

Sistemas Embarcados

Sistemas embarcados são dispositivos com capacidade de processamento de dados e que estão inseridos em um determinado dispositivo ou produto, de forma a desempenhar uma função ou servir a uma aplicação específica. O núcleo destes sistemas são os microcontroladores, que nada mais são que unidades de processamento bastante flexíveis em termos de sua utilização e facilidade de aplicação.

Os sistemas embarcados estão irreversivelmente inseridos em nosso cotidiano e encontram aplicações não somente em produtos comerciais de prateleira, mas nas áreas de saúde, financeira, energia, recursos hídricos, comunicações, transportes, construção civil, serviços essenciais à comunidades, aeroespacial, defesa, entre outras.

Resumindo: Sistema embarcado é uma tecnologia moderna onde equipamentos conseguem realizar, de forma inteligente, tarefas específicas programadas em um ambiente virtual com diferentes níveis de complexidade.

Os códigos gerados por esses sistemas podem ser integrados em uma grande variedade de dispositivos, que vão desde relógios digitais, semáforos e até modernos aviões.

A importância dos sistemas embarcados

Sistemas embarcados são programações computacionais desenvolvidas por meio dos chamados códigos embarcados, feitas em microprocessadores alocados (“embarcados”) em equipamentos eletrônicos.

Esses microprocessadores são controlados por softwares projetados para desempenhar uma função dedicada ou servir a uma aplicação específica, seja inserida em um sistema independente ou como parte integrante de um sistema maior. No núcleo desses sistemas está o microcontrolador – um chip inteligente de circuito integrado único – com processador, memória e periféricos programáveis de entrada e saída, projetado para controlar equipamentos a partir das informações recebidas em tempo real.

A complexidade de um sistema embarcado depende de seu tamanho e da tarefa para a qual ele foi projetado. Já o conjunto de instruções operacionais que ele recebe, conhecidas como firmware, são armazenadas em memórias ROM ou flash.

Assim, os códigos podem variar entre um único microcontrolador ou um conjunto de processadores, que são conectados com o mundo externo por meio de periféricos e redes conectadas, como cartões SD, Compact Flash, rede ethernet e interfaces wireless, a exemplo do Bluetooth, entre outros.

Onde os sistemas embarcados são utilizados?

Os sistemas embarcados são fundamentais para todo componente mecânico e elétrico e desempenham um papel essencial nos avanços tecnológicos da sociedade. Isso porque os

embedded systems estão presentes nos mais variados equipamentos e dispositivos que utilizamos em nossa vida cotidiana.

Esse tipo de sistema é aplicado, por exemplo, em centrais para controle de temperatura. Os códigos embarcados são programados para que o usuário possa ajustar a temperatura de cada ambiente onde a central atua.

Além disso, os sistemas embarcados também estão presentes em caixas eletrônicos, ao mostrar os dados de uma transação enquanto processa as entradas do teclado localizado na máquina, ao mesmo tempo em que se comunica com o banco por meio de uma rede.

Smartwatches que rastreiam o condicionamento físico do usuário também são baseados em códigos embarcados. Assim, o dispositivo é capaz de monitorar atividades e coletar dados como frequência cardíaca, quantidade de passos, calorias queimadas, temperatura corporal, etc.

Da mesma forma, todo tipo de aparelho telefônico utiliza sistemas embarcados para facilitar a comunicação. Assim como veículos elétricos e híbridos utilizam embedded system para aumentar a eficiência e diminuir a poluição, seja através de sistemas de freio antitravamento (ABS), Controle Eletrônico de Estabilidade (ESC/ESP), controle de tração (TCS) e tração automática nas quatro rodas.

Quais os tipos de sistemas embarcados?

Os tipos de sistemas embarcados são classificados com base tanto no seu desempenho e requisitos funcionais quanto no desempenho do microcontrolador. Como dissemos anteriormente, o microcontrolador é um chip inteligente projetado para controlar equipamentos a partir das informações recebidas em tempo real. Já os requisitos funcionais dependem do que o sistema foi projetado para fazer.

Dessa forma, os principais tipos de sistema embarcado com base nos requisitos funcionais são:

Sistemas integrados autônomos

Neste tipo de sistema embarcado, não são necessários computadores ou um processadores. O código é executado sozinho, exibindo dados e fazendo as alterações necessárias no próprio dispositivo em que está conectado.

Mesmo sem o comando de um processador, os sistemas integrados autônomos oferecem flexibilidade e eficiência. Alguns exemplos desse modelo são as máquinas de lavar, telefones celulares ou quaisquer outros sistemas que funcionem sem a ajuda de um computador.

Sistemas embarcados em tempo real

Os **sistemas embarcados em tempo real** têm o objetivo de executar múltiplas tarefas simultaneamente, definindo com antecedência o tempo de resposta a um evento. Apesar do termo “tempo real”, a velocidade de resposta de um sistema desse tipo nem sempre precisa ser elevada.

Nesta categoria, existem dois modelos distintos:

- **Soft Embedded System:** Aqui, os processos são definidos como a tarefa principal e o tempo de resposta não é considerado prioritário. E, ainda que esse prazo seja descumprido, a falta de processos não deve acontecer.
- **Hard Embedded System:** Neste caso, o prazo para se cumprir a tarefa não pode ser perdido. Como não há memória permanente, os processos devem ser executados corretamente desde a primeira vez. Um exemplo de Hard Embedded System são os sistemas de controle de aeronave.

Sistemas integrados de rede

Em um sistema integrado de rede, um microprocessador controla o programa em execução, formando uma rede. Essa rede pode ser LAN ou WAN e conexão com fio ou sem fio. Além disso, toda rede é controlada e acessada com a ajuda de um navegador web. Pela flexibilidade e facilidade de conexão, é um dos sistemas embarcados que mais crescem atualmente.

Alguns exemplos desse modelo são os sistemas de segurança em escritórios ou parques tecnológicos e caixas eletrônicos.

Sistemas embarcados móveis

Os sistemas embarcados móveis são portáteis e práticos, assim exigem menos recursos, com memória e funcionalidade limitados. Por conta disso, é um dos modelos mais utilizados no mercado. Alguns exemplos são os telefones celulares, laptops e calculadoras.

Já os **sistemas embarcados baseados em desempenho e microcontrolador** são divididos em 3 tipos:

1. Sistemas incorporados de pequena escala

Neste modelo é utilizado um microcontrolador de 8 ou 16 bits, que pode ser alimentado por bateria. O processador também usa recursos limitados de memória e velocidade. Aqui, o sistema não trabalha de forma independente e se dedica a uma tarefa específica.

2. Sistemas incorporados de média escala

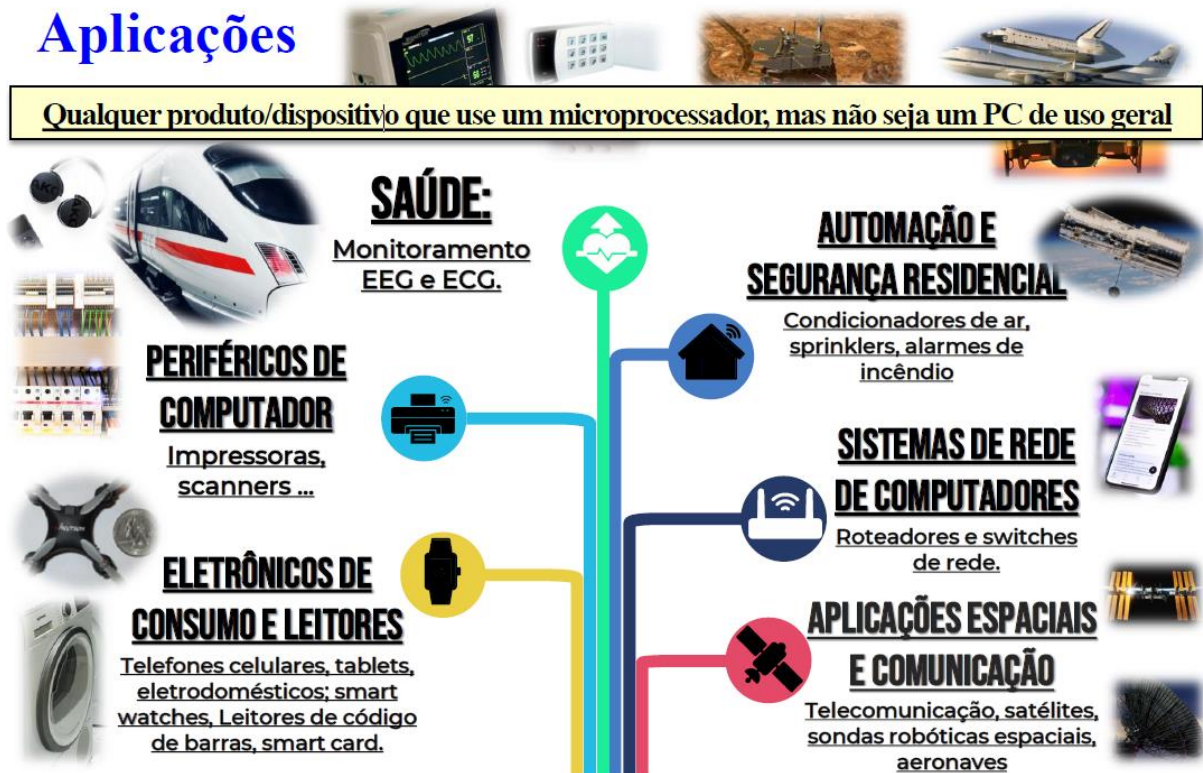
Esse sistema usa um microcontrolador de 16 ou 32 bits e a integração entre hardware e software é mais complexa. As linguagens de programação utilizadas para desenvolver esse modelo são Java, C e C++, assim como diferentes tipos de ferramentas de software, como compilador e simulador. Sistemas de média escala podem ser incorporados em aplicativos de ponta com grande memória e processamento de dados.

3. Sistemas incorporados sofisticados ou complexos

Esses sistemas são projetados usando vários microcontroladores de 32 ou 64 bits e são desenvolvidos para executar funções complexas de grande escala. Desenvolvido com alta complexidade de hardware e software, esses sistemas exigem muita memória, processadores

escaláveis e IPs. São usados em projetos com telas gráficas, touchpads e outros dispositivos onde software e hardware são igualmente necessários para o desempenho.

Aplicações



Aplicações automotivas



- ✓ Microcontrolador para verificar o cinto de segurança
- ✓ Microcontroladores para sinalizar dispositivos no painel
- ✓ Controle Automático de Estabilidade (ASC+T): Controla o motor para melhorar a estabilidade.

Características

DEDICADOS À TAREFAS ESPECÍFICAS E COM APLICAÇÃO BEM DEFINIDA!

- ✓ Confiabilidade e segurança - tolerantes a falhas, disponibilidade, confidencialidade
- ✓ Baixo custo, peso e tamanho reduzidos
- ✓ Restrição de memória
- ✓ Restrição de software;
- ✓ Sob-medida (fábrica)
- ✓ Eficiência energética;
- ✓ Hostilidade ambiental



Complexidade (tarefas simples?)

➤ EXEMPLO: FORNO DE MICRO-ONDAS:

- Ao pressionar uma tecla, como PIPOCA, um sistema deve ajustar a potência correta, selecionar e medir o tempo em que o forno deve ficar acionado e emitir um sinal quando a tarefa for concluída.

➤ PARA EXECUTAR A SIMPLES OPERAÇÃO DO FORNO:

- O “cérebro” do forno deve: receber **sinais de sensores** (da porta, para saber se foi realmente fechada), **acionar** o equipamento de potência, **calcular o tempo da operação**, **acionar o motor** de rotação do prato, **permitir que o usuário interrompa a operação** a qualquer tempo, **atualizar o display**, **medir o tempo** que se passou desde o início da operação, etc.

Classificação de Sistemas Embarcados

SISTEMAS EMBARCADOS EM PEQUENA ESCALA:

MCU de 8 – 16 bits, editor e IDE - aplicação não crítica em termos de desempenho.

SISTEMAS EMBARCADOS EM ESCALA MÉDIA:

16 -32 bits, RISC, DSP, ASICs, maior complexidade, com ferramentas de programação em alto nível, depuração etc.- Geralmente contém sistema operacional de tempo real
Exemplos: Máquinas industriais, robótica.

SE SOFISTICADOS:

Enorme complexidade, 32-64 bits, reconfigurável, maior capacidade de memória, comunicação sem fio, maior velocidade, computadores de placa única (SBC); Programação em alto nível; Sit. Operacional, processamento de imagens, inteligência artificial etc.



Sistemas de tempo real

Este é um tipo de SE com restrições de tempo, ou seja, um sistema **que responde a eventos externos ou estímulos de entrada em tempo hábil (dentro do tempo finito e especificado)**.

O requisito de tempo é no sentido da disponibilidade da resposta quando for necessária e dentro de uma deadline

embedded

embedded
real-time

real-time

A correção depende não apenas do resultado lógico, mas também a hora em que foi entregue: a falta de resposta é tão ruim quanto a resposta errada!

Sistemas de tempo real - *hard vs. soft*

➤ SISTEMAS DE TEMPO REAL COM “TEMPO CRÍTICO” - *HARD REAL TIME*

- As tarefas de **tempo crítico** são intolerantes a atrasos, devem ser realizadas dentro de um intervalo preciso de tempo ou haverá falha.
- O sistema de acionamento dos airbags de um carro, por exemplo.
- Nele, alguns milissegundos podem fazer a diferença entre salvar ou não a vida de condutor(a).

➤ SISTEMAS DE TEMPO “QUASE” REAL - *SOFT REAL TIME*

- São mais tolerantes.
- Se a tarefa responsável pelo fechamento da válvula de água de uma máquina de lavar atrasar um ou dois segundos, a roupa será lavada com um pouco mais de água além do necessário, perdendo um pouco da eficiência almejada.