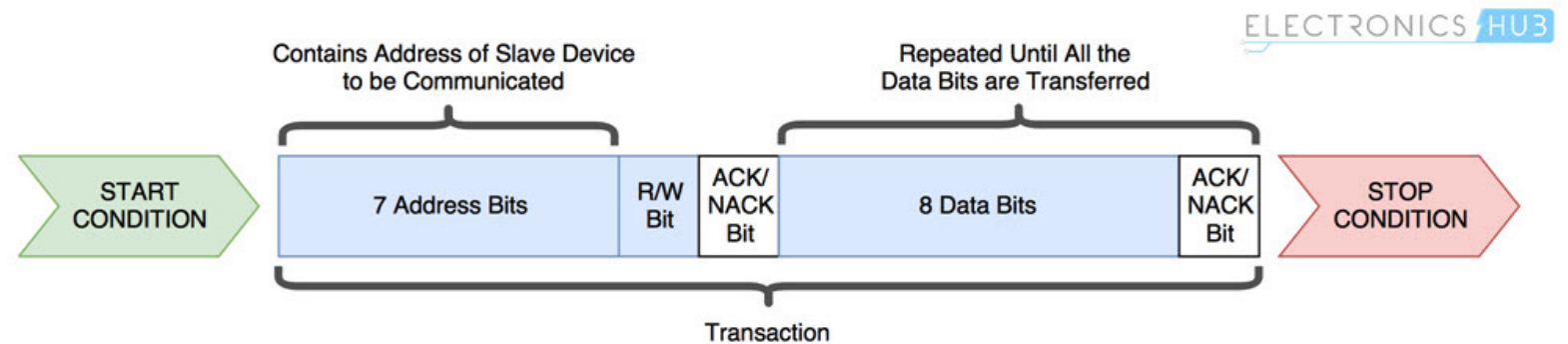
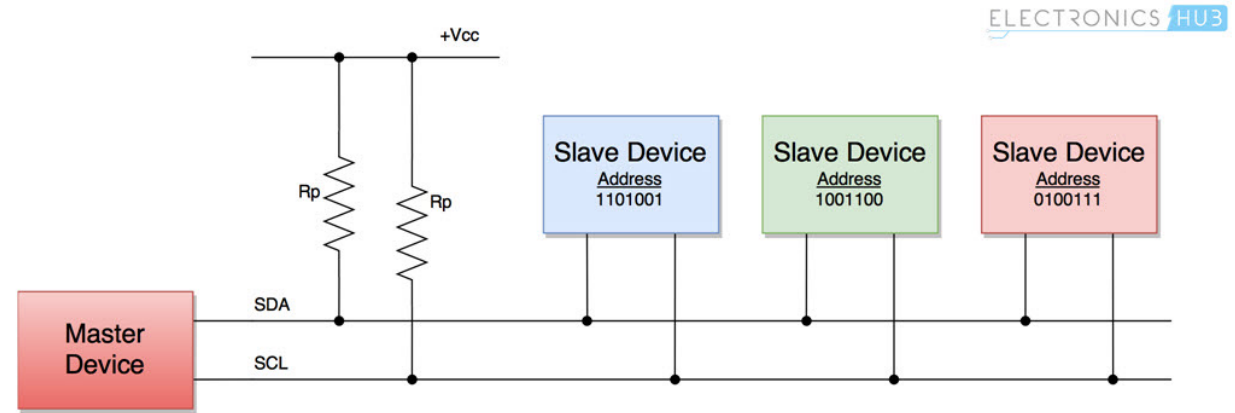


<https://www.electronicshub.org/basics-serial-peripheral-interface-spi/>



I²C: Inter Integrated Circuit Communication Protocol

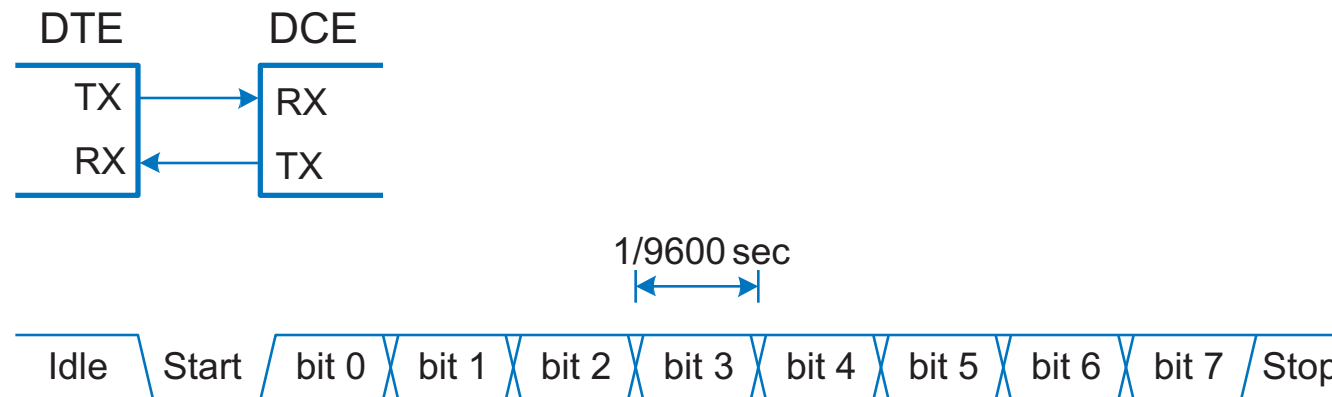
- Introdus de Philips în 1985
- Schemă de adresare pe 7 biți
- Multi-master, multi-slave
 - Serial Clock Line (SCL)
 - Serial Data Line (SDA)
- Folosit pe scară largă
 - Senzori
 - Memorii
 - Convertoare ADC
 - Periferice



<https://www.electronicshub.org/basics-i2c-communication/>

UART: Universal Asynchronous Rx/Tx

- Configurare:
 - Bit de start (0), 7-8 biți date, bit paritate (opțional), 1+ biți stop (1)
 - data rate: 300, 1200, 2400, 9600, ...115200 baud
- Linia rămâne pe idle în starea HIGH (1)
- Configurație tipică:
 - 8 biți date, fără paritate, 1 bit stop, 9600 baud

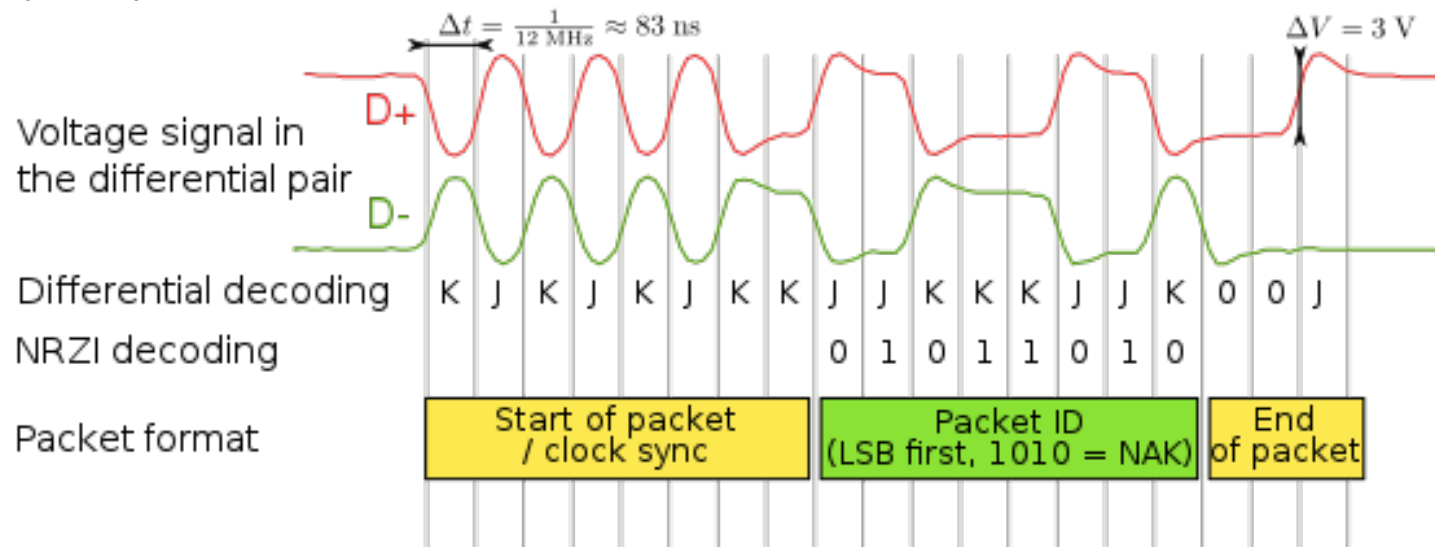


<https://www.electronicshub.org/rs232-protocol-basics/>



USB: Universal Serial Bus

- Un host, device-uri multiple, poate forma un arbore
- Două linii de date, transmisie diferențială
 - Tehnică de reducere a zgomotului datorat interferențelor electromagnetice
- Device-urile au nevoie de capacități de procesare (mai) ridicate



<https://en.wikipedia.org/wiki/USB>



Plug	Type	Receptacle
	A	
	B	
	Mini B	

Pin	Signal	Color	Description
1	VCC	Red	+5V
2	D-	White	Data -
3	D+	Green	Data +
4	GND	Black	Ground



Timere

```
void initTimer1(void) {
    TCCR1A = 0x00; //prescale the timer to be clock source/1024
    TCCR1B = _BV(WGM12) | _BV(CS12) | _BV(CS10);
    OCR1A = 10000; // match 1Hz
    //set 8-bit Timer/Counter1 Output Compare Interrupt Enable
    TIMSK |= _BV(OCIE1A);
}

ISR(TIMER1_COMPA_vect) {
    PORTB ^=0x01; //blink an LED once a second
}

int main(void) {
    DDRB = 0xFF;
    initTimer1();
    sei();

    while(1)
    {}
    return 0;
}
```



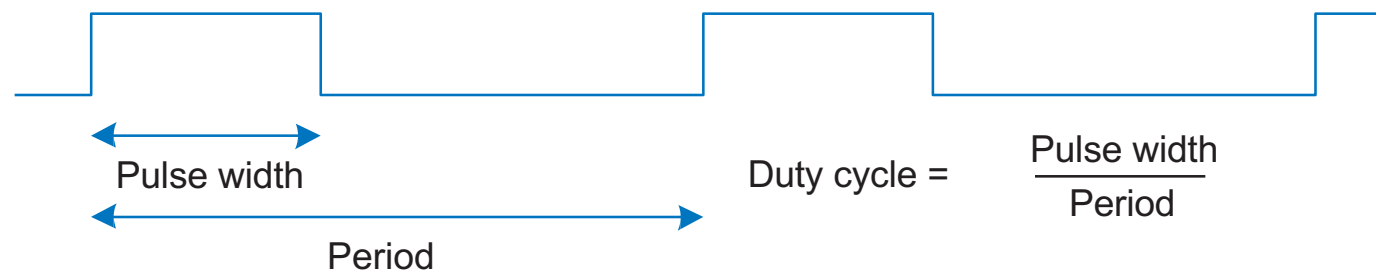
I/O Analogic

- Necesari pentru a interfața procesorul cu mediul în care funcționează
- **Analog input:** Conversie Analog-to-Digital (A/D)
 - De cele mai multe ori este inclus în microcontroller
 - N -biți: convertește o tensiune analogică din gama V_{ref-} - V_{ref+} într-un întreg de la 0 - 2^{N-1}
- **Analog output:**
 - Conversie Digital-to-Analog (D/A)
 - De obicei este nevoie de un circuit exterior (e.g., AD558 or LTC1257)
 - N -biți: convertește semnalul digital de la 0 - 2^{N-1} înapoi la V_{ref-} - V_{ref+}
 - Pulse-width modulation

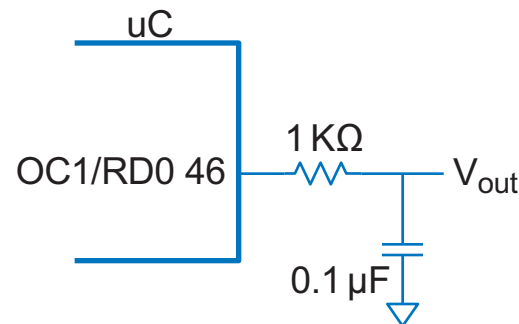


Pulse-Width Modulation (PWM)

- Valoarea medie este proporțională cu factorul de umplere



- Adăugăm un filtru trece-sus pentru a transforma trenul de impulsuri într-o tensiune analogică de valoare = valoarea medie a semnalului PWM



Alte periferice întâlnite pe un uController

- Exemple
 - LCD cu caractere
 - MonitorVGA
 - Transceiver Bluetooth, WiFi
 - Motoare



Sisteme I/O pentru Personal Computers (PC)

- USB: Universal Serial Bus
 - USB 1.0 apărut în 1996
 - Cabluri și conectori standard/software pentru periferice
- PCI/PCIe: Peripheral Component Interconnect/PCI Express
 - Dezvoltat de Intel, apare în 1994
 - Magistrală paralelă pe 32-biți
 - Folosit pentru plăci de expansiune (de ex. Placă de sunet, video, ethernet etc.)
- DDR: double-data rate memory



Sisteme I/O pentru Personal Computers (PC)

- TCP/IP: Transmission Control Protocol and Internet Protocol
 - Conexiune fizică: cablu Ethernet sau Wi-Fi
- SATA: interfață pentru hard-drive
- Input/Output (senzori, actuatore, microcontrollere etc.)
 - Data Acquisition Systems (DAQs)
 - USB Links



Acknowledgements

- These slides contain material developed and copyright by:
 - Arvind (MIT)
 - Krste Asanovic (MIT/UCB)
 - Joel Emer (Intel/MIT)
 - James Hoe (CMU)
 - John Kubiatowicz (UCB)
 - David Patterson (UCB)

- MIT material derived from course 6.823
- UCB material derived from course CS252

