
Projeto de Sistemas Digitais

(EEC0055)

Mestrado Integrado em
Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

4º ano, 1º semestre

José Carlos Alves (jca@fe.up.pt)
Guilherme Carvalho (gcarvalho@fe.up.pt)

Gabinete I228 - extensão FEUP 1847/3365 - telemóvel 919339372

Objetivos

Fornecer aos alunos conhecimentos sobre os aspetos tecnológicos e metodológicos do processo de projeto de sistemas digitais complexos, tendo em vista a sua realização em tecnologias micro-eletrónicas digitais integradas (ASICs e FPGAs);

Desenvolver a capacidade de conceber, projetar e implementar sistemas digitais dedicados para processamento de dados e controlo de sistemas recorrendo a ferramentas industriais de projeto assistido por computador;

*"if you can do it with a microprocessor, do it that way."
Peter Alfke, XILINX*

O que NÃO se estuda em PSDi ?

- **Microcontroladores/microprocessadores**
- Minimização/otimização de funções booleanas
- Programação de CPUs (convencionais)
- Desenho de cartas de circuito impresso
- Projeto ou análise de circuitos analógicos
- Desenho de circuitos digitais ao nível do transistor

O que NÃO se estuda em PSDi ?

- Microcontroladores/microprocessadores
- **Minimização/otimização de funções booleanas**
- Programação de CPUs (convencionais)
- Desenho de cartas de circuito impresso
- Projeto ou análise de circuitos analógicos
- Desenho de circuitos digitais ao nível do transistor

O que NÃO se estuda em PSDi ?

- Microcontroladores/microprocessadores
- Minimização/otimização de funções booleanas
- **Programação de CPUs (convencionais)**
- Desenho de cartas de circuito impresso
- Projeto ou análise de circuitos analógicos
- Desenho de circuitos digitais ao nível do transistor

O que NÃO se estuda em PSDi ?

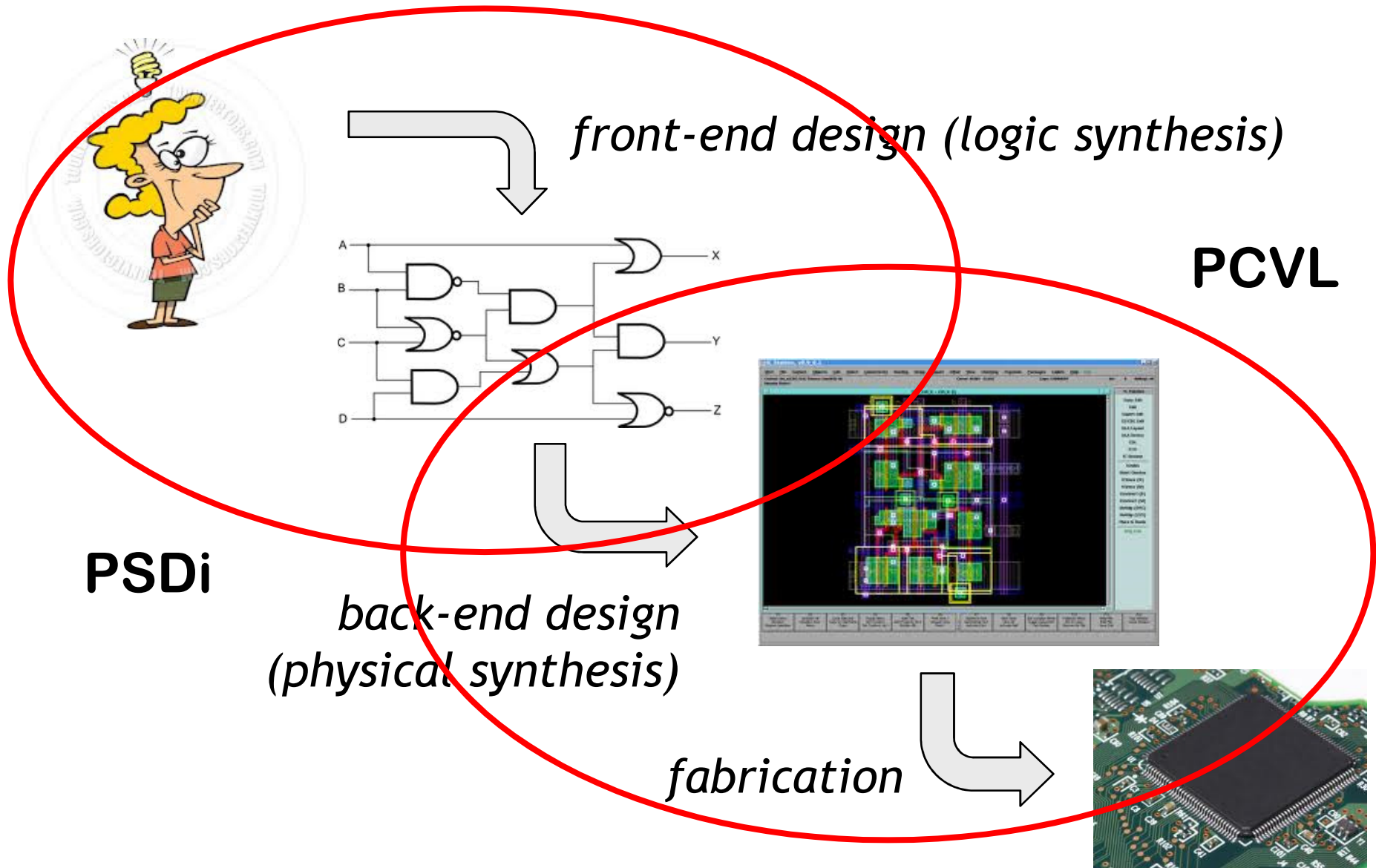
- Microcontroladores/microprocessadores
- Minimização/otimização de funções booleanas
- Programação de CPUs (convencionais)
- **Desenho de cartas de circuito impresso**
- Projeto ou análise de circuitos analógicos
- Desenho de circuitos digitais ao nível do transistor

O que NÃO se estuda em PSDi ?

- Microcontroladores/microprocessadores
- Minimização/otimização de funções booleanas
- Programação de CPUs (convencionais)
- Desenho de cartas de circuito impresso
- **Projeto ou análise de circuitos analógicos**
- Desenho de circuitos digitais ao nível do transistor

O que NÃO se estuda em PSDi ?

- Microcontroladores/microprocessadores
- Minimização/otimização de funções booleanas
- Programação de CPUs (convencionais)
- Desenho de cartas de circuito impresso
- Projeto ou análise de circuitos analógicos
- **Desenho de circuitos digitais ao nível do transistor**



Principais tópicos

- Fluxo de projeto de sistemas digitais:
 - modelação + verificação + síntese + implementação
- Especificar SDs usando HDLs (*Hardware Description Languages*)
 - descrever o comportamento de SDs: ***não é programação...***
- Verificar SDs em diferentes estágios do projecto
 - como provar que o circuito em projeto faz o pretendido?
- Modelizar, sintetizar e implementar modelos em HDLs
 - traduzir uma descrição abstrata para portas lógicas e registos
- Conceber e implementar SDs para cenários realistas
 - projeto integrador a realizar na segunda metade do semestre
- Avaliar compromissos e limitações tecnológicas
 - rapidez, área, custo, consumo de energia

No final os estudantes devem saber...

- **Identificar as tarefas principais** do processo de projeto industrial de sistemas digitais para diferentes tecnologias micro-eletrónicas.
- **Dominar o processo de modelação** de sistemas eletrónicos digitais para síntese e simulação usando linguagens de descrição de *hardware* digital.
- **Planear processos de verificação** e desenvolver plataformas para verificação de sistemas digitais em vários estágios do processo de projeto.
- **Projetar sistemas digitais síncronos** com um ou mais domínios de relógio, focando a otimização do projeto para área ou desempenho.
- **Avaliar comparativamente diferentes implementações** de circuitos aritméticos para as operações elementares e funções transcendentais.
- **Identificar os processos associados ao consumo de energia** em circuitos digitais (CMOS) e aplicar princípios de projeto para circuitos digitais de baixo consumo energético.

e ainda...

- **Desenvolver aptidões pessoais, profissionais e inter-pessoais** com a realização de trabalhos laboratoriais (em equipa) e elaboração dos respetivos relatórios.

Metodologia

- Aulas teóricas de exposição (2h)
 - baseadas em *slides* e análise de casos de estudo
- Aulas práticas laboratoriais
 - 2h presenciais 15 em 15 dias, 2h remotas de 15 em 15 dias
 - 3 trabalhos laboratoriais individuais (esforço estimado):
 - Trabalho 1, 10h - conclusão em meados de Outubro
 - Trabalho 2, 6h - conclusão início de Novembro
 - Trabalho 3, 40h - conclusão antes do Natal
 - 1º e 2º trabalhos com carácter introdutório
 - familiarização com as metodologias e ferramentas de projeto
 - 3º trabalho: projeto integrador
 - projeto de um sistema digital complexo, implementação física e verificação

Projeto integrador

- Objetivo
 - projetar e simular um sistema digital completo, complexo e realista
 - implementar e verificar o seu funcionamento em hardware real (*silício*)
- Recursos
 - ferramentas de projeto e bancada de prototipagem (baseada em FPGA)
 - sistemas ou dispositivos acessórios para interface e controlo
- Alguns trabalhos anteriores
 - processamento de imagem em tempo real: *overlay*, função de transferência linear, filtro FIR, seguimento de mira
 - interface com sensor linear de imagem
 - interface com *codec* de áudio
 - filtro FIR longo (16384 coeficientes, stereo, 16 bit@48 kHz)
 - processador de efeitos especiais de áudio baseado em ecos
 - sonar, emissor digital de FM stereo, sensor de vento...

Avaliação

- Trabalhos e relatórios: 50% (10 em 20 valores)
 - valores de referência para os 3 trabalhos práticos:
 - T1: 10% (2 valores), T2: 5% (1 valor), T3: 35% (7 valores)
 - nota mínima para aprovação: 8/20 valores (40%)
- Exame final: 50% (10 em 20 valores)
 - nota mínima para aprovação: 8/20 valores (40%)
- Obtenção de frequência
 - mínimo de 40% na avaliação prática