





# Sistemas Embarcados

O que são os sistema embarcados e tecnologias habilitadoras.

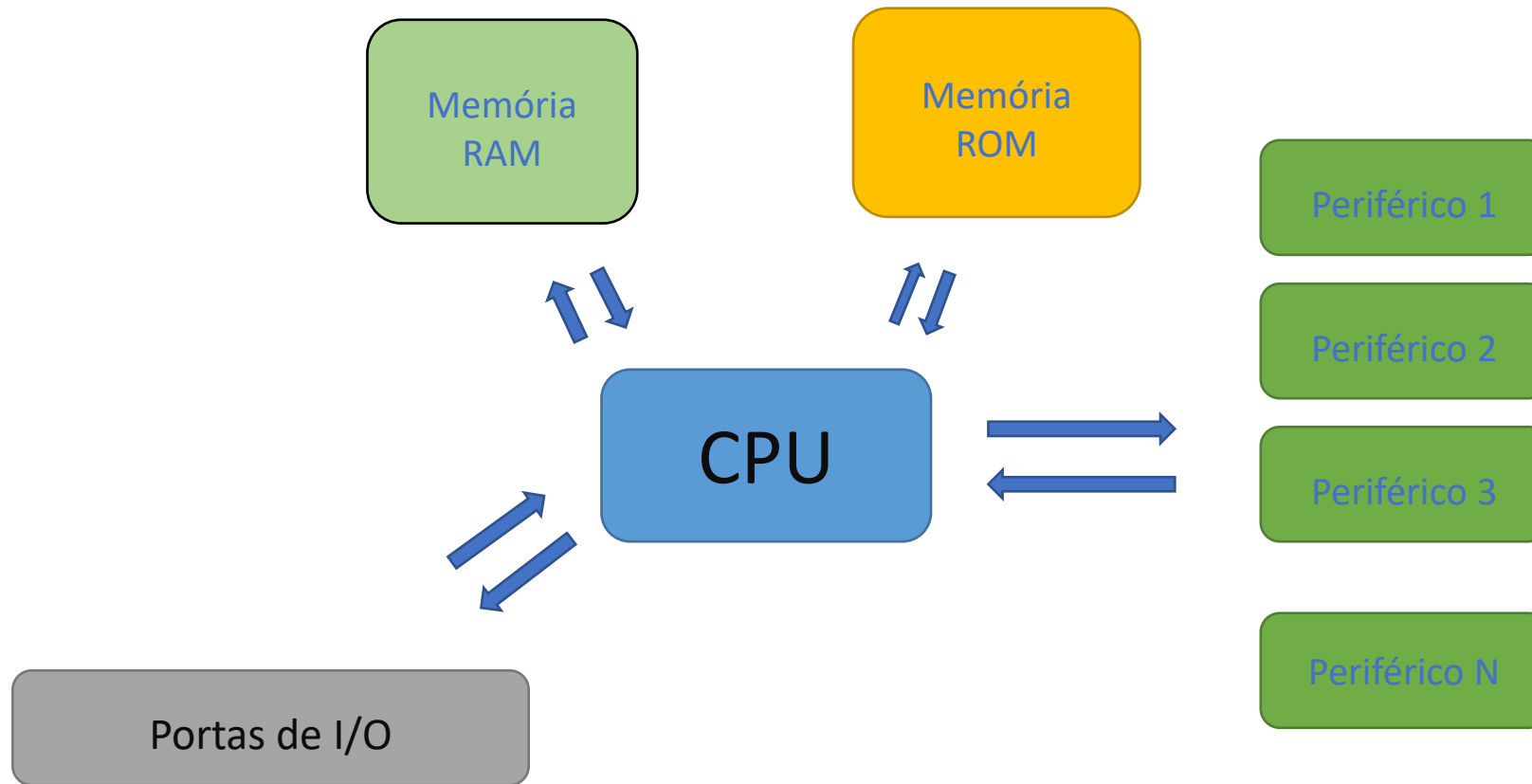


- Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Amazonas - UFAM (2006). Atua em pesquisa e desenvolvimento na área de eletrônica e automação industrial. Possui vasta experiência em desenvolvimento de hardware, mais especificamente, placas de circuito impresso, dentre elas: placas de instrumentação analógica e digital utilizadas em sistemas de testes, placas processadoras baseadas em microcontroladores de diversos fabricantes, placas utilizadas em sistemas de comunicação digital com tecnologias cabeadas como RS485, RS422, Ethernet e tecnologias sem fio como Wi-fi 802.11, Zigbee 802.15 dentre outras. Possui experiência em desenvolvimento de firmware em diversas plataformas dentre elas: Intel 8088, 8051, Atmel, Microchip, ESP8266, Arduino.
- <http://lattes.cnpq.br/5067803336101638>



- Sistemas computacionais;
- O que são microcontroladores;
- Periféricos;
- Portas de entrada e saída;
- Cuidados de manuseio;
- Características elétricas;
- Memórias;
- Como são programados;
- Circuitos auxiliares;
- Ambientes de desenvolvimento IDE;
- Desenvolvimento do primeiro programa.

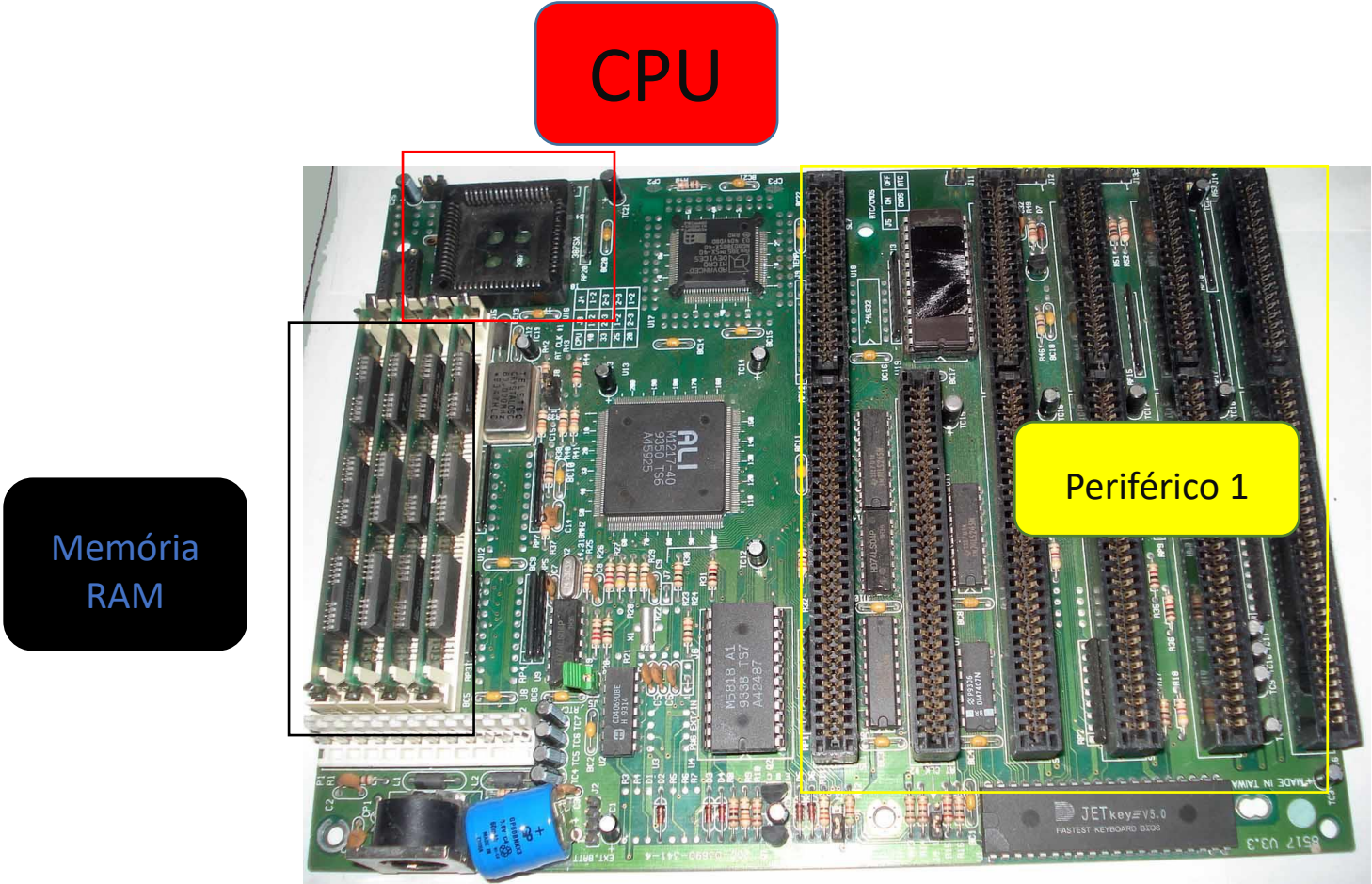
# Um sistema computacional é composto de





- Os computadores mais antigos apresentavam seus blocos funcionais em diferentes componentes que podiam ser localizados facilmente em suas placas e tinham suas características físicas distintas.
- Esse tipo de arquitetura ainda é utilizada até hoje, mas tende a desaparecer.
- A maior quantidade de componentes em uma placa acarreta em diversos problemas, dentre eles: o maior consumo de energia, a maior probabilidade de falhas de montagem e o aumento da complexidade do sistema.

# Computador antigo



# Sistemas computacionais



- O mercado de produtos exigiu o surgimento de sistema computacionais menores que pudessem ser utilizados em eletrodomésticos e aparelhos do dia a dia.

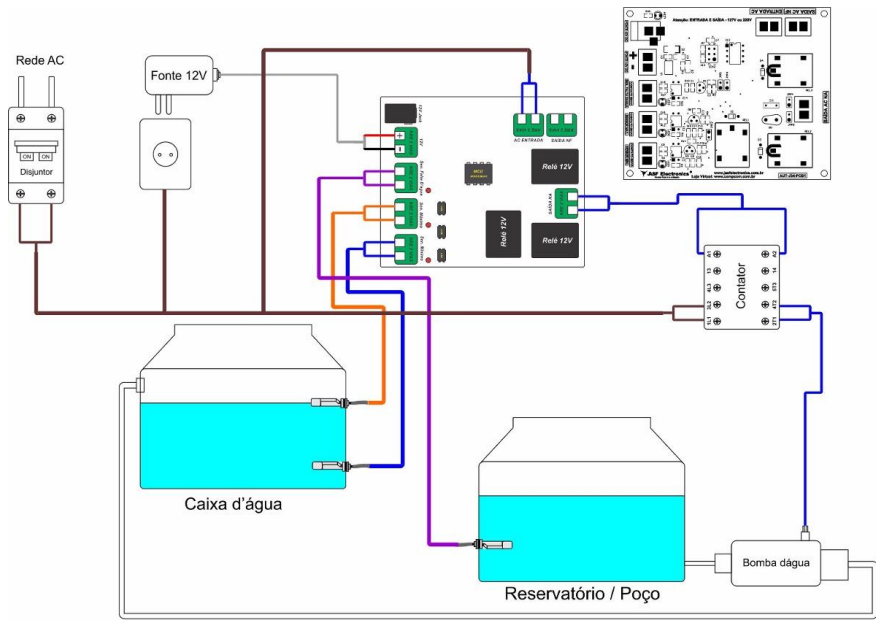




# Sistemas computacionais



- A área industrial também necessitava desse tipo de equipamento.



Montagem Elétrica do Controlador de Nível - AUT-J34 **JASF Electronics**  
Nosso foco, é a solução!





- Poderia ter menor capacidade de processamento;
- Tamanho reduzido;
- Menor consumo de energia;
- Executar tarefas repetitivas de forma confiável;



- Com o avanço da tecnologia foi possível a criação de sistemas cada vez mais compactos e permitiu também que alguns periféricos fossem incorporados a CPU.
- As placas modernas possuem menos componentes, Portanto diminuem quantidade de processos de montagem.
- Quando um periférico é incorporado ao chip da CPU isso permite uma maior velocidade de comunicação entre a CPU e o periférico. Podemos notar tal diferença de velocidade quando observamos em um processador moderno e comparamos a velocidade de acesso uma memória cache (interna) e a velocidade de uma memória RAM DDR , por exemplo.

# O que são microcontroladores



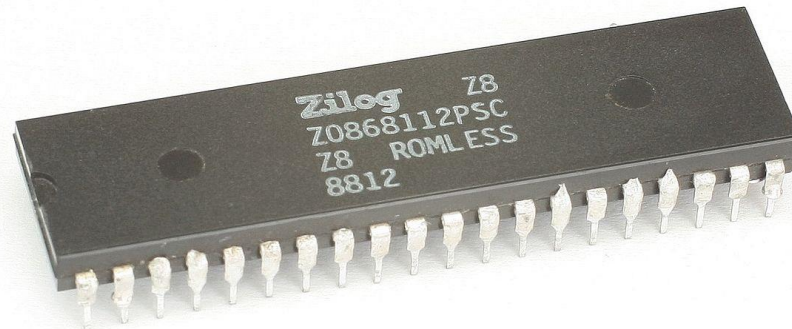
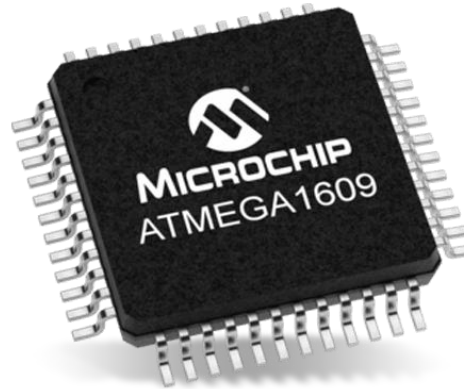
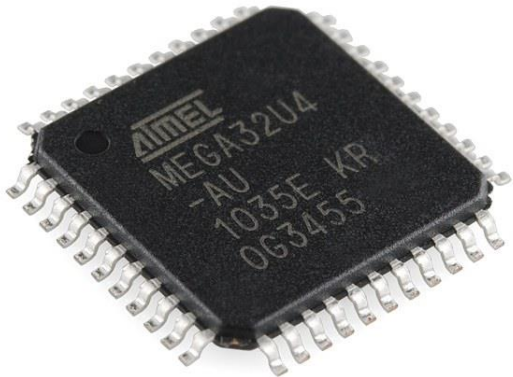
- Microcontrolador é um pequeno computador (SoC) num único circuito integrado o qual contém um núcleo de processador, memória e periféricos programáveis de entrada e de saída.

Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador>

- SoC – (System On Chip) Sistema em um chip

- Atualmente o mercado nos oferece processadores para as mais diversas aplicações, com os periféricos necessários para resolver os mais diversos problemas.





- **Arquitetura de processamento**

- CISC – (Complex Instruction Set Computer) Computador com conjunto de instruções complexas. As instruções levam geralmente mais de um ciclo de máquina para serem executadas.
- RISC – (Reduced Instruction Set Computer) Computador com conjunto de instruções reduzidas. A maioria das instruções é executada em apenas um ciclo de máquina.



- **Resolução “Quantidade de bits”**

- A quantidade de bits de um processador significa o tamanho das palavras binárias que podem ser processadas de uma vez só, também influencia na quantidade de endereços de memória que um determinado processador poderá mapear.

- $2^{16} = 65.536$

- $2^{32} = 4.294.967.296$

- $2^{64} = 18.446.744.073.709.551.616$



- **Quantidade de núcleos**

- É a quantidade de CPUs que existem dentro dos microcontroladores.

- **Clock**

- É a frequência em que um processador executa suas operações.
- Os microcontroladores modernos podem trabalhar em frequências que chegam a GHz.
- Todos os microcontroladores necessitam de uma fonte de clock, geralmente o clock é gerado por um cristal de quartzo presente na placa.





- **Tolerância ao aquecimento**

- É a faixa de temperatura a qual o componente poderá ser submetido, todo processador gera calor devido ao processamento e em certos casos dissipadores deverão ser aplicados ao projeto. Componentes automotivos e militares suportam uma faixa mais ampla de temperatura.

- **Quantidade de pinos**

- Existe uma gama imensa de microcontroladores com os mais diversos tamanhos e com as mais diversas quantidades de pinos. Portanto, a quantidade de pinos de um microcontrolador vai depender da aplicação para qual o mesmo é destinada.



- **Alimentação**

- É importante verificar qual é a tensão de alimentação do dispositivo, os mais comuns são os de 3,3v e os de 5V. Alguns microcontroladores suportam uma ampla faixa de operação, mas sempre devemos verificar o datasheet para avliarmos esses parâmetros.



- São dispositivos com funções diversas que poderão estar incorporados em um determinado microcontrolador.
- Os periféricos determinam a especialização do microcontrolador, geralmente os microcontroladores são desenvolvidos para atender um determinado nicho de necessidade. (automotivo, médico, militar, etc...)
- Existem periféricos que aparecem em quase todos os microcontroladores.



- **Periféricos comuns (aparecem em quase todos os uC)**
  - Timers.
  - Conversores AD (Analógico para Digital).
  - PWM – (Pulse Width Modulation) Modulação por largura de pulso.
  - UART – (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) Receptor transmissor assíncrono digital. RS232.
  - SPI – (Serial Peripheral Interface) Interface serial de periféricos.
  - I2C – (Inter-Integrated Circuit) Comunicação entre circuitos integrados.



Vamos analisar o datasheet de um microcontrolador?

# Como definir o melhor microcontrolador?



- A regra geral para definição de um microcontrolador para um determinado projeto é a escolha de um componente que resolva o problema computacional com o menor custo possível.
- Devemos levar em consideração os parâmetros apresentados nas características dos microcontroladores.





- Um dos parâmetros mais importantes quando definimos um tipo de I/O é a capacidade de fornecimento de corrente que esse pino possui. No chip em questão temos:

	RESET pin do I/O	V <sub>CC</sub> = 2.1V - 5.0V	5.0V - V <sub>CC</sub>		V <sub>CC</sub> = 5.0V	
V <sub>OL</sub>	Output Low Voltage <sup>(3)</sup> except RESET pin	I <sub>OL</sub> = 20 mA, V <sub>CC</sub> = 5V I <sub>OL</sub> = 10 mA, V <sub>CC</sub> = 3V			0.9 0.6	V
V <sub>OH</sub>	Output High Voltage <sup>(4)</sup> except Reset pin	I <sub>OH</sub> = -20 mA, V <sub>CC</sub> = 5V I <sub>OH</sub> = -10 mA, V <sub>CC</sub> = 3V	4.2 2.3			V





- Os microcontroladores são dispositivos eletrônicos sensíveis a descargas eletrostáticas, portanto é necessário, principalmente em ambientes refrigerados, e com baixa umidade, o uso de equipamentos EPI (luvas, calcanheiras, pulseiras) para mitigar a ação de tais fenômenos.
- O enclausuramento dos dispositivos em caixas totalmente fechadas podem causar um aumento de temperatura indesejado a ponto de queimar o chip.

$T_A = -40^{\circ}\text{C}$  to  $85^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{CC} = 1.8\text{V}$  to  $5.5\text{V}$  (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min.	Typ. <sup>(2)</sup>	Max.	Units
$I_{CC}$	Power Supply Current <sup>(1)</sup>	Active 1 MHz, $V_{CC} = 2\text{V}$		0.3	0.5	mA
		Active 4 MHz, $V_{CC} = 3\text{V}$		1.9	2.5	mA
		Active 8 MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$		6.8	9	mA
		Idle 1 MHz, $V_{CC} = 2\text{V}$		0.06	0.15	mA
		Idle 4 MHz, $V_{CC} = 3\text{V}$		0.4	0.7	mA
		Idle 8 MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$		1.6	2.7	mA
	Power-save mode <sup>(3)(4)</sup>	32 kHz TOSC enabled, $V_{CC} = 1.8\text{V}$		0.75	1.6	$\mu\text{A}$
		32 kHz TOSC enabled, $V_{CC} = 3\text{V}$		0.85	2.6	$\mu\text{A}$
	Power-down mode <sup>(3)</sup>	WDT enabled, $V_{CC} = 3\text{V}$		4.2	8	$\mu\text{A}$
		WDT disabled, $V_{CC} = 3\text{V}$		0.18	2	$\mu\text{A}$

- Notes:
1. Values with "Minimizing Power Consumption" enabled (0xFF).
  2. Typical values at  $25^{\circ}\text{C}$ . Maximum values are test limits in production.
  3. The current consumption values include input leakage current.



- **High Endurance Non-volatile Memory Segments**
  - **4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory (ATmega48P/88P/168P/328P)**
  - **256/512/512/1K Bytes EEPROM (ATmega48P/88P/168P/328P)**
  - **512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM (ATmega48P/88P/168P/328P)**
  - **Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM**
  - **Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C<sup>(1)</sup>**
  - **Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits**
    - In-System Programming by On-chip Boot Program**
    - True Read-While-Write Operation**
  - **Programming Lock for Software Security**



- Geralmente os microcontroladores possuem uma memória flash interna que guarda o firmware (firmware é o nome dado ao software embarcado).
- Os microcontroladores em geral são distribuídos com suas respectivas ferramentas de gravação, a partir de 2008 a grande maioria dos chips passaram a possuir o método de gravação in-circuit onde não há a necessidade da retirada do chip da placa para realização da gravação.

# Exemplos de gravadoras



# Como são programados

---



- Um outro método muito utilizado é a gravação via bootloader.
- O bootloader é um pequeno software residente que programa uma interface de comunicação e permite que o chip seja gravado a partir dessa interface
- Geralmente a gravação é realizada via interface serial.

- A programação dos sistemas embarcados são bastante dependentes do microcontrolador;
- Mesmo que a programação dos dispositivos seja diferente, o conceito de funcionamento dos diversos hardwares que compõem os sistemas é o mesmo;
- Um dos objetivos do curso é fornecer ao aluno ferramentas que possibilitem a programação de sistemas embarcados independente do fabricante, explorando as semelhanças entre os sistemas.

