



Serviço Público Federal

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

Plano de Ensino de Disciplina

Título da disciplina: Tópicos Especiais em Instrumentação

Código: ELE401

Título do Tópico: Inteligência Computacional em Hardware

Professor responsável: Tiago Oliveira Weber

Número de créditos: 2

Número de horas/aula: 30 horas-aula

Semestre: 2025/1

Súmula:

Inteligência computacional em sistemas embarcados com sensores; restrições de hardware; simulação de sistemas analógicos, digitais e de sinal misto; inteligência computacional em circuitos analógicos e de sinal misto; inteligência computacional em circuitos digitais; simulação de sistemas digitais e sistemas analógicos; sistemas neuromórficos.

Objetivos:

Apresentar conceitos básicos relacionados inteligência computacional voltados para sistemas com restrições de hardware; apresentar conceitos relacionados a treinamento de sistemas inteligentes com restrições de hardware; estudar a simulação de sistemas analógicos, digitais e de sinal misto voltados à inteligência computacional; estudar conceitos básicos em projeto de circuitos e sistemas analógicos voltados à inteligência computacional.

Programa (Conteúdo):

Semana	Conteúdo
1	Apresentação da Disciplina
2 e 3	Conceitos básicos em Inteligência Computacional
4	IA com Restrições de Hardware
5 e 6	Poda e Quantização de Redes Neurais Artificiais
7	Revisão e Simulação de Sistemas Digitais
8	Sistemas baseados em Árvore de Decisão em Sistemas Digitais
9	Redes Neurais Digitais
10	Redes Neurais Digitais

Semana	Conteúdo
11	Revisão e Simulação de Sistemas Analógicos e de Sinal Misto
12	Neurônios Artificiais Analógicos em Circuitos
13	Redes Neurais Analógicas e de Sinal Misto
14 e 15	Discussão de artigos
16 e 17	Spiking Neural Networks
18	Spiking Neural Networks em Circuitos
19	Trabalho Final

Método de trabalho (principais atividades):

As aulas serão teóricas expositivas e práticas/experimentais em laboratórios computacionais.

Nas aulas teóricas, serão abordados conceitos relacionados a inteligência computacional em hardware e simulação de sistemas.

As aulas práticas corresponderão a simulação de sistemas e circuitos vistos durante as aulas teóricas, envolvendo atividades de programação. A apresentação dos enunciados dos trabalhos será realizada com antecedência para que sirvam como fio condutor para a exposição de temas relacionados ao seu desenvolvimento.

Até 20% das aulas poderão ser ministradas de forma remota e, nesses casos, serão utilizadas as plataformas virtuais disponíveis na universidade. As ferramentas utilizadas para exercícios e trabalhos serão preferencialmente de código aberto para permitir aos alunos facilidade de acesso às ferramentas dentro e fora da disciplina.

Metodologia de avaliação:

A nota final é composta por 3 trabalhos e um número variável de exercícios:

- T1: trabalho envolvendo pruning e quantização;
- T2: trabalho envolvendo inteligência artificial em sistemas digitais, ou sistemas analógicos ou de sinal misto;
- EXERC: número variável de exercícios sobre os diversos temas apresentados na disciplina. Estes exercícios poderão incluir simulações, otimizações, discussão de artigos científicos, entre outros. A nota é a média aritmética da nota dos exercícios.

A nota final será $(T1 + T2 + EXERC)/3$.

Os relatórios deverão ser apresentados no formato de um modelo previamente entregue e comentado na disciplina. Os temas dos trabalhos deverão ser discutidos de forma antecipada, durante o semestre, pelos alunos com o docente.

Todas atividades de avaliação ocorrerão de forma presencial. O Conceito Final respeita os seguintes critérios:

Conceito A para $MF \geq 9,0$; Conceito B para $7,5 \leq MF < 9,0$; Conceito C para $6,0 \leq MF < 7,5$; Conceito D para $MF < 6,0$ e Conceito FF para o aluno que obtiver frequência inferior a 75%, do período de aulas ministradas no semestre, de acordo com o Regimento Geral da Universidade (RGU), Art. 134.

Bibliografia básica:

- Sedra A. S. ; Smith K. C. Microeletrônica. Quinta Edição, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

- Vahid, F. Digital Design, Hoboken: John Wiley & Sons, 2007.
- Takano , S. Thinking Machines - Machine Learning and Its Hardware Implementation, Elsevier, 2021.

Bibliografia complementar:

- Meijer, G.; Pertijis, M.; Makinwa, K. Smart Sensor Systems: Emerging Technologies and Applications, John Wiley & Sons, 2014.
- Murmann, B. (Ed.); Hoefflinger, B. (Ed.). NANOCHIPS 2030 - On-Chip AI for an Efficient Data-Driven World, Springer, 2020.
- Balkir, S.; Dundar, G.; Ogrenci, S. Analog VLSI Design Automation. Boca Raton: CRC Press, 2003. ISBN 0-8493-1090-3.
- Razavi, B. Design of Analog CMOS Integrated Circuits. 1st ed. New York: McGraw-Hill, Inc., 2001.