



Universidade Federal de Uberlândia

– Projetos para a disciplina de “Circuitos de Eletrônica Aplicada” –

Prof. Alan Petrônio Pinheiro

Faculdade de Engenharia Elétrica

Curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações

Versão 1.2 – 2019

1) Sobre os projetos

- Objetivos: este projeto tem por objetivo dar ao estudante a oportunidade de integrar todos seus conhecimentos adquiridos durante esta disciplina e também em disciplinas anteriores permitindo ao mesmo trabalhar nas diferentes etapas de um projeto na área de telecomunicações (em camada física). Dado esta natureza integradora e multidisciplinar, espera-se que o estudante tenha a oportunidade de pesquisar¹ ou consultar os métodos já aprendidos para aplicá-los. Com isto espera-se que o estudante entenda como todos estes conhecimentos se entregam para produzir um projeto de um circuito de transmissão e/ou recepção de dados. E principalmente, adquirir o “*feeling*” tão desejado na área de eletrônica.
- O que se espera do seu projeto: espera-se que ele contenha todos os elementos de um projeto bem elaborado. Por isto, ele deve ter: (i) seus requerimentos básicos, (ii) sua concepção inicial de diagramas, (iii) cálculos e simulação e (iv) até sua prototipação (quando for o caso). O fato de funcionar corretamente ou não o protótipo torna-se, às vezes, mero detalhe². O importante é o estudante tentar envolver-se e aprofundar-se ao máximo nas questões estudadas a fim de tentar propor um projeto rico. O resultado final não se trata se o projeto funcionou ou não, mas sim o quanto você demonstrou ter (i) conhecimento e (ii) envolvimento técnico na sua produção.

2) Temas de projeto

Não será feita sugestão de tema formal. Cada estudante é responsável pela definição de seu projeto. Contudo, antes de prosseguir com o tema, recomenda-se fortemente que o estudante informe ao docente o tema e seus requerimentos para que o docente se pronuncie sobre a validade do tema escolhido. Neste sentido, faz-se algumas observações:

- a) O discente tem completa liberdade para propor novas ideias desde que sejam coerentes com o nível de complexidade esperado para um estudante de graduação. Cabe ao docente a avaliação da pertinência do nível de dificuldade proposto. Projetos com nível inferior ao desejado pelo docente podem ser penalizados na avaliação. Por isto, antes de fazê-lo, procure

¹ Vale destacar que consultar ou pesquisar não é o mesmo que copiar! Fique atento a esta questão. Cópia de projetos serão punidas com todo o rigor colocado à disposição pela Instituição. O objetivo é avaliar um projeto seu, por mais modesto que ele seja!

² Estamos em uma Universidade e não uma empresa; você está na universidade para aprender e erros fazem parte do processo de aprendizagem. Aproveite-os, pois, eles ainda não terão, muito provavelmente, caráter letal em sua vida profissional. Ao contrário.

esta avaliação prévia de complexidade técnica. A pertinência prática da sua ideia não será avaliada.

- b) É natural que haja diferentes níveis de complexidade entre os projetos propostos nos estudantes de uma mesma turma. Para tentar “equilibrar” estas diferenças, alguns projetos podem se limitar apenas a simulação enquanto outros, avaliados como possíveis de montagem, deverão apresentar protótipos físicos³. Já outras, de nível mais elevado, exigem apenas a montagem do circuito em simuladores. Deste modo, espera-se que o esforço de cada uma destas sugestões seja equilibrado.
- c) Durante o projeto, o docente se disponibiliza a ajudar dando sugestões sobre leituras, avaliações de resultados, análise de circuito e indicação de possíveis erros ou até mesmo em ajuda na bancada. *Você pode ainda, apresentar seus resultados ou relatórios parciais antes da avaliação final para ter um feedback do quanto bom ou ruim está ficando seu trabalho.*
- d) A priori, todos os trabalhos são individuais a não ser que expressamente liberado pelo docente em casos excepcionais.

3) Formato do projeto

Na sequência são apresentadas as regras do formato que deve ser apresentado no projeto. Estas regras não tem por objetivo “burocratizar a prática” e sim desenvolver no estudante capacidades de organização de ideias, registro, comunicação (escrita) e padronização técnica em modelo mais profissional e menos informal. Seguem regras:

- a) Os projetos devem ser entregues no formato digital (arquivo pdf + arquivo de simulação) e enviados por email ao docente (alan_petronio@yahoo.com.br) até a data estipulada pelo calendário da disciplina (disponível na agenda digital que é publicizada).
- b) Os projetos devem conter:
 - (i) **reporte técnico do projeto**. O formato do reporte deve⁴ seguir o formato abaixo:
 - a. Seção 1 – Requerimentos técnicos: breve descrição ponto a ponto de quais devem ser os requerimentos do seu projeto (exemplo: potência desejada, faixa de frequência, seletividade, tipo de modulação e quaisquer outros requerimentos técnicos que são desejados para seu projeto).
 - b. Seção 2 – Arquitetura da solução proposta: diagramas de bloco com todos os principais circuitos que devem ter o projeto. Nestes blocos é desejável que já se desvrea alguns valores básicos (por exemplo, no bloco de amplificação, exemplificar o valor desejado de ganho e que tipo de circuito será usado para amplificação), se possível. Mas o essencial nesta seção é entender a arquitetura do projeto e entender como cada elemento se interliga para produzir o efeito final desejado.

³ Sabe-se que o acesso a componentes eletrônicos típicos de RF no Brasil as vezes é difícil. Por isto, consulte antes seu professor para saber como isto pode ser feito e com que grau de dificuldade. Se preferir, faça uma consulta prévia na internet. E justamente por entender que estas dificuldades existem, abre-se a possibilidade de trabalhos restritos a simulação quando (i) o grau de dificuldade é grande e/ou (ii) o acesso aos componentes eletrônicos é difícil. Consulte seu professor.

⁴ É facultado ao estudante usar outro modelo de que este siga alguma norma nacional ou internacional propria e indique expressamente no reporte a norma usada de referência. Ainda, a norma a ser escolhida deve conter todas as informações de projetos usadas para construção do protótipo em questão.

- c. Seção 3 – Projeto básico: esta seção deve envolver o projeto de cada um dos módulos individuais que compõem o projeto como um todo. Cada módulo deve ser uma subseção e nesta subseção deve ser mostrado os cálculos de projetos (o que se chama de **memorial de cálculo**) e as idéias e convenções adotadas pelo projetista. Se desejar, pode fazer os cálculos em uma folha e escanear inserindo a imagem escaneada com os cálculos nos pontos adequados do reporte para evitar que o estudante perca tempo digitando equações. Mas isto não deve ser motivo para se produzir um relatório esteticamente depreciado. Capricho também conta!
 - d. Seção 4 – Medidas e resultados: Depois que a arquitetura foi definida (na seção 2) e os módulos foram projetados individualmente na seção 3, este próximo passo é mostrar o circuito esquemático global do projeto. Além de mostrar, o estudante **deve plotar as formas de onda produzidas pelo simulador** (ou se desejar, já pode colocar as formas de onda obtidas em osciloscópio medidas no protótipo) **no domínio do tempo e da frequência**. Naturalmente que a ligação entre os módulos podem exigir alterações de valores ou inserções de componentes e ajustes de um modo em geral.
 - e. Seção 5 – Análise final e desempenho: apresente nesta seção os resultados finais que você achar mais relevante.
 - f. Anexos: você pode se desejar incluir anexos contendo informações que você julgar relevante para seu leitor de forma a atingir o objetivo deste reporte que é o de comunicação técnica completa, mas sucinta (evitar coisas que não sejam estritamente necessárias).
- (ii) **Arquivo de simulação** (consulte o professor sobre os simuladores que poderão ser usados)
 - (iii) **Protótipo físico** (nos casos aplicáveis). No caso dos projetos que envolvem prototipação, estes devem ser apresentados ao professor também em data especificada pela agenda da disciplina. Fotos do protótipo devem estar registradas em uma seção específica do reporte técnico.

Observe que seu roteiro trata-se apenas de um documento que demonstra em papel todas as fases de projeto. Coloque todas as informações **tecnicamente relevantes**, mas de forma objetiva, evitando-se informações e texto desnecessários. Preocupe-se apenas em mostrar como foi feito seu projeto. Você pode (e sempre que possível deve) indicar em cada seção de projeto qual foi sua metodologia usada. Por exemplo, no projeto de filtros, você pode indicar no seu roteiro de projeto: “Nesta seção de projeto de filtro foi usada a metodologia de filtro passiva adotada no capítulo 3 do livro [1] ou a metodologia de Butterworth”. Assim, fica clara sua referência de projeto usada para estabelecer a configuração e os valores de circuitos encontrados. O primordial no roteiro (ou reporte técnico) é que **ele permita ao seu leitor reproduzir tudo o que você fez** (tenha sempre isto em mente para não ter surpresas na sua avaliação! O nome disto em ciência é reprodutibilidade e é um dos pilares da área de exatas!) e saber o “porque” (do valor do componente) que deve ser respondido pelo memorial de cálculo.

Por fim, este projeto (e quase todos outros) deve ter muitas escolhas de ordem pessoal e técnica. Isto ajuda a diferenciar um projeto de uma cópia. Pense nisto! (projetos com indícios de cópia terão que

responder em instâncias superiores; o docente tem altíssima intolerância à desvios de comportamento éticos).

4) Avaliação e regras

Neste tipo de projeto o comprometimento e aprendizagem do estudante não deve ser prioritariamente medido pela avaliação do funcionamento do circuito e sim pela ‘elegância’ (e engenhosidade) da ideia, da proposta e da solução apresentada ainda que ela não funcione completamente. Às vezes, um projeto que não funciona, mas é elegante/engenhoso e rico tecnicamente (de análises, especialmente), vale mais que um projeto simples que funcionou. Para racionalizar estas questões, montou-se uma tabela de avaliação que pode ser vista na Tabela 1. Ela norteará a avaliação do docente. De um modo em geral, pode-se dizer: convença teu professor que você sabe, pois o que é avaliado em primeira ordem não é o objetivo material (o protótipo), mas sim seu conhecimento! Abaixo seguem regras pertinentes à avaliação:

- i. A apresentação (quando aplicável) deve ser feita individualmente onde o estudante será arguido pelo docente sobre suas escolhas de projeto e sobre seu funcionamento e os itens avaliados na Tabela 1. O número de perguntas poderá variar, mas a nota (como se nota na Tabela 1) será normalizada. Só serão feitas perguntas objetivas relativas ao seu projeto.
 - a. Em caso de haver apresentação oral, deverá ser atribuída pontuação a ela. O valor do peso (ou pontuação) será combinado com antecedência com os discentes.
 - b. Durante a arguição, um outro estudante (o próximo a apresentar) poderá estar presente acompanhando o processo. Se o estudante desejar, ele pode gravar todo o áudio desta etapa. Contudo, o equipamento usado para gravação (que é de inteira responsabilidade do estudante) deve ficar retido na sala até que todos tenham apresentado. O docente também poderá gravar o áudio da avaliação.
 - c. As perguntas a serem feitas por cada estudante vai variar em quantidade e foco (técnico) de caso para caso segundo o tema de projeto e a solução apresentada.
 - ii. Em hipótese alguma (fora as previstas pelo regimento da UFU) será permitida apresentações posteriores a data acordada para apresentação. Entregas que acontecerem por email (quando aplicável) deverão ser comprovadas por sua “caixa de saída”. Assim, se o professor não receber seu trabalho, você poderá comprovar seu envio através do registro de “caixa de saída”.
 - a. Os itens que não forem entregues serão avaliados como “péssimos”. Os que não se aplicarem não receberão nota e a composição do item não avaliado será igualmente diluído nos demais itens daquele eixo de avaliação.
 - iii. Em caso de plágio, cópia ou artifício semelhante que não remeta à autoria por parte do estudante, todos os itens serão zerados automaticamente e poderá ser criado processo administrativo disciplinar contra o(a) autor para que ele(a) responda às instâncias específicas.
 - iv. O docente se reserva ao direito - como avaliador - de cancelar (para todos estudantes) um determinado item de avaliação na Tabela 1 ao entender que ele não se aplica. Como já destacado, a pontuação deste item deverá ser igualmente distribuído nos demais itens do mesmo eixo de avaliação para que não haja prejuízo ao estudante.
-

- a. Em caso de uso frequente de mesma metodologia ou procedimento de cálculo que remeta a clara padronização onde se poderia caber inventividade e onde fica dificultada a avaliação personalizada do estudante, em virtude de usar mesmo método, o docente poderá também anular os itens que avaliam a metodologia ainda que a mesma esteja correta. Como ela não reflete mais o conhecimento do estudante (pois ele seguiu a “receita de bolo”), ela perde efeitos de avaliação sendo seu peso distribuído nos itens do mesmo eixo.
 - v. Como geralmente as soluções nesta área são feitas por módulos (“bloquinhos”), cada bloco é analisado individualmente uma vez que geralmente o vício de um bloco pode ter repercussão em todo o circuito ou na solução. Assim, se um determinado problema é encontrado em um bloco e o mesmo problema é encontrado em outro bloco, o decremento na nota poderá ser de duas vezes (uma vez para cada repetição). Desta forma, a soma das partes gera o todo.
 - vi. O(a) estudante pode, durante os horários de atendimento, e antes da data final, pré-apresentar seu trabalho ao docente para saber a nota que ganhará com aquela versão apresentada. Assim terá um feedback de estado do seu trabalho e poderá melhorá-lo nos pontos que entender prioritários. Esta avaliação pode acontecer quantas vezes o estudante desejar, mediante disponibilidade horário do docente. Neste sentido, destaca-se o caráter de “melhoramento incremental” da solução. Evite surpresas desagradáveis, abuse deste recurso!
-

Anexo – Quadro de avaliação

Tabela 1 – Quadro de avaliação das atividades do projeto

Nome estudante: _____ Data avaliação: ___/___/___ Valor: _____ pts										Observações
	Peso nota final	Atividade	Peso relativo	Excelente (x1) ()	Bom (x0,75) ()	Regular (x0,5) ()	Ruim (x0,25) ()	Péssimo (x0) ()	Nota parcial	
Projeto, simulação e protótipo*	70% ()	Objetividade da execução/funcionamento	15%+()=()							
		Arquitetura e elegância da solução	15%+()=()							
		Conformidade com os conhecimentos técnicos	15%+()=()							
		Capricho	15%+()=()							
		Qualidade (transmissão, recepção ou equivalente)	25%+()=()							
		Qualidade dos cálculos/metodologia	15%+()=()							
	Total parcial:									____ pts
Roteiro/reporte	30% ()	Objetividade, clareza nas ideias e exposição	30%+()=()							
		Erros português/norma culta e técnica	20%+()=()							
		Disponibilidade de informação e reprodutibilidade	40%+()=()							
		Formatação e apresentação	10%+()=()							
	Total parcial:									
Apresenta.	0% ()	Resposta às indagações. A nota final deste item será dada pela relação: Nota = $\frac{\text{n}^{\text{o}} \text{ perguntas respondidas corretamente}}{\text{número total de perguntas}} \cdot 100$		Nota final: _____ = _____					____ pts	
Total final:									____ pts	

* se aplicável

Critério	Descrição*	
	Para o protótipo, simulação ou projeto	Para o roteiro/reporte
Excelente (100%)	<ul style="list-style-type: none"> • Não há problemas de funcionamento que é regular • Há otimização • Resultado produzido esperado • Sem indicações básicas de melhoramentos a fazer pois o básico já foi atendido • Boa engenhosidade na solução 	<ul style="list-style-type: none"> • Bem escrito, rico em análises e apresentável • Argumentações e explicações claras • Rico em detalhes, gráficos e figuras (quando aplicáveis) e objetivo • Sem necessidade de correções relevantes • Boa e rica discussão (resultados, escolhas, etc)
Bom (75%)	<ul style="list-style-type: none"> • Sem muito “polimento”, mas funciona ou cumpre com seu objetivo no item que é avaliado. • Nada que desabone o objetivo com alguma gravidade. • Pode até haver pequenos erros ou lapsos, desde que não produzam deméritos significativos. • Ausência de engenhosidade mas resolveu o problema 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequenos problemas de comunicação (que não sejam repetitivos) • Sem omissão de informações ou cálculos • Pequenos problemas com cálculos ou considerações ou apresentação que não prejudicam o documento ou sua avaliação.
Regular (50%)	<ul style="list-style-type: none"> • Existência de problemas que já comprometem o objetivo, mas ainda sim ele cumpre minimamente os objetivos. • Alguns componentes já estão errados ou com dimensionamento que prejudicam o circuito significativamente (≤ 2) • Cálculos incorretos (sem gravidade) • Sem engenhosidade. Solução “padrão” com mero prosseguimento de “roteiro/template” de cálculos (ainda que todos certos) ou projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Há omissões de cálculos (compromete parcialmente entendimento) • Texto desconexo e com (moderados) problemas regulares de comunicação técnica. • Poucas análises ou análises restritas.
Ruim (25%)	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta problemas que imprimem funcionamento irregular ou precário à solução. • Cálculos incorretos que afetam desempenho do circuito com regularidade (> 2) • Falta de otimização com alguma recorrência 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas recorrentes e graves de comunicação (conjugações, tempo, tipo de voz, acentuação, etc) • Não há estruturação clara da linha de raciocínio com alguma frequência • Leitura desnecessária (falta de objetividade)
Péssimo (0%)	<ul style="list-style-type: none"> • Não funciona • Incoerência física que inviabiliza solução • Não é autoral • Os erros de cálculos são frequentes ($> 10\%$ soluções) • As convenções são ruins ou bastante questionáveis 	<ul style="list-style-type: none"> • Não há estruturação básica de linha de raciocínio e coesão na abordagem • Não há explicação (ou não é razoável) pelas escolhas de projetos tomadas. • Falta detalhamento elucidativo que compromete entendimento o objetivo do tópico em análise • Ausência de gráficos ou figuras que ajudem objetivamente a cumprir com o objetivo • Ausência de análise

*Dependendo do projeto proposto, nem todos estes itens são aplicáveis uma vez que esta descrição se aplica tanto ao protótipo quanto ao reporte ou a outros eixos de avaliação.