

# ELECCIÓ DEL MICROCONTROLADOR PEL PROJECTE "SOKOBAN"

## 1. Descripció del microcontrolador

Pel nostre projecte hem escollit un microcontrolador fabricat per **OKI**, l'**ML67100**, que combina un microprocessador RISC de 32 bits, concretament l'**ARM7TDMI**, amb un controlador USB, memòria i perifèrics.

### **CPU:**

La CPU del model escollit és membre de la família **ARM** (*Advanced Risc Machines*). La seva principal característica és que permet dos jocs d'instruccions: ARM i Thumb. Thumb és un joc d'instruccions de 16-bits per a fer les tasques més utilitzades en el joc ARM de 32-bits; això permet un estalvi d'espai en la memòria del codi, sense perdre velocitat d'execució, ja que les instruccions es desempaqueten en temps d'execució a la mateixa velocitat que ho farien les ARM.

Dins la unitat de processat de dades, hi han els següents elements: *ARM Instruction Decoder & Control Logic, Thumb Instruction Decompressor, Pipeline, 32-bit ALU, 32x8 Multiplier, Barrel Shifter, Address Incrementer, 37 32-bit Registers, Address Register i Write Data Register.*

La *pipeline* de l'**ARM7TDMI** consta de tres fases: *Fetch, Decode i Execute*. El *pipelining* s'utilitza de manera que totes les parts dels sistemes de processat i memòria puguin operar de manera contínua.

La freqüència de treball varia segons si s'utilitza el controlador de USB o no. En concret, si està funcionant l'USBC, la CPU pot treballar a 6, 12, o 24 Mhz, i l'USBC a 48 o 12Mhz, mentre que si no està operant l'USBC, la CPU pot treballar de 4 a 24 MHz.

### **Registres:**

El nombre de registres de la CPU és 37: 31 registres generals de 32 bits i 6 registres d'*status*. No tots són consultables alhora; l'estat del processador i el seu mode d'operació determinaran quins registres estan disponibles al programador. El microprocessador té dos tipus d'estats: ARM i Thumb, que determinen el tipus d'instruccions que s'executen. I dins dels estats, diferents modes d'operació (*User, Supervisor, System*, transferència de dades, atenció d'interrupcions, abortat- quan s'ha abortat una operació prefetch-, i *undefined*- quan s'executa una instrucció indefinida-). Segons l'estat del microprocessador tenim accés a diferents registres. En ARM, 16 generals i 1 o 2 d'*status* segons el mode d'operació; en Thumb, només tenim accés a un subconjunt de 8 registres generals, a més de un *Stack Pointer Register*, un *Link Register*, i el *Program Counter*; en quant a registres d'*status*, es té accés als mateixos que en estat ARM.

### **I/O, busos:**

Pel que fa als ports d'I/O, estan configurats com a ports de P0 a P7, tots ells de 8 bits, de manera que el número total de ports és de 64. Cada bit pot estar especificat com una entrada o com una sortida. De tota manera, alguns d'aquests pins estan connectats a perifèrics interns (UARTs, USBC, ...); només hi ha un port lliure (P7) que no estigui vinculat a cap perifèric. En cas que necessitem més d'un port, haurem de deshabilitar perifèrics.

El controlador de memòria externa permet controlar dos bancs de ROM/SRAM/ I/O, dos de DRAM, amb 16Mb d'adreçament a cada banc (si utilitzem el P0 per memòria externa) i podent especificar per cada banc el temps d'accés i l'amplada de bus. Ja que disposem d'aquest controlador de memòria, podem connectar la ROM/SRAM/DRAM o I/O directament al µC.

### **Altres perifèrics a destacar:**

El  $\mu$ C disposa d'un controlador d'interrupcions, que permet manejar 13 interrupcions internes i 9 d'externes. A més, per facilitar el control de la prioritat de interrupció, es poden triar 8 nivells per cada font d'interrupció.

El controlador de USB s'ajusta a les especificacions USB 1.1 a total-velocitat (12Mbps), oferint 4 *end-point addresses*, cada una suportant diferents tipus de transmissió segons especifica l'estàndard.

El microcontrolador conté també un controlador DMA de dos canals, amb una àrea d'adreçament de 64Mbytes que permet transferències de dades de 8 o 16 bits fins a 65535 vegades. Tenim modes d'adreçament únic i dual. Els dispositius que usen el DMA poden ser interns o externs al  $\mu$ C.

Els *timers* consisteixen en un *timer* flexible de 16 bits amb 2 canals i un *timer* de propòsit general (*auto-reload timer*), també de 16 bits i 2 canals. Es pot escolir un comptador de rellotge per a cada canal, des de 1/1 fins a 1/32 vegades la freqüència del *clock* del sistema, o bé d'un rellotge extern.

Els ports sèrie estan controlats per dos UARTs, una 16550A i una que a més permet comunicació síncrona. Es disposa de *baud-rate generators* incorporats en cada UART. L'última, permet, a més, operació en mode full-duplex; i la primera UART porta línies de control de mòdem.

Com a detall final, afegirem que el microprocessador disposa de línies de Debugging accessibles des de l'encapsulat del microcontrolador. Això podria facilitar les proves del software.

#### **Adreces d'Internet on trobar més informació:**

Per a trobar més informació del OKI ML671000, dirigir-se a:

---

Per a trobar més informació sobre el processador ARM7TDMI, enviar un mail a <literature@atmel.com> i demanar el document #0673B.

## 2. Marges de treball del ML671000

Segons les condicions d'operació recomanades, tenim les següents especificacions dels marges:

Tensió: [3.0 a 3.6], norm. 3.3V

Freqüència de treball: [4 a 24] Mhz

Temperatura ambient: [-10 a 70], norm. 25 °C

Preu del fabricant: no especificat

## 3. Motius que han decidit l'elecció del ML671000:

Podem dir que hem triat aquest  $\mu$ C per dos motius: perquè el seu processador és de la família ARM, i perquè té un controlador USB integrat. El fet de que permeti executar instruccions ARM, i funcionar segons l'arquitectura ARM, podem compilar software per a ell utilitzant el gcc (GNU Cross Compiler), i utilitzar la gran majoria d'Embedded OS (en cas que en necessitéssim). La idea d'utilitzar un Embedded Linux ens ha passat pel cap, ja que un sistema de fitxers en RAM ens podria arribar a ser útil per les estructures de dades que necessitem, a més d'oferir-nos un control de supervisor i d'usuari sobre la nostra aplicació/sistema.

El controlador USB el necessitem per a comunicar-nos amb un ordinador extern, i tenint-lo integrat en el microcontrolador ens simplifica el disseny de la PCB final.

Així ja és clar que l'elecció d'un microcontrolador vers un microprocessador ens simplifica molt la feina de disseny, ja que fins i tot tenim control de memòria, i entrada/sortida directes a l'IC del  $\mu$ C.

No hem pogut jutjar segons el seu preu perquè el fabricant no l'especificava, i els distribuïdors consultats no el tenien en les llistes de venda. De tota manera suposem que deu voltar el preu dels altres microcontroladors consultats.

#### 4. Altres processadors descartats

Hem mirat les fulles de característiques d'un parell de microcontroladors més, però tots els hem trobat basats en el ARM7TDMI, que és un processador RISC 32-bit d'ús general.

- *ATMEL AT91R40807*. Disposa de 136Kb de SRAM en xip, 3 Timers, 2 USARTs, disposa d'un control avançat d'estalvi d'energia, però només 32 línies d'entrada/sortida (i encara commutades amb les dels seus propis perifèrics). El límit de les línies I/O és el que ens ha fet descartar aquest microcontrolador, tot i que el seu sistema d'estalvi d'energia era molt interessant ja que el sistema dissenyat haurà de funcionar amb piles. Més informació a <http://www.atmel.com>.
- *ARM720T*. És un microcontrolador amb el mínim de perifèrics integrats. Disposa de 8k de caché, i una unitat de maneig de memòria bàsicament, a més d'un nucli similar al ARM7TDMI. Està especialment dissenyat per ser utilitzat amb Embedded OS. Més informació a <http://www.arm.com>. El fet de que no portés més perifèrics de control d'entrada sortida, com per exemple, un controlador d'interrupcions, ens ha decidit a rebutjar-lo pel nostre sistema.

#### 5. Disclaimer

**ARM7TDMI, ARM i Thumb** són marques registrades de *Advanced Risc Machines*.