

**PLANO DE ENSINO**

**CURSO: ENGENHARIA ELÉTRICA**

**Turno:** Integral/Noturno

**INFORMAÇÕES BÁSICAS**

Currículo 2009	Unidade Curricular Tópicos Especiais II: Computação Aritmética			
Professor: Erivelton Geraldo Nepomuceno Página: <a href="http://www.ufsj.edu.br/nepomuceno">www.ufsj.edu.br/nepomuceno</a> Horário de atendimento: Sextas, 13h30 às 16h30, Sala 4.23 EL.			Departamento Depel	
Período <b>10</b>	Carga Horária			Código CONTAC
	Teórica 48	Prática 24	Total 72	
Tipo Optativa	Habilitação / Modalidade --		Pré-requisito CIL	Co-requisito --

**EMENTA**

Representação de Números. Adição e Subtração. Multiplicação. Divisão. Ponto Flutuante (Norma IEEE 754-2008). Medição e Controle de Erros (Aritmética Intervalar). Introdução a Aritmética Reconfigurável (FPGA)

**OBJETIVOS**

- Ao fim da disciplina espera-se que o aluno seja capaz de
- Representar de números em diferentes bases
  - Compreender como as operações elementares (adição, subtração, multiplicação e divisão) são realizadas em computadores.
  - Representar números e realizar operações aritméticas sob a norma de ponto flutuante (IEEE IEEE 754-2008)
  - Medir e controlar erros (Aritmética Intervalar)
  - Introdução a aritmética reconfigurável (FPGA)

**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

1. Introdução. 2. Representação Numérica 2.1. Números e aritmética 2.2. Representação de números com sinal 2.3. Sistema redundante de números 3. Introdução ao FPGA 4. Adição e Subtração 4.1. Adição básica e Contadores 4.2. Adição e registradores 4.3. Adição rápida 5. Multiplicação 5.1. Esquemas básicos de multiplicação 6. Divisão 6.1. Esquemas básicos de divisão	7. Aritmética com números reais – Norma IEEE - 754 7.1. Representação em ponto flutuante 7.2. Operações com ponto flutuante 7.3. Aritmética com erros e controle do erro 7.4. Aritmética Intervalar 7.5. Confiabilidade em aritmética 8. Cálculo de funções 8.1. Métodos para raiz quadrada 8.2. Algumas funções especiais 9. Aritmética reconfigurável e aplicações 9.1. Alta saída 9.2. Potência baixa 9.3. Tolerância a falta 9.4. Aritmética reconfigurável (FPGA)
---	---

**METODOLOGIA E RECURSOS COMPLEMENTARES**

- Aulas expositivas com uso do quadro, de recursos de multimídia e de apostilas.
- Exercícios e trabalhos computacionais voltados para a aplicação dos conceitos estudados.
- Testes teóricos (provas) visando a revisão e consolidação dos conceitos adquiridos

## PLANO DE ENSINO

### CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

- **Itens de avaliação:**
  - T<sub>1</sub>: Exercícios para entregar e em sala de aula.
  - T<sub>2</sub>: Elaboração da proposta do seminário.
  - T<sub>3</sub>: Fundamentação teórica e Metodologia do seminário.
  - T<sub>4</sub>: Resultados parciais para o seminário.
  - T<sub>5</sub>: Artigo científico de 6 a 8 páginas do seminário.
  - T<sub>6</sub>: Apresentação.
  - P<sub>s</sub>: Prova substitutiva (conteúdo de toda a disciplina).
- **Observações:**
  - Cada item será avaliado em uma nota de 0 a 100.
  - A nota T<sub>1</sub> é a média das notas de cada exercício.
  - As orientações para o seminário que compõe as notas N<sub>2</sub> a N<sub>6</sub> encontram-se na página do professor.
- **Cálculo das Notas:**
  - A N<sub>1</sub> (escala de 0 a 10) é dada por:
$$N_1 = \frac{2T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + 4T_5 + T_6}{100}$$
  - O aluno poderá realizar a prova substitutiva (P<sub>s</sub>), sendo que:
$$N_2 = \frac{1}{2} \left( N_1 + \frac{P_s}{100} \right)$$
  - Para atender o § 3º do Art. 19 (Resolução Conep 12/2018), a nota final do aluno será a maior nota entre N<sub>1</sub> e N<sub>2</sub> dada por:
$$N_F = \text{máximo}(N_1, N_2)$$
- **O aluno será aprovado somente se  $N_F \geq 6,0$ .**

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- Parhami, B. (2012). *Computer arithmetic algorithms and hardware architectures*. Oxford University Press, New York.
- Overton, M. L. (2001). *Numerical Computing with IEEE Floating Point Arithmetic*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Moore, R. E., Kearfott, R. B., & Cloud, M. J. (2009). *Introduction to Interval Analysis*. SIAM.

### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- Antelo, E., Hough, D., & Jenne, P. (2012). Guest Editors' Introduction: Special Section on Computer Arithmetic. *IEEE Transactions on Computers*, 61(8), 1057–1058.  
<https://doi.org/10.1109/TC.2012.153>
- Boldo, S. (2013). How to Compute the Area of a Triangle: A Formal Revisit. In *2013 IEEE 21st Symposium on Computer Arithmetic* (pp. 91–98). IEEE.  
<https://doi.org/10.1109/ARITH.2013.29>
- Bruguera, J. D. (2014). Optimizing the representation of intervals. *Science of Computer Programming*, 90(PART A), 21–33. <https://doi.org/10.1016/j.scico.2013.06.002>
- Corless, R. M. (1994). What good are numerical simulations of chaotic dynamical systems? *Computers & Mathematics with Applications*, 28(10), 107–121.  
[https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0898-1221\(94\)00188-X](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0898-1221(94)00188-X)

### PLANO DE ENSINO

- Ferrar, W. L. (1938). *A Text-Book of Convergence*. Oxford : Clarendon Press.
- Galias, Z. (2013). The Dangers of Rounding Errors for Simulations and Analysis of Nonlinear Circuits and Systems?and How to Avoid Them. *IEEE Circuits and Systems Magazine*, 13(3), 35–52. <https://doi.org/10.1109/MCAS.2013.2271444>
- Goldberg, D. (1991). What every computer scientist should know about floating-point arithmetic. *ACM Computing Surveys*, 23(1), 5–48. <https://doi.org/10.1145/103162.103163>
- Hasan, A., Kerrigan, E. C., & Constantinides, G. A. (2013). Control-Theoretic Forward Error Analysis of Iterative Numerical Algorithms. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 58(6), 1524–1529. <https://doi.org/10.1109/TAC.2012.2225513>
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). (2008). IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic. *IEEE Std 754-2008*, 1–70. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2008.4610935>
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). (2015). IEEE Standard for Interval Arithmetic. *IEEE Std 1788-2015*, 1–97. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2015.7140721>
- Lozi, R. (2013). Can we trust in numerical computations of chaotic solutions of dynamical systems ? In C. Letellier & R. Gilmore (Eds.), *Topology and Dynamics of Chaos: In Celebration of Robert Gilmore's 70th Birthday* (pp. 63–98). London: World Scientific. [https://doi.org/10.1142/9789814434867\\_0004](https://doi.org/10.1142/9789814434867_0004)
- Mendes, E. M. A. M., & Nepomuceno, E. G. (2016). A Very Simple Method to Calculate the (Positive) Largest Lyapunov Exponent Using Interval Extensions. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 26(13), 1650226. <https://doi.org/10.1142/S0218127416502266>
- Moore, R. E., Kearfott, R. B., & Cloud, M. J. (2009). *Introduction to Interval Analysis*. Philadelphia: SIAM.
- Nepomuceno, E. G. (2014). Convergence of recursive functions on computers. *The Journal of Engineering*, 2014(10), 560–562. <https://doi.org/10.1049/joe.2014.0228>
- Nepomuceno, E. G., & Martins, S. A. M. (2016). A lower bound error for free-run simulation of the polynomial NARMAX. *Systems Science & Control Engineering*, 4(1), 50–58. <https://doi.org/10.1080/21642583.2016.1163296>
- Nepomuceno, E. G., & Mendes, E. M. A. M. (2017). On the analysis of pseudo-orbits of continuous chaotic nonlinear systems simulated using discretization schemes in a digital computer. *Chaos, Solitons & Fractals*, 95, 21–32. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2016.12.002>
- Nepomuceno, E. G., Martins, S. A. M., Lacerda, M. J., & Mendes, E. M. A. M. (2018). On the Use of Interval Extensions to Estimate the Largest Lyapunov Exponent from Chaotic Data. *Mathematical Problems in Engineering*, 2018, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2018/6909151>

### PLANO DE ENSINO

- Nepomuceno, E. G., Peixoto, M. L. C., Martins, S. A. M., Rodrigues, H. M., & Perc, M. (2018). Inconsistencies in Numerical Simulations of Dynamical Systems Using Interval Arithmetic. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 28(04), 1850055. <https://doi.org/10.1142/S0218127418500554>
- Nepomuceno, E. G., Rodrigues Junior, H. M., Martins, S. A. M., Perc, M., & Slavinec, M. (2018). Interval computing periodic orbits of maps using a piecewise approach. *Applied Mathematics and Computation*, 336, 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.amc.2018.04.063>
- Overton, M. L. (2001). *Numerical Computing with IEEE Floating Point Arithmetic*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics. <https://doi.org/10.1137/1.9780898718072>
- Parhami, B. (2012). *Computer arithmetic algorithms and hardware architectures*. Oxford University Press, New York. Retrieved from [https://www.ece.ucsb.edu/~parhami/text\\_comp\\_arit.htm](https://www.ece.ucsb.edu/~parhami/text_comp_arit.htm)
- Rodrigues Junior, H. M., Peixoto, M. L. C., Nepomuceno, E. G., & Martins, S. A. M. (2018). Using Different Interval Extensions to Increase the Accuracy of the Exact Solution on Recursive Functions. *Discontinuity, Nonlinearity, and Complexity*, 7(2), 165–172. <https://doi.org/10.5890/DNC.2018.06.005>
- Rothwell, E. J., & Cloud, M. J. (2012). Automatic error analysis using intervals. *Education, IEEE Transactions On*, 55(1), 9–15. <https://doi.org/10.1109/TE.2011.2109722>
- Rudin, W. (1976). *Principles of Mathematical Analysis*. New York: McGraw-Hill.
- Rump, S. M. (1999). INTLAB - INTerval LABoratory. In T. Csendes (Ed.), *Developments in Reliable Computing* (pp. 77–104). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Silva, M. R., Nepomuceno, E. G., Amaral, G. F. V., & Martins, S. A. M. (2018). Exploiting the rounding mode of floating-point in the simulation of Chua's circuit. *Discontinuity, Nonlinearity, and Complexity*, 7(2), 185–193. <https://doi.org/10.5890/DNC.2018.06.007>
- Silva, M. R., Nepomuceno, E. G., Amaral, G. F. V., & Silva, V. V. R. (2016). Simulation of Chua's Circuit by Means of Interval Analysis. In *6th International Conference on Nonlinear Science and Complexity - São José dos Campos* (pp. 1–4). São José dos Campos - Brazil. <https://doi.org/10.20906/CPS/NSC2016-0016>



Erivelton Geraldo Nepomuceno

Professor

Data 26/06/2018

Coordenador

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_