INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS ELETRÔNICOS

PROJETO INTEGRADOR I

AMPLIFICADOR DE ÁUDIO 10W*RMS*

BRUNO ENGELBERT

**FLORIANÓPOLIS, 2010**

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

[Figura 1 - Diagrama de blocos do controle de volume digital. 8](#_Toc279492623)

[Figura 2 - Circuito elétrico do equalizador de 5 bandas. 12](#_Toc279492624)

# LISTA DE TABELAS

[Tabela 1 - Histórico da evolução do GSM. 18](#_Toc278322596)

[Tabela 2 - Campos mandatórios do cabeçalho das mensagens SIP. 36](#_Toc278322597)

# LISTA DE ABREVIAÇÕES

SUMÁRIO

[LISTA DE ILUSTRAÇÕES ii](#_Toc279492740)

[LISTA DE TABELAS iii](#_Toc279492741)

[LISTA DE ABREVIAÇÕES iv](#_Toc279492742)

[1. INTRODUÇÃO 6](#_Toc279492743)

[1.1. Objetivo geral 6](#_Toc279492744)

[1.2. Objetivos específicos 6](#_Toc279492745)

[2. CONTROLE DIGITAL DE VOLUME 7](#_Toc279492746)

[3. CIRCUITO DE PROTEÇÃO 8](#_Toc279492747)

[*4.* CIRCUITO *STANDBY* 9](#_Toc279492748)

[5. CIRCUITO EQUALIZADOR 10](#_Toc279492749)

[6. SISTEMA AMPLIFICADOR 12](#_Toc279492750)

[7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 13](#_Toc279492751)

[8. REFERÊNCIAS 14](#_Toc279492752)

# INTRODUÇÃO

Desde os primeiros amplificadores de áudio produzidos, ainda valvulados, até os mais atuais, já transistorizados, a demanda por estes produtos aumentam durante cada ano e devido ao nível de exigência de cada usuário, junto com as inovações tecnológicas, essas estruturas vêm ganhando características cada vez melhores, como a diminuição do nível de ruído, entre outras.

O presentetrabalho apresenta um amplificador de potência de 10W à carga de 8Ohms. Juntamente com a estrutura, outros circuitos foram integrados para formar todo o sistema de amplificação de áudio, como o circuito de controle de volume digital, sistema de equalização, proteção DC e *Stand-By*.

## Objetivo geral

Aplicar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas dos semestres iniciais do curso superior de tecnologia em sistemas eletrônicos, na forma de um sistema amplificador de áudio.

## Objetivos específicos

* Desenvolver um circuito digital de volume.
* Desenvolver um circuito de equalização de 5 bandas.
* Desenvolver um circuito de *Standby*
* Projetar um circuito de proteção para os alto-falantes.
* Implementar um circuito amplificador de áudio de 10 *Watts* RMS.

# ESTRUTURA DO PROJETO

Nesta seção será abordada como o projeto é estruturado.

## Diagrama de Blocos

A Figura 1 abaixo ilustra o diagrama de blocos do projeto integrador 1.

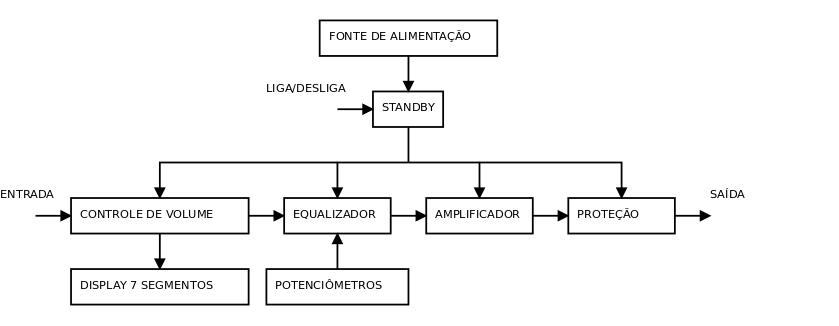


Figura - Diagrama de blocos do Projeto Integrador 1.

Onde a fonte de alimentação fornece as tensões para o circuito *standby*, que este alimenta o restante do circuito. O sinal de entrada de áudio primeiramente passa pelo controle de volume e depois segue para o circuito equalizador, que faz o ajuste das frequências. Em seguida é dado um ganho no sinal com a etapa amplificadora e por fim, o sinal passa por um circuito de proteção antes de chegar aos auto falantes.

# CONTROLE DIGITAL DE VOLUME

É comum os amplificadores possuírem um sistema que faz o controle de todo o sinal de áudio recebido, podendo atenuar ou pré-amplificar este sinal de acordo com a necessidade de cada usuário. No Projeto Integrador 1 esse estágio é caracterizado pelo controle volume na forma digital, utilizando conceitos e técnicas de lógica binária juntamente com os circuitos integrados disponíveis no mercado atual.

O diagrama de blocos funcional do controle de volume á apresentado na Figura 1, abaixo:



Figura 2 - Diagrama de blocos do controle de volume digital.

# CIRCUITO DE PROTEÇÃO

O circuito de proteção permite que o alto falante não seja danificado por corrente continua. Além disso, o circuito também aciona um temporizador para conexão da saída, evitando, assim, ruídos indesejáveis e protegendo o alto falante dos transitórios que podem ocorrer quando o circuito é ligado.

## Bloco de Atraso

O MOSFET Q1, na Figura 2, começa a conduzir, alimentando a bobina, quando a tensão no GATE for de aproximadamente 2,5V. O GATE está ligado à tensão de alimentação através da divisão de tensão nos resistores R2, R3 e R4. O diodo D2 evita que C1 mantenha Q1 conduzindo quando a tensão de alimentação cair. Para evitar uma diminuição excessiva no atraso quando o amplificador for desligado e religado rapidamente, o diodo D3 garante a descarga de C1 quando a tensão de alimentação for metade do valor nominal. SPK é a saída para o alto falante e SGN2 é o sinal de áudio amplificador.



Figura - Diagrama esquemático do bloco de atraso.

## Bloco de Proteção DC

O circuito de proteção que a apresenta, desliga o relé quando a tensão DC na saída do amplificador for superior a +1,5V, fazendo com que Q3 entre em condução descarregando C1 através de R5 ou quando for inferior a -3,5 V, fazendo com que Q2 conduza, devido à tensão negativa no seu emissor, descarregando C1 através de R8 e R9. SGN1 é o sinal de áudio do amplificador.

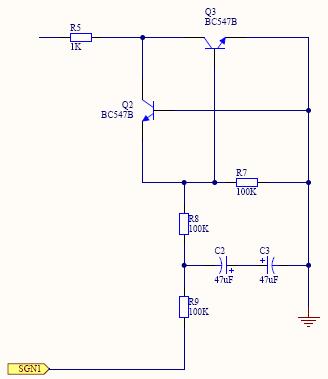


Figura - Diagrama esquemático do circuito de proteção DC.

# CIRCUITO *STANDBY*

A principal função do circuito *standby* é de ligar ou desligar todas as partes do amplificador. A Figura 4 apresenta o circuito esquemático onde o NE555 troca o seu estado de saída a cada vez que o botão (*push button*) é pressionado, com isso ele ativa ou desativa os relés que fornecem a tensão de alimentação para o restante do circuito.



Figura - Esquemático do circuito *standby.*

# CIRCUITO EQUALIZADOR

Em todo, ou qualquer sistema de amplificação de áudio, possui um bloco específico que permite que o usuário altere a curva de resposta em freqüência do sinal de áudio, para corrigir certas deficiências que alguns sistemas de alto-falantes possuem devido a sua não-linearidade. Este sistema é denominado circuito de equalização.

Para este projeto foi escolhido o componente BA3822LS que é um circuito integrado amplamente utilizado no comercio e que possui 2 canais de áudio com até 5 faixas de freqüência para cada canal. A freqüência de corte é dada pelos capacitores acoplados ao sistema juntos a cada amplificador operacional, que o integrado possui internamente, e os potenciômetros. A Tabela 1 abaixo apresenta as frequências de corte:

Tabela - Frequência de corte do BA3822LS.

|  |  |
| --- | --- |
| **Filtro** | **Frequência de corte (Hz)** |
| Grave | 100 |
| Médio Grave | 300 |
| Médio | 1000 |
| Médio Agudo | 3000 |
| Agudo | 10000 |

A Figura 2 apresenta o circuito elétrico do equalizador que foi retirado do *datasheet* do componente BA3822LS.



Figura - Circuito elétrico do equalizador de 5 bandas.

# SISTEMA AMPLIFICADOR

# FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Uma das partes mais importantes de qualquer sistema eletrônico é a fonte de alimentação, onde a tensão disponibilizada pelas centrais elétricas na forma de tensão alternada pode ser processada, alterando seu nível energético.

No PI - 1 foi utilizada a tensão da rede elétrica de RMS e depois convertemos, para as tensões ( e ), e .

Na Figura 2é apresentado o esquema elétrico da fonte de alimentação. A tensão de entrada passa por um transformador que faz a relação de conversão de 220:15 para o circuito, logo depois essa tensão é retificada pelos diodos e filtrada pelos capacitores para gerar um *ripple* desprezível. Depois de filtrar foram usados reguladores 7815, 7915, 7812 e 78-5 que fornecem respectivamente e .



Figura - Esquemático da fonte de alimentação.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto integrador é uma ferramenta que proporciona aos alunos a aplicação prática do conteúdo apresentado em sala de aula, trabalho em grupo, organização e metodologia.

Foi estipulado um cronograma próprio com divisão de tarefas, o que garantiu a apresentação dos trabalhos nas datas previstas, mesmo que com alguma dificuldade, devido a pouca disponibilidade de tempo para o PI e concorrência com as matérias do semestre.

A maior dificuldade encontrada foi na confecção das placas e do gabinete O objetivo desde o inicio foi projetar bem os circuitos, simulá-los e efetuar a verificação para garantir o funcionamento antes da montagem, desta forma, eventuais problemas que aparecessem seriam primeiramente considerados erro na montagem ou algum componente danificado. Assim, garantimos a qualidade e confiabilidade do produto.

# REFERÊNCIAS

BOGART JR., T. F. **Dispositivos e circuitos eletrônicos.** São Paulo: Makron Books, v. II, 2001.

BOYLESTAD, R. L.; NASHELSKY, L. **Introdução a análises de circuitos**. 6ª Edição. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 1999.

SELF, D. ***Audio power amplifier design handbook***. 3ª Edição. ed. [S.l.]: Newnes, 2002.

SLONE, R. G. ***High-power audio amplifier construction manual – 50 to 500***. [S.l.]: McGraw-Hill, 1999.