

Operacions amb targetes SecureDigital

Descripció i aplicació

Documents Treball de recerca

Febrer-Març 2007



GERARD MARULL PARETAS

Índex de contingut

Índex de contingut	2
1. Introducció	3
2. Muntatge	4
3. Estructura i funcionament.....	5
3.1 Descripció general.....	5
3.2 Estructura d'operació.....	5
3.3 Funcionament	6
3.3.1 Inicialització.....	6
3.3.2 Lectura de dades	7
3.3.3 Connexió amb l'ordinador i comprovació.....	7
4. Bibliografia	9

1. Introducció

Una de les parts fonamentals del reproductor mp3 és la targeta SD, encarregada d'emmagatzemar els arxius de música. Ja que poder reproduir la música és el més fonamental, necessitarem crear un mòdul que ens permeti accedir i realitzar una sèrie d'operacions sobre la memòria de la targeta. Cal dir però, que només aquest mòdul serà capaç de retornar-nos dades sense fer-ne l'interpretació. Així doncs, posteriorment necessitarem crear un altre mòdul que interpreti l'estructura en què les dades es troben organitzades. Gràcies a uns valors fixos en determinades posicions de la memòria podrem saber si el codi programat funciona. Aquests valors els obtindrem mitjançant una connexió entre l'ordinador i el microcontrolador.

Aquest apartat del projecte, disposa de dues parts clarament destacades:

- Desenvolupament del codi: Sèrie d'instruccions en llenguatge C encarregades de realitzar els processos necessaris per realitzar operacions amb la targeta SD.
- Circuit pràctic: Necessitarem muntar un circuit físic on poder verificar que el nostre codi funciona correctament.

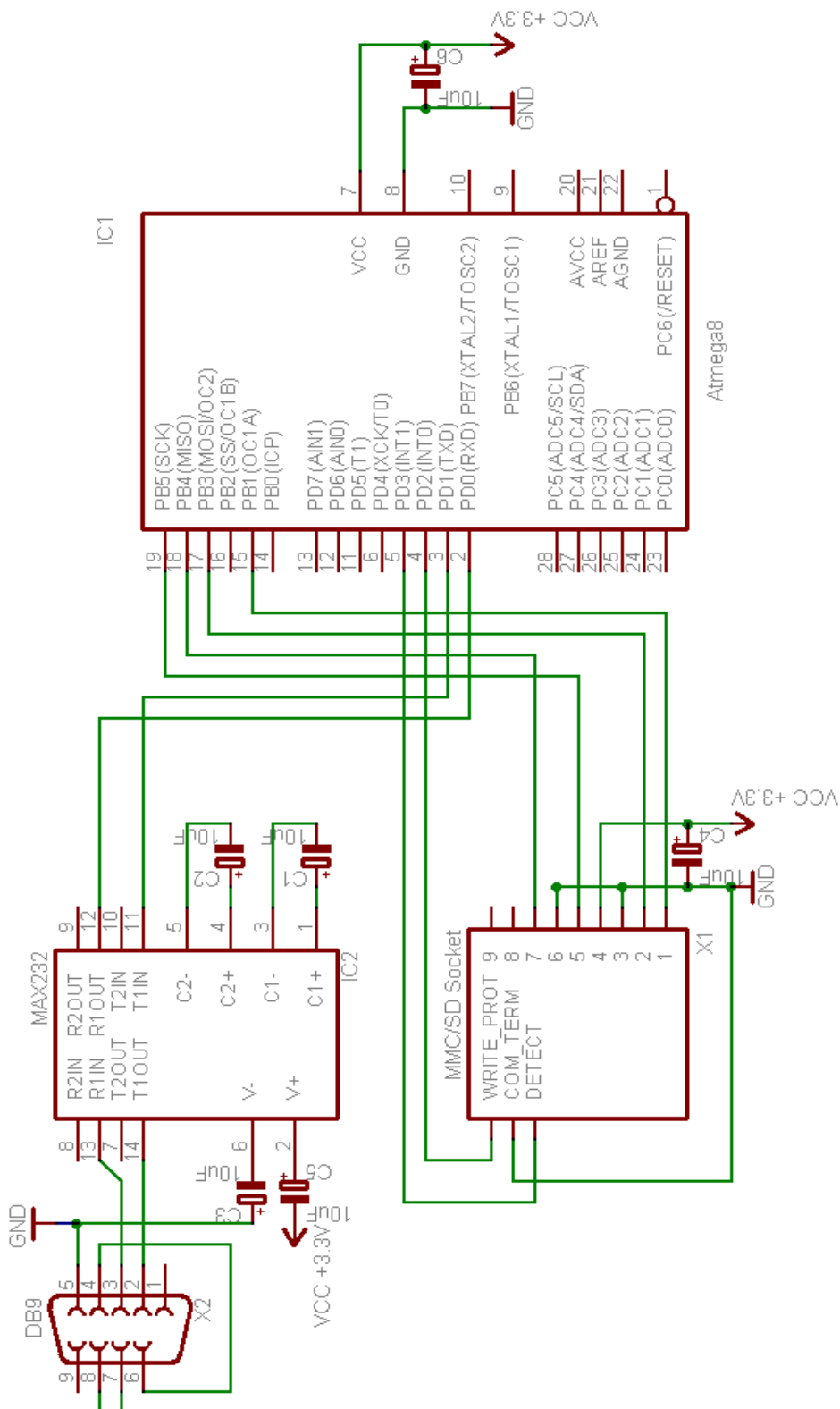
Per realitzar tot això ens caldrà el següent material:

- Entorn de desenvolupament¹
- Microcontrolador Atmega8
- Programador per Atmega8
- Circuit integrat MAX232
- Connector MMC/SD
- Protoboard
- Cable port sèrie d'ordinador (DB-9)
- Targeta SD (Qualsevol capacitat i marca)
- Font d'alimentació estable DC 3.3V
- Altres components: Condensadors 10 μ F i cable de connexió (s=0,28mm²)

¹ L'informació sobre l'entorn de desenvolupament necessari podeu trobar-lo adjunt al CD-ROM (Annex 1.A).

2. Muntatge

El següent esquema ens mostra les connexions que haurem de realitzar entre els diferents components del circuit pràctic per tal de provar el codi que posteriorment programarem.



3. Estructura i funcionament

3.1 Descripció general

Totes les targetes del tipus SD comparteixen una sèrie de característiques que són les següents (1.1):

- Tipus de memòria no volàtil Flash
- Operació a 2.7-3.6V
- Controlador intern
- Mètodes d'operació SD o SPI
- 9 Connexions disponibles

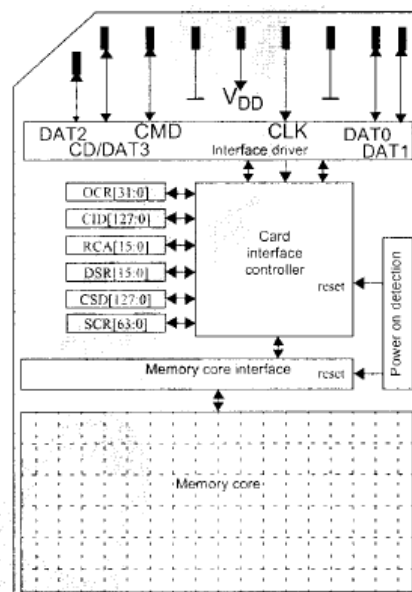
3.2 Estructura d'operació

En el nostre cas, utilitzarem el mètode d'operació SPI (*Serial Peripheral Interface*) que és el més simple i és suportat pel microcontrolador Atmega8 tot i tenir alguns desavantatges respecte l'altre (SD). Aquest mètode no utilitza totes les connexions de la targeta de manera que la 8 i la 9 queden lliures. Les altres reben les funcions següents (1.2):

1. CS (Card Select)
2. CMD/MOSI (Bus d'entrada de dades)
3. GND
4. VCC
5. SCK (Relloctge)
6. GND
7. DO/MISO (Bus de sortida de dades)

El mètode SPI consisteix en la transferència de dades en sèrie, és a dir: les dades d'entrada/sortida s'envien una darrera l'altre a través del seu respectiu bus. Un dels dos dispositius (el microcontrolador en el nostre cas) és l'encarregat de controlar el rellotge i la connexió CS. El rellotge és l'encarregat de generar una seqüència constant de pulsacions. Quan el rellotge es troba en el flanc de baixada, es realitza la lectura de l'estat de l'entrada de dades, i en el flanc de pujada es canvia el valor de la sortida de dades si és necessari. Aquestes dades, s'envien i reben en blocs de 8bits (1byte) amb una petita pausa intermèdia.

Una targeta SD opera a partir d'una sèrie de comandes definides per l'estàndard SD². Cada una realitza una funció diferent com per exemple demanar dades, reiniciar la targeta, etc. La seva llargada total és de 6bytes, així que necessitarem transferir-les en diverses vegades ja que com



1.1 Estructura interna d'una targeta SD



1.2 Numeració dels pins

² Vegeu document annex 1.B

hem dit el màxim que es pot enviar en un sol bloc és 1byte. Qualsevol comanda, queda estructurada de la següent manera:

Byte 1		Byte 2-5		Byte 6	
7	6	5	0	31	0
0	1	Command	Command Argument	CRC	1

- Byte 1: Els bits 5:0 corresponen al codi de la comanda desitjada i els bits 7:6 es mantenen sempre estàtics a 0 i 1.
- Byte 2-5: Paràmetres per la comanda que hem escrit. Algunes comandes poden no requerir-lo i per tant quedar a valor 0.
- Byte 6: CRC (*Cyclic Redundancy Check*) utilitzat per verificar les dades enviades i evitar errors de transferència. En el nostre cas no s'utilitzarà.

Després d'enviar una comanda sempre rebrem una resposta per part de la targeta, però entre aquests dos fets el port MISO del microcontrolador es trobarà en el nivell alt, així llegint el valor 0xFF³. Normalment aquest temps de resposta sol ser d'1 a 8 bytes.

Un cop acabat aquesta petita espera, rebrem una resposta la qual ens informará si la nostra petició s'ha dut a terme correctament. Si aquest valor és 0x00 serà símbol de què s'ha processat amb èxit⁴, però si es rep algun valor diferent, voldrà dir que alguna cosa ha anat malament. Per saber el motiu en detall, haurem d'interpretar la resposta seguint les especificacions de l'estàndard SD. Algunes altres comandes, com per exemple la petició de lectura de dades, reben a part d'aquesta primera resposta unes altres que contenen dades. Abans de rebre aquestes dades, ens enviarà el valor 0xFE (també conegut com a Data Token), un indicador que ens informa de la pròxima arribada de dades.

3.3 Funcionament

La targeta SD funcionarà a partir una sèrie d'instruccions que s'han de realitzar seguint uns passos molt concrets, com la inicialització, la lectura de dades, etc. Seguidament s'explicarà de manera comprensiva i sense codi cadascun d'aquests apartats. Com podreu comprovar, en el codi veureu algunes funcions més que les que es descriuen aquí. Aquestes però seran funcions d'ús intern o secundàries.



Podeu trobar el codi corresponent a aquest apartat dins la carpeta "Codi" del CD-ROM.

3.3.1 Inicialització

Lògicament, aquest és el primer pas abans de poder realitzar qualsevol altra operació sobre la targeta. Aquest procés no pot fallar, en cas contrari inhabilitaria l'ús de la targeta.

³ Qualsevol valor representat en la forma 0xFF, serà un valor numèric en base hexadecimal.

⁴ En algunes comandes pot variar aquest criteri.

Primerament, necessitarem configurar els ports MOSI, SCK, CS i SS com a sortides en el microcontrolador i aplicar nivell alt a MOSI i CS. Un cop fet, ens caldrà iniciar el sistema SPI del microcontrolador en el mode Master (també anomenat host). Seguidament, enviarem 80 pulsacions de rellotge per esperar que la targeta s'hagi estabilitzat (80 pulsacions equivalen a enviar 10 blocs d'informació nul·la de llargada 1byte).

Finalment, haurem d'enviar la llista següent de comandes:

- SD_GO_IDLE_STATE – Aquesta comanda simplement reinicialitzarà la targeta i la deixarà en mode d'espera. El valor de resposta serà 0x01. En cas de no rebre aquest valor el procés d'inicialització s'acabarà aquí i retornarà error.
- SD_SEND_OP_COND – Aquesta comanda posarà la targeta apunt per realitzar operacions. Pot tardar uns quants milisegons. Esperarem el valor 0x00 com a resposta.
- SD_CRC_ON_OFF – Per últim, enviarem aquesta comanda per desactivar el CRC i també esperarem 0x00 de resposta.

Nota: Algunes d'aquestes comandes necessitaran ser enviades successivament fins rebre la resposta desitjada.

3.3.2 Lectura de dades

Aquesta és la funció més important ja que el nostre objectiu principal és obtenir el que conté la targeta. Només haurem d'enviar una comanda, que és SD_READ_SINGLE_BLOCK. Primerament ens retornarà 0x00 si tot està correcte, i després haurem d'esperar la resposta 0xFE. Aquesta segona resposta, ens indica que en les pròximes peticions es retornaran dades. Com que la llargada d'un bloc d'informació és de 512bytes, rebrem 512 respostes.

En la funció que hem creat, s'ha donat la opció de no desar íntegrament tots els 512bytes, sinó que pots indicar des de quin i fins quin altre valor vols desar.

3.3.3 Connexió amb l'ordinador i comprovació

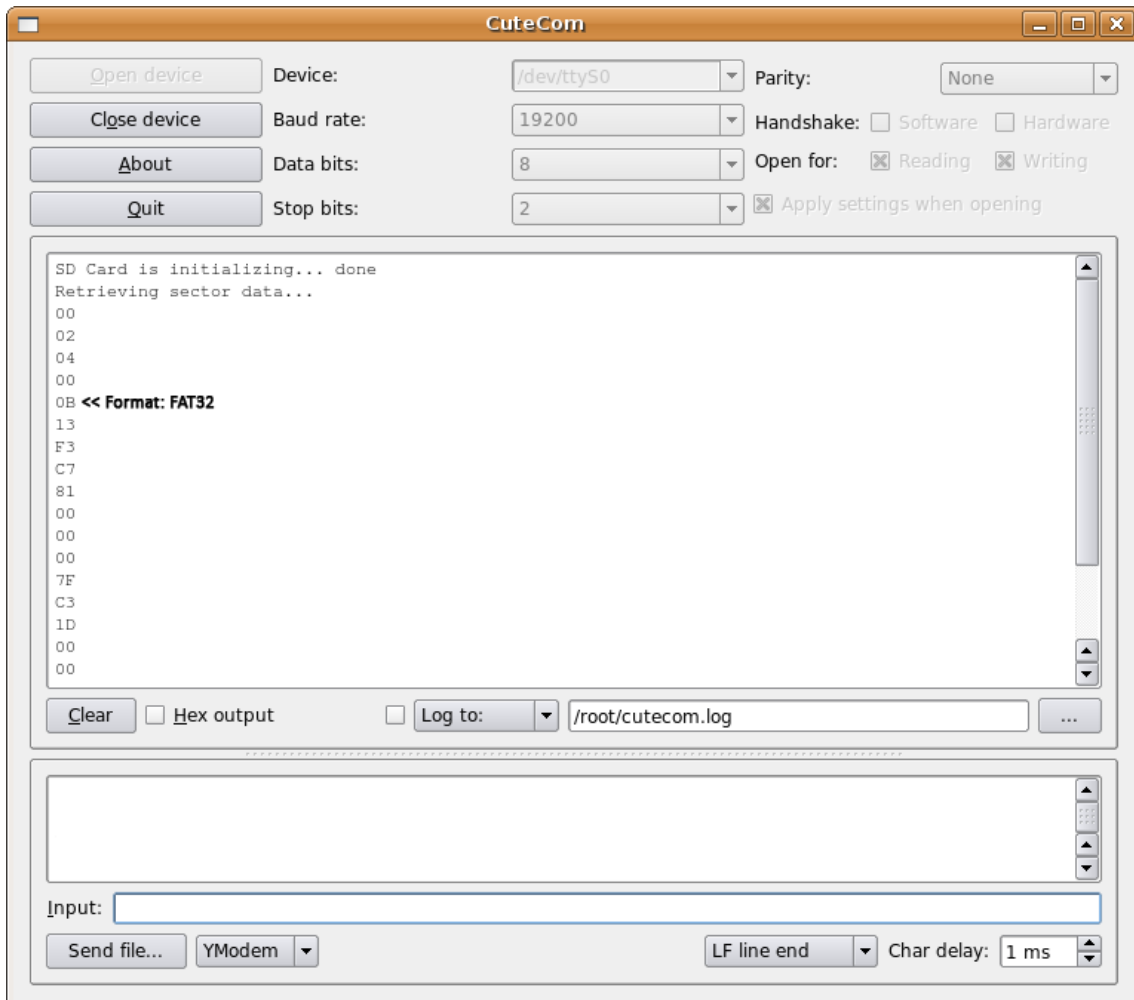
Per acabar, necessitarem comprovar que el nostre codi funcioni. Per això, podem utilitzar un mètode molt pràctic i eficaç: el port sèrie de l'ordinador. El microcontrolador incorpora un sistema anomenat USART que gestiona les connexions RS-232. Només ens caldrà un cable de connexió al port sèrie i el circuit integrat MAX232, encarregat de convertir els nivells del port sèrie de l'ordinador que operen a -9.18V / +9.18V i no podrien ser utilitzats directament.

Les dades s'enviaran en format ASCII, i podran ser observades amb qualsevol programa que ens mostri les dades rebudes a través del port sèrie com l'HyperTerminal de Windows o Cutecom sota Linux.

El mòdul està programat perquè al iniciar-se enviï les dades dels bytes entre 446 i 466 del primer sector de la targeta que corresponen just amb els valors característics de la primera partició d'un sistema d'arxius FAT. En un sistema FAT, el 5è byte d'una entrada de partició conté el tipus de format. Per tant, si ens desplaçem a la 5a línia de les dades que hem rebut, ens trobarem just amb aquest byte. Si el format de partició és FAT16, llegirem el valor 0x06 o si

és FAT32 0x0B. En cas contrari, podria ser que la nostra targeta no desés les dades amb algun d'aquests dos formats, o que el nostre codi no funcionés correctament.

Aquí tenim una captura de pantalla d'una prova feta amb una targeta que conté les dades sota format FAT32:



4. Bibliografia

1. **Schildt, Herbert.** *C. Manual de referencia. 4a edición.* Madrid : McGraw-Hill, 2001.
2. **Atmel.** *Atmega8 Datasheet.* 2006.
3. **SanDisk Inc.** *SanDisk SD Product Manual 2.2.* 2004.
4. <http://www.retroleum.co.uk>. [En línia] [Data: 4 / Març / 2007.]
5. <http://elm-chan.org>. [En línia] [Data: 4 / Març / 2007.]
6. <http://home.teleport.com/~brainy>. [En línia] 4 / Març / 2007.
7. <http://www.avrrepository.com>. [En línia] 4 / Març / 2007.
8. <http://www.avrfreaks.net>. [En línia] 4 / Març / 2007.