

Engenharia de Controle e Automação

6ª Série

Eletrônica Analógica II

A Atividade Prática Supervisionada (ATPS) é um procedimento metodológico de ensino-aprendizagem desenvolvido por meio de etapas, acompanhadas pelo professor, e que tem por objetivos:

- ✓ Favorecer a autoaprendizagem do aluno.
- ✓ Estimular a corresponsabilidade do aluno pelo seu aprendizado.
- ✓ Promover o estudo, a convivência e o trabalho em grupo.
- ✓ Auxiliar no desenvolvimento das competências requeridas para o exercício profissional.
- ✓ Promover a aplicação da teoria na solução de situações que simulam a realidade.
- ✓ Oferecer diferenciados ambientes de aprendizagem.

Para atingir estes objetivos, a ATPS propõe um desafio e indica os passos a serem percorridos ao longo do semestre para a sua solução.

Aproveite esta oportunidade de estudar e aprender com desafios da vida profissional.

AUTORIA:

Henrique Geraldo de Moraes
Faculdade Anhanguera de Matão

Competências e Habilidades

Ao concluir as etapas propostas neste desafio, você terá desenvolvido as competências e habilidades que constam nas Diretrizes Curriculares Nacionais descritas a seguir.

- ✓ Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à Engenharia.
- ✓ Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados.
- ✓ Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos.
- ✓ Identificar, formular e resolver problemas de Engenharia.

Participação

Esta atividade será, em parte, desenvolvida individualmente pelo aluno e, em parte, pelo grupo. Para tanto, os alunos deverão:

- organizar-se, previamente, em equipes com formação predeterminada pelo professor;
- entregar seus nomes, RAs e *e-mails* ao professor da disciplina e
- observar, no decorrer das etapas, as indicações: Individual e Equipe.

Desafio

A empresa Ventila Bem Ltda. estará, nas próximas semanas, adquirindo uma consultoria de projeto, na qual você, aluno, será o engenheiro de desenvolvimento para realização do protótipo de um *Hardware* de Interface entre o Módulo de Controle de Climatização, já em uso pela Ventila Bem Ltda., e o Sensor de Temperatura que estará presente no novo produto desta empresa, o “*Ventila Bem 100k*”.

Assim, você terá que elaborar o *Hardware* de Interface que deverá converter o sinal analógico do Sensor de Temperatura em um sinal Modulado por Largura de Pulso, proporcional à variação existente, para que o *Ventila Bem 100k* possa manter o ambiente sempre climatizado conforme os sinais analógicos gerados pelo Sensor de Temperatura.

O Módulo de Controle de Climatização está projetado para receber sinais em Modulação por Largura de Pulso que serão gerados pelo *Hardware* de Interface a ser projetado; este também deverá fornecer uma informação de tensão analógica pura, proporcional ao sinal modulado, que poderá ser utilizada pela equipe de instalação do *Ventila Bem 100k* como um ponto de verificação, via multímetro, do funcionamento do *Hardware* de Interface implementado.

Para o desenvolvimento do *Hardware*, você terá que analisar o comportamento do Sensor de Temperatura e compreender os conceitos de Modulação por Largura de Pulso e Filtros Ativos com amplificadores operacionais.

Objetivo do desafio

A implementação do *Hardware* de Interface entre o Módulo de Controle de Ventilação e o Sensor de Temperatura, para apresentação aos Setores Técnicos e Administrativos da empresa Ventila Bem Ltda.

Livro-texto da disciplina

A produção desta ATPS é fundamentada no livro-texto da disciplina, que deverá ser utilizado para solução do desafio:

BOYLESTAD, Robert L.; NASHELSKY, L. *Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos*. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2013.

ETAPA 1 (tempo para realização: 02 horas)

✓ Aula-tema: Fontes de Alimentação Reguladas.

Esta atividade é importante para que você compreenda a teoria básica referente aos tipos de fontes de alimentação reguladas existentes que possam ser utilizadas como fonte de energia no projeto do *Hardware* de Interface.

Para realizá-la, devem ser seguidos os passos descritos.

Passos

Passo 1 (Equipe)

Pesquisar as curvas, características técnicas ideais e funcionamento dos seguintes componentes, em seus estados de polarização descritos abaixo:

- 1 Diodo Zener (inversamente polarizado).
- 2 Transistor Bipolar (polarizado na região de amplificação).

Bibliografia complementar

- MALVINO, Albert Paul. *Eletrônica*. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2009, v. 2.

Passo 2 (Equipe)

Pesquisar o princípio de funcionamento, características técnicas de operação, e funcionamento do Regulador Série Transistorizado, e calcular os componentes de polarização para um regulador com parâmetros:

Tabela 1 – Parâmetros do Regulador Série Transistorizado

Topologia do Regulador	Tensão de Alimentação	Tensão de Saída	Corrente Máxima de Saída
Regulador Série Transistorizado com tensão de saída Fixa	$20V_{DC} \pm 5\%$	$12V_{DC} \pm 2\%$	$0,2A_{DC} \pm 10\%$

Fonte: Elaborada pelo autor.

Site sugerido para pesquisa

- CORRADI JUNIOR, Romeu. *COTUCA*. Disponível em: <<http://www.corradi.junior.nom.br/Reguladores.pdf>> e compartilhado em: <<https://drive.google.com/file/d/0B5wUW67FIB8ZRUIWd2N1QnIVb1U/view?usp=sharing>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

Passo 3 (Equipe)

Pesquisar o princípio de funcionamento, características técnicas de operação, e funcionamento do Regulador Paralelo Transistorizado, e calcular os componentes de polarização para um regulador com parâmetros:

Tabela 2 – Parâmetros do Regulador Paralelo Transistorizado

Topologia do Regulador	Tensão de Alimentação	Tensão de Saída	Corrente Máxima de Saída
Regulador Paralelo Transistorizado com tensão de saída Fixa	$20V_{DC} \pm 5\%$	$12V_{DC} \pm 2\%$	$0,2A_{DC} \pm 10\%$

Fonte: Elaborada pelo autor.

Site sugerido para pesquisa

- CORRADI JUNIOR, Romeu. *COTUCA*. Disponível em: <http://www.corradi.junior.nom.br/Fontes_Malvino_2014.pdf> e compartilhado em: <<https://drive.google.com/file/d/0B5wUW67FIB8Za2tfMW52VmtkdIU/view?usp=sharing>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

Passo 4 (Equipe)

Pesquisar três modelos comerciais de Reguladores de Tensão utilizados em circuitos eletrônicos embarcados, diversificando sua pesquisa em reguladores com tensão de saída fixa e reguladores com tensão de saída ajustável.

Sites sugeridos para pesquisa

- *On Semiconductor*, Phoenix. Disponível em: <<http://www.onsemi.com/PowerSolutions/parametrics.do?id=366>>. Acesso em: 10 out. 2014.
- *Fairchild*, Semiconductor, San Jose. Disponível em: <<https://www.fairchildsemi.com/products/power-management/voltage-regulators/positive-voltage-linear-regulators/>>. Acesso em: 11 out. 2014.

ETAPA 2 (tempo para realização: 02 horas)

✓ **Aula-tema: Circuitos Lineares com Amplificadores Operacionais.**

Esta atividade é importante para que você compreenda a teoria referente ao Amplificador Operacional, para ser utilizada como uma ferramenta de desenvolvimento no projeto do *Hardware* de Interface.

Para realizá-la, devem ser seguidos os passos descritos.

Passos

Passo 1 (Equipe)

Elaborar um quadro comparativo, classificando as diferenças operacionais e limitações existentes entre um Amplificador Operacional Ideal e os Amplificadores Operacionais comerciais informados a seguir:

- 1 LM741.
- 2 LM358.

Sites sugeridos para pesquisa

- *Intersil*, Milpitas. Disponível em: <<http://www.intersil.com/en/products/amplifiers-and-buffers.html>>. Acesso em: 27 nov. 2014.
- *ST Microelectronics*, Geneva. Disponível em: <http://www.st.com/web/en/catalog/sense_power/FM123/SC61>. Acesso em: 27 nov. 2014.

Passo 2 (Individual)

Pesquisar o princípio de funcionamento do Amplificador Operacional, operando em Modo Inversor e Modo Não Inversor, para sinais de baixa e alta frequência. Utilizar os Amplificadores Operacionais mencionados na Etapa 2, Passo 1.

Bibliografia complementar

- PERTENCE, A. *Amplificadores Operacionais*. 5. ed. São Paulo: Makron Books, 1996.
- GRUITER, A. F. de. *Amplificadores Operacionais: Fundamentos e aplicações*. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.

Passo 3 (Individual)

Analisar os circuitos Somador e Subtrator implementados com Amplificadores Operacionais, pesquisando sua fórmula matemática e seus princípios de operação para sinais em tensão contínua.

Site sugerido para pesquisa

- WENDLING, Marcelo. *Amplificadores Operacionais*. UNESP. Disponível em: <<http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/3---amplificadores-operacionais-v2.0.pdf>> e compartilhado em: <<https://drive.google.com/file/d/0B5wUW67FIB8ZVE9WWGhja19iU00/view?usp=sharing>>. Acesso em: 1 dez. 2014.

Passo 4 (Equipe)

Pesquisar o comportamento elétrico do circuito Integrador e Derivador, com Amplificadores Operacionais, destacando o Ganho e o Desvio de Fase de um sinal senoidal puro aplicado na entrada destes sistemas.

Consolidar os itens solicitados nos passos das Etapas 1 e 2 com as conclusões obtidas pelo grupo, o que fará parte do Relatório 1, a ser entregue no final do bimestre, em data agendada pelo professor da disciplina, de acordo com o padrão definido.

Sugestão

Para a análise, utilizar os mesmos componentes elétricos e eletrônicos, apenas alterando as conexões do sistema, para atingir o circuito especificado.

ETAPA 3 (tempo para realização: 02 horas)

✓ **Aula-tema: Circuitos Não Lineares com Amplificadores Operacionais.**

Esta atividade é importante para que você compreenda a versatilidade do uso dos Amplificadores Operacionais e, discutindo com sua equipe, enquadre os subcircuitos descritos no desenvolvimento do *Hardware* de Interface.

Para realizá-la, devem ser seguidos os passos descritos.

Passos

Passo 1 (Equipe)

Elaborar uma pesquisa envolvendo o princípio de operação e polarização dos Amplificadores Operacionais para que operem como:

- 1 Circuito Comparador sem Histerese.
- 2 Circuito Comparador com Histerese.

Passo 2 (Equipe)

Desenvolver um circuito Detector de Pico Ativo, para sinais analógicos pulsados. Este circuito deverá contar com um sistema de *RESET* manual do valor capturado.

Site sugerido para pesquisa

- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, IFBA, Bahia. Disponível em: http://www.conquista.ifba.edu.br/attachments/309_CircuitosNaoLinearesAmpOp.pdf e compartilhado em: <https://drive.google.com/file/d/0B5wUW67FIB8ZeW9ad0RLT3dKNFU/view?usp=sharing>. Acesso em: 27 nov. 2014.

Passo 3 (Equipe)

Realizar uma pesquisa envolvendo o princípio de funcionamento e polarização dos Amplificadores Operacionais para que operem como:

- 1 Circuito Limitador de Tensão.
- 2 Circuito Grampeador de Tensão.

ETAPA 4 (tempo para realização: 02 horas)

✓ Aula-tema: Filtros Ativos.

Esta atividade é importante para que você introduza o conceito de Filtros Ativos em sistemas reais e tenha base teórica para o desenvolvimento da Etapa de Filtragem de Sinal (fornecimento de uma informação de tensão analógica pura, proporcional ao sinal modulado), necessária no desenvolvimento do *Hardware* de Interface.

Para realizá-la, devem ser seguidos os passos descritos.

Passos

Passo 1 (Individual)

Elaborar uma pesquisa sobre a Teoria de Filtragem de Sinais Analógicos com ênfase em Filtros Passivos, apresentando aplicações práticas destes filtros em sistemas eletrônicos de baixa potência.

Bibliografia complementar

- PERTENCE JR., Antonio. *Eletrônica Analógica: amplificadores operacionais e filtros ativos*. Teoria, projetos, aplicações e lab. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.
- SEDRA, Adel S. *Microeletrônica*. 5. ed. São Paulo: Pearson - Prentice Hall, 2010.

Passo 2 (Individual)

Elaborar um quadro comparativo, classificando as diferenças existentes entre as topologias de Filtros Ativos informadas a seguir:

- 1 Topologia Sallen Key.
- 2 Topologia Rauch (Múltipla Realimentação).

Site sugerido para pesquisa

- *Texas Instruments*, Dallas. Disponível em:
<<http://www.ti.com/lscs/ti/analog/webench/webench-filters.page>>. Acesso em: 27 nov. 2014.

Passo 3 (Individual)

Apresentar o desenvolvimento de um projeto de Filtro Ativo Passa Baixa correspondente às seguintes necessidades:

Tabela 3 – Parâmetros do Filtro Ativo (Passa Baixa)

Topologia	Frequência de Corte (F_c)	Ganho na Frequência de Corte	Ordem de Filtragem
Sallen Key	1kHz	1	Terceira Ordem

Fonte: Elaborada pelo autor.

Passo 4 (Individual)

Apresentar o desenvolvimento de um projeto de Filtro Ativo Passa Alta correspondente às seguintes necessidades:

Tabela 4 – Parâmetros do Filtro Ativo (Passa Alta)

Topologia	Frequência de Corte (F_c)	Ganho na Frequência de Corte	Ordem de Filtragem
Sallen Key	1kHz	1	Segunda Ordem

Fonte: Elaborada pelo autor.

ETAPA 5 (tempo para realização: 02 horas)

✓ Aula-tema: Outras Aplicações dos Amplificadores Operacionais.

Esta atividade é importante para que você e seu grupo formatem a estrutura necessária para o desenvolvimento do Desafio, analisando os conceitos de Modulação e princípio de funcionamento de sensores e osciladores, ou seja, um *mix* de informações importantes para a elaboração do *Hardware* de Interface.

Para realizá-la, devem ser seguidos os passos descritos.

Passos

Passo 1 (Equipe)

Elaborar uma pesquisa descritiva, explorando a lógica de funcionamento de um sinal criado por meio da Modulação de Largura de Pulso (PWM). Utilizar os conceitos de Sistemas Digitais para simplificação das informações pesquisadas.

Passo 2 (Equipe)

Pesquisar os modelos comerciais existentes para sensores do tipo NTC, apresentando sua curva de operação (Resistência *versus* Temperatura) e seus coeficientes de variação.

Site sugerido para pesquisa

- *Add Therm*, Sensores Térmicos, São Paulo. Disponível em: <http://www.addtherm.com.br/wp-content/uploads/2011/10/Catalogo-ADD-THERM-FULL.pdf> e compartilhado em: <https://drive.google.com/file/d/0B5wUW67FIB8ZVV9Ca3ZDODdKTGs/view?usp=sharing>. Acesso em: 9 mar. 2014.

Passo 3 (Equipe)

Realizar uma pesquisa das topologias existentes de Osciladores de Ondas Senoidais e Quadradas confeccionados com Amplificadores Operacionais.

Site sugerido para pesquisa

- *Clube da Eletrônica*. Disponível em: <http://www.clubedaeletronica.com.br/Eletronica/PDF/Amp-OP%20V%20-%20osciladores.pdf> e compartilhado em: <https://drive.google.com/file/d/0B5wUW67FIB8ZWVISEFBkNGxYU0U/view?usp=sharing>. Acesso em: 5 nov. 2014.

Passo 4 (Equipe)

Elaborar o relatório do trabalho desenvolvido apresentando as informações do projeto. De maneira simples e objetiva, desenvolver um descritivo abordando as dificuldades encontradas nesta etapa, e apresentar possíveis melhorias para este projeto.

Consolidar os itens solicitados nos passos das Etapas 3 e 4 com as conclusões obtidas pelo grupo, o que fará parte do Relatório 2, a ser entregue no final do bimestre, em data agendada pelo professor da disciplina, de acordo com o padrão definido.

Seminário de Conclusão

Com o objetivo de apresentar os resultados obtidos por meio da ATPS, elaborar uma apresentação do projeto desenvolvido, *Hardware* de Interface.

Cada equipe deverá realizar uma apresentação de vinte minutos, contendo até vinte *slides*.

Esta apresentação deverá contemplar a seguinte estrutura:

- ✓ Introdução: base teórica utilizada para solução do desafio.
- ✓ Desenvolvimento: a partir da apresentação parcial elaborada na Etapa 2, descrever as soluções encontradas para a resolução final do desafio.
- ✓ Conclusão: explicar como as soluções encontradas para a resolução final do desafio poderão contribuir efetivamente em sua vida profissional.

A apresentação do Seminário Final de cada curso deverá ocorrer em sua unidade, em local e data a serem definidos pelo professor da disciplina e o coordenador de curso.

Padronização

O material escrito solicitado nesta atividade deve ser produzido de acordo com as normas da ABNT, com o seguinte padrão (exceto para produções finais não textuais):

- em papel branco, formato A4;
- com margens esquerda e superior de 3cm, direita e inferior de 2cm;
- fonte *Times New Roman* tamanho 12, cor preta;
- espaçamento de 1,5 entre linhas;
- se houver citações com mais de três linhas, devem ser em fonte tamanho 10, com um recuo de 4cm da margem esquerda e espaçamento simples entre linhas;
- com capa, contendo:
 - nome de sua Unidade de Ensino, Curso e Disciplina;
 - nome e RA de cada participante;
 - título da atividade;
 - nome do professor da disciplina;
 - cidade e data da entrega, apresentação ou publicação.

Para consulta completa das normas ABNT, acesse a Normalização de Trabalhos Acadêmicos Anhanguera. Disponível em: <http://issuu.com/normalizacao/docs/normaliza_o_de_trabalhos_acad_m>. Acesso em: 22 ago. 2014.

Vale lembrar: constitui plágio a apropriação de ideias alheias sem a indicação do autor e da fonte de onde foi retirada a informação referenciada. Para saber mais, assista ao [vídeo de orientação sobre plágio](#).