

PSI3441 – Arquitetura de Sistemas Embarcados

Prof. Sergio Takeo Kofuji (kofuji@usp.br)
Prof. Gustavo Pamplona Rehder (grehder@usp.br)
Prof. Antonio Carlos Seabra (antonio.seabra@usp.br)
2017



Aula 01 – Introdução aos Sistemas de Computação Embarcados (SE)



Sobre a Disciplina

- Apresentação de sistemas de computação embarcados (SE), suas diversas aplicações e as questões relacionadas com o seu projeto;
- Metodologia de Projeto Baseado em Plataforma (Platform Based Design – PBD);
- Microprocessadores: Organização e Arquitetura
 - Arquitetura de Conjunto de Instruções;
 - Microarquitetura;
 - Mecanismos de E/S, interrupções e exceções, hierarquia de memória, etc.
- Estudo e discussão em aula de exemplos de casos de projeto de sistemas embarcados



Abordagem Didática

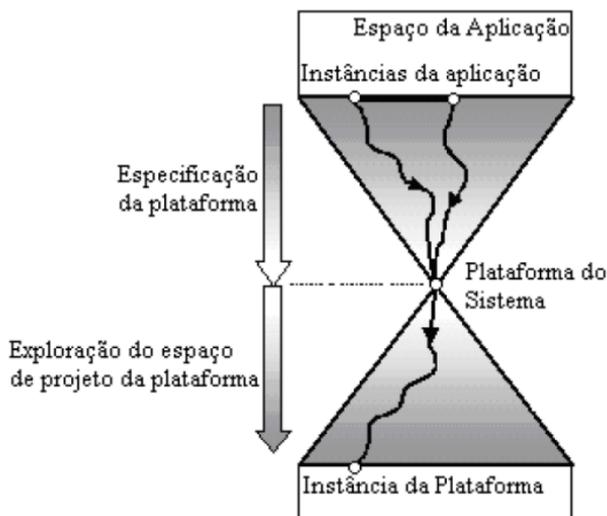
- Aulas teóricas
- Aulas práticas
 - Sala C1-10
- Material no Moodle
 - Vídeo das aulas teóricas
 - Material adicional



Critério de Avaliação



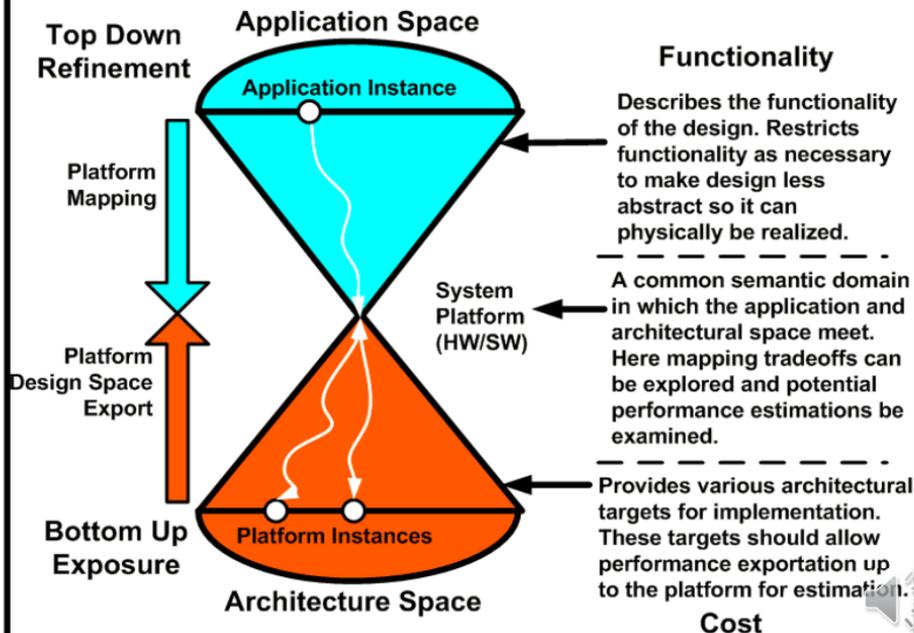
Abordagem de Projeto: Projeto baseado em Plataforma



Extraído de: Danilo M. Santos: Projeto de sistemas embarcados: Um estudo de caso baseado em microcontrolador e seguindo AOSD. Florianópolis, SC. 2006



Platform-Based Design Methodology



Sistemas Embarcados

O que vamos abordar nesta disciplina

Nesta disciplina vamos procurar responder às seguintes perguntas:

Parte 1 - Considerando Sistemas Embarcados (SE):

- Porque embarcamos microprocessadores em SE?
- Quais são as dificuldades e as especificidades de embarcar software e hardware em SE?
- Quais são as metodologias de projeto de SE?
- O que é o Projeto baseado em Plataforma?
- Como são especificados os SE?

Parte 2 – Considerando os Conjuntos de Instruções

- Taxonomia de arquitetura de computadores e de linguagem de montagem.
- Arquitetura de Conjunto de Instruções (*Instruction Set Architecture – ISA*)
- Exemplos de 4 arquiteturas: ARM (microprocessador RISC), PIC16F (microcontrolador) e TI C55x (DSP)

Sistemas Embarcados

O que vamos abordar nesta disciplina (cont.)

Nesta disciplina vamos procurar responder às seguintes perguntas:

Parte 3 - Considerando CPUs:

- Quais os são os mecanismos de Entrada e Saída (I/O)?
- O que são modo supervisor, exceções e armadilhas (*traps*)
- Como é feito o mapeamento de memória e tradução (*translation*) de endereços?
- O que são memórias Caches?
- Como determinar e especificar desempenho e consumo de energia (*power consumption*) de CPUs?
- Discussão de exemplo de projeto: Sistema de Compressão de Dados.



Sistemas Embarcados

O que vamos abordar nesta disciplina (cont.2)

Nesta disciplina vamos procurar responder às seguintes perguntas:

Parte 4 - Considerando Plataformas Computacionais:

- Quais os são os tipos de barramentos (*buses*) de CPU, dispositivos de I/O e interface?
- Uma vez escolhida uma CPU em função dos requisitos de engenharia, como fazer um projeto de *co-design* levando em consideração o sistema da CPU escolhido?
- Como determinar o desempenho em nível de sistema e como fazer depuração (*debugging*)?
- Exemplo de projeto: Relógio despertador e tocador de música digital (rádio-relógio).



1ª Aula

Introdução aos Sistemas Eletrônicos e de Computação Embarcados (SE)



PSI3441 – Conteúdo 1ª Prova

Parte 1 – Considerando Sistemas Embarcados:

- Porque embarcamos microprocessadores em sistemas?
- Quais as dificuldades e as especificidades de embarcar software e hardware em sistemas ciber-físicos?
- Quais as metodologias de projeto para sistemas embarcados?
- Como são especificados os sistemas embarcados?
- Exemplos

Parte 2 – Considerando os Conjuntos de Instruções:

- Taxonomia de arquitetura de computadores e de linguagem de montagem (*assembly*)
- Exemplos de 4 arquiteturas: ARM, PIC16F, TI C55x e TI C64x



1.1 Introdução

- Nesta aula veremos (Seção 1.1 & 1.2):
 - Inicialmente faremos uma revisão dos vários usos dos microprocessadores;
 - Depois reveremos os principais motivos dos microprocessadores serem usados em projeto de sistemas – prover comportamentos complexos, rápido ciclo de projeto, e assim por diante;
 - Vamos percorrer o projeto de um sistema-exemplo simples para entendermos os passos principais do projeto de um sistema.



Definição

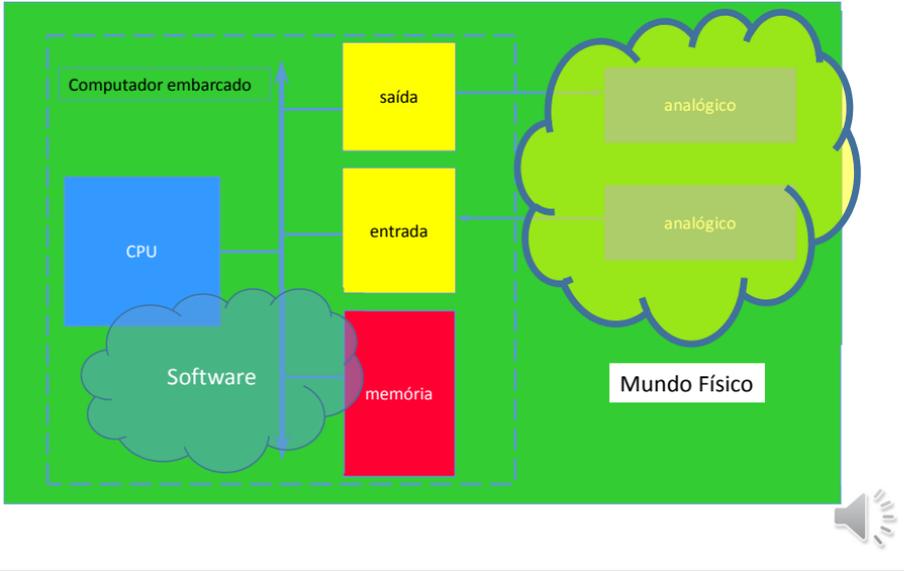
- Sistema de Computação Embarcada:

qualquer dispositivo que inclua um computador programável;

mas que ele não se constitua em um **computador de propósito geral**.
- As características específicas da aplicação são utilizadas para otimizar o projeto
 - Não necessita de todas as “perfumarias” de um computador de propósito geral.



Embarcando um computador



Exemplos

- Telefone celular;
- Impressora;
- Automóvel: motor, freio, etc;
- Avião: motor, controle de vôle, navegação/comunicação;
- TV Digital;
- Eletrodomésticos.



História

- Final dos anos 1940's: O computador MIT Whirlwind foi projetado para operações em tempo-real.
 - Originalmente projetado para controlar um simulador de avião.
- Década 1960's: computador de direção Autonetics D-17 para o míssil Minuteman. Inicialmente, construído com portas lógicas discretas. Em 1968, substituído por implementação com circuitos integrados de pequena escala. Em 1978, atualizado com microcontrolador integrado.
- O primeiro microprocessador foi o Intel 4004, no início dos anos 1970's.
- A calculadora HP-35 usou diversos chips para implementar um microprocessador em 1972.
- A partir de 1980 os automóveis passaram a usar controladores de motor baseados em microprocessador.
 - Controle da mistura de combustível/ar, temporização do motor, etc.
 - Múltiplos modos de operação: aquecimento (*warm-up*), cruzeiro (*cruise*), escalada (*hill climbing*), etc.
 - Provê baixas emissões, melhor eficiência de combustível.



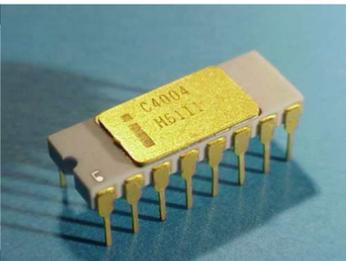
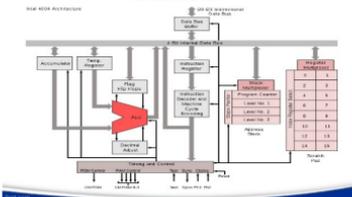
Generation 1 (1945-1955) Vacuum Tube



Whirlwind I - Realtime operation with innovative video display unit. This computer was also the first to use core memory - MIT Lincoln Lab (1951)

MIT Whirlwind

INTEL 4004 ARCHITECTURAL BLOCK DIAGRAM



Intel 4004

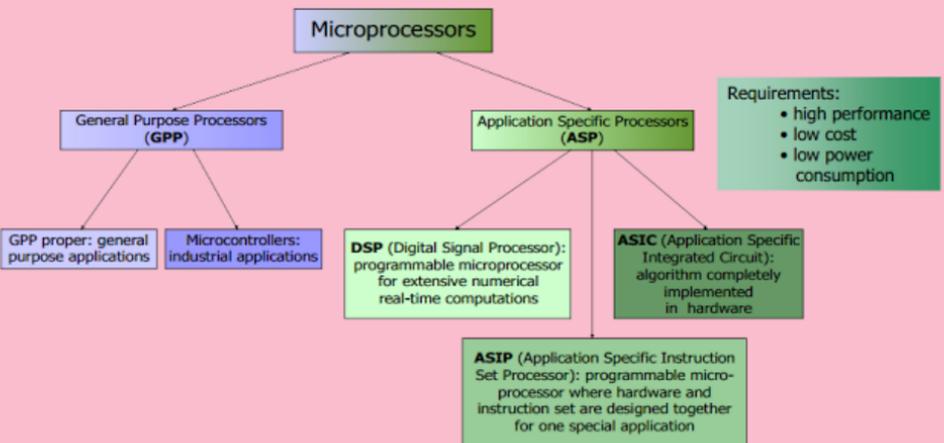


Variedades de Microprocessadores

- Propósito geral
 - Processadores de Propósito Geral (GPP);
 - **Microcontrolador**: inclui dispositivos de E/S, memória interna embutida no *chip*.
- Aplicação Específica
 - **Processador Digital de Sinais (Digital Signal Processor - DSP)**: microprocessador otimizado para processamento digital de sinais.
- Tamanhos típicos de palavra: 8-bit, 16-bit, 32-bit.



Classification of Microprocessors



Exemplos de Aplicação

- Eletrodoméstico: painel frontal de forno de micro-ondas, etc.
- Máquina Fotográfica: O Canon EOS 3 tem três microprocessadores.



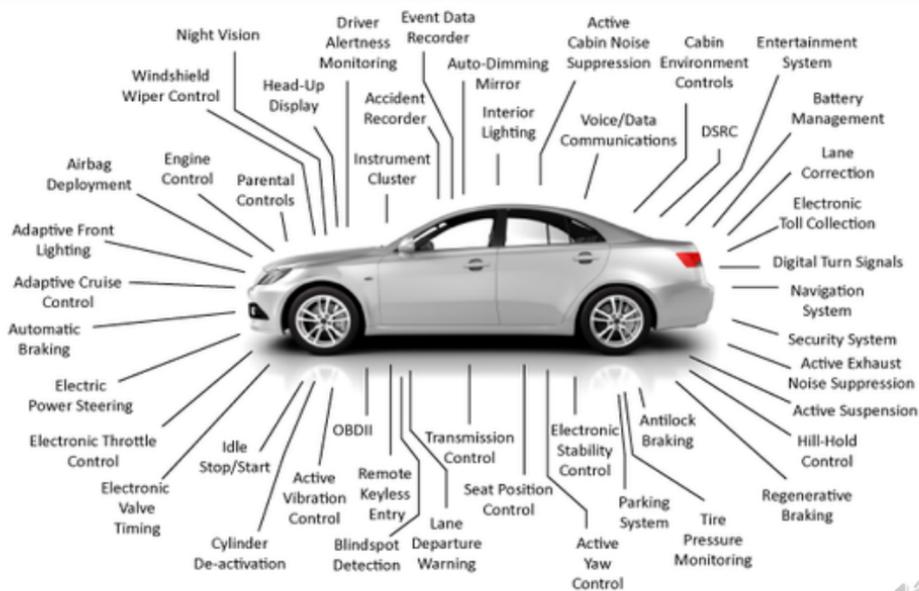
- TV Digital: CPU programável + lógica fixa (*hardwired*);
- Telefone Celular



Sistemas embarcados automotivos

- Automóveis topo-de-linha podem ter até centenas de microprocessadores:
 - Microcontroladores realizam funções simples, como verificar o estado do cinto de segurança;
 - Microcontroladores/Microprocessadores são responsáveis pela interface com o motorista, como por exemplo as funções do painel do veículo, central multimídia;
 - Microprocessadores/Multiprocessadores de 16/32-bit fazem o controle do motor/veículo.
- Automóveis de entrada usam dezenas de microprocessadores.





<http://www.chipsetc.com/computer-chips-inside-the-car.html>

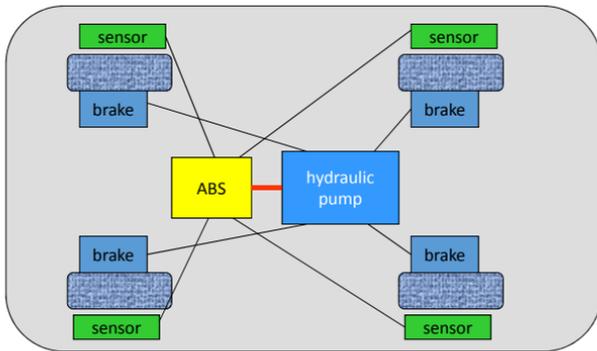


Sistema de Controle de freio e estabilidade do BMW 850i

- **Anti-lock brake system (ABS):** controla o Sistema de freio para evitar derrapagens.
- **Automatic stability control (ASC+T):** controla o motor para aumentar a estabilidade do veículo.
- Comunicação entre os sistemas ABS e ASC+T.
 - ABS foi introduzido primeiro → os novos sistemas precisam interfacear com o módulo existente de ABS.



BMW 850i, cont.



1.2.2 Características de sistemas embarcados

- Funcionalidade complexa;
- Operação em Tempo-Real;
- Baixo custo de fabricação;
- Baixa potência;
- *Em geral projetados por equipes pequenas e em prazos curtos.*



Complexidade Funcional

- Frequentemente tem de executar algoritmos sofisticados ou múltiplos algoritmos.
 - Telefone Celular, TV digital.
- Frequentemente prove interfaces de usuário sofisticadas.



Operação em Tempo-Real

- Deve concluir operações por prazos (deadlines).
 - **Hard real time**: a perda do prazo causa falha;
 - **Soft real time**: a perda de prazos resulta em desempenho degradado.
- Muitos sistemas são **multi-taxas (multi-rate)**: devem realizar operações em taxas que variam em uma ampla faixa de tempo
 - Processamento de dados multimídia.

