1. Fundamentação Teórica
   1. Sistemas Embarcados
   2. Recursos usados da linguagem C
   3. Encapsulamento de código
   4. Arquitetura de software em camadas
   5. Boas práticas de programação
   6. TDD: um recurso viabilizado
2. Aplicação das Técnicas
   1. Embarcado utilizado: o robô Zero Um
   2. Definição dos requisitos
   3. Definição da arquitetura do software
   4. Implementação da camada de drivers
      1. Módulo de I/O
      2. Módulo de interrupção de tempo
      3. Módulo da Uart
   5. Implementação da camada de serviço
      1. Módulo dos drivers dos motores
      2. Módulo de controle de tempo das tarefas
   6. Implementação da camada de aplicação
      1. Módulo de transformação de coordenadas
   7. Testes do produto
3. Resultados
4. Fundamentação Teórica
   1. Sistemas Embarcados

DEFINIÇÃO

Um sistema embarcado pode ser definido, segundo **[1]**, como um sistema computacional interno a um dispositivo eletrônico, que executa, repetitivamente, uma única função, ou um pequeno conjunto de funções, de maneira que, frequentemente, a forma que estas tarefas são executadas não é percebida pelo seu usuário, mas sim os resultados da realização das mesmas. Já o termo “sistema embarcado”, assim como explica **[2]**, deriva do fato que estes sistemas são totalmente integrados e enclausurados pelos sistemas a que servem ou controlam, dessa forma, com este enclausuramento, tem-se como consequência que estes sistemas se tornam especializados em realizar tarefas específicas à operação do dispositivo que o contém. Essa especialização é notada através no software embarcado, também chamado de firmware, que se torna específico ao hardware utilizado, e o próprio hardware, que tem características que o diferem de um hardware de um sistema de propósito geral.

Com o objetivo de deixar mais claro o que essa falta de generalidade relacionada a funcionalidade de um sistema embarcado implica, **[3]** complementa ao dizer que tais sistemas não são construídos de forma a serem programados pelo usuário final, não da forma que um sistema genérico possibilita, pois, o usuário final de um sistema embarcado não pode alterar a funcionalidade do sistema, seja adicionando, ou mesmo retirando, software. Observe, por exemplo, que um computador pessoal, um exemplo de sistema de propósito geral, pode funcionar como um processador de texto e, em um instante, começar a funcionar como um navegador web, observe ainda que, é permitido, ao usuário, adicionar diversas funcionalidades ao sistema, sem que o sistema tenha vindo configurado para execução da nova funcionalidade de fábrica.

**FIXME:** [autonomia (usuário dispensável) ]

**FIXME:** [Utilização de microcontroladores/outros dispositivos]

CARACTERÍSTICAS

Algumas características dos sistemas embarcados serão descritas a seguir, que é uma breve explanação sobre alguns pontos apresentados em **[1]**, importante notar que a exibição de todas estas características descritas não é obrigatória, porém, são muito comuns e importantes nestes sistemas, ocasionalmente, alguma delas se sobressai, dependendo da finalidade do sistema em questão.

A interação com o ambiente é uma característica presente na maioria dos sistemas embarcados, esta é feita por meio de sensores, que coletam dados do ambiente, e, ou, de atuadores, que atuam em alguns parâmetros do ambiente. Através da interação com o ambiente, os sistemas embarcados podem ser sistemas reativos, ou seja, possuir interação contínua e reagir a eventos do ambiente, onde o sistema pode, por exemplo, apresentar estados que transitam em resposta à ocorrência de eventos, ou reagir, com o objetivo de controlar algum tipo de variável do ambiente. Pode-se citar ainda como uma característica, a mistura de componentes digitais e analógicos, inerentes a interação com o ambiente, cuja natureza é predominantemente contínua, portanto, frequentemente, a natureza digital dos computadores se mescla com a natureza analógica do ambiente dentro de um sistema embarcado.

A interface com o usuário, comumente, é mais simples que a encontrada em sistemas mais genéricos, composta por componentes que geralmente causam a ilusão ao usuário de falta de computação, como LEDs e botões.

A limitação do sistema, este que é restringido de diversos ângulos. Nota-se que, um sistema embarcado, pela sua própria natureza limitada, possui limitações de performance e de consumo de energia, que influenciam na escolha do dispositivo alvo. Como exemplo, o volume físico é uma limitação de projeto muito comum, dentre tantas outras limitações específicas de cada projeto, com sua relevância intrínseca ao projeto, como robustez a variação de temperatura, resistência a radiação, ou vibração mecânica. De fato, nenhum sistema é de todo livre de restrições, porém, nos sistemas embarcados, essas restrições são muito mais evidentes e são, em certos casos, consequência de requisitos.

A confiabilidade do sistema, já que, devido a capacidade de funcionar autonomamente, os sistemas embarcados são empregados em diversas atividades de natureza crítica, o que exige, frequentemente, disponibilidade e manutenibilidade do sistema e também segurança da informação processada pelo sistema. Relacionado à confiabilidade, está a característica de processamento em tempo real, que se refere a exigência de resposta em um tempo fixo e finito de tempo de uma requisição, a não exigência pode levar a consequências catastróficas em sistemas de tempo real.

MICROCONTROLADOR E ALGUNS DOS SEUS PERIFÉRICOS

MÉTRICAS DE PROJETO

Custo do sistema: recorrentes e não recorrentes; Flexibilidade do projeto; Tempo de finalização do projeto; Manutenibilidade do sistema; Teste e verificação de funcionalidade.

ARQUITETURAS DE SOFTWARE EMBARCADO

EVOLUÇÃO E PERSPECTIVAS

[1] Livro da cadeira de sistemas embarcados.

[2] Springer Handbook of Automation.

[3] Heath, Steve (2003). [*Embedded systems design*](https://books.google.com/books?id=BjNZXwH7HlkC&pg=PA2). EDN series for design engineers (2 ed.). Newnes. p. 2. [*ISBN*](https://en.wikipedia.org/wiki/International_Standard_Book_Number) [*978-0-7506-5546-0*](https://en.wikipedia.org/wiki/Special:BookSources/978-0-7506-5546-0). An embedded system is a [*microprocessor*](https://en.wikipedia.org/wiki/Microprocessor)based system that is built to control a function or a range of functions. <https://books.google.com.br/books?id=BjNZXwH7HlkC&pg=PA2&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false>