

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**PSI 3212 – LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS**  
**PROJETO EXTRACLASSE - 2019**

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

### **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.

Neste ano, pela primeira vez, os alunos aprovados na disciplina receberão 1 crédito-trabalho pelo desenvolvimento do projeto extraclasse.

### **2. TEMA**

Escolhemos como tema deste ano 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 dos componentes sonoros nas faixas de grave, médio e agudo de forma individualizada.

### **3. REQUISITOS BÁSICOS**

O equalizador deverá atender aos seguintes pré-requisitos:

- a. O circuito equalizador deverá controlar a intensidade do sinal em três faixas de frequências:
  - a. Graves – frequências  $< 800$  Hz;
  - b. Médios –  $800$  Hz  $<$  frequência  $< 3$  kHz;
  - c. Agudos – frequências  $> 3$  kHz.
- b. Os sinais de entrada do circuito deverão ser provenientes de um celular;
- c. A saída do circuito deverá ser conectada a uma caixa acústica amplificada;
- d. Os filtros (circuitos) do equalizador deverão **ser passivos**;
- e. A soma (mixagem) dos graves, médios e agudos deverá ser efetuada por 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 poderá ser montado em uma placa de circuito impresso padrão (para os grupos que tiverem mais adiantados esta opção é muito interessante). Mas atenção: *neste caso mantenha um protótipo no protoboard e monte outro em placa de circuito impresso padrão*.

- h. O amplificador operacional deverá ser alimentado com baterias/ou pilhas;
- i. A placa de circuito impresso (ou o *protoboard com o circuito*) deverá conter conectores de entrada e de saída de áudio (plug tipo jack-p2).

#### 4. COMPOSIÇÃO DO GRUPO

Os grupos deverão ser compostos por três alunos (no máximo) da mesma turma.

#### 5. APRESENTAÇÃO E RELATÓRIOS DE PROJETO

Ao longo do semestre, o grupo de projeto deverá elaborar **2** relatórios parciais e **1** relatório final. Os relatórios deverão ser entregues ao professor, no dia da sua aula, na semana indicada no calendário de aulas. Os dois relatórios parciais deverão ser sucintos (aconselha-se não mais do que duas páginas), apresentando as soluções escolhidas e a evolução do projeto. Documentos específicos detalharão o que deverá conter cada um dos relatórios parciais. O relatório final deverá ser mais completo, conforme descrição indicada no documento "*Tarefas da Etapa 3*", duplicada no item 5.2. O relatório final deverá ser entregue no mesmo dia da apresentação do protótipo.

##### 5.1 Apresentação do protótipo em funcionamento

As equipes deverão apresentar o circuito em funcionamento no laboratório, no dia agendado (indicado no calendário de aulas). Será avaliada a qualidade sonora de uma música escolhida pelo grupo (podendo o avaliador também sugerir outra), utilizando-se o equalizador projetado acoplado ao aparelho celular e caixa acústica.

##### 5.2 Relatório Final

Este documento deverá conter descrição do projeto como um todo. Deverá ser elaborado com os seguintes tópicos:

- Capa (Título, Integrantes da Equipe, Turma, Professores responsáveis)
- Objetivo
- Introdução
- Detalhamento técnico do projeto (esquema elétrico do circuito com os três filtros, controles de intensidade e somador-amplificador, *layout* do circuito, foto do equalizador completo montado em *protoboard* ou em placa de circuito impresso padrão com conectores de entrada e saída)
- Procedimentos, resultados de simulações e resultados experimentais (resposta em frequência, nível de controle do sinal em cada uma das faixas).
- Conclusão
- Referências bibliográficas
- Apêndice (informações técnicas relevantes: *datasheet* de componentes, por exemplo)

### **5.3 Avaliação do projeto**

A avaliação do projeto será baseada nas seguintes tarefas:

- . Relatórios parciais – 30% da nota de projeto;
- . Relatório final – 30% da nota de projeto;
- . Apresentação – 40% da nota de projeto.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Circuitos Elétricos; Nilsson e Riedel; Pearson Prentice Hall; 2009; 8a ed.

Eletrônica Analógica: Amplificadores Operacionais e Filtros Ativos; Antonio Pertence Jr.; Editora Bookman, 2003.

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))