

Plano de Ensino
 (Período Letivo Suplementar Excepcional)

Disciplina: Tópicos Especiais em Eletrônica de Potência I: Introdução aos Processadores Digitais de Sinais			
Período: 2021/1	Curso(s): (●) Mestrado (●) Doutorado		Unidade: FEELT
Código: EL038A	Carga Horária: 45 horas-aula	Créditos: 3,0	Tipo: () Obrigatória (●) Optativa
Professor: Ernane Antônio Alves Coelho			

Objetivos:	Fornecer ao aluno os conhecimentos básicos (hardware e software) necessários a implementação prática de controladores digitais utilizando microcontroladores e DSP's
-------------------	--

Conteúdo:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Controladores de processos: vantagens e desvantagens da implementação digital e analógica 2. Discretização de Sinais <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Taxa de amostragem 2.2. Teorema da amostragem 2.3. Filtro anti-aliasing 3. Sistemas Discretos Lineares e Invariantes no Tempo <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Transformada Z e equação de diferenças 3.2. Recursividade 3.3. Filtros FIR e IIR 3.4. Projetos de filtros FIR e IIR 4. Introdução aos Microcontroladores (TMS28335 ou TMS28379) <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Arquitetura básica dos microcontroladores 4.2. Ferramenta de programação e conceitos básicos de Linguagem C 4.3. Implementação de funções digitais nos microcontroladores com cálculo em ponto flutuante 4.4. Aritmética de ponto fixo 4.5. Implementação de funções digitais nos microcontroladores com cálculo em ponto fixo 5.0. Portas digitais de entrada e saída <ol style="list-style-type: none"> 5.1. Circuitos de interface para as portas de entrada e saída 6. Timers e Interrupção de Hardware <ol style="list-style-type: none"> 6.1 Programação dos Timers 6.2. Configuração de taxa de amostragem 6.3. Instalação de serviços de interrupção 6.4. Programação em tempo real 7. Interface PWM <ol style="list-style-type: none"> 7.1. Configuração de sinais PWM 7.2. Utilização de sinais PWM como saída analógica 8. Sistema de aquisição <ol style="list-style-type: none"> 8.1. Opções e configuração de SOC (start-of-conversion) 8.2. Configuração dos canais A/D 8.3. Sample-and-hold e amostragem simultânea 8.4. Circuitos de condicionamento de sinais para amostragem de tensão e corrente 8.5. Sequências de aquisição e interrupção de hardware 9. Watdog
------------------	--

	<p>10. Comunicação serial síncrona (SPI I2C) e assíncrona (SCI)</p> <p>11. Ensaios práticos envolvendo de aquisição de dados e interrupção de hardware</p> <p>11.1. Aquisição de tensão e corrente e cálculo de valores médios e RMS</p> <p>11.2. Cálculo de potência ativa e reativa</p> <p>11.3. Implementação de um PLL digital</p>
--	--

Metodologia:	<p>A plataforma para o desenvolvimento das atividades remotas será Moodle/UFU, sendo os encontros síncronos estabelecidos pela ferramenta de reuniões virtuais do MS Teams ou Google Meet. A adoção de uma plataforma será discutida e confirmada via email com os discentes na primeira semana de aula, a qual poderá ser alterada em comum acordo com os discentes, conforme o Art.7 da Resolução 07/2020 do CONGRAD.</p> <p>Todas as tarefas serão propostas para os discentes e recebidas destes via Moodle/UFU. Os materiais de apoio, como documentos e apresentações em pdf, links de vídeos no Youtube, etc, serão distribuídos também via Moodle/UFU. O detalhamento das tarefas com todas as informações pertinentes será apresentado em momento oportuno ao longo do curso, na medida em que os discentes já dominarem os conceitos necessários para a compreensão da tarefa. Também serão disponibilizadas as ferramentas de software para a execução das tarefas, sendo dada a preferência a softwares livres ou com versões de estudante com capacidade para a solução das tarefas. Em relação às ferramentas de hardware, a opção a ser utilizada será avaliada em comum acordo com os discentes dentro dos protocolos estabelecidos pela instituição, conforme mencionado abaixo.</p> <p>Em razão do caráter prático da disciplina (execução de código em kits de microcontroladores), algumas atividades exigirão o uso de hardware específico, disponível no Laboratório de Eletrônica de Potência da FEELT. Não havendo autorização da universidade para tais atividades, considerando a impossibilidade de execução de rodízio dos estudantes e cumprimento de protocolos de segurança, ainda seria possível a aquisição da ferramenta pelos estudantes ao custo de US\$ 34,00 (R\$176,00). Na impossibilidade de adoção das opções acima, as tarefas seriam avaliadas somente pelo software apresentado, sem a possibilidade de depuração dos estudantes, fato que reduz o potencial de aprendizado, sendo a avaliação ponderada neste sentido.</p> <p>Em razão da indisponibilidade do Calendário 2021-1, não serão apresentadas as datas das atividades, as quais seguirão em princípio a ordem apresentada abaixo (um item por semana).</p> <p>Atividades Síncronas</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Ordem</th> <th>Natureza</th> <th>Atividade - Reunião online com o seguinte conteúdo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Síncrona</td> <td>Apresentação do Curso Apresentação das vantagens e desvantagens dos controladores analógicos e digitais</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">Síncrona</td> <td>Teorema da amostragem, filtros anti-aliasing. Funções digitais lineares invariantes no tempo, recursividade Filtros FIR e IIR Projeto de filtros FIR Demonstração de código de filtragem em Linguagem C para filtro FIR com cálculo em ponto-flutuante</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">Síncrona</td> <td>Introdução à ferramenta Code Composer Carga e depuração de programas Programação de entrada e saída digital e circuitos de interface.</td> </tr> </tbody> </table>	Ordem	Natureza	Atividade - Reunião online com o seguinte conteúdo	1	Síncrona	Apresentação do Curso Apresentação das vantagens e desvantagens dos controladores analógicos e digitais	2	Síncrona	Teorema da amostragem, filtros anti-aliasing. Funções digitais lineares invariantes no tempo, recursividade Filtros FIR e IIR Projeto de filtros FIR Demonstração de código de filtragem em Linguagem C para filtro FIR com cálculo em ponto-flutuante	3	Síncrona	Introdução à ferramenta Code Composer Carga e depuração de programas Programação de entrada e saída digital e circuitos de interface.
Ordem	Natureza	Atividade - Reunião online com o seguinte conteúdo											
1	Síncrona	Apresentação do Curso Apresentação das vantagens e desvantagens dos controladores analógicos e digitais											
2	Síncrona	Teorema da amostragem, filtros anti-aliasing. Funções digitais lineares invariantes no tempo, recursividade Filtros FIR e IIR Projeto de filtros FIR Demonstração de código de filtragem em Linguagem C para filtro FIR com cálculo em ponto-flutuante											
3	Síncrona	Introdução à ferramenta Code Composer Carga e depuração de programas Programação de entrada e saída digital e circuitos de interface.											

4	Síncrona	Projeto de filtros IIR Aritmética de Ponto-fixo Cálculo de uma função digital em ponto fixo.
5	Síncrona	Timers e Interrupção de Hardware Instalação de serviços de Interrupção
6		Comparação de velocidade e precisão de cálculos em ponto-fixo e em ponto flutuante
7	Síncrona	Interface PWM Programação PWM para geração de sinais analógicos
8	Síncrona	Sistema de aquisição de dados
9	Síncrona	Circuito de condicionamento de sinais Calibração Demonstração de código para aquisição de dados.
10	Síncrona	Comunicação Serial
11	Síncrona	Watdog
12	Síncrona	Elaboração de cálculos em tempo real Verificação códigos em tempo real sincronizados por interrupção de hardware Verificação de esforço computacional
13	Síncrona	Cálculo de valores médios e RMS utilizando filtros Cálculo da potência ativa e reativa
14	Síncrona	Implementação de um PLL
15	Síncrona	Aula visando a eliminação de dúvidas da tarefa 4.

Atividades Assíncronas

Ordem	Natureza	Identificação da Tarefa	Atividade
1	Assíncrona		Estudar material sobre controladores digitais e analógicos. Realizar breve revisão sobre transformada Z e conversão de funções contínuas para discretas no MatLab.
2	Assíncrona		Estudar material sobre implementação das equações de diferenças a partir da função de transferência discreta Realizar projetos de filtros FIR via Matlab
3	Assíncrona		Executar um código de teste no microcontrolador visando a assimilar o uso da ferramenta de programação e depuração
4	Assíncrona	1	Projetar um filtro FIR a ser especificado e elaborar o seu código em ponto flutuante para execução no microcontrolador
5	Assíncrona		Estudar os manuais do microcontrolador visando assimilar a programação dos timer e interrupção de hardware. Verificar os conceitos de habilitação e reconhecimento das interrupções de hardware e ainda o mecanismo para instalação dos serviços.
6	Assíncrona	2	Refazer o projeto do filtro FIR da tarefa 1, mas com cálculo em ponto-fixo. Comparar o tempo das rotinas de cálculo em ponto fixo e ponto flutuante.
7	Assíncrona		Estudar os manuais de programação da interface PWM. Entende o mecanismo de geração da portadora analoga triangular e dente-de-serra, geração de interrupção e trigger para o sistema de aquisição.
8	Assíncrona	3	Elaborar um código para geração de um sinal analógico específico utilizando uma saída PWM com filtro analógico.
9	Assíncrona		Estudar a programação de trigger e seleção de canais do sistema de aquisição. Verificar a programação dos tempos de sample e conversão. Estudar o condicionamento de sinais AC e DC para sensores de grandezas elétricas de tensão e corrente.

