

Komunikace μ P s ATA disky.

Tento text by měl přiblížit, jak lze pomocí μ P pracovat s pevnými disky podporujícími standart ATA. Text vychází ze specifikace ATA, není však jejím přesným překladem! Při nejasnostech hledejte bližší informace ve specifikaci, na kterou je v textu odkazováno.

Autor textu není zodpovědný za škody (na majetku, datech, zdraví, psychice...) způsobené používáním zde popisovaných postupů a zde poskytovaných algoritmů! Jejich používání provádí každý na vlastní nebezpečí!

Vzorové podprogramy jsou psány v Microchip assembleru pro PIC16F877.

Autor:

- Jméno: Lukáš Karas
- E-mail: lukas.karas@centrum.cz
- WWW: <http://www.karry.wz.cz/>
- ICQ: 249268809

Použitá literatura:

- Web Technical Committee T13 AT Attachment: <http://www.t13.org/>.
T13 = Mezinárodní fórum starající se o standart ATA, ATA/ATAPI, SATA, IDE...
Všechny standardy T13 by měly být na <ftp://ftp.t13.org/> .

použité dokumenty:

- **ATA2:** Standart ATA 2; dokument X3T10/0948D, Revision 4c March 18, 1996
(Základní komunikace s diskem.)
- **ATA8-ACS:** ATA/ATAPI 8 Command Set; T13/1699D Revision 1f .
- **ATA8-APT:** ATA/ATAPI 8 Parallel Transport; T13/1532D Volume 2 Revision 4a .
(Popis adresace pomocí dlouhé 48bit. LBA adresy, nové záznamy vrácené při IDENTIFY DEVICE)

Obsah

Autor:.....	1
Použitá literatura:.....	1
IDE konektor:.....	3
Popis signálů:.....	4
DMARQ, DMACK-	4
IORDY.....	4
SPSYNC:CSEL.....	4
INTRQ.....	4
IOCS16 -.....	4
PDIAG- (Passed diagnostics).....	4
DASP- (Device active, device 1 present).....	4
RESET- (Device reset).....	4
DIOW-, DIOR- (Device I/O read, write).....	4
DD0 – DD15 (Device Data).....	5
CS0-, CS1-, DA0, DA1, DA2.....	5
Popis ATA registrů.....	6
ALTERNATE STATUS (str. 16 ATA2).....	6
DEVICE CONTROL (str. 17 ATA2).....	6
STATUS (str. 19 ATA2).....	6
ERROR (Str. 18 ATA2).....	7
COMMAND (Str. 16 ATA2).....	7
DEVICE (Str. 17 ATA2).....	7
FEATURES, SECTOR COUNT, LBA LOW, LBA MIDDLE, LBA HIGH.....	7
DATA	7
ATA příkazy:.....	8
Adresování sektorů disku.....	9
Adresace pomocí LBA 28.....	9
Adresace pomocí LBA 48.....	9
Příklad zapojení IDE a PIC 16F877.....	10
Ukázkové podprogramy.....	10
Definice některých registrů používaných v ukázkových podprogramech:.....	10
Čtení registru STATUS.....	11
Čekání na připravenost disku.	11

Seznam tabulek

Tabulka5-IDE_signály.....	3
Tabulka7-Adresy_ATA_Registrů.....	5
bity_registru_DEVICE_CONTROL.....	6
bity_registru_STATUS.....	6
bity_registru_ERROR.....	7
bity_registru_DEVICE.....	7
Tabulka10-ATA_Příkazy.....	8

IDE konektor:

Zapojení konektoru pro napájení a konektoru pro paralelní přenos najdete na stranách 6 a 7 ATA2. Elektrické parametry disku (logické úrovně, maximální odebírané proudy, způsob zapojení...) najdete na stranách 7 a 8 ATA2.

Tabulka 5 (strana 9 ATA2)

Pin	Označení	Zdroj signálu	popis
1	RESET -	host	resetuje driver (signál musí trvat min. 25us)
2	GND	-	
3	DD7	host/device	
4	DD8	host/device	
5	DD6	host/device	
6	DD9	host/device	
7	DD5	host/device	
8	DD10	host/device	
9	DD4	host/device	
10	DD11	host/device	data bus bit 0-15 (Data, adresy, příkazy. Co se zde nachází určuje address bit 0-2 a chip select 0-1. Vis tabulka 7)
11	DD3	host/device	
12	DD12	host/device	
13	DD2	host/device	
14	DD13	host/device	
15	DD1	host/device	
16	DD14	host/device	
17	DD0	host/device	
18	DD15	host/device	
19	GND	-	
20	reserved	-	keypin
21	DMARQ	device	DMA přenos? (tento signál jsem nepročítal)
22	GND	-	
23	DIOW-	host	I/O write (Do dat. sb. zapisujeme. Nelze být společně s DIOR, device naslouchá.)
24	GND	-	
25	DIOR-	host	I/O read (Z dat. sb. čteme. Opak DIOW-)
26	GND	-	
27	IORDY	device	I/O ready (Připraven I/O?, PIO>=3)
28	SPSYNC:CSEL	Podle nastavení? Moc jsem to nepobral...	
29	DMACK-	host	Zapínáme DMA přenos?
30	GND	-	
31	INTRQ	device	Přerušení (lze zakázat)
32	IOCS16 -	device	8bit/16bit data (vis PIO mód)
33	DA1	host	device adres bit1 (Co je na dat. sb., vis. tabulka 7)
34	PDIAG-	Zjišťujeme stav zařízení? Netuším...	
35	DA0	host	vis. DA1
36	DA2	host	vis. DA1
37	CS0 -	host	command registers (vis. tb. 7)
38	CS1 -	host	control registers (vis. tb. 7)
39	DASP-	Vybírá master/slave, pak signalizuje HD LED a další blbosti...	
40	GND	-	

Signály s – (mínus) za označením jsou aktivní v log. 0!

Popis signálů:

DMARQ, DMACK-

Tyto signály se používají při DMA přenosu dat. (Komunikace která tolik nezatěžuje procesor.) (Str. 11 ATA2.)

IORDY

Tento signál signalizuje připravenost disku k zápisu/čtení. Místo sledování tohoto signálu lze sledovat bit BSY v registru STATUS. (Str. 12 ATA2.)

SPSYNC:CSEL

Funkci tohoto signálu jsem moc nepochopil. Jeho popis je na str. 13 ATA2.

INTRQ

Tento signál signalizuje přerušení disku. Nataví se když je připraven k přenosu první blok dat (asi). Tento signál lze softwarově vypnout nastavením bitu nIEN v registru DEVICE CONTROL. (Str. 12 ATA2)

IOCS16 -

Signalizuje zda čtená data z disku jsou 8 nebo 16ti bitová. (Str. 12 ATA2)

PDIAG- (Passed diagnostics)

Funkci tohoto signálu jsem taky moc nepochopil. Popis je na str. 13 ATA2.

Signály DMARQ, DMACK-, IORDY, SPSYNC:CSEL, INTRQ, IOCS16 -, PDIAG- nejsou při komunikaci uP s diskem důležité a lze je nechat nezapojené. (Neodpovídá to sice moc specifikaci, ale funguje to.)

DASP- (Device active, device 1 present)

Tento signál plní dvě funkce. První je asi (aspoň tak jsem to pochopil) ta, že po restartu disků připojených na jednom kabelu slouží ke zjištění jaké disky jsou připojeny (master/slave). Druhá funkce je ta, že při práci disku signalizuje přenos dat. - Lze k němu připojit LED diodu aktivní v log. 0. (Str. 10 ATA2)

Zbývající signály si můžeme pracovní rozdělit na řídicí (RESET-, DIOW-, DIOR-), adresové (CS0-, CS1-, DA0, DA1, DA2) a datové (DD0 – DD15).

RESET- (Device reset)

Signál je aktivní v log. 0. Slouží k resetování disku po zapnutí a ustálení napájecího napětí. Signál má být aktivní minimálně 25us. (Str. 13 ATA2)

DIOW-, DIOR- (Device I/O read, write)

Signály jsou aktivní v log. 0. Slouží k zápisu nebo ke čtení hodnot ATA registrů adresovaných signály CS0-, CS1-, DA0, DA1, DA2. Zapisovaná / čtená data jsou na datových registrech DD0 – DD15. (Str. 11 ATA2)

DD0 – DD15 (Device Data)

Zapisované / čtené hodnoty ATA registrů. Všechny registry kromě DATA jsou osmi bitové. (Jejich hodnoty se nalézají na DD0-DD7.) (Str. 11 ATA2)

CS0-, CS1-, DA0, DA1, DA2

Komunikace s diskem probíhá výhradně přes ATA registry. Jaký registr zapisujeme / čteme je určováno signály CS0-, CS1-, DA0, DA1, DA2.

Tabulka 7 Adresy ATA Registrů (strana 16 ATA2)

Adresa					funkce	
CS0-	CS1-	DA2	DA1	DA0	READ (DIOR-)	WRITE (DIOW-)
N	N	x	x	x	Data bush high imped	Not used
N	A	1	1	0	ALTERNATE STATUS	DEVICE CONTROL
A	N	0	0	0	DATA	
A	N	0	0	1	ERROR	FEATURES
A	N	0	1	0	SECTOR COUNT	
A	N	0	1	1	LBA LOW *	
A	N	1	0	0	LBA MIDDLE *	
A	N	1	0	1	LBA HIGH *	
A	N	1	1	0	DEVICE *	
A	N	1	1	1	STATUS	COMMAND
A	A	x	x	x	Neplatná adresa	

A=0 (negovaný signál je aktivní); N=1 (negovaný signál není aktivní)

*) Dříve (myslím že do ATA6) se tyto registry nazývaly Sector Number, Cylinder Low, Cylinder High, Device/Head. Dnes se s při používání LBA 48 používá uvedené pojmenování.

Popis ATA registrů

ALTERNATE STATUS (str. 16 ATA2)

Tento registr obsahuje stejnou informaci jako STATUS registr v command bloku. Liší se pouze v tom, že nevyvolává přerušení. Pro bližší informace vis. STATUS.

DEVICE CONTROL (str. 17 ATA2)

Význam jednotlivých bitů:

7	6	5	4	3	2	1	0
HOB	r	r	r	r	SRST	nIEN	0

- HOB. Používá se při čtení dlouhé LBA adresy (48 bitů). Vis. Adresování sektorů disku.
- Bity 6 - 3 jsou rezervované
- SRST je software reset bit. Pokud jsou na řadiči 2 disky, resetuje oba.
- nIEN povoluje přerušení řadiče. Když nIEN bit = 0, a disk je vybraný (DEV bit v DEVICE), je povolen signál INTRQ. Pokud nIEN = 1, je signál INTRQ zakázaný.

STATUS (str. 19 ATA2)

Tento registr obsahuje status disku. Pokud je BSY bit = 0, tak obsah dalších bitů a ostatní registrů je platný.

Význam jednotlivých bitů:

7	6	5	4	3	2	1	0
BSY	DRDY	DF	DSC	DRQ	CORR	IDX	ERR

- BSY = busy = zaneprázdněný. Pokud je tedy v jedničce, musíme vždy čekat než se nastaví do nuly. Pokud je v nule, tak obsah ostatních bitů v reg. STATUS i ostatních registrech je platný.
- DRDY (Device Ready) Pokud je v jedničce, je disk připraven přijmout a vykonat další příkaz
- DF (Device Fault) Indikuje selhání disku. (Přesně nevím co to znamená, ale asi nic dobrého)
- DSC (Device Seek Complete) Nastaví se do 1 po nastavení hlav disku nad požadovanou stopu.
- DRQ (Data Request) Pokud je byt nastaven, jsou připravena data ke čtení (z registru DATA).
- CORR (Corrected Data), IDX (Index) Tyto bity jsou rezervovány pro budoucí specifikace. (Alespoň v ATA2.)
- ERR (Error) Indikuje, že při posledním příkazu došlo k chybě. O jakou chybu jde zjistíme v reg. ERROR

ERROR (Str. 18 ATA2)

Pokud po při vykonávání posledního příkazu došlo k chybě, (nastaven ERR bit v reg. STATUS) najdeme v tomto registru o jakou chybu se jedná.

Význam jednotlivých bitů:

7	6	5	4	3	2	1	0
r	UNC	MC	IDNF	MCR	ABRT	TKNONF	AMNF

- 7. bit je rezervovaný. (ATA2)
- UNC (Uncorrectable Data Error) Indikuje uncorrectable data error. (Nic mi to neříká)
- MC (Media Changed) Tento bit je rezervován pro vyměnitelná zařízení. (CD-ROM...)
- IDNF (ID Not Found) Nebyl nalezen požadovaný sektor.
- ABRT (Aborted Command) Neplatný kód příkazu, nebo jiný error.
- MCR (Media Change Requested) Tento bit je rezervován pro vyměnitelná zařízení. (CD-ROM...)
- TK0NF (Track 0 Not Found) Nenalezena stopa 0. Má se zkusit příkaz RECALIBRATE.
- AMNF (Address Mark Not Found) Neplatná adresa. (Asi mimo adresovatelný rozsah)

COMMAND (Str. 16 ATA2)

Do tohoto registru se zapisuje číslo požadovaného příkazu. Příkazy jsou v tabulce 10.

DEVICE (Str. 17 ATA2)

Význam jednotlivých bitů:

7	6	5	4	3	2	1	0
1	L	1	DEV	LBA (bity 24-27)			

- Bity 7 a 5 musejí být 1 (Podle ATA3 – ATA8)
- L. Bit určuje zda zadávaná adresa bude LBA (L=1) nebo CHS (L=0). V novějších specifikacích se již CHS adresování nezmiňuje, a bit L se předpokládá rovnou 1.
- DEV. Určuje s kterým diskem na řadiči (kabelu) komunikujeme. Když DEV=0 tak komunikujeme s masterem, když DEV=1, tak se slavem.
- Bity 0-3 obsahují číslo hlavy (v CHS adresování), LBA bity 24-27 (při zadávání 28bit. LBA adresy), nebo jsou prázdné (Při zadávání 48 bit. LBA adresy)

FEATURES, SECTOR COUNT, LBA LOW, LBA MIDDLE, LBA HIGH

Tyto registry obsahují parametry volaného příkazu. Většinou se jedná o počet zapisovaných / čtených sektorů a LBA adresu.

DATA

Tento registr má jako jediný 16 bitů. Obsahuje data čtená z disku, nebo do něj zapisujeme data která mají být zapsána na disk. První byt přenášených dat je v dolní části (bity 0-7) reg. DATA, druhý v horní části (bity 8-15), třetí v dolní...

ATA příkazy:

Zde je tabulka nejdůležitějších ATA příkazů. Kompletní výčet naleznete v tabulce 10 na stránce 29 ATA2.

Kód příkazu	Příkaz	Popis
0h	NOP	No operation
20h	READ SECTOR(S)	Čte sektory, adresa a SECTOR COUNT musejí být zadány jako LBA 28.
30h	WRITE SECTOR(S)	Zapiše sektory, adresa a SECTOR COUNT musejí být zadány jako LBA 28.
24h	READ SECTOR(S) EXT	Čte sektory, adresa a SECTOR COUNT musejí být zadány jako LBA 48.
34h	WRITE SECTOR(S) EXT	Zapiše sektory, adresa a SECTOR COUNT musejí být zadány jako LBA 48.
ECh	IDENTIFY DEVICE	Vrátí 512 bytů obsahujících informace o disku

Data vrácená po příkazu IDENTIFY DEVICE (ECh)

Celkem nám disk po tomto příkazu vrátí 256 16ti bitových slov (512 bytů). Kompletní tabulku vrácených dat najdete na str. 79 ATA8-ACS. Pro ovládání disku uP jsou důležitá ale pouze některá:

- [slova 27-46] Model Number. 40 ASCII znaků se jménem disku. Pokud nám disk vrací několik ASCII znaků je řazení dat opačné, než normálně. První znak je v horní polovině (bity 8-15) reg. DATA, druhý v dolní polovině, třetí v horní...
- [slovo 49] schopnosti, především bit 9 – LBA supported
- [slova 60-61] velikost disku pokud není podporováno LBA 48 (počet sektorů)
- [slovo 83] commands supported, především bit 10 - 48-bit Address feature set supported
- [slova 100-103] velikost když je LBA 48 (počet sektorů)
- [slova 117-118] počet slov v sektoru ≥ 256

Adresování sektorů disku

Jak již bylo zmíněno, v průběhu vývoje specifikace byly zatím tři způsoby adresování disku. Způsob pomocí CHS, (cylindr, hlava, sektor) který je dnes zastaralý a v nových specifikacích se již neuvádí, pomocí 28 bitové LBA adresy (kterou lze adresovat disky do 120GB) a nejnověji pomocí 48bitové LBA adresy.

Upozorňuji všechny, že zadávání 48bitové LBA adresy nemá prakticky odzkoušeno, píš sem pouze to, co jsem se dočetl ve specifikaci ATA8!

Adresace pomocí LBA 28

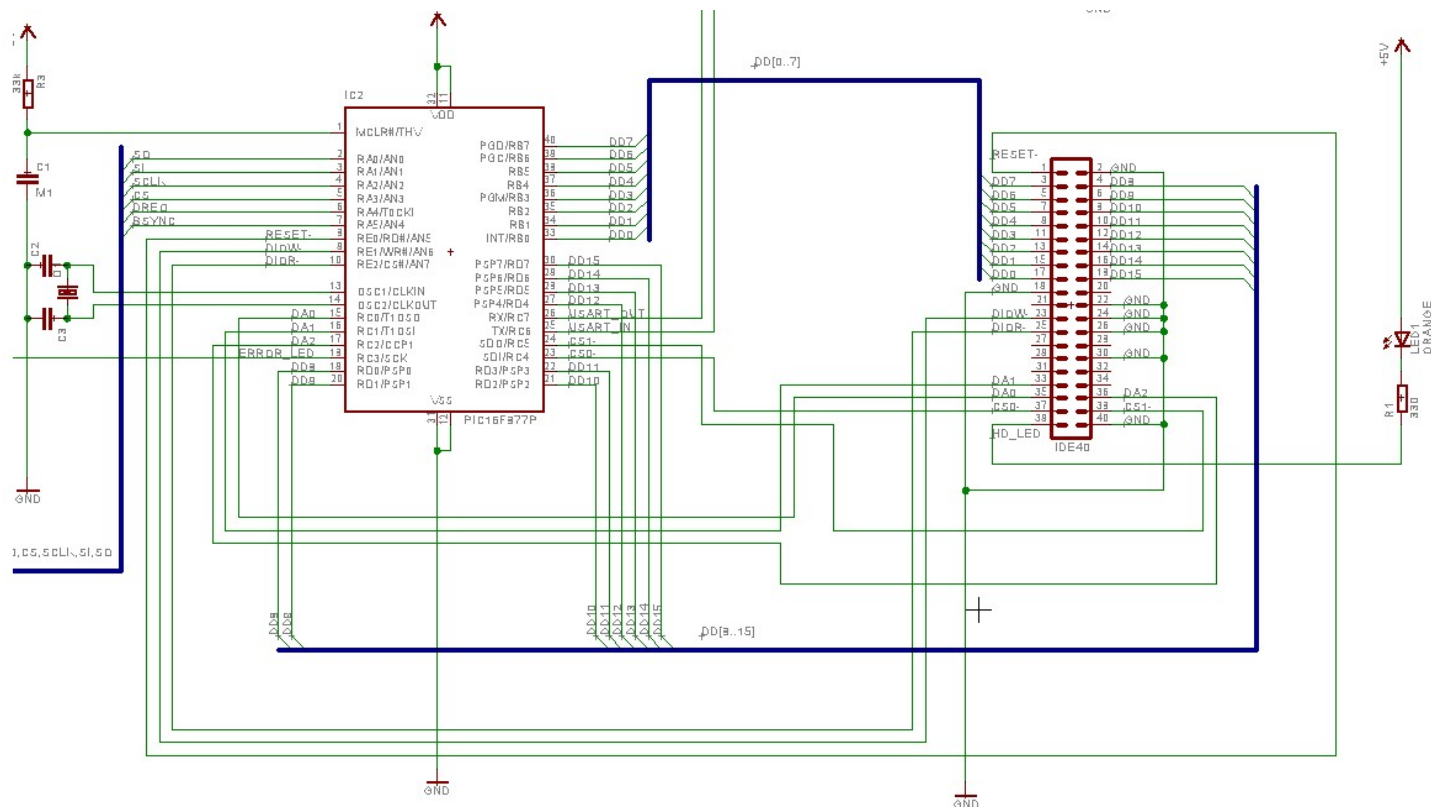
- počkáme až bude BSY bit v reg. STATUS roven 0
- Zapišeme reg. DEVICE s platným bitem DEV.
- Do reg. SECTOR COUNT umístíme kolik sektorů chceme číst / zapsat
- LBA bity 0-7 umístíme do registru LBA LOW
- LBA bity 8-15 do reg. LBA MIDDLE
- LBA bity 16-23 do reg. LBA HIGH
- LBA bity 24-27 do reg. DEVICE na bity 0-3 a nastavíme L bit v reg. DEVICE
- zapišeme číslo požadovaného příkazu do reg. COMMAND. (20h=READ / 30h=WRITE)

Adresace pomocí LBA 48

- počkáme až bude BSY bit v reg. STATUS roven 0
- Zapišeme reg. DEVICE s platným bitem DEV a bitem L v log. 1.
- Do reg. SECTOR COUNT zapišeme horní část parametru kolik sektorů chceme přečíst.
- Poté do reg. SECTOR COUNT zapišeme dolní část parametru, kolik sektorů chceme přečíst. (Příkazy 24h / 34h lze přečíst / zapsat až 65536 sektorů najednou.)
- do registru LBA HIGH zapišeme LBA bity 47-40, do LBA MIDDLE zapišeme LBA bity 39-32, do LBA LOW zapišeme LBA bity 31-24.
- Poté do reg. LBA HIGH zapišeme LBA bity 23-16, do LBA MIDDLE zapišeme LBA bity 15-8 a do LBA LOW zapišeme LBA bity 7-0,
- zapišeme číslo požadovaného příkazu do reg. COMMAND. (24h=READ / 34h=WRITE)

Příklad zapojení IDE a PIC 16F877

Pro toto zapojení budou uváděny ukázkové podprogramy.



Ukázkové podprogramy.

Definice některých registrů používaných v ukázkových podprogramech:

```
ATA_ADDRESS      equ PORTC
ATA_CONTROL      equ PORTE
DATA_PORT_LOW    equ PORTB
DATA_PORT_HIGH   equ PORTD

ATA_ADDRESS_TRIS equ TRISC
ATA_CONTROL_TRIS equ TRISE
DATA_PORT_LOW_TRIS equ TRISB
DATA_PORT_HIGH_TRIS equ TRISD

; bity ATA_CONTROL portu
#define ATA_RESET_N    ATA_CONTROL, 0
#define ATA_DIOW_N    ATA_CONTROL, 1
#define ATA_DIOR_N    ATA_CONTROL, 2
```

```

; toto jsou definice adres ATA registru. Staci udat jejich adresu na ATA_ADDRESS port a
dat prikaz ke cteni ci zapisu (DIOR- / DIOW-)
D_STATUS_A      equ b'00010110'
D_DEVICE_C      equ D_STATUS_A
D_DATA_R        equ b'00100000'
D_FEATURES      equ b'00100001'
D_ERROR         equ D_FEATURES
D_SECTOR_C      equ b'00100010'
D_LBA1          equ b'00100011' ; LBA low
D_LBA2          equ b'00100100' ; LBA middle
D_LBA3          equ b'00100101' ; LBA high
D_DEVICE        equ b'00100110'
D_STATUS        equ b'00100111'
D_COMMAND       equ D_STATUS

```

Čtení registru STATUS

```

;*****
RD_STATUS
    movlw D_STATUS      ; Status
    call RUTR
    movwf ATA_STATUS
    return
;*****
; ve workingu máme adresu registru který máme precist,
; pak v něm vracíme jeho hodnotu...
RUTR
    movwf ATA_ADDRESS      ; adresa požadovaného registru

    BANK_1
    movlw 0xFF
    movwf DATA_PORT_LOW_TRIS ; z datové zbernice čteme
    movwf DATA_PORT_HIGH_TRIS
    BANK_0

    bcf ATA_DIOR_N
    nop                      ; PIO delay min. 120ns (PIO 4)
    movfw DATA_PORT_LOW    ; Read DD0..D7 IDE
    bsf ATA_DIOR_N

    return

```

Čekání na připravenost disku.

```

;*****
WAIT_FOR_READY
    ; Čekáme až Bsy bit = 0
    ; (čekáme až disk nebude zaneprázdněn)
    call RD_STATUS
    movfw ATA_STATUS
    andlw b'10000000'
    btfsc STATUS,Z
    return
    goto WAIT_FOR_READY
;*****

```