

# Módulo I – Linux Embarcado

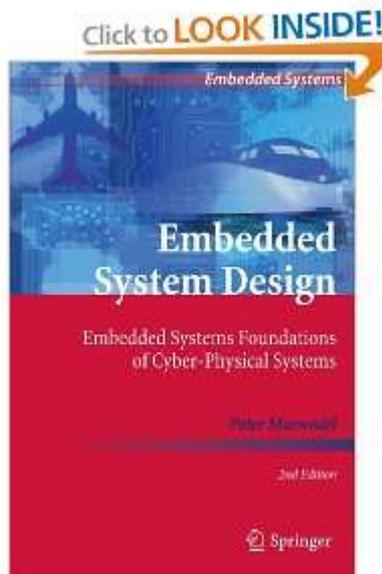
## Introdução a Sistemas Embarcados

Meios Eletrônicos Interativos II  
2o. Semestre de 2011

# Material de Referência

- Peter Marwedel

<http://ls12-www.cs.tu-dortmund.de/en/teaching/courses/index.html>



# TI: Futuro

- Futuro de TI:
  - *Disappearing computer,*
  - *Ubiquitous computing,*
  - *Pervasive computing,*
  - *Ambient intelligence,*
  - *Post-PC era,*
  - *Cyber-physical systems.*
- Tecnologias básicas:
  - *Sistemas Embarcados*
  - Tecnologias de Comunicação



# Sistemas Ciber-Físicos

- “Information technology (IT) is on the verge of another revolution. ....
- networked systems of embedded computers ... have the potential to change radically the way people interact with their environment by linking together a range of devices and sensors that will allow information to be collected, shared, and processed in unprecedented ways. ...
- The use ... throughout society **could well dwarf previous milestones in the information revolution.**”

*National Research Council Report (US)  
Embedded Everywhere, 2001*

# Embedded Systems & Cyber-Physical Systems

“Dortmund“ Definition: [Peter Marwedel]

**Embedded systems are information processing systems embedded into a larger product**

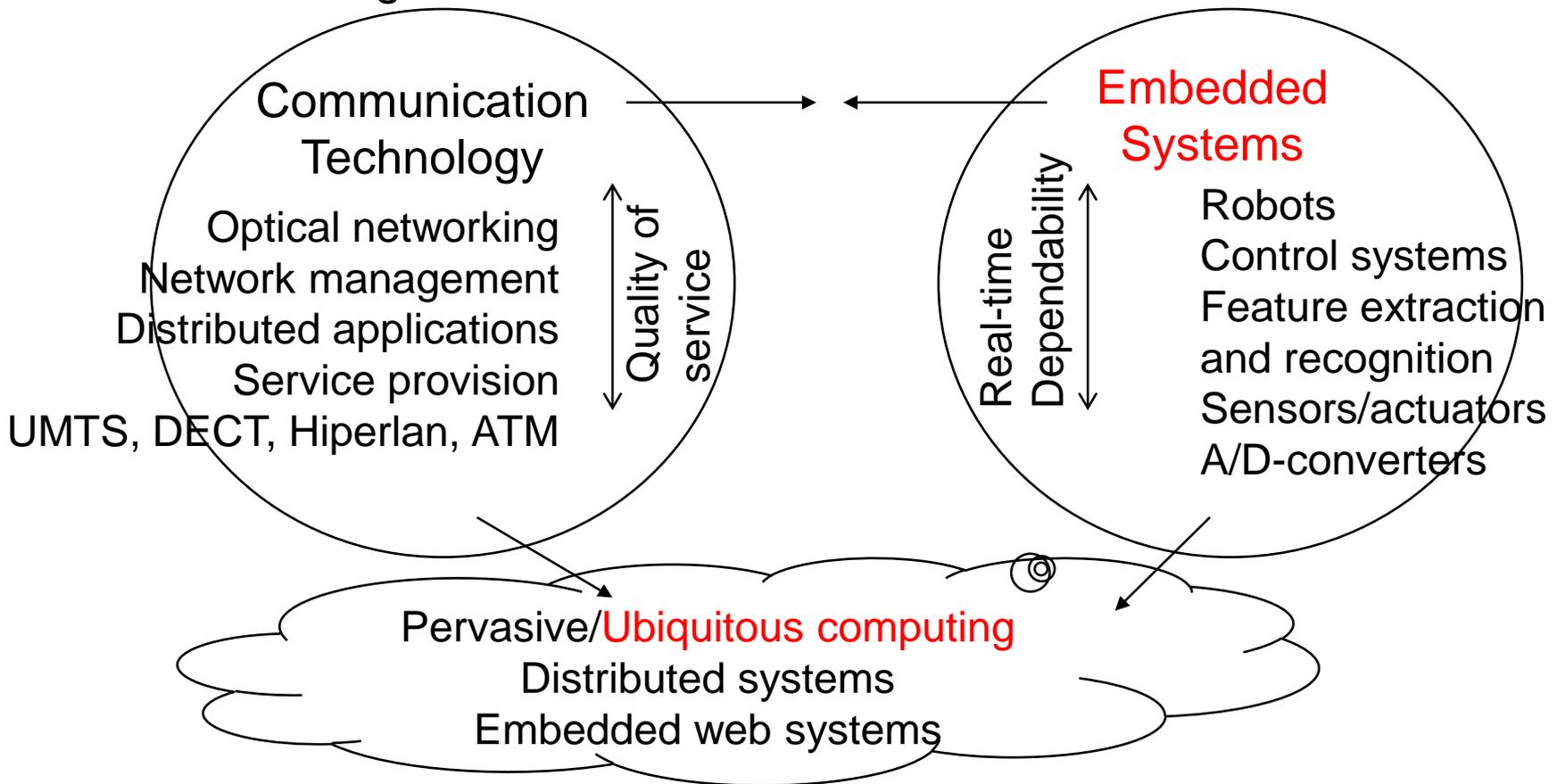
Berkeley: [Edward A. Lee]:

**Embedded software is software integrated with **physical** processes. The technical problem is managing **time** and **concurrency** in computational systems.**

☞ **Definition: **Cyber-Physical (cy-phy) Systems**** (CPS) are integrations of computation with physical processes [Edward Lee, 2006].

# Sistemas Embarcados e Computação Ubíqua

- Computação Ubíqua: Informação *anytime, anywhere*.
- Tecnologia Fundamental: Sistemas Embarcados.



# Áreas de Aplicação e Exemplos

---



# Eletrônica Automotiva

Funções executadas por processamento embarcado:

- ABS: Anti-lock braking systems
- ESP: Electronic stability control
- Airbags
- Efficient automatic gearboxes
- Theft prevention with smart keys
- Blind-angle alert systems
- ... etc ...



- Múltiplas redes
  - Body, engine, telematics, media, safety, ...
- Múltiplos processadores em rede
  - Até 100



# Avionica

- Flight control systems,
- anti-collision systems,
- pilot information systems,
- power supply system,
- flap control system,
- entertainment system,
- ...
- “Dependability” é o aspecto mais importante.



# Railways

- Segurança Física (Safety)
  - Dependability



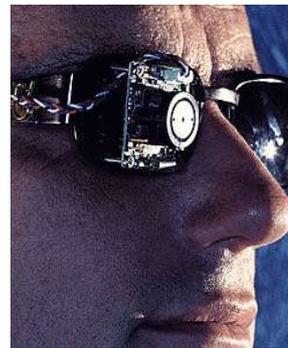
# Telecomunicações

- Telefones móveis,
- Sistemas GPS,
- Banda Larga,
- Sistemas Reservados para polícia, ambulâncias, resgate...



# Sistemas Médicos

- Exemplo:
  - Olho artificial: há varias abordagens, por ex.:
    - Camera montado em óculos; computador no cinto ou na haste do óculo; saída conectada diretamente ao cérebro (“pioneering work by William Dobelle”). Previously at [[www.dobelle.com](http://www.dobelle.com)]



# Sistemas de Autenticação

- Finger print sensors
- Access control
- Airport security systems
- Smartpen®
- Smart cards
- ....

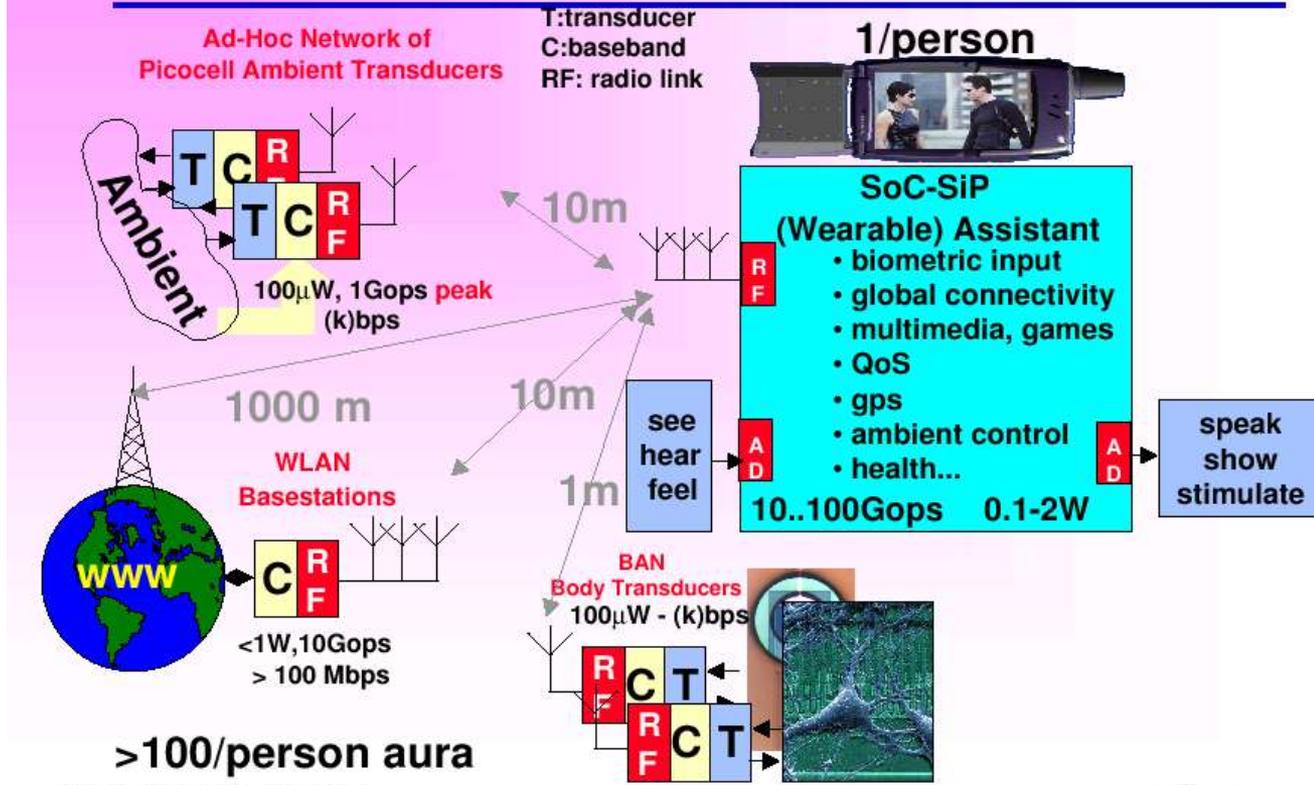


# Eletrônica de Consumo

- Exemplos

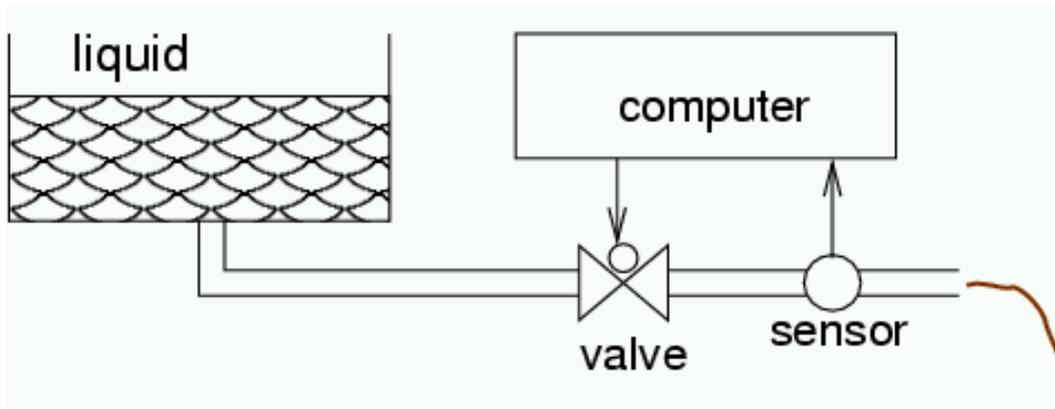


## Ambient Intelligence Global System



# Automação Industrial

## Exemplo



# Máquinas Agrícolas e Florestais



- Sistema de Computador em rede
  - Controlar articulações & ferramentas
  - Navegar pela floresta
  - Registrar as árvores colhidas

# Smart buildings

## Exemplo

- Integração de:  
Refrigeração, iluminação,  
reserva de salas,  
atendimento de  
emergência,  
comunicação, segurança
- Meta: “Zero-energy  
building”



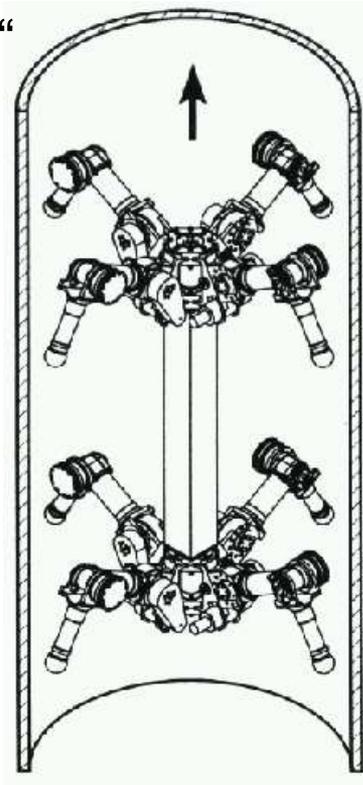
# Logística

- Tecnologia para logística:
  - RTLS: Sistemas de Rastreamento e Localização em Tempo Real
  - RFID: Radio frequency identification.
  - Comunicação móvel.
  - Necessidade de atender restrições de Tempo-Real e Escalonamento -> conectando Sistemas Embarcados e Logística.

# Robótica

## Exemplos

- “Pipe-climber“



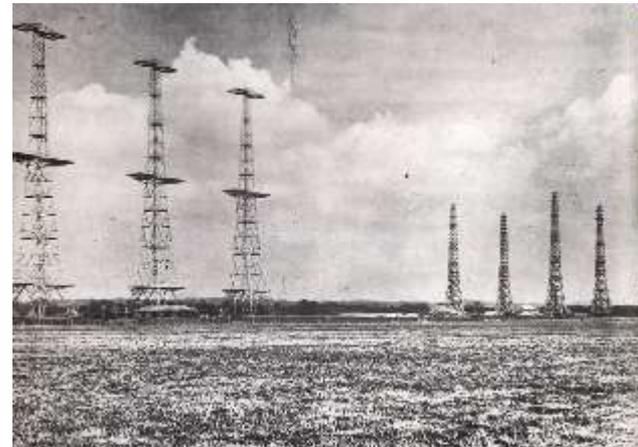
- Robot “Johnnie“ (Courtesy and ©: H.Ulbrich, F. Pfeiffer, TU München)



Show movie of 2-legged robot(s)

# Aplicações Militares

- Exemplos:
  - Radares Militares
  - UAV's
  - Wearable Clothes



# Questões Educacionais

---



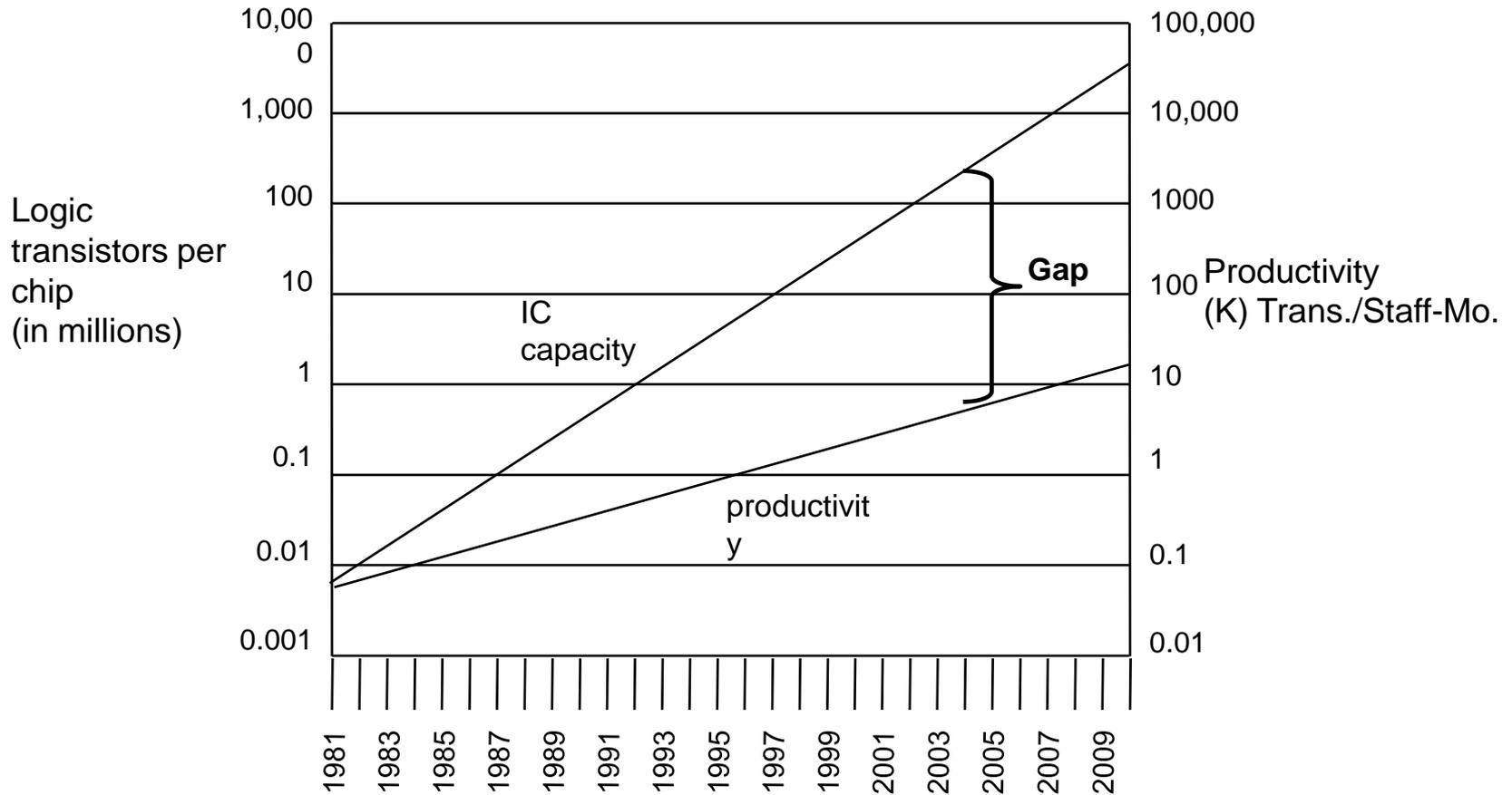
# Exigências do Mercado

- Com o novo cenário de TI, especialmente sistemas Ciber-Físicos há uma necessidade de desenvolver uma grande **quantidade** de novos dispositivos embarcados, atendendo uma gama muito ampla de aplicações
- Além da quantidade, há o problema da **complexidade**, pois cada dispositivo novo apresenta novos desafios de projeto devido às questões multidisciplinares envolvidas para atender às novas aplicações
- Muitos dispositivos Ciber-Físicos terão interação com o mundo físico através de sensores e atuadores, exigindo portanto conhecimento do mundo físico (por exemplo, anatomia e fisiologia humana no caso de dispositivos médicos) novas formas de design, incluindo modelagem, síntese e validação
- Teoria de controle será uma disciplina altamente exigida no contexto de sistemas Ciber-Físicos devido ao processo de realimentação envolvida

# Design Gap

- Para atender à demanda por novos dispositivos, a quantidade e/ou produtividade deverá ser aumentada
- Todavia, estudos do Design Gap de projeto de Circuitos Integrados e Software, especificamente, apontam para um potencial problema de existência de mão de obra qualificada, agravada pela procura cada vez menor de candidatos para cursos de Engenharia e Ciência da Computação
- A figura do próximo slide expõe o Design Gap de Projeto de CI's , mas é válido também para a Engenharia Elétrica e Computação

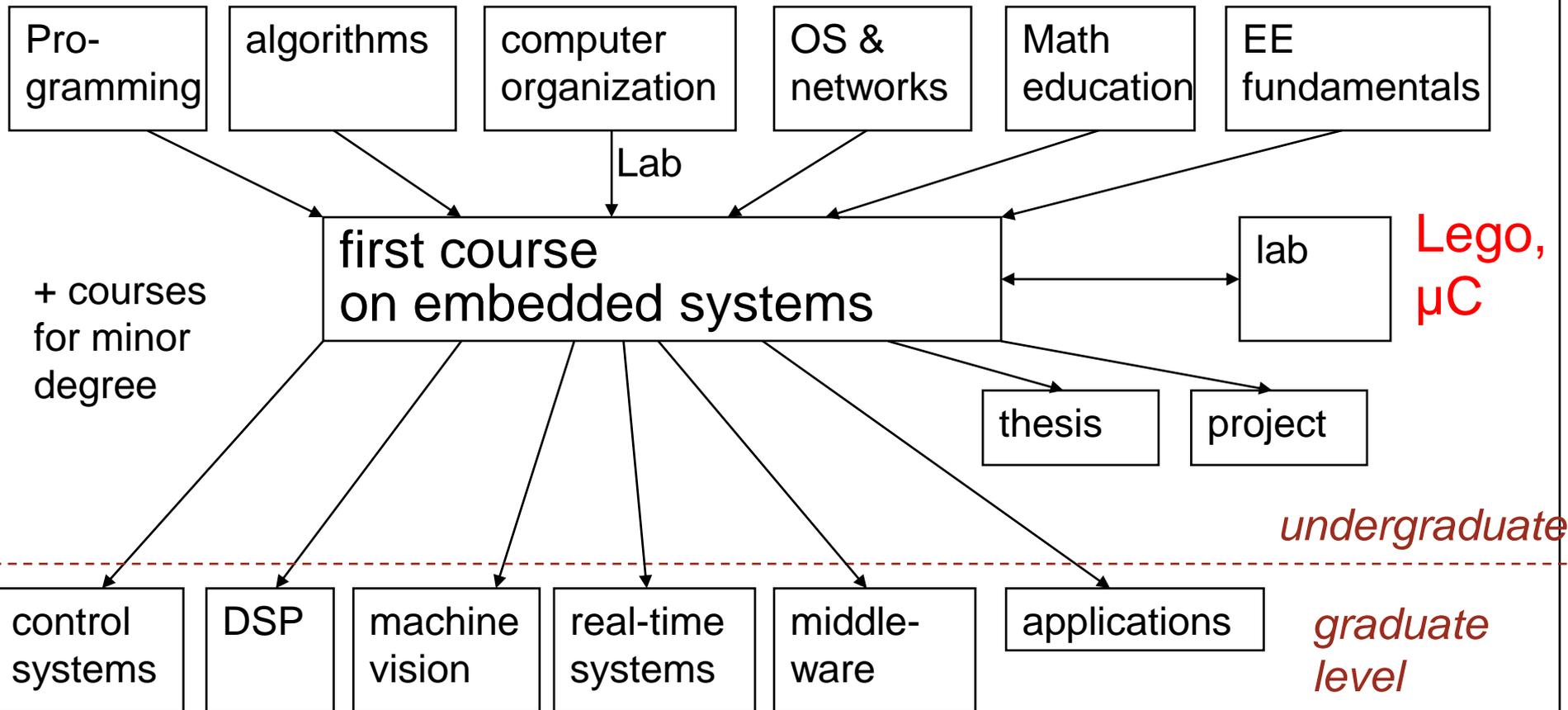
# Problema do “Design Gap”



# Perfil do profissional: novas questões

- Sistemas Ciber-Físicos trazem novas necessidades de perfil de profissional
  - Formação com conhecimento abrangendo diversas Engenharias, Ciência da Computação, etc.
  - Teoria de Controle, por exemplo, passa a ser uma disciplina de base para os novos profissionais

# Conceito de Ensino de SE em Dortmund



# Estrutura Curricular para um Curso de CC de 4,5 anos

Term				
1	Computer organization		Programming & semantics	Math education
2	Circuits & communication	OS	Algorithms	
3	HW lab	Networks	SW lab	
4		Databases	...	
5	Embedded systems fundamentals	Software engineering	...	
6	Advanced topic in ES	...	...	
7	Project group	...	All dependences met	
8		...	...	
9	Thesis			

Idem, 3 anos

Term				
1	Computer organization		Programming & semantics	Math education
2	Circuits & communication	OS	Algorithms	
3	HW lab	Networks	SW lab	
4		Databases	...	
5	Embedded systems fundamentals	Software engineering	...	
6	Bachelor project + Thesis	...	...	

All dependences met

# Características de SE

---



# Dependability

- SE's devem ser ***dependable*** (“confiável”, “seguro”) ,
  - **Reliability  $R(t)$**  = probabilidade do sistema trabalhar corretamente no instante  $t$  dado que ele estava trabalhando corretamente no instante  $t=0$ .
  - **Maintainability  $M(d)$**  = probabilidade do sistema estar trabalhando corretamente  $d$  unidades de tempo após um erro ter acontecido.
  - **Availability  $A(t)$** : probabilidade do sistema estar trabalhando no tempo  $t$ .
  - **Safety**
  - **Security**

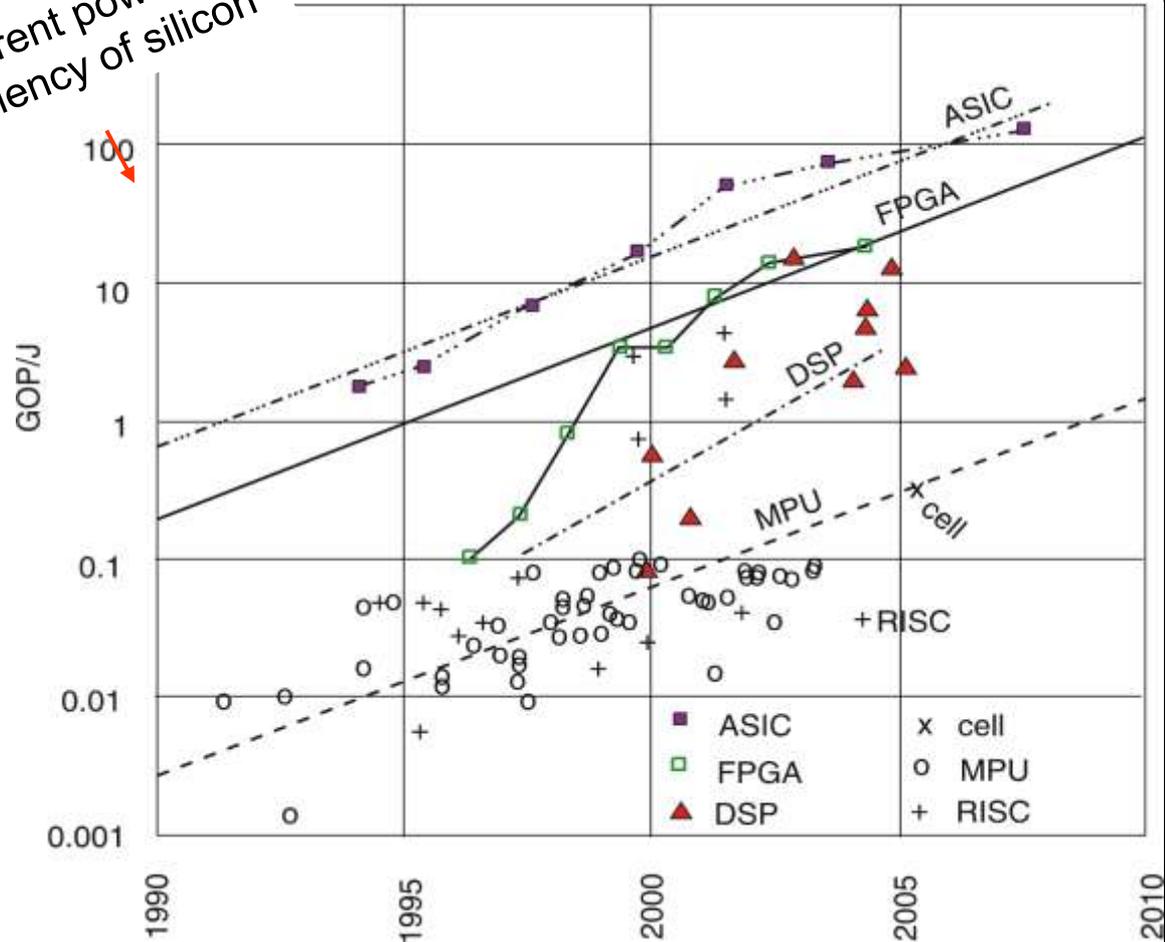
# Eficiencia

- ES must be **efficient**
  - Code-size efficient  
(especially for systems on a chip)
  - Run-time efficient
  - Weight efficient
  - Cost efficient
  - Energy efficient

# Importance of Energy Efficiency

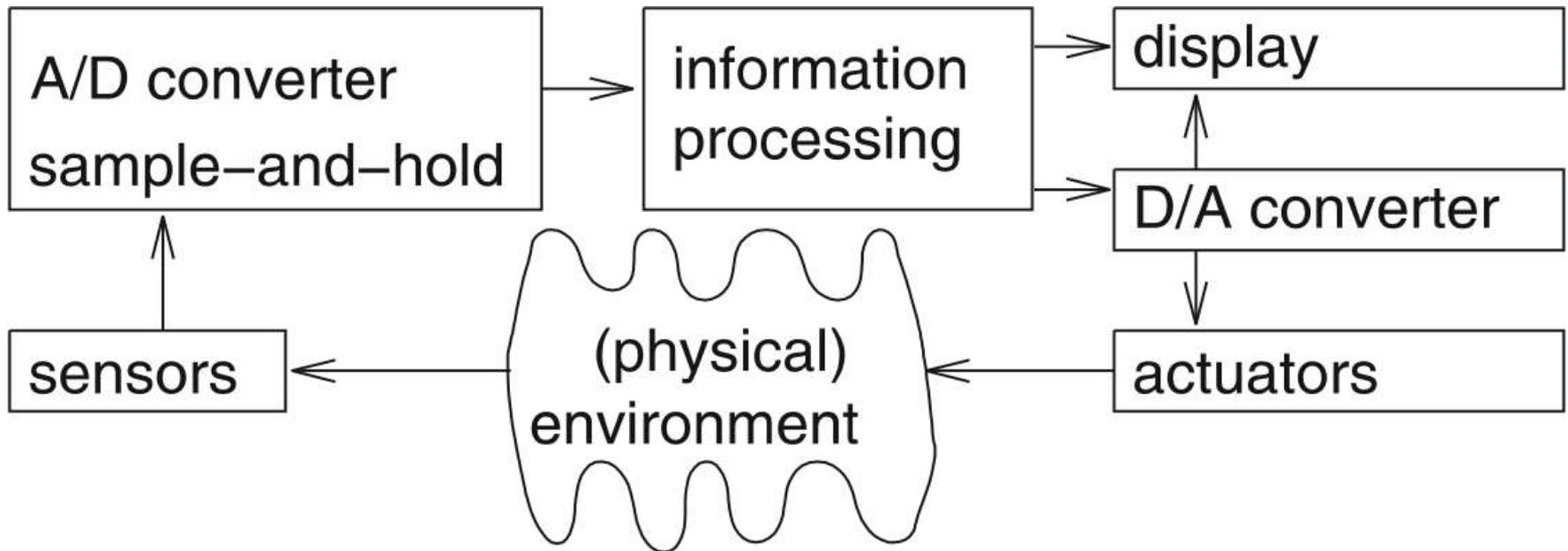
Efficient software design needed, otherwise, the price for software flexibility cannot be paid.

“inherent power efficiency of silicon”



# HW de Sistemas Embarcados

- Frequentemente HW de SE opera em malha fechada (“*hardware in a loop*“):



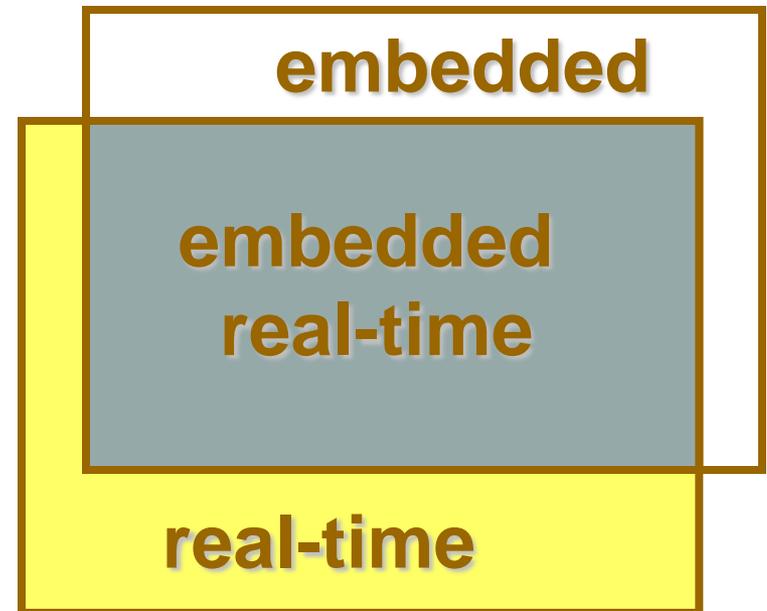
☞ Sistemas ciber-físicos

# Restrições de Tempo-Real

- Muitos SE devem atender restrições de **tempo-real**
  - Um sistema tempo-real deve reagir a um estímulo de um objeto controlado (ou o operador) dentro de um intervalo de tempo ditado pelo ambiente.
  - Em sistemas tempo-real, respostas corretas chegando muito tarde são erradas.
  - **Dois tipos básicos:**
    - **Hard Real-Time**
    - **Soft Real-Time**

# Sistemas de Tempo-Real

- Embarcado e Tempo-Real são sinônimos?
  - Muitos sistemas embarcados são tempo-real
  - Muitos sistemas tempo-real são embarcados



# Sistemas Reativos & híbridos

- Tipicamente, SE's são **sistemas reativos**:  
“Um sistema reativo é aquele que está em contínua interação com o ambiente e executa num ritmo determinado pelo ambiente“ [Bergé, 1995]  
Comportamento depende da entrada e do estado atual.  
☞ modelo de automata é apropriado,  
    modelo de funções computáveis é inapropriado.
- **Sistemas Híbridos**  
(partes analógicas + digitais). Representado por uma combinação de modelos discretos no tempo (FSM) e contínuo no tempo (EDP).

# Sistemas Dedicados

- **Dedicated** towards a certain **application**  
Knowledge about behavior at design time can be used to minimize resources and to maximize robustness
- **Dedicated user interface**  
(no mouse, keyboard and screen)

# Sumário

- Futuro de TI
- Sistemas Embarcados & Ciber-Físicos
- Áreas de Aplicação
- Exemplos
- Curriculum
- Características

# Mais informações?

- Sistemas Ciber-Físicos
  - Berkeley Chess Group
  - Palestras de Alberto Sangiovanni Vincentelli

Obrigado!

---