

Computação Embarcada-Pesquisa Kit de desenvolvimento SAME-70

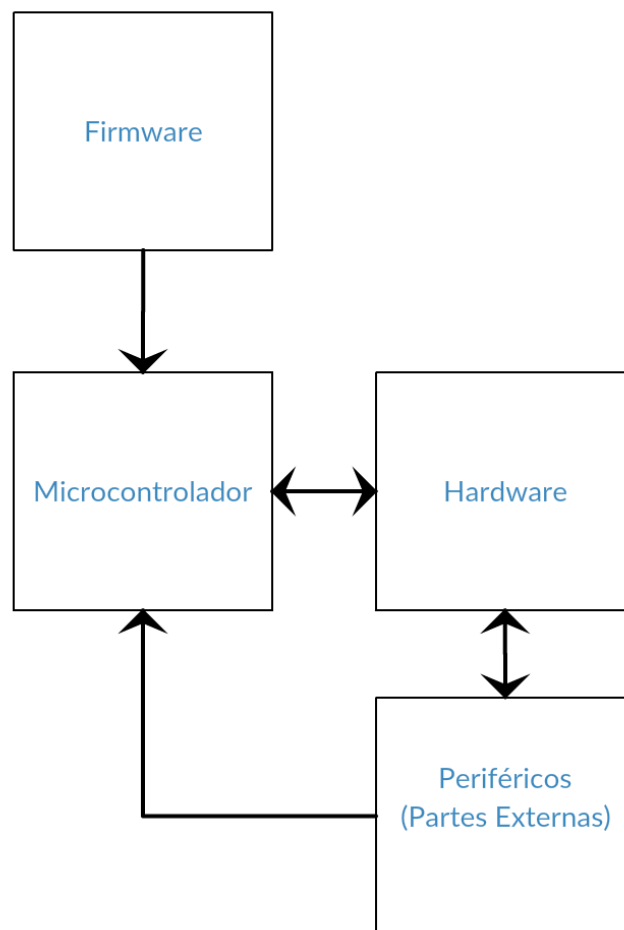
Felipe Frid Buniac

August 20, 2017

1 Overview

1.1 Diagrama de Blocos

Esboce um diagrama de blocos que ilustre a interação entre o microcontrolador, hardware e firmware.



2 SAM-E70 microcontrolador

2.1 Microcontrolador

Identifique a família e liste as especificidades do microcontrolador utilizado no curso.

As especificidades do microcontrolador SAM-E70 estão listadas na imagem abaixo, retiradas de seu datasheet.

	<div><h3>Features</h3><ul style="list-style-type: none">• Core<ul style="list-style-type: none">– ARM Cortex-M7 running at up to 300 MHz⁽¹⁾– 16 Kbytes of ICache and 16 Kbytes of DCache with Error Code Correction (ECC)– Simple- and double-precision HW Floating Point Unit (FPU)– Memory Protection Unit (MPU) with 16 zones– DSP Instructions, Thumb®-2 Instruction Set– Embedded Trace Module (ETM) with instruction trace stream, including Trace Port Interface Unit (TPIU)• Memories<ul style="list-style-type: none">– Up to 2048 Kbytes embedded Flash with unique identifier and user signature for user-defined data– Up to 384 Kbytes embedded Multi-port SRAM– Tightly Coupled Memory (TCM) interface with four configurations (disabled, 2 x 32 Kbytes, 2 x 64 Kbytes, 2 x 128 Kbytes)– 16 Kbytes ROM with embedded Boot Loader routines (UART0, USB) and IAP routines– 16-bit Static Memory Controller (SMC) with support for SRAM, PSRAM, LCD module, NOR and NAND Flash with on-the-fly scrambling– 16-bit SDRAM Controller (SDRAMC) interfacing up to 256 MB and with on-the-fly scrambling• System<ul style="list-style-type: none">– Embedded voltage regulator for single-supply operation– Power-on-Reset (POR), Brown-out Detector (BOD) and Dual Watchdog for safe operation</div>
	<div><ul style="list-style-type: none">– Quartz or ceramic resonator oscillators: 3 to 20 MHz main oscillator with failure detection, 12 MHz or 16 MHz needed for USB operations. Optional low-power 32.768 kHz for RTC or device clock– RTC with Gregorian calendar mode, waveform generation in low-power modes– RTC counter calibration circuitry compensates for 32.768 kHz crystal frequency variations– 32-bit low-power Real-time Timer (RTT)– High-precision 4/8/12 MHz internal RC oscillator with 4 MHz default frequency for device startup. In-application trimming access for frequency adjustment. 8/12 MHz are factory-trimmed.– 32.768 kHz crystal oscillator or embedded 32 kHz (typical) RC oscillator as source of low-power mode device clock (SLCK)– One 500 MHz PLL for system clock, one 480 MHz PLL for USB high-speed operations– Temperature Sensor– One dual-port 24-channel central DMA Controller (XDMAC)• Low-Power Features<ul style="list-style-type: none">– Low-power Sleep, Wait and Backup modes, with typical power consumption down to 1.1 µA in Backup mode with RTC, RTT and wake-up logic enabled– Ultra-low-power RTC and RTT– 1 Kbyte of backup RAM (BRAM) with dedicated regulator• Peripherals<ul style="list-style-type: none">– One Ethernet MAC (GMAC) 10/100 Mbps in MII mode and RMII with dedicated DMA. IEEE1588 PTP frames and 802.3az Energy-efficiency support. Ethernet AVB support with IEEE802.1AS Time-stamping and IEEE802.1Qav credit-based traffic-shaping hardware support.– USB 2.0 Device/Mini Host High-speed (USBHS) at 480 Mbps, 4-Kbyte FIFO, up to 10 bidirectional endpoints, dedicated DMA– 12-bit ITU-R BT. 601/656 Image Sensor Interface (ISI)– Two master Controller Area Networks (MCAN) with Flexible Data Rate (CAN-FD) with SRAM-based mailboxes, time- and event-triggered transmission– Three USARTs. USART0/1/2 support LIN mode, ISO7816, IrDA®, RS-485, SPI, Manchester and Modem modes; USART1 supports LON mode.– Five 2-wire UARTs with SleepWalking support– Three Two-Wire Interfaces (TWIHS) (I²C-compatible) with SleepWalking support– Quad I/O Serial Peripheral Interface (QSPI) interfacing up to 256 MB Flash and with eExecute-In-Place and on-the-fly scrambling– Two Serial Peripheral Interfaces (SPI)– One Serial Synchronous Controller (SSC) with I2S and TDM support– Two Inter-IC Sound Controllers (I2SC)– One High-speed Multimedia Card Interface (HSMCI) (SDIO/SD Card/eMMC)– Four Three-Channel 16-bit Timer/Counters (TC) with Capture, Waveform, Compare and PWM modes, constant on time. Quadrature decoder logic and 2-bit Gray Up/Down Counter for stepper motor</div>

- Two 4-channel 16-bit PWMs with complementary outputs, Dead Time Generator and eight fault inputs per PWM for motor control, two external triggers to manage power factor correction (PFC), DC-DC and lighting control.
 - Two Analog Front-End Controllers (AFEC), each supporting up to 12 channels with differential input mode and programmable gain stage, allowing dual sample-and-hold at up to 2 Msps. Gain and offset error autotest feature.
 - One 2-channel 12-bit 1Msps-per-channel Digital-to-Analog Controller (DAC) with differential and oversampling modes
 - One Analog Comparator (ACC) with flexible input selection, selectable input hysteresis
 - **Cryptography**
 - True Random Number Generator (TRNG)
 - AES: 256-, 192-, 128-bit Key Algorithm, Compliant with FIPS PUB-197 Specifications
 - Integrity Check Monitor (ICM). Supports Secure Hash Algorithm SHA1, SHA224 and SHA256.
 - **I/O**
 - Up to 114 I/O lines with external interrupt capability (edge- or level-sensitivity), debouncing, glitch filtering and On-die Series Resistor Termination
 - Five Parallel Input/Output Controllers (PIO)
 - **Voltage**
 - Single supply voltage from 1.7V to 3.6V
 - **Packages**
 - LQFP144, 144-lead LQFP, 20 x 20 mm, pitch 0.5 mm
 - LFBGA144, 144-ball LFBGA, 10 x 10 mm, pitch 0.8 mm
 - UFBGA144, 144-ball UFBGA, 6 x 6 mm, pitch 0.4 mm⁽²⁾
 - LQFP100, 100-lead LQFP, 14 x 14 mm, pitch 0.5 mm
 - TFBGA100, 100-ball TFBGA, 9 x 9 mm, pitch 0.8 mm
 - LQFP64, 64-lead LQFP, 10 x 10 mm, pitch 0.5 mm
- Notes: 1. 300 MHz is at [-40°C : +105°C], 1.2V or with the internal regulator.
2. Contact your local Atmel sales representative for availability.

2.2 Memória

Liste os tipos de memórias internas do microcontrolador SAM-E70 e seus tamanhos.

As MCUs da série SAM E são baseadas nos processadores RISC ARM® Cortex®-M7 de alto desempenho de 32 bits com unidade de pontos flutuantes. Eles operam a uma velocidade máxima de 300MHz e possuem até 2048KB de Flash, Dual 16KB de memória cache e até 384KB de SRAM.[1, 2]

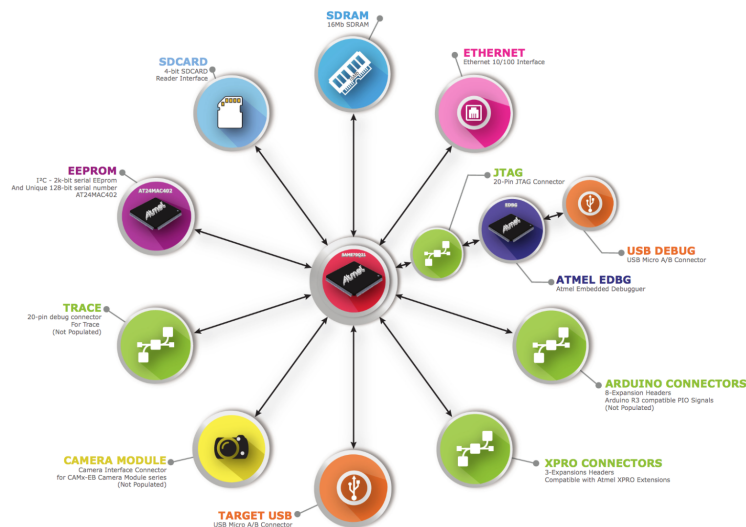


Figure 1: Esquemático do SAM -E70

2.3 Memória II

Porque é importante saber quanto de memória um uC possui ?

Na programação, de um microcontrolador, a alocação de memória é muito importante para garantir a otimização. Os microcontroladores estão também limitados a sua memória, capacidade de processamento e ao número de instruções reforçando a importância da memória no hardware e software portanto. A estrutura da memória é importante para saber como alocar char e ints do tamanho correto na memória do microcontrolador de acordo com o número de bits, outro fator importante é saber a estrutura para saber a rapidez de acesso de cada memória e garantir que não haja overflow.

2.4 Periféricos

Escolha um dos periféricos do microcontrolador (ADC, DAC, TC, USB, Ethernet, . . .) e explique sua funcionalidade.

Universal Serial Bus (USB) é um tipo de conexão "ligar e usar" que permite a fácil conexão de periféricos sem a necessidade de desligar o computador. Antigamente, instalar periféricos em um computador obrigava o usuário a abrir a máquina, o que para a maioria das pessoas era uma tarefa muito complicada pela quantidade de conexões internas, que muitas vezes eram feitas através de testes perigosos para o computador o USB revolucionou esta área. [3]

2.5 Watchdog

O que é watchdog timer e qual é sua utilização ?

O watchdog timer é um temporizador eletrônico que é usado para detectar e recuperar defeitos do computador. Ele opera separadamente. Se o programa se perder, o watchdog timer reseta a CPU evitando travamentos.[4]

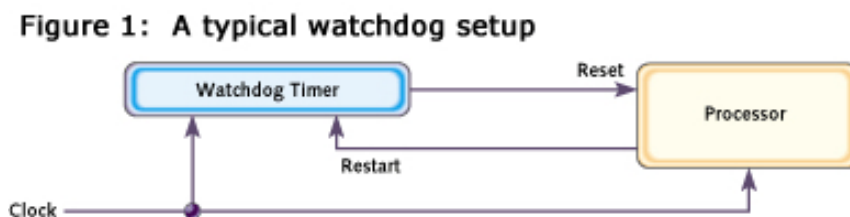


Figure 2: Esquemático do funcionamento do Watchdog Timer

2.6 Custo

Pesquise nos fornecedores qual o valor de mercado do chip utilizado no kit de desenvolvimento SAM-E70.

O valor de mercado do chip utilizado no kit de desenvolvimento SAM-E70 varia e diferentes sites. A média encontrada varia entre 35 e 40 dólares. [6, 7, 11]

3 SAM-E70-XPLD hardware

3.1 JTAG

Descreva como funciona a gravação via JTAG e porque é bastante utilizada pela indústria ?

A JTAG é uma porta de gravação e depuração. JTAG é a conexão direta com a placa, usando Test Points, esta, permite regravar o boot que foi danificado durante uma atualização mal sucedida. Esse tipo de conexão pode ser usada também para gravar a firmware inteira de um aparelho.[12]

3.2 Clock

Qual a relação do clock no consumo de energia em sistemas eletrônicos ?

O clock em um sistema eletrônico influencia no número de operações possíveis, temperatura e gasto de energia. Quanto maior for o clock do sistema, maior será o número de operações possíveis realizadas por segundo podendo esquentar e gastar mais energia.

3.3 Clock

Qual o valor do cristal utilizado no kit SAME-70 ?

O microcontrolador SAME-70 tem um oscilador de cristal 32,768 kHz ou embarcado 32 kHz (típico) oscilador RC como fonte de dispositivo de modo de baixo consumo clock (SLCK).[13]

4 Firmware - Especificidades

4.1 volatile/const/static

O que são variáveis volatile/const/static ?

Const significa que algo não é modificável, portanto, um objeto de dados que é declarado com **const** como parte de sua especificação de tipo não deve ser atribuído de forma alguma durante a execução de um programa.[14] A palavra-chave volátil(**volatile**) indica que um valor pode mudar entre diferentes acessos. Essa palavra-chave impede que um compilador otimize leituras ou gravações subsequentes e, portanto, reutilizando incorretamente um valor obsoleto ou omitir gravações. Os valores voláteis surgem principalmente no acesso ao hardware (I/O mapeada em memória), onde a leitura ou a escrita na memória é usada para se comunicar com dispositivos periféricos e em threading, onde um thread diferente pode ter modificado um valor.[15] Na programação, uma variável estática (**static**) é uma variável que foi alocada estaticamente para que sua vida útil ou "extensão" se estenda por toda a execução do programa.[16]

4.2 MakeFile

O que é um makefile e qual a sua utilização ?

Um Makefile é usado como um "mapa" para a compilação de programas C. Eles trabalham com o utilitário make, descrevem como um programa deve ser compilado / vinculado para funcionar corretamente uma vez transformado em um arquivo executável.[17, 18]

4.3 ASCII

O que é ASCII, e quando é utilizado ?

O nome ASCII vem do inglês American Standard Code for Information Interchange ou "Código Padrão Americano para o Intercâmbio de Informação". Ele é baseado no alfabeto romano e sua função é padronizar a forma como os computadores representam letras, números, acentos, sinais diversos e alguns códigos de controle.

ASCII é um código binário (cadeias de bits: 0s e 1s) que codifica um conjunto de 128 sinais: 95 sinais gráficos (letras do alfabeto latino, sinais de pontuação e sinais matemáticos) e 33 sinais de controle, utilizando portanto apenas 7 bits para representar todos os seus símbolos [19, 20]

References

[1] <http://www.atmel.com/products/microcontrollers/arm/sam-e.aspx>

[2] http://www.atmel.com/Images/Atmel-42555-SMART-SAM-E70-TCM-Memory_Application%20Note_AT14971.pdf

- [3] https://pt.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus
- [4] https://en.wikipedia.org/wiki/Watchdog_timer
- [5] http://www.arnerobotics.com.br/eletronica/Microcontrolador_PIC_teorias_1.htm
- [6] <http://www.microchipdirect.com/ProductSearch.aspx?Keywords=ATSAME70-XPLD>
- [7] <https://buy.atmel.com/Cart>
- [8] <https://www.xjtag.com/about-jtag/what-is-jtag/>
- [9] <http://www.embedded.com/electronics-blogs/beginner-s-corner/4024466/Introduction-to-JTAG>
- [10] http://www.atmel.com/images/Atmel-11296-32-bit-Cortex-M7-Microcontroller-SAM-E70Q-SAM-E70N-SAM-E70J_Datasheet.pdf
- [11] <http://www.digikey.com/products/en?mpart=ATSAME70-XPLD&v=150>
- [12] <http://batistacelulares.com.br/o-que-e-jtag-definicao-simplificada/>
- [13] http://www.atmel.com/images/Atmel-11296-32-bit-Cortex-M7-Microcontroller-SAM-E70Q-SAM-E70N-SAM-E70J_Datasheet.pdf
- [14] [https://en.wikipedia.org/wiki/Const_\(computer_programming\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Const_(computer_programming))
- [15] [https://en.wikipedia.org/wiki/Volatile_\(computer_programming\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Volatile_(computer_programming))
- [16] https://en.wikipedia.org/wiki/Static_variable
- [17] [https://en.wikipedia.org/wiki/Make_\(software\)#Makefiles](https://en.wikipedia.org/wiki/Make_(software)#Makefiles)
- [18] http://www.network-theory.co.uk/docs/gccintro/gccintro_16.html
- [19] <https://pt.wikipedia.org/wiki/ASCII>
- [20] <http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/02/o-que-e-o-codigo-ascii-e-para-que-serve-descubra.html>