

**PROJETO EXTRACLASSE - 2020**

**EQUALIZADOR DE SONS MONOFÔNICO PARA CELULAR  
COM CIRCUITOS ANALÓGICOS**

**(Com modificações devido à Quarentena)**

### 1. MOTIVAÇÃO

O desenvolvimento de projeto extraclasse, dentro da disciplina de Laboratório de Circuitos Elétricos, busca proporcionar aos alunos do segundo ano de Engenharia Elétrica da EPUSP uma oportunidade para aplicar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Circuitos Elétricos I (PSI 3211) e de Laboratório de Circuitos Elétricos (PSI3212), para a resolução de um problema dentro do contexto da engenharia elétrica.

Os alunos aprovados na disciplina receberão 1 crédito-trabalho pelo desenvolvimento do projeto extraclasse.

### 2. TEMA

O tema é o desenvolvimento de um circuito equalizador de sinais de áudio provenientes de um aparelho de telefonia celular. Este circuito deve ser capaz de controlar a intensidade do som nas faixas de grave, médio e agudo de forma individualizada.

### 3. REQUISITOS BÁSICOS (ESPECIFICAÇÃO)

O equalizador deverá atender aos seguintes pré-requisitos:

- a. O circuito equalizador deverá controlar a intensidade do sinal em três faixas de frequências:
  - Graves (passa-baixas): frequências  $< f_1$ ;
  - Médios (passa-faixa):  $f_1 < \text{frequências} < f_2$ ;
  - Agudos (passa-altas): frequências  $> f_2$ .

Os valores de  $f_1$  e  $f_2$  são definidos para cada turma, conforme a tabela abaixo:

	3 <sup>a</sup> feira	4 <sup>a</sup> feira	5 <sup>a</sup> feira	6 <sup>a</sup> feira	6 <sup>a</sup> feira
	T2 e T3	T4 e T5	T6 e T7	T1	T8
f1	300 Hz	500 Hz	300 Hz	500 Hz	300 Hz
f2	2,2 kHz	3,0 kHz	2,6 kHz	2,6 kHz	3,0 kHz

- b. Os sinais de entrada do circuito deverão ser provenientes de um telefone celular;
- c. A saída do circuito deverá ser conectada a uma caixa acústica amplificada, fornecida pelo laboratório;

- d. Os filtros (circuitos) do equalizador deverão ser **passivos, utilizando resistores e capacitores**;
- e. A soma (mixagem) dos graves, médios e agudos deverá ser efetuada por um **circuito somador utilizando um amplificador operacional**. O circuito amplificador deverá também proporcionar um ganho adicional ao sinal de saída;
- f. As amplitudes dos sinais do equalizador (volume) deverão ser controladas por potenciômetros;
- g. Os testes iniciais dos circuitos deverão ser efetuados em *protoboard*. **O circuito final deverá ser montado em uma placa de circuito impresso padrão**. Mas atenção: *recomendamos manter um protótipo montado no protoboard além da montagem do circuito na placa de circuito impresso padrão*.
- h. O amplificador operacional poderá ser alimentado com baterias ou com a fonte de tensão simétrica do laboratório;
- i. A placa de circuito impresso (ou o *protoboard com o circuito*) deverá conter conectores de entrada e de saída de áudio (jack tipo P2).
- j. Os componentes a serem utilizados no projeto deverão ser providenciados pelos próprios alunos. Recomenda-se que sejam comprados componentes sobressalentes (resistores, capacitores e amplificador operacional) uma vez que esses componentes são baratos e modificações podem ser necessários no decorrer do projeto.

#### 4. COMPOSIÇÃO DO GRUPO

Cada grupo deverá ser composto pelos 3 alunos que formam os grupos em sala de aula.

#### 5. RELATÓRIOS DE PROJETO E APRESENTAÇÃO FINAL

Ao longo do semestre, cada grupo de projeto deverá elaborar dois relatórios (Relatório 1 e Relatório 2) e fazer uma Apresentação Final mostrando o circuito projetado montado e funcionando.

O projeto deve ser breve e objetivo, sem incluir seções formais como "Introdução", "Objetivos", "Metodologia" ou "Resultados". Mas deve ser explicativo e contextualizado, ou seja os circuitos, gráficos, simulações, imagens, tabelas, etc., devem vir acompanhados de informações, descrições e comentários que permitam entender o trabalho realizado e as conclusões obtidas desses resultados.

- **Relatório 1:** Data de entrega: ~~4/5/2020~~ **18/05/2020** (modificado pela quarentena)

**Conteúdo :**

- **Resultados das simulações** dos três filtros independentes (passa-baixas, passa-faixa e passa-altas), apresentando os esquemas elétricos dos circuitos com os valores dos componentes comerciais a serem utilizados e a resposta em frequência de cada filtro.
- **Simulações** da resposta em frequência de cada filtro independente.

- **Relatório 2:** Data de entrega: ~~1/6/2020~~ **22/06/2020** (modificado pela quarentena)

#### Conteúdo :

- Anexar ao conteúdo do relatório 1 (já corrigido pelo professor) o leiaute do circuito equalizador completo, com os três filtros, somador e amplificador.
- **Simulação da resposta** em frequência na saída do Equalizador. Ou seja, com o conjunto de 3 filtros (projetados no Relatório 1) integrados num circuito somador utilizando Amplificador Operacional (AmpOp). A resposta em frequência a ser apresentada é a da saída do AmpOp.
- **Montagem e Teste** do circuito projetado: **Temporariamente suspensa**  
A montagem e teste do circuito projetado será feita somente após o retorno às atividades presenciais na USP, em datas e condições que serão divulgadas futuramente.
- **Apresentação Final:** **Em data a ser definida futuramente**  
A apresentação final será feita somente após o retorno às atividades presenciais na USP, em datas e condições que serão divulgadas futuramente.

## 6. AVALIAÇÃO DO PROJETO

A avaliação final será feita a partir das notas dos **Relatório 1**, **Relatório 2** e da **Apresentação Final**, numa proporção que ainda será definida futuramente.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- a) Circuitos Elétricos; Nilsson e Riedel; Pearson Prentice Hall; 2009; 8a ed.
- b) Eletrônica Analógica: Amplificadores Operacionais e Filtros Ativos; Antonio Pertence Jr.; Editora Bookman, 2003.
- c) Analog Filters; Kendall L. Su; Chapman and Hall, 1996

## 7. LINKS PARA NAVEGAR

- <https://www.audio-issues.com/music-mixing/all-the-eq-information-youll-ever-need/>
- <https://blog.landr.com/pt-br/equalizacao-101-tudo-que-os-musicos-precisam-saber-sobre-eq/>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Equalization\\_\(audio\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Equalization_(audio))