

Especificação, Modelação e Projecto de Sistemas Embutidos

Apresentação da disciplina

Paulo Pedreiras

pbrp@ua.pt

www.ieeta.pt/~pedreiras



Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática
Universidade de Aveiro

Começando pelo princípio ...

- Algumas questões iniciais:
 - Afinal **o que são** “sistemas embutidos”?
 - **Para que servem** os sistemas embutidos?
 - Em que é que os sistemas embutidos **diferem** dos restantes sistemas computacionais?
 - ... e finalmente, em que medida é que o que vou aprender nesta disciplina pode afectar a **minha felicidade**?

Definição de Sistema Embutido

- Há diversas definições para “Sistema Embutido”, e.g.:
 - **Sistema computacional** composto por hardware, software e (eventualmente) componentes mecânicos, projectado para **desempenhar apenas uma função específica**, fazendo frequentemente parte de um produto ou sistema mais vasto e complexo.
 - (adaptado de ``http://www.netrino.com/Embedded-Systems/Glossary-E```)
 - Sistema computacional parte de dispositivos em que a **existência** de um **computador não é óbvia**.
 - Num tom mais jocoso pode adaptar-se esta última definição dizendo que “estamos na presença de um SE quando há uma falha num equipamento causada por um **problema** num **computador** do qual se **desconhecia** em absoluto a **existência**”.

Áreas de aplicação

- Áreas de aplicação dos SE
 - Na actualidade os SE estão presentes em **quase todos os aspectos do nosso quotidiano**. Sem ser exaustivo podem referir-se a título de exemplo:
 - **Electrónica de consumo:**
 - PDAs, MP3/4, consolas de vídeo-jogos, câmaras digitais (fotográficas e de filmar), impressoras, máquinas de lavar, torradeiras, frigoríficos, fornos microondas, aparelhos de ar condicionado, ...
 - **Telecomunicações:**
 - equipamentos de rede (e.g. *routers*, *switches*, etc.), terminais (e.g. telemóveis), centrais de comutação, ...
 - **Sistemas de transporte:**
 - veículos automóveis , gerindo sistemas de controlo do motor (e.g. injeção) e segurança (e.g. ABS, ESP), sistemas de gestão de tráfego (e.g. semáforos), ...
 - **Equipamentos médicos:**
 - sistemas de monitorização de sinais vitais, sistemas de imagiologia médica, controlo de equipamentos de tratamento (e.g. radioterapia), ...

Áreas de aplicação

Algumas estatísticas interessantes sobre o uso de ES:

- Um **lar** americano **médio** tinha em 1999 **para cima de 40 microprocessadores** (50, se tiver PC) (*) em equipamentos como:
 - Balança electrónica
 - Ferro de passar automático
 - **Escova de dentes electrónica(cerca de 3000 linhas de código!!!)**
 - Máquina de lavar roupa e louça
 - Forno microondas
 - Brinquedos, ...
- Em 1998 o número total de processadores vendidos foi de cerca de 4.8 biliões. Destes **apenas 2.5% se destinaram ao mercado de PCs (**)**

(*) Honey, I programmed the blanket, Katie Hefner, New York Times, 1999

(**) Statistics from Dataquest

Caracterização dos SE

Mas afinal o que distingue um SE de um sistema computacional vulgar?

- O **número** de **funções** que executam é **limitado** (dedicados)
- **Hardware é customizado**; apenas os componentes necessários para servir a aplicação são empregues;
- O software de aplicação é **adaptado especificamente** ao sistema
- Os SE têm **restrições severas** em termos de performance, memória, consumo de energia, ...
- Frequentemente são empregues no **controlo de sistemas físicos**, tendo de **reagir** a variações no sistema em intervalos de tempo curtos e determinísticos
- Podem possuir **requisitos de fiabilidade extremos** (e.g. é complicado efectuar manutenção a um SE presente num satélite)

Estas restrições não estão habitualmente presentes nos sistemas computacionais vulgares!

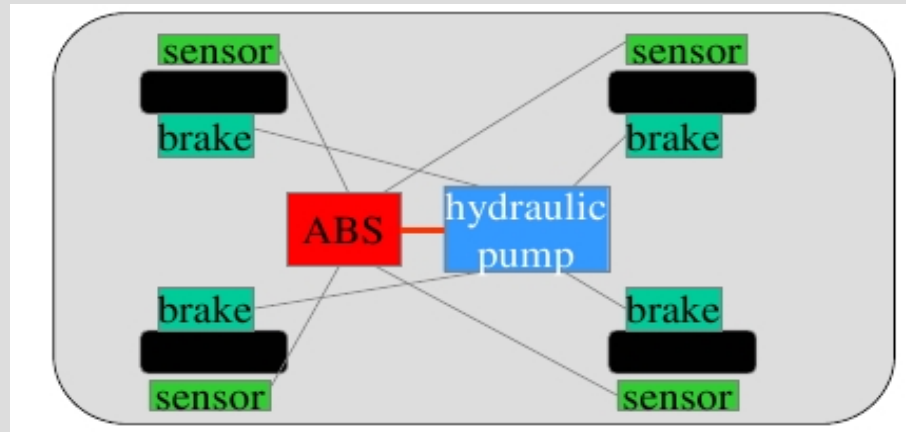
Caracterização dos SE

Para além disso apresentam restrições como:

- **Quantidade de memória limitada**
 - Pode representar fatia significativa dos custos
- **Restrições em termos de tamanho e peso**
 - e.g. PDAs, MP3/4, telemóveis
- **Baixo consumo de energia**
 - alimentação por baterias, dificuldades de dissipação de calor
- **Desempenho tem de ser suficiente**
 - tempo de resposta frequentemente limitado, e.g. ABS
- **Baixo custo**
 - e.g. um carro médio emprega acima de 50 ECUs
- **Ambientes agressivos**
 - vibração, choque, temperaturas extremas, etc (e.g. automóveis)
- **Segurança crítica:** em diversas aplicações ... **não podem falhar!**

Caracterização dos SE

- E são frequentemente **reactivos** ...

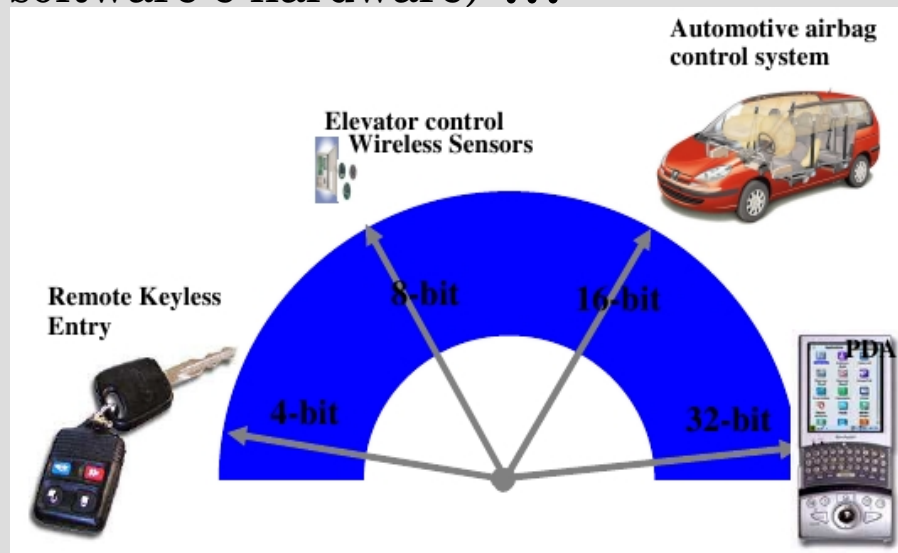


Fonte: "Computers as Components", W. Wolf

- Muitos ES são empregues em malhas de controlo, tendo de **reagir** "suficientemente depressa" às **variações do ambiente**
- Neste exemplo tem de observar a velocidade angular de cada roda e "aliviar" a pressão exercida sobre as maxilas do travão quando as rodas apresentam uma velocidade angular demasiado baixa
- Sistema com requisitos de pontualidade, fiabilidade e segurança!

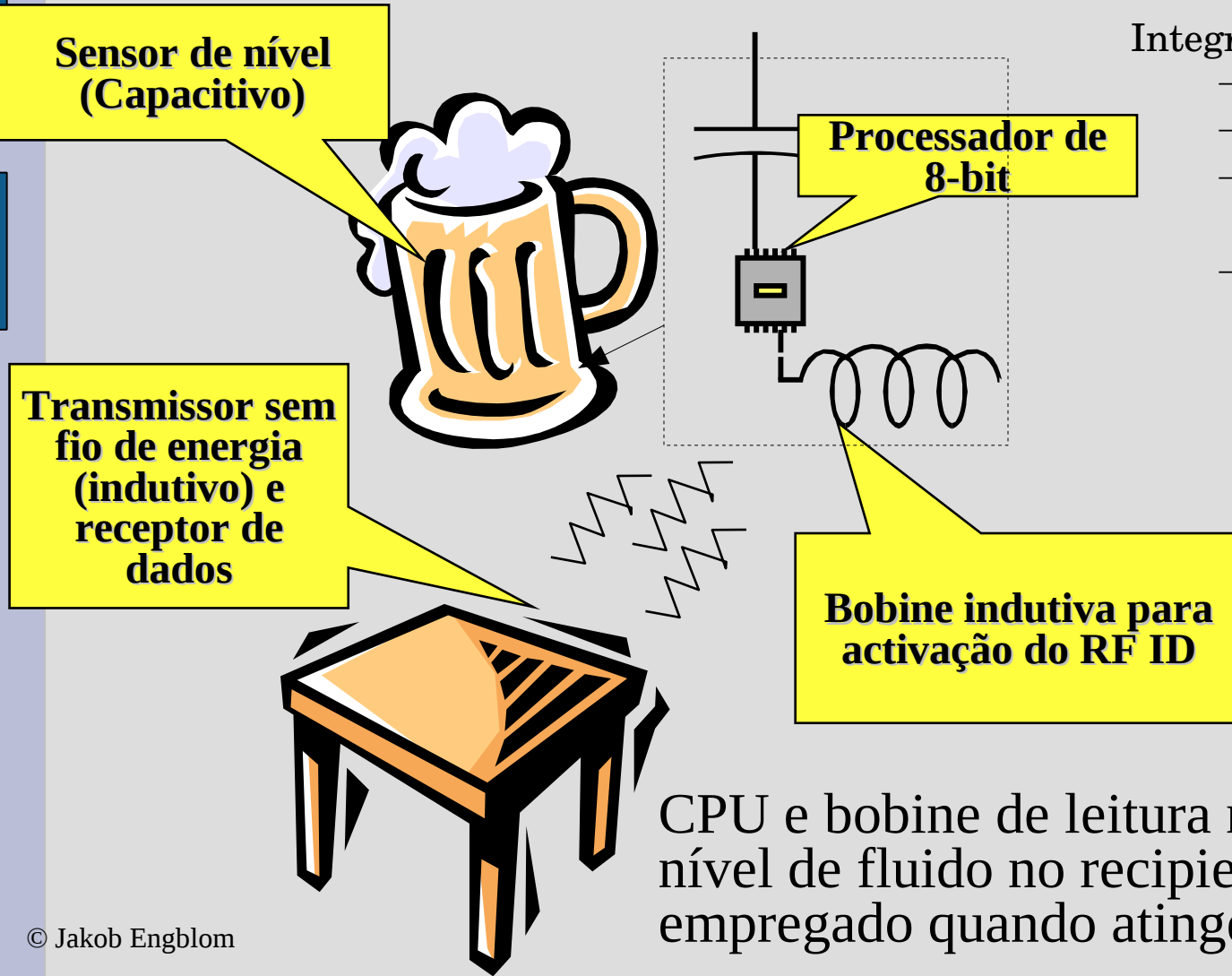
Caracterização dos SE

- Sem esquecer que os ES são **heterogéneos** (aplicações, software e hardware) ...



- Uma lista (não exaustiva!!) de **arquitecturas comumente usadas** em ES: 65816, 65C02, 68HC08, 68HC11, 68k, 8051, ARM, AVR, AVR32, Blackfin, C167, Coldfire, COP8, eZ8, eZ80, FR-V, H8, HT48, M16C, M32C, MIPS, MSP430, PIC, PowerPC, R8C, SHARC, ST6, SuperH, TLCS-47, TLCS-870, TLCS-900, Tricore, V850, x86, XE8000, Z80, etc.

Exemplo de um SE ...



Integra diversas tecnologias:

- Transmissão rádio
- Tecnologia de sensores
- Indutância magnética para energia
- CPUs (leitura de sensores, processamento de dados e comunicação)

CPU e bobine de leitura na mesa. Lê o nível de fluido no recipiente e chama o empregado quando atinge nível baixo

Caracterização dos SE

E quais são as consequências de todas estes requisitos e restrições?

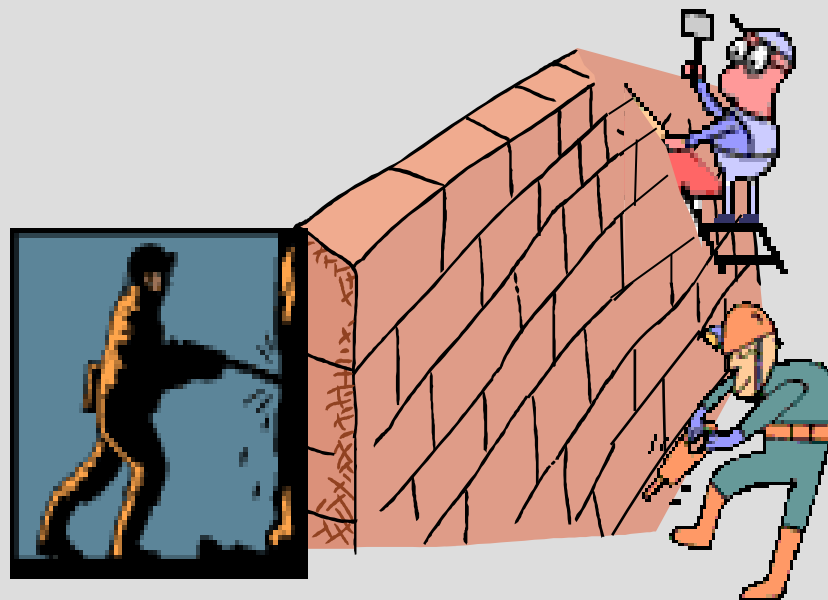
- Necessidade de **métodos e ferramentas específicas** para:
 - A **especificação** de ES
 - A **modelação** de ES
 - A **implementação** de ES
 - A **validação** de ES

Enquadramento

E esta opção não é para “pessoal de ET” / pessoal de “ECT” ?

CS

EE



Área multi-disciplinar/transversal!
Complementaridade entre ambas as áreas.

É para ambos!

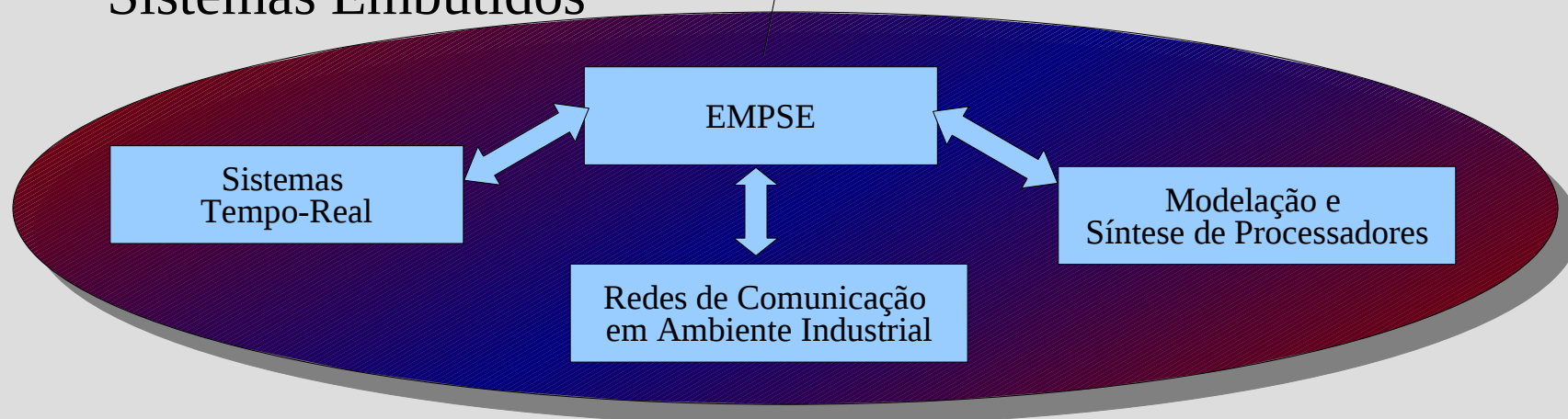
Enquadramento

Enquadramento:

Formação inicial:

- Arquitectura de Computadores
- Algoritmos/Programação
- Matemática
- Física
- Redes
- ...

Sistemas Embutidos



Saídas profissionais

Ah! E afinal em que é que o que vou aprender nesta disciplina pode afectar a minha felicidade?

- Para além de ficar com medo (ou mesmo pânico) de andar de avião, de acidentes em centrais nucleares, indústrias químicas (entre outros medos ...), a área de ES proporciona **múltiplas saídas profissionais**:
 - Desenvolvimento de equipamentos de rede, “*appliances* domésticas”, ...
 - Sistemas de transporte e veiculares
 - Sistemas de controlo e supervisão em indústrias de processo e manufactura, ...
 - Desenvolvimento de maquinaria industrial
 - Indústria aeroespacial, indústria de defesa
 - ...

Dados da disciplina

Passando agora a assuntos mais burocráticos ...

- Dados da disciplina:

- Nome: **Especificação, Modelação e Projecto de Sistemas Embutidos**
- Responsável: **Paulo Pedreiras**
- Contactos: **DETI Gab. 321, pbrp@ua.pt**
- *Site*: **<http://www.ieeta.pt/~pedreiras/empse>**
- Cursos: **MIET/MIECT**
- Área/Sub-área Científica: **Informática / Ciência e Tecnologia da Programação**

Objectivos de formação

- Conhecer a **especificidade dos SE** por oposição a sistemas computacionais genéricos e identificar as diversas vertentes das restrições que lhes aparecem normalmente associadas;
- Estudar as **arquitecturas e paradigmas** de software tipicamente usadas para o **desenvolvimento** de SEs;
- Compreender o **ciclo de projecto de SEs**;
- Conhecer alguns dos **paradigmas de modelação** de SEs mais representativos;
- Compreensão do papel da **simulação** no projecto e desenvolvimento de SEs;

Objectivos de formação(2)

- Conhecer as **vantagens e limitações** das ferramentas/metodologias utilizadas;
- Capacidade de **utilização** dos conhecimentos adquiridos nas diversas fases do **projecto** de sistemas embutidos, envolvendo nomeadamente a especificação, a modelação, a simulação e a síntese.

Funcionamento

Organização do trabalho:

- Haverá diversos tipos de aulas e trabalhos:
 - **Aulas Teóricas**
 - carácter essencialmente expositivo. A participação é todavia bem-vinda (e valorizada)
 - **Aulas “hands on”**
 - familiarização com algumas ferramentas de modelação, simulação e síntese
 - **Aulas Práticas**
 - Desenvolvimento de mini-projectos em grupo (complementado com algum trabalho fora das aulas)
 - **Trabalho de pesquisa**
 - um trabalho por grupo, inclui apresentação e discussão em aula teórica

Avaliação

Método de avaliação

- **Época normal:**

- [Teórica: 50%]
 - Exame: 40%, trabalhos de pesquisa: 10% (5% docente + 5% pelos pares)
- [Prática: 50%]
 - Mini-projecto (relatório-25%; *log book*-5%, apresentações-10%) + trabalhos complementares das sessões práticas - 10%

- **Época de recurso:**

- [Teórica: 50%]
 - Exame
- [Prática: 50%]
 - Nota correspondente da época normal ou exame prático

Nota mínima de **7 valores** para qualquer das componentes

Bibliografia

Bibliografia principal:

- Marwedel, P., “Embedded System Design”, Springer, 2003
- Buttazzo, G., “Hard Real-Time Computing Systems: Predictable Scheduling Algorithms and Applications”, 2nd Ed., Springer, 2004
- Campbell, S., L., J.P. Chancelier, R. Nikoukhah, “Modeling and Simulation in Scilab/Scicos”, Springer, 2005
- Douglass, B. P., D. Harel, “Real-Time UML: Developing Efficient Objects for Embedded Systems”, 2nd Ed., Addison Wesley Longman

Serão fornecidas referências bibliográficas adicionais em alguns módulos