

***Popis komunikačního protokolu pro komunikaci procesorů
v mp3 přehrávači.***

Pro verzi programu 1.2 (ve výkonné části).

**Autor: Lukáš Karas
Školní rok: 2005/2006**

Obsah

Úvod.....	2
01h – Vrať vlastnosti disku.....	3
02h – Vrať oddíl se systémem FAT32.....	4
03h – Nastav oddíl FAT32.....	4
04h – Vrať velikost clusteru.	5
05h – Vrať záznam v adresáři.....	5
06h – Vrať číslo dalšího clusteru v alokačním řetězci.....	6
07h – Čti cluster.....	6
08h – Zjistí velikost souboru.....	6
09h – Hledej záznamy seřazeně podle abecedy.....	7
0Ah – Zjistí dlouhý název souboru, či adresáře.....	8
0Bh - Zjistí velikost fragmentu.....	8
0Ch – Najdi záznam o tomto adresáři v nadřazeném adresáři.....	8
0Dh – Nastav dobu před přepnutím do STANDBY režimu.....	9
80h – Hraj mp3.....	9
81h – Vrať stav přehrávání.....	10
82h – Nastav hlasitost.....	11
83h – Vrať informace o přehrávaném souboru.....	11
84h – Nastav stav přehrávání.....	12
85h nastav předvolený frekvenční filtr.....	13

Úvod

Řídící procesor má na svých portech připojenou klávesnici pro řízení přehrávače a displej pro zobrazování údajů (o přehrávaném souboru, listování složkami..)

Výkonný procesor je připojen k mp3 dekodéru a přes IDE sběrnici k pevnému disku.

Aby byla umožněna spolupráce obou zařízení, komunikují spolu oba procesory pomocí obvodu USART.

Řídící procesor musí vždy po odeslání příkazu počkat na odpověď! Příkaz nebude proveden, dokud nebudou odeslány všechny parametry. Pokud obslužný procesor na příkaz dlouho nereaguje, musí být obslužný procesor resetován.

Jako první příkaz ve vzájemné komunikaci musí být příkaz 01h. (Po jeho provedení již nemůže být opět volán.) Poté mohou být volány příkazy 02h a 03h. Ostatní příkazy mohou být volány až po úspěšném načtení oddílu s FAT32. Po úspěšném načtení oddílu s FAT32 nelze již znovu volat příkazy 02h a 03h.

Pokud má příkaz jeden 4 bytový parametr, jsou odeslána data v tomto pořadí:

```
číslo příkazu, 4. byt parametru (nejnižší), 3., 2. byt, 1. byt  
(nejvyšší byt)
```

01h – Vrat' vlastnosti disku.

Musí být 1. příkaz ve vzájemné komunikaci. Pokud je v odpovědi nastaven 7. bit, tak nelze znova tento příkaz volat.

Parametry:

žádné

Odpověď:

- **1. byte obsahuje vlastnosti disku připojeného k procesoru. Byty mají následující význam:**

```
0. bit = 1 -> disk je přítomen, zapnutý a funkční :-)  
1. bit = 1 -> podpora LBA (pokud není nastaven bit2, tak pouze LBA28  
-> disk do 120GB)  
2. bit = 1 -> podpora LBA 48 (disk je zřejmě větší jak 120GB)  
3. bit = 1 -> velikost sektoru je větší než 256 !!!  
-> (s takovým diskem program neumí)  
4. bit -> 0  
5. bit -> 0  
6. bit -> 0  
7. bit = 1 -> disk je pro nás použitelný (LBA, sektor o 512B)
```

Po řídicí procesor je významný zvláště 7. bit. (Pokud je nastaven, může mp3 přehrávač pokračovat v práci.) Pokud není žádný disk k procesoru připojen, tak procesor na žádný příkaz nereaguje! Proto by měl řídicí procesor vypsat něco jako „SEARCH ATA...“ a poté čekat na odpověď příkazu 01h.

- **2. – 41. byte - model disku (40 ASCII znaků obsahující jméno disku)**
např.:

```
„SAMSUNG SV0511D“
```

02h – Vrat' oddíl se systémem FAT32.

Každý disk musí být rozdělen alespoň na jeden oddíl. Program v obslužném procesoru umí pracovat pouze s oddíly typu 0Bh nebo 0Ch (FAT32 s LBA adresací). Program dokáže najít až čtyři oddíly se systémem souborů FAT32, takový oddíl však musí být vždy na prvním záznamu MBR, či BR rozšířeného oddílu. (Jeden primární oddíl s FAT32 a poté vždy jeden logický oddíl v rozšířeném oddílu...)

Parametry:

- **číslo požadovaného oddílu (0-3)**

Vrátí adresu a jmenovku jednoho z nalezených oddílů se systémem souborů FAT32. Hodnota parametru může být v rozsahu 0-3, víc oddílů program nevyhledává.

Odpověď:

- **1. byte – signalizace oddílu**

Pokud tento byte se rovná 00h, tak požadovaný záznam neobsahuje adresu oddílu. Pokud se rovná FFh, tak záznam obsahuje adresu oddílu se systémem FAT32 a jmenovku tohoto oddílu.

- **2. - 5. byte – adresa prvního sektoru oddílu**

2. byte je nejnižší část adresy a 5. byte nejvyšší část adresy. Jedná se o LBA adresu sektoru, na kterém se nachází spouštěcí záznam svazku se systémem souborů FAT32.

- **6. - 16. byte – 11 ASCII znaků obsahujících jmenovku svazku**

03h – Nastav oddíl FAT32.

Načte spouštěcí záznam vybraného oddílu se systémem FAT32. Parametr pro tento příkaz lze zjistit voláním příkazu 02h. Pokud jako odpověď je úspěch, nelze již znova tento příkaz (ani předchozí) volat. (Do restartu procesoru.)

Parametry:

- **adresa požadovaného oddílu (4byty)**

Adresa prvního sektoru oddílu, na kterém se nachází spouštěcí záznam FAT32. (Adresa by měla odpovídat jednomu ze záznamů získaných příkazem 02h.)

Odpověď:

- **1 byte signalizující úspěch**

Pokud je nastaven 4. bit vráceného bytu, znamená to, že spouštěcí záznam svazku byl korektně načten. Pokud ne, došlo k některé z chyb:

- adresa sektoru neobsahuje spouštěcí záznam svazku s FAT32
- velikost sektoru není 512B
- cluster FAT je větší jak 64KB (více jak 128 sektorů na cluster)
- svazek neobsahuje dvě kopie FAT tabulky

04h – Vrat' velikost clusteru.

parametry:

- bez parametru

odpověď:

- velikost clusteru

vrátí jeden byte s velikostí FAT clusteru (kolik sektorů má cluster) Vždy se jedná o exponenty 2 (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128).

05h – Vrat' záznam v adresáři.

Záznamy v adresáři nemusejí být v systému FAT(32) nijak řazeny (podle abecedy)!

parametry:

- 1. až 4. byte je číslo prvního clusteru adresáře
- 5. až 6. byte = číslo záznamu v adresáři

Maximální počet záznamů, které lze tedy pomocí tohoto příkazu vyčíst je tedy 65536. Protože většina záznamů obsahuje záznam o dlouhém jméně některého souboru, je skutečný maximální počet zjištěných souborů a adresářů o něco menší.

odpověď:

- první byte signalizuje stav odpovědi:
 - 00h => záznam v adresáři je prázdný (následujících 15 bytů je k ničemu)
 - 01h => záznam je adresář
 - 02h => záznam je soubor
 - 06h => záznam je soubor s příponou MP3
 - 80h => ukazatel na záznam (5. a 6. byte parametru) je mimo rozsah (Více souborů v adresáři není.)
 - 81h => zadaný cluster neobsahuje začátek adresáře
- 2. až 9. byte --> 8 znaků dlouhé jméno ("DOSovský" tvar - např. složka "dokumenty" = "DOKUME~1")
- 10..12 byte -> u souboru tři znaky přípony (u adresářů většinou mezery - 20h 20h 20h) (Pokud se jedná o adresář, a záznam o příponě se nerovná 0x202020 (tri mezery), tak skutečné jméno adresáře je : ADRESAR.PŘI)
- 13..16 byte -> 1. cluster souboru či adresáře

06h – Vrat' číslo dalšího clusteru v alokačním řetězci.

Tento příkaz není pro přehrávání mp3 moc důležitý, je přidám pouze pro účely ladění programu.

parametry:

- **1. až 4. byte je číslo clusteru od kterého chcete zjistit pokračování.**
Program nekontroluje, zda číslo nepřevyšuje počet clusterů ve FAT!!! Pokud byl zadán parametr mimo tento rozsah, nevrátí program platné informace!

odpověď:

- **1. byte signalizuje stav výsledku:**
 - 00h => další 4 byty odpovědi obsahují číslo následujícího clusteru v alokačním řetězu
 - FFh => předaný cluster je poslední v řetězu, nebo je prázdný. (další čtyři byty odpovědi obsahují neplatnou hodnotu)
 - **2. až 5. byte obsahují číslo clusteru, který následuje v alokačním řetězci za předaným clusterem**
-

07h – Čti cluster.

Tento příkaz není pro přehrávání mp3 moc důležitý, je přidám pouze pro účely ladění programu.

Přečte a odešle všechna data obsažená v požadovaném clusteru.

parametry:

- **1. až 4. byte je číslo libovolného clusteru (na kterém se třeba nachází soubor).**

odpověď:

- *velikost_clusteru * 512* bytů dat obsažených v požadovaném clusteru (pokud soubor v tomto clusteru zabírá třeba jen 100B a velikost clusteru je 8KB, odešle všech 8KB.)
-

08h – Zjistí velikost souboru.

Tento příkaz není pro přehrávání mp3 moc důležitý, je přidám pouze pro účely ladění programu.

Program nekontroluje zda požadovaný záznam obsahuje soubor, to lze zjistit voláním příkazu 05h

parametry:

- **1. až 4. byte je číslo prvního clusteru adresáře**
- **5. až 6. byte = číslo záznamu v adresáři**

odpověď:

- **první byte signalizuje stav odpovědi:**
 - 00h => velikost záznamu byla přečtena
 - 80h => ukazatel na záznam (5. a 6. byte parametru) je mimo rozsah (Více souborů v adresáři není.)
 - 81h => zadaný cluster neobsahuje začátek adresáře
- **4 byty reprezentující velikost souboru v bytech.**

09h – Hledej záznamy seřazeně podle abecedy.

Ve FATce nemusejí být záznamy v adresáři nikterak řazeny (podle abecedy), proto byl přidán tento příkaz, který umožňuje získávání záznamů z adresáře seřazeně.

parametry

- **4 byty** – první cluster adresáře
- **2 byty** – číslo záznamu
Od kterého hledáme buď následující či předchozí záznam.
- **1 byt** – parametr hledání

```
0. bit = 0 > pokud hledáme soubory, tak pouze MP3
    1 > pokud hledáme soubory, vrací všechny soubory
1. bit = 0 > hledáme klasicky (nejdříve adresáře, poté soubory)
    1 > hledáme pouze adresáře, nebo soubory
2. bit = 0 > je-li nastaven 1. bit, hledáme pouze adresáře
    1 > je-li nastaven 1. bit, hledáme pouze soubory
3. bit = 0 > hledáme podle čísla záznamu buď následující či
    předchozí záznam
    1 > hledáme první záznam v adresáři
4. bit = 0 > hledáme NÁSLEDUJÍCÍ záznam
    1 > hledáme PŘEDCHOZÍ záznam
```

odpověď:

- **první byte signalizuje stav odpovědi:**
 - 00h => žádný další (předchozí) záznam již neexistuje (nebo byl zadán neplatný druhý parametr)
 - 01h => záznam je adresář
 - 02h => záznam je soubor
 - 06h => záznam je soubor s příponou MP3
 - 81h => zadaný cluster neobsahuje začátek adresáře
- **2. až 9. byte --> 8 znaků dlouhé jméno**
("DOSovský" tvar - např. složka "dokumenty" = "DOKUME~1")
- **10..12 byte -> u souboru tři znaky přípony**
(u adresářů většinou mezery - 20h 20h 20h) (Pokud se jedná o adresář, a záznam o příponě se nerovná 0x202020 (tri mezery), tak skutečné jméno adresáře je : ADRESAR.PŘI)
- **13..16 byte -> 1. cluster souboru či adresáře**
- **17..18 byte -> číslo vyčteného záznamu**

Pokud jsou vyhledávány záznamy v jiném adresáři než kořenovém (ROOT), je vždy za první záznam považován adresář „...” což prakticky je odkaz na nadřazený adresář.

0Ah – Zjistí dlouhý název souboru, či adresáře.

parametry:

- 1. až 4. byte je číslo prvního clusteru adresáře
- 5. až 6. byte = číslo záznamu v adresáři ke kterému požadujeme dlouhý název

odpověď:

- **první byte signalizuje stav odpovědi:**
 - 00h => ukazatel na záznam (5. a 6. byte parametru) je mimo rozsah (následující data jsou neplatná)
 - 01h => dlouhý název byl pravděpodobně načten
 - 81h => zadaný cluster neobsahuje začátek adresáře (následující data jsou neplatná)
- **65bytů obsahujících dlouhý název zakončený nulou**

Rovná-li se první znak dlouhého jména 00h, dlouhý název neexistuje. Pokud dlouhý název neobsahuje žádný byte 00h, znamená to, že dlouhý název je dlouhý přesně 65 znaků nebo více.

Na disku jsou dlouhé názvy uloženy v UNICODE, pro vyčítání názvů v UNICODu by bylo ale zapotřebí více paměti, proto je vždy vrácena dolní polovina znaku, která je shodná se znakovou sadou ANSI. (Pro češtinu je tato znaková sada Windows-1250.)

V budoucích verzích softwaru bude možná počet vrácených znaků o něco vyšší (max. však 91). Zatím mi přijde 65 znaků jako dostatečná délka.

0Bh - Zjistí velikost fragmentu.

příkaz pro ladící účely

parametr

- 4 byty – číslo clusteru v řetězu

odpověď

- 1 byt – příznak provedení
Pokud tento cluster je prázdný (což by se stát nemělo) vrátí FFh. Jinak, pokud s vše povede, vrátí 0h
- 2 byty – délka souvislého řetězu clusterů

Kolik clusteru po tomto clusteru následujících tvoří jeden fragment (pokud je řetězec tvořen pouze z tohoto clusteru, je vráceno číslo 0.

0Ch – Najdi záznam o tomto adresáři v nadřazeném adresáři.

Volání příkazu 83h, poté 0Ch s parametrem čísla přehrávaného adresáře a 0Ah pro zjištění dlouhého jména lze zjistit dlouhé jméno právě přehrávaného adresáře.

parametr:

- 4 byty – první cluster nějakého adresáře

odpověď:

- 1 byte – příznak úspěchu
00h => povedlo se
01h => tento příkaz nelze použít pro kořenový adresář
81h => zadaný cluster neobsahuje začátek adresáře (následující data jsou neplatná)
- 4 byty – první cluster nadřazeného adresáře
- 2 byty – záznam v nadřazeném adresáři odkazující na dotazovaný adresář

0Dh – Nastav dobu před přepnutím do STANDBY režimu.

Jak dlouho má přehrávač od posledního čtení z disku čekat, než jej přepne do STANDBY režimu. Pokud je disk ve STANDBY režimu, přestanou se otáčet plotny disku. Čas se počítá od posledního čtení z disku, nebo od obdržení tohoto příkazu. Po zapnutí je nastavena hodnota 1770h = 10 minut.

parametr

- 2 byty nastavující dobu, za kterou se má disk přepnout do standby

0000h => disk se vypne okamžitě, nastavení času se ale nezmění. To znamená, že disk se sice vypne (přepne do STANDBY), po přečtení nějakých dat z disku se ale zase bude čekat předchozí nastavený čas (než se přepne do STANDBY).

FFFFh – disk je neustále zapnutý

jiná hodnota -> počet sekund = parametr / 10

5 min. = 5 * 60 * 10 = 3000 = 0BB8h

10 min. = 10 * 60 * 10 = 6000 = 1770h

odpověď

- vždy FFh
-

80h – Hraj mp3.

parametry:

- 1. až 4. byte je číslo prvního clusteru adresáře
- 5. až 6. byte = číslo záznamu v adresáři

odpověď:

- první byte signalizuje stav odpovědi:
 - 06h => soubor se nejspíše podařilo začít přehrávat (nekontroluje zda jsou mp3 data platná)
 - 00h, 01h nebo 02h => záznam neobsahuje soubor s příponou MP3
 - 80h => ukazatel na záznam (5. a 6. byte parametru) je mimo rozsah (Více souborů v adresáři není.)
 - 81h => zadaný cluster neobsahuje začátek adresáře

81h – Vrat' stav přehrávání.

Příkaz je bez parametru

odpověď:

- **Dva byty indikující stav přehrávání.** Bity mají následující význam:

```
PREH_STAV0:
  0. bit = 0 => stop nebo pauza (nic nehraje)
           1 => play (nejaky soubor je prehravan)
  1. bit = 0 => není žádný soubor k přehrávání
           (nastavení bitu play nemá žádný účinek)
           1 => je soubor připraven k přehrávání
           (může být ale pauza - nic nehraje)
  2. bit = 1 => je nastaven, když se změní přehrávaný soubor
           (bez volání příkazu) do doby, než přijde příkaz
           na dotaz STAVU... (81h)
  3. bit = 0 => po skončení souboru se pokračuje v přehrávání
           (závisí na nastavení repeatu)
           1 => po skončení přehrávání souboru se nic nepřehrává
           (čeká se na přijetí příkazu k přehrávání)
  4. bit = 0 => repeat off
           1 => repeat on
  5. bit = 0 => repeat adresare
           1 => repeat souboru (po skončení přehrávání souboru
           se ten samý soubor začne přehrávat znovu)
  6. bit = 0 =>
           1 => rezervováno (pro náhodný výběr, nebo jiný režim
           přehrávání...)
  7. bit = 0 =>
           1 => rezervováno
PREH_STAV1:
  0. bit = 0 => normální přehrávání
           1 => převijení mp3 dopředu
  1. bit = 0 =>
           1 => rezervováno (pro převijení dozadu)
  2. bit = způsob převijení,
           0 => převijí se rychle, potichu
           1 => převijí se pomalu, vždy se po nějaké době krátký
           úsek souboru přehraje
  3. bit = 0 => normální nastavení zvuku
           1 => zvýraznění basu a vysek
           (možnost dekodéru vs1001 "bass/treble
           enhancer")
  4. bit = 0 => NO MUTE
           1 => MUTE
  5,6,7 => rezervováno
```

Je-li nastaveno, že po skončení přehrávání souboru se pokračuje v přehrávání, a začne se automaticky přehrávat další soubor (podle nastavení repeatu) nastaví se 2. bit. Adresu souboru, který se právě přehrává lze zjistit voláním příkazu 83h.

- **2 byty obsahující odehraný čas mp3 v sekundách**

Tato informace je získávána z registru dekodéru. Čas je platný i v případě rychlého převijení. Pouze v případě neplatných dat, či skoků v souboru neobsahuje tento záznam pravdivou informaci.

82h – Nastav hlasitost.

parametry

- 1.byte: hlasitost pro levý kanál
- 2. byte: hlasitost pro pravý kanál

Hodnota 0 je maximální hlasitost, 255 minimální hlasitost.

Výchozí hodnota po startu přehrávače je 0x4040.

Odpověď:

- vždy FFh
-

83h – Vrat' informace o přehrávaném souboru.

Program netestuje zda se vůbec nějaký soubor přehrává. To lze zjistit testováním 1. bitu 1. bytu odpovědi na příkaz 81h.

bez parametru

odpověď:

- 2 byty získané z registru AUDATA dekodéru vs1001. Bližší informace o jejich obsahu najdete na straně 26 datasheetu k vs1001. (Obsahuje informace o datovém toku, vzorkovací frekvenci a počtu kanálů.)
- 2 byty získané z registru HDAT0
- 2 byty získané z registru HDAT1
- 4 byty – LBA adresa adresáře, který se právě přehrává
- 2 byty – číslo záznamu, který se právě přehrává

Registry HDAT0, HDAT0 obsahují informace získané z hlavičky mp3 souboru. Jejich bližší popis najdete na straně 27 datasheetu k vs1001. Nejdůležitější informaci obsahují asi bity 15 až 5 registru HDAT1. Pokud tyto byty obsahují konstantu 2047, jsou přehrávaná data platná. (Mp3 hraje.)

84h – Nastav stav přehrávání.

parametry:

● 2 byty nastavující vlastnosti přehrávání

```
PREH_STAV0:
  0. bit = 0 => pauza
           1 => play (pokud není připraven soubor k přehrávání,
                    nemá nastavení tohoto bitu žádný účinek)
  1. a 2. bit nelze příkazem nastavit (mohou mít libovolnou hodnotu)
  3. bit = 0 => po skončení souboru se pokračuje v přehrávání
              (zavisi na nastavení repeatu)
           1 => po skončení přehrávání souboru se nic nepřehrává
              (čeká se na přijetí příkazu k přehrávání)
  4. bit = 0 => repeat off
           1 => repeat on
  5. bit = 0 => repeat adresare
           1 => repeat souboru (po skončení přehrávání souboru
              se ten samý soubor začne přehrávat znovu)
  6. bit - rezervováno (pro náhodný vyber, nebo jiný režim
              přehrávání...)
  7. bit - rezervováno
PREH_STAV1:
  0. bit = 0 => normalní přehrávání
           1 => převijení mp3 dopředu
  1. bit = 0 =>
           1 => rezervováno (pro převijení dozadu)
  2. bit = způsob převijení,
           0 => převijí se rychle, potichu
           1 => převijí se pomalu, vždy se po nějaké době kratky
              usek souboru přehraje
  3. bit = 0 => normalní nastavení zvuku
           1 => zvýraznění basu a vysek (možnost dekoderu
              vs1001 "bass/treble enhancer")
  4. bit = 0 => NO MUTE
           1 => MUTE
  5,6,7 => rezervováno
```

I když výrobce dekoderu píše, že by měl být čas MP3 správně vypočítáván i během převijení, u některých souborů tomu tak není. (Při začátku převijení se registr s odehraným časem vynuluje.) Zatím se mi nepodařilo zjistit, zda tato chyba je u dekoderu vs1001k běžná, či se jedná o chybu mého firmwaru. Při pomalém převijení je poměr přehraných sektorů ku přeskočeným 5:20. Při pomalém převijení může docházet k velmi hlasitým defektům výstupního signálu! Nedoporučuji převíjet pomalu při maximální hlasitosti.

odpověď:

● vždy Ffh

85h nastav předvolený frekvenční filtr

Nastaví jeden z 12 přednastavených frekvenčních filtrů, nebo jej vypne. Bližší informace o frekvenčních charakteristikách jednotlivých filtrů najdete v dokumentaci pluginu Loundess dekodéru VS1001k.

parametr

- 1 byt – číslo přednastaveného ekvalizéru 0-12 (0 znamená, že ekvalizér je vypnutý)

odpověď

- FFh – ekvalizér byl aktivován
- 00h – předané číslo bylo mimo rozsah

Aby zvuk nebyl zkreslený, neměla by se při aktivním ekvalizéru hlasitost nastavovat nad -5db...