

Űrtechnológia a gyakorlatban

Fedélzeti számítógép, mérés-adatgyűjtő 2/1

Csurgai-Horváth László, BME-HVT
2014.



Phobos-Grunt

Méretetek

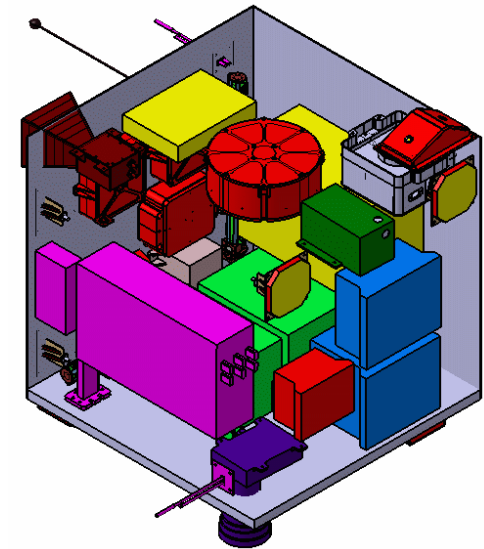
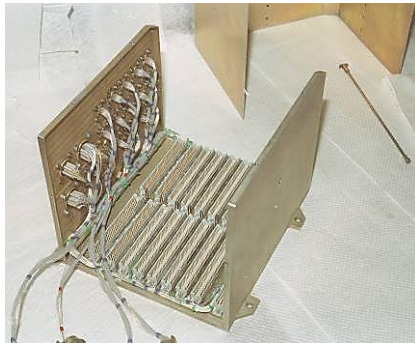
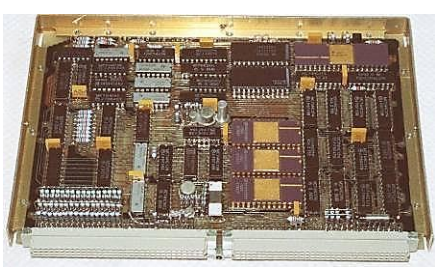
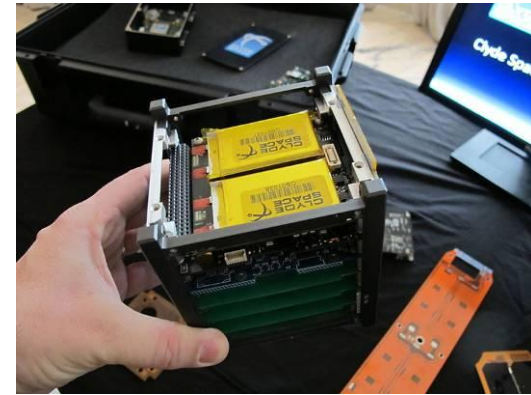
Pikoműholdak ... nagy műholdak ~1000 kg

Miniatűr műholdak: < 500 kg

CubeSat: 1 kg, 10*10*10 cm

ESEO: 100 kg, 100*100*100 cm

ACTIVE (1989): 1570 kg



Alkalmazások

Kommunikációs

Navigációs

Távérzékelés

Időjárás

Katonai

Tudományos

Alrendszerek

Tudományos kísérletek

Föld-megfigyelés

Atmoszféra, ionoszféra, magnetoszféra

Nap és bolygó-megfigyelések

Naprendszeren kívüli missziók

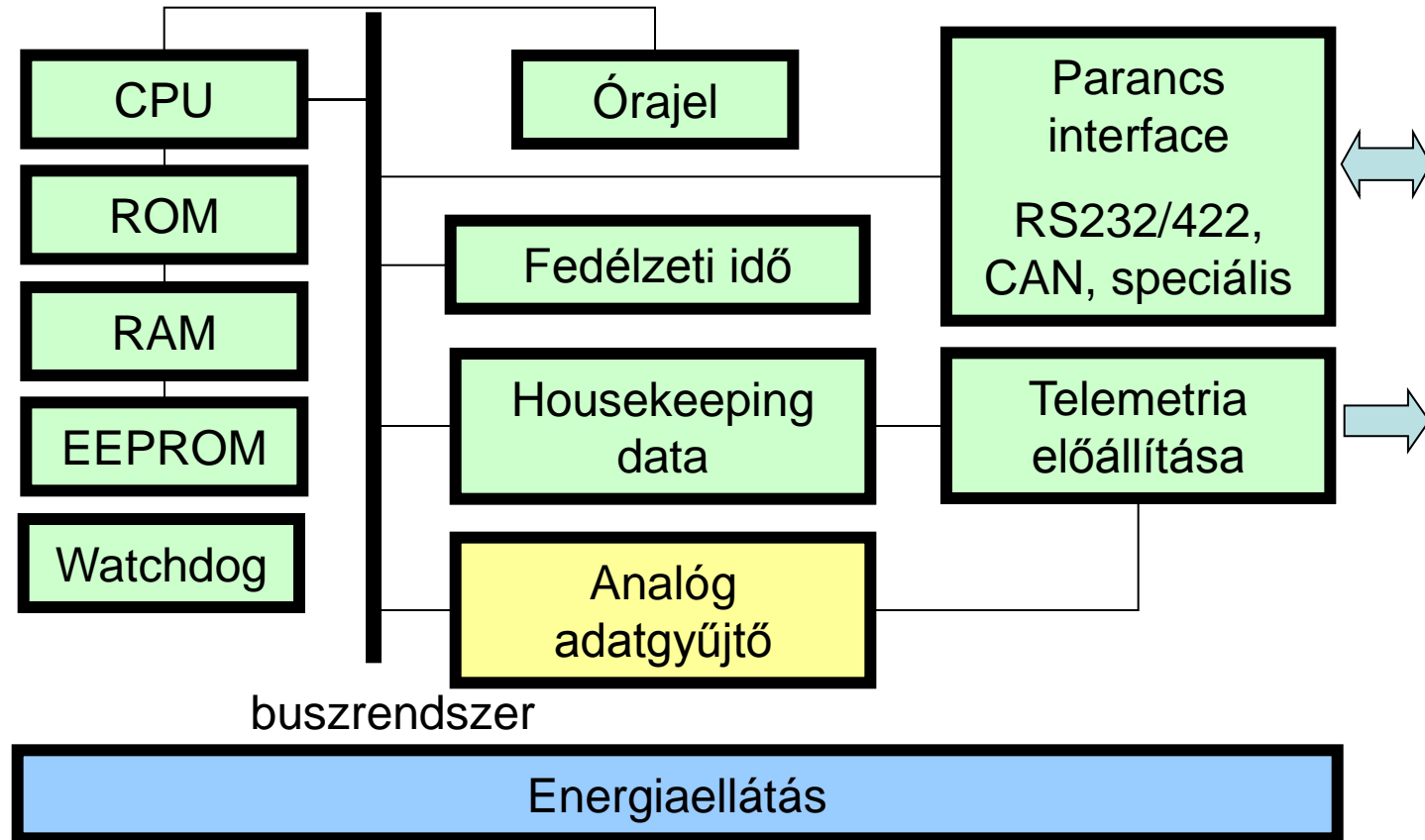
Asztrobiológia, anyagtudomány, gravitáció...

Fedélzeti számítógép kis műholdakhoz

Intelligens döntések végrehajtására alkalmas
Vezérlő funkciók
Műhold helyzet szabályozása
Működési paraméterek lekérdezése
Programok futtatása
Kommunikáció
Payload-ok vezérlése

μP ?

μC ?



A tervezés első lépése: specifikáció

CPU architektúra:

- adat/címbusz szélessége
- utasításkészlet, programozási eszközök
- beépített funkciók (timer, USART, watchdog, portok...)
- sebesség, skálázható órajelfrekvencia

Memória:

- ROM/PROM
- Flash/EEPROM
- Ferroelectric
- DRAM/SRAM

Külső interface-ek:

- I/O (típus, szám)
- kommunikáció
- kommand IF
- analóg interface

Megkötések:

- méret
- energiafogyasztás
- sugárzás/hőmérséklet/vákuum/rezgés
- alkatrészválasztás (ESA PPL)
- tápfeszültségek

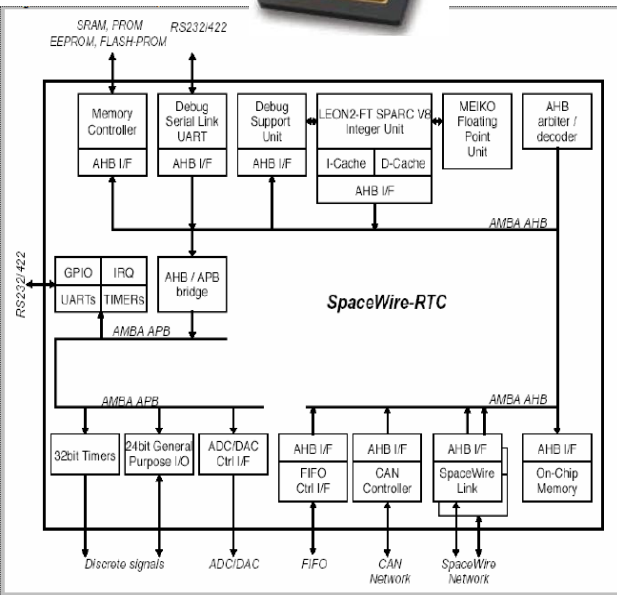
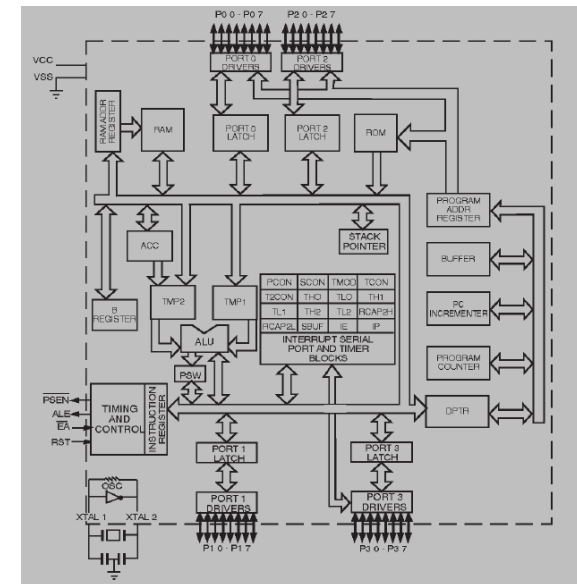
CPU választás 1.



80C32 based microcontrollers (ATMEL)

radiation tolerant ROMless microcontroller
0.8µm CMOS technology, 30 Krad (Si)
44 pin package

ATMEL announced end of life in 2010/11

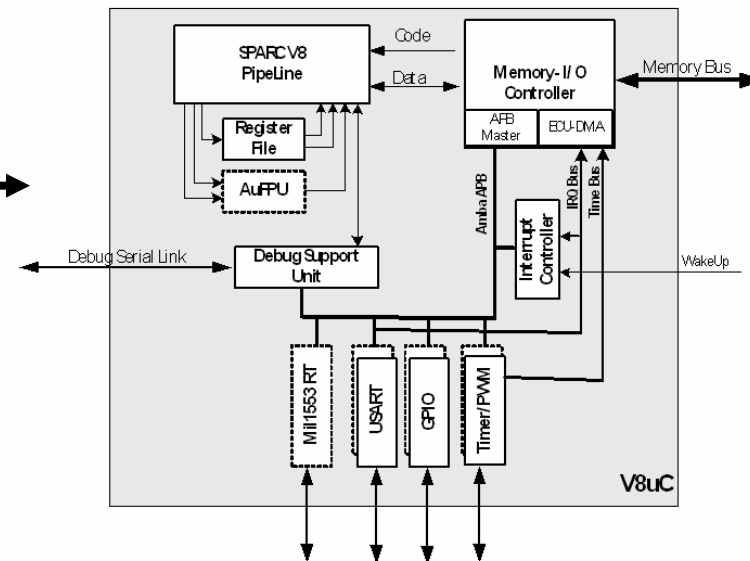


AT7913E SpaceWire RT Controller (ATMEL)

LEON2-FT System-On-Chip, 85 Mips
cache & internal RAM
CAN, SPW, FIFO, ADC/DAC interfaces
MCGA package, 349 pins

V8uC Microcontroller IP-core based on LEON2FT (SITAEL)

cacheless LEON2-FT IP core downsized
configurable FPU
memory controller with DMA engine, event controller on-chip RAM



LEON: 32-bit CPU microprocessor core, based on the SPARC-V8 RISC architecture and instruction set
European Space Research and Technology Centre (ESTEC)

CPU választás 2.

Architektúra:

ARM, AVR, INTEL, MIPS, SPARC, XAP ...?
4, 8, 16, 32, 64 bit.... ?

Lebegőpontos számítások?

SW:

assembly, C, ADA...
OS?
debugger/szimulátor/emulátor?

Interrupt, DMA?

Memória és cache:

RAM, ROM, külső, belső...

Analóg perifériák:

ADC/DAC, oszcillátor/PLL, PWM...

Digitális perifériák:

Mil-std-1553, CAN, I2C, UART, GPIO,
SPI,

Energiaellátás

Tokozás:

QFP, DIL, BGA, pin-count

Környezet:

hőmérséklet, TID, SEL/SEU

Miért nem Pentium I-II-III/Core-Core 2...?

Memóriaválasztás

Adat/címbusz szélesség, hozzáférési idő, írás/olvasás

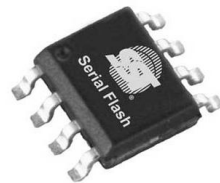
Boot: bipoláris PROM



Operatív memória: SRAM /DRAM



Flash memória: (blokkos írás)



EEPROM: byte-os írás



Soros vagy párhuzamos hozzáférés

Hibalehetőségek sugárzás hatására

1.) Soft-hiba: Single Event Upset (SEU)

- Megoldás: bipoláris boot PROM, watchdog, Error Detection And Correction (EDAC)



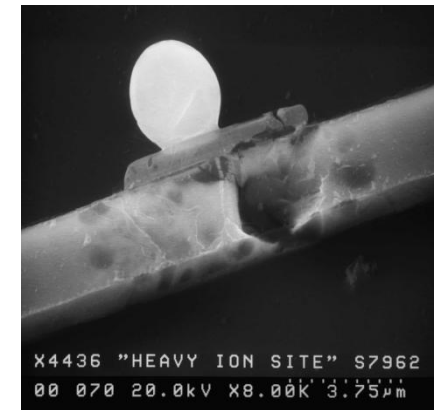
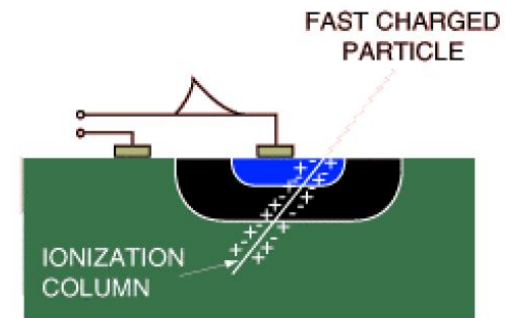
- Hamming-code
- TMR
- scrubbing
- paritásbit

2.) Hard-hiba: Single Event Latchup (SEL), CMOS eszközöknél Nagy energiájú részecske vezető csatornát hoz létre a föld és a drain/source között

- Megoldás: radhard alkatrész, aktív vagy passzív védelem

3.) Elyelt dózis akkumulálódása (TID)

- Megoldás: rad-hard alkatrészek alkalmazása



Cassini

A 8032 elemei és tulajdonságai

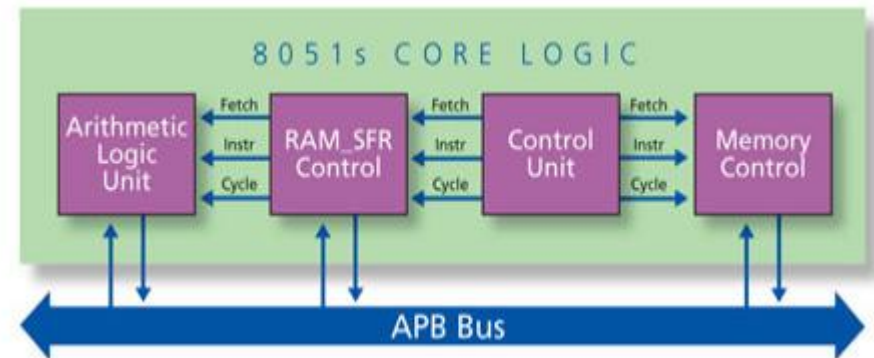
A 8051 mikrokontroller-család tagja

- statikus működés, max 44 MHz
- utasításle hívás: 12 órajelciklus=0.3 usec
- 256 byte belső RAM
- 32 I/O vonal
- 3 darab 16 bites timer
- 6 interrupt forrás, kétszintű IT
- full duplex soros port
- oszcillátor és órajel előállítás
- SFR (Special Function Registers)
- -55 ... +125 C°

- idle mode: IT/timer/serial wakeup
- timerek:
 - timer mód: gépi ciklus lépteti ($f_{OSC}/12$)
 - counter mód: külső jel léptetheti
- soros interface:
 - 1 byte buffer
 - baud rate programozható
- interrupt:
 - 2 külső / szint vagy élvezérelt
 - timer IT
 - soros port IT
 - 2 prioritás szint

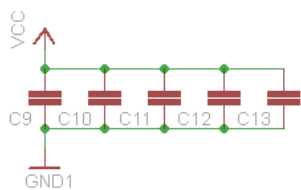
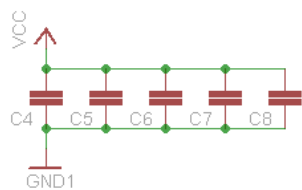
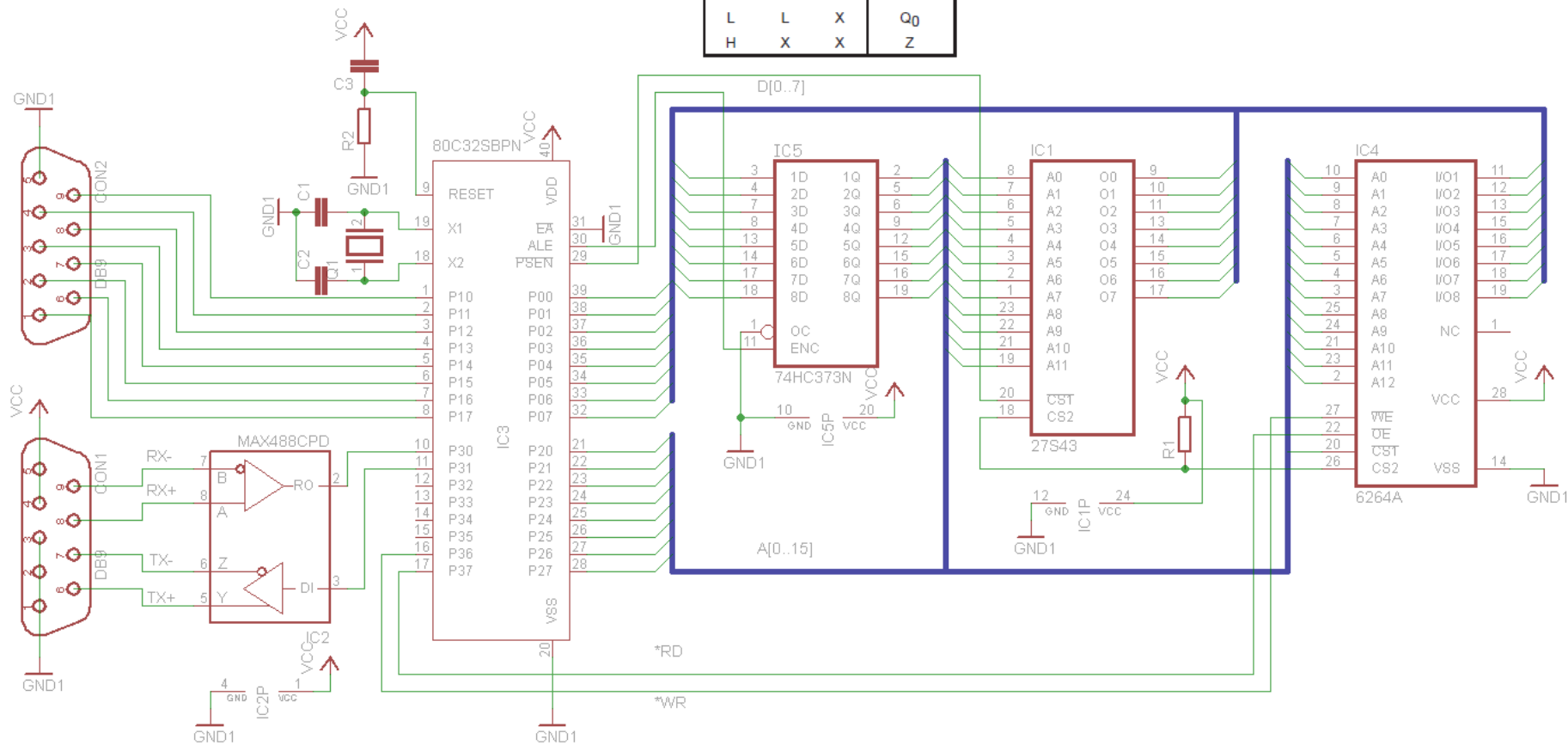


Miscosemi
Core8051s



FUNCTION TABLE
(each latch)

INPUTS			OUTPUT
OE	LE	D	Q
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	X	Q ₀
H	X	X	Z



TITLE: 8032_Simple_Space

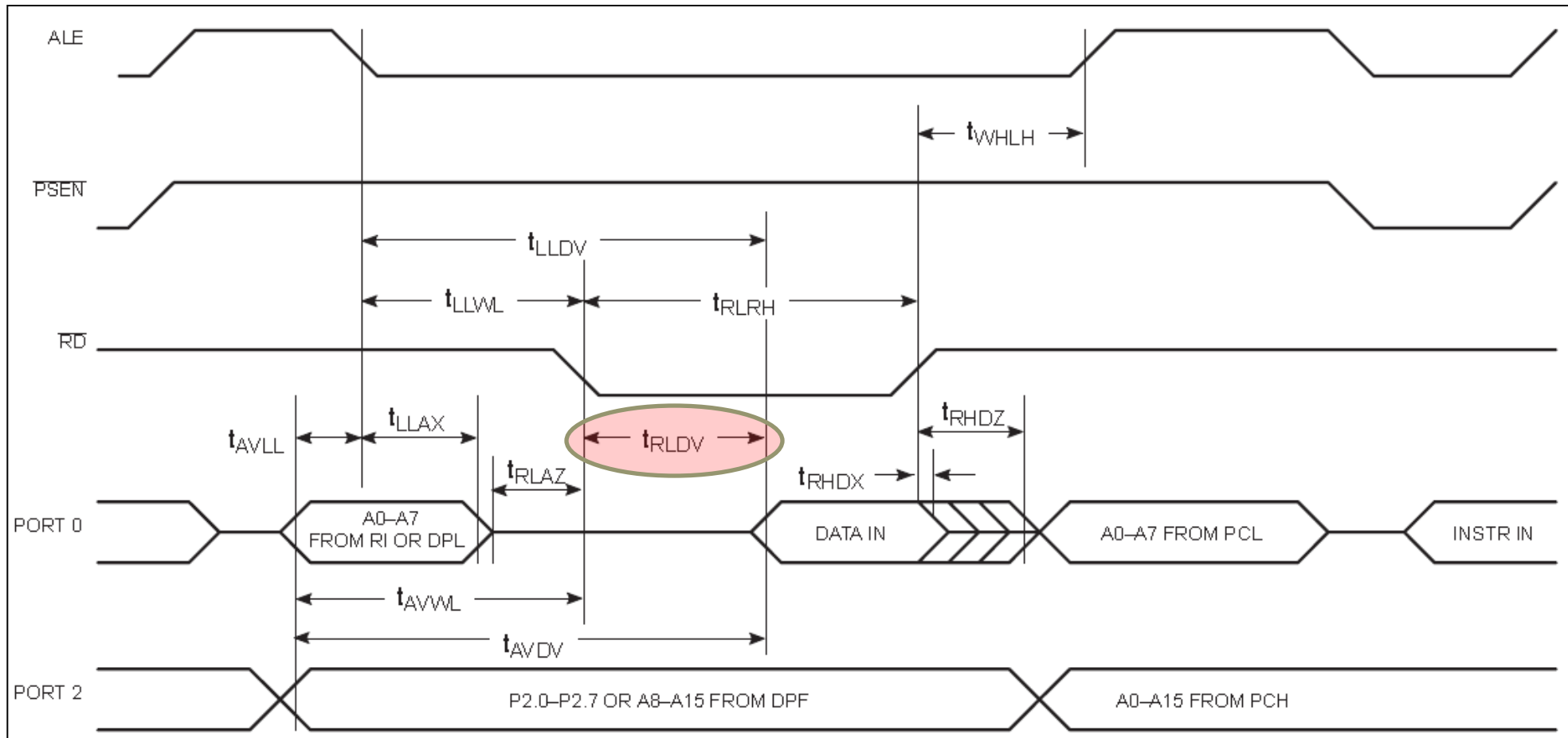
Document Number:

REV:

Date: 22/02/2012 10:36:18

Sheet: 1/1

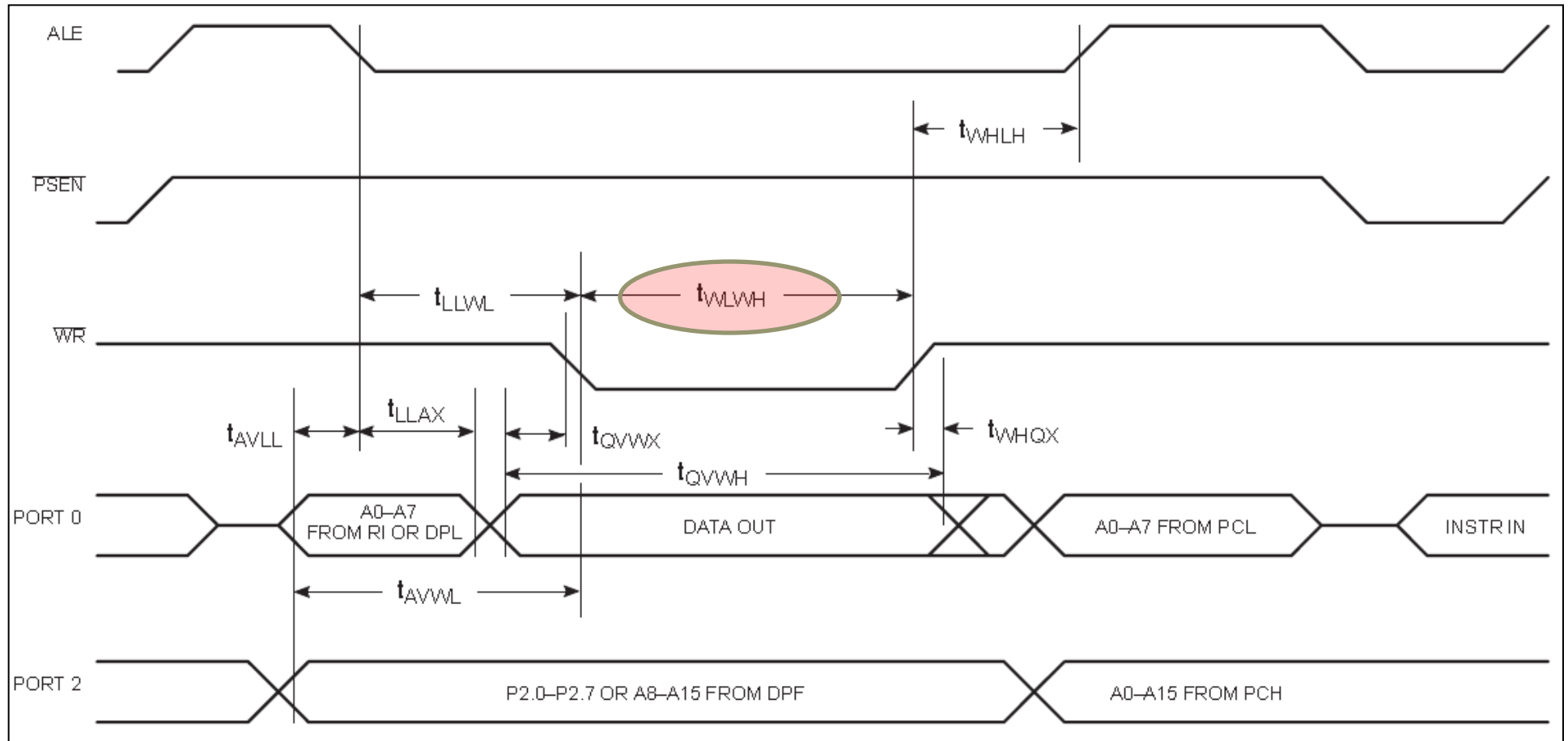
Az adatmemória olvasása



$$f_{ALE} = f_{OSC} / 6$$

Output Enable to Output Valid (memória adatlap)

Az adatmemória írása



Write Pulse Width (memória adatlap)

A telemetria

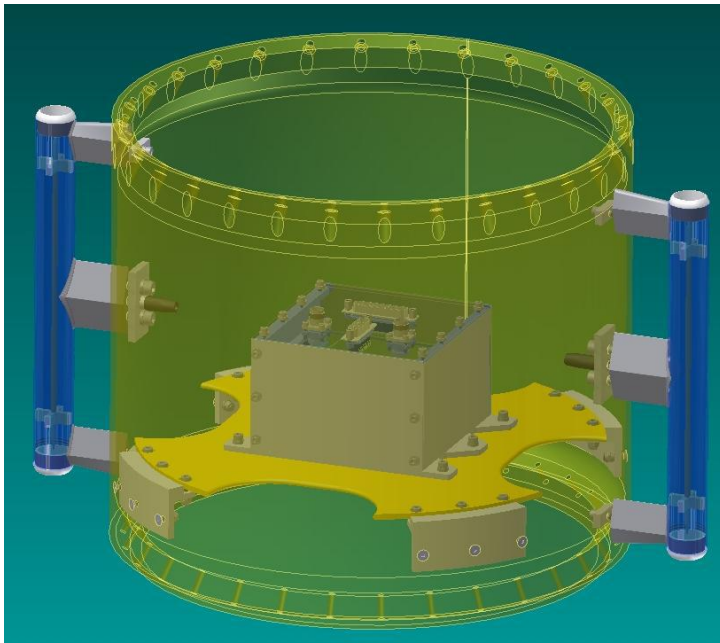
- A műhold egészére vonatkozó információk
 - Nyomás
 - Hőmérséklet
 - Vibráció
 - Pozíció
 - Gyorsulás
 - Tápfeszültség
- Az egyes alrendszerek jellemző adatai
- A kísérletek adatai

**Nagy számú,
általában lassan
változó
jel**

**Nagyobb
adatmennyiség**

Példa telemetria struktúra kialakítására

A REXUS (Rocket Experiments for University Students) Gekko (Gerdien Condenser) kísérlete (2013)



Követelmények:

- RS422 adat-kommunikáció, 38kbps (260 μ s/byte)
 - Burst mód ajánlott: 6ms adat/3ms szünet
- Adat: 128 mérés, 4 csatorna/12bit /másodperc=1024 byte/s
- HK adatok gyűjtése kb. 1 másodpercenként

Telemetry interface:

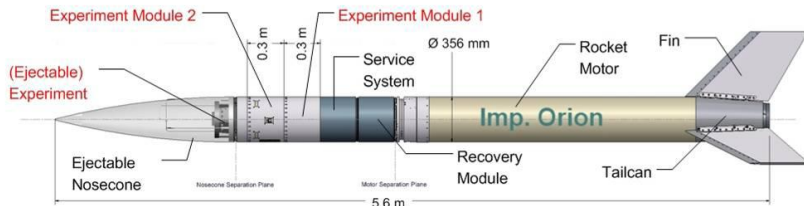
- BER < 10⁻⁸

HK frame

Byte 1	Byte 2	Byte 3-4	Byte 5-20	Byte 21-23
H	K	Frame counter H,L	8*2 byte HK data H,L	22 bit timestamp 1 bit frame indicator 1 bit parity

Data frame

Byte 1	Byte 2	Byte 3-4	Byte 5-36	Byte 37-39
M	S	Frame counter H,L	16*2 byte HK data H,L	22 bit timestamp 1 bit frame indicator 1 bit parity



Software-fejlesztés

Assembly	ASEM-51
C	Keil compiler
Pascal	Turbo-51
Forth	
Basic	
...	

SDCC: ANSI - C compiler
Free Open Source Software
*Intel 8051, Maxim 80DS390,
Zilog Z80, Z180, Rabbit 2000
Motorola 68HC08 based MCUs*

;DAC 8 teszt (ESEO LMP board)

loop1:

mov a,#0ffh

loop2:

mov dptr,#08600h ;CS_DAC8, load input data

movx @dptr,a

mov dptr,#08700h ;LDAC8, output analog data

movx @dptr,a ;dummy

dec a

jnz loop2

ljmp loop1

Intel HEX format:

:10000000852F8190F700E04405F090F7A07401F08F

:1000100074FF908600F0908700F01470F5020010D5

:00000001FF

Start code, Byte count, Address, Record type, Data, Checksum

Köszönöm a figyelmet!

Kérdések

- Milyen főbb különbségek vannak a mikroprocesszorok és a mikrokontrollerek között?
- Mi a lényege a multiplexált adat és címbusznak a 8051-es mikrokontroller családban?
- Mi a Harvard architektúra?
- Egy memória-hozzáférési idődiagram értelmezése.
- Mi a címtartományba ágyazott periféria?
- Miért alkalmasabb az RS422 interface nagyobb távolságú illetve zavarérzékenyebb átvitelre, mint az RS232?
- Jellemezze a LEON mikroprocesszor családot!