

FACULDADE INDEPENDENTE DO NORDESTE - FAINOR
ENGENHARIA ELÉTRICA

WBIRAILTON LOPES GOMES

**A PROBLEMÁTICA DO RETORNO DE ÁUDIO PARA MÚSICOS EM
APRESENTAÇÕES ARTÍSTICAS: UMA SOLUÇÃO**

VITÓRIA DA CONQUISTA - BA
JUNHO – 2015

WBIRAILTON LOPES GOMES

**A PROBLEMÁTICA DO RETORNO DE ÁUDIO PARA MÚSICOS EM
APRESENTAÇÕES ARTÍSTICAS: UMA SOLUÇÃO**

Monografia apresentada à Faculdade Independente do Nordeste, ao Curso de Engenharia Elétrica, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheira Eletricista com ênfase em Eletrônica.

ORIENTADOR PROF. Esp. ROGÉRIO GUSMÃO

VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

JUNHO – 2015

FICHA CATALOGRAFICA

WBIRAILTON LOPES GOMES

A PROBLEMÁTICA DO RETORNO DE ÁUDIO PARA MÚSICOS EM APRESENTAÇÕES ARTÍSTICAS: UMA SOLUÇÃO

Monografia apresentada como requisito parcial para conclusão do Curso de Engenharia Elétrica da Faculdade Independente do Nordeste - FAINOR, localizada no município de Vitória da Conquista – BA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovado em: / /

BANCA EXAMINADORA

Esp. Rogério Gusmão (Orientador)
FAINOR

FAINOR

FAINOR

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

JUNHO – 2015

Aos amigos, professores e colaboradores,
pela paciência e boa vontade dispensadas
no desenvolvimento desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

A todos da família que me incentivaram e que diziam que nunca era tarde, que certamente conseguiria meus objetivos, principalmente minha mãe, Sra. Eurides Souza Lopes.

Ao Sr. Climério Sousa de Novais, técnico renomado na eletrônica voltada para áudio profissional dos trios elétricos com quem tive o enorme prazer em trabalhar.

Ao amigo Moacir Figueira pelas oportunidades confiadas, a meus amigos e colaboradores: Evelone Portela e Alécio Santos.

Finalmente, ao meu filho, João Miguel, pela fonte de inspiração que representa.

“Lute com determinação, abrace a vida com paixão, perca com classe e vença com ousadia, porque o mundo pertence a quem se atreve e a vida é muito bela para ser insignificante”.

Charles Chaplin

RESUMO

Este trabalho visa a mostrar o desenvolvimento de um sistema de retorno individual para fones de ouvido com fonte de alimentação coletiva. O objetivo é resolver a problemática da dificuldade de retorno de áudio para músicos durante suas apresentações artísticas em estruturas de pequeno, médio e grande porte. Como estratégia metodológica, realizaremos o retorno de áudio pessoal nessas estruturas, com a implementação de amplificadores para fones de ouvido conectados a uma central que funcione como distribuidora de sinal de áudio e de alimentação em um único cabo para cada usuário. O sistema apresentado, embora seja de uso individual, dispõe de uma central capaz de fornecer sinal de áudio e alimentação 9Vdc a 10 unidades amplificadoras. Este equipamento possibilitará o recebimento e o envio do áudio gerado pela mesa de som do palco até um amplificador portátil individual fixado à cintura do músico, através do qual o próprio músico terá total controle dos níveis de volume e de tonalidade desejados. Espera-se, com isso, que ocorra independência por parte deste usuário, possibilitando um maior conforto para ele e uma maior tranquilidade ao técnico de som que originalmente é o responsável por controlar e distribuir este áudio para todos os 10 usuários envolvidos nestas apresentações. Na realização deste projeto, diversas fases serão observadas, desde o emprego de Software apropriado para o desenvolvimento do layout da placa do circuito, passando pelas simulações do circuito em osciloscópio, até o processo de finalização com a confecção do protótipo e seus respectivos resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Áudio; Circuito; Músicos; Sistemas.

ABSTRACT

This work aims to show the development of an individual return system for headphones with a source of collective power. The goal is to solve the problem of audio feedback of difficulty for musicians for their artistic performances in small structures, medium and large. As methodological strategy, we will hold the personal audio return these structures, with the implementation of amplifiers for headphones connected to a central functioning as audio signal distributor and power over a single cable for each user. The system presented, although it is for individual use, is centrally able to provide power and audio signal 9Vdc 10 Amplifier Units. This equipment will enable the receiving and sending the audio generated by the soundboard stage to an individual portable amplifier attached to the musician's waist, through which the musician himself will have full control of volume levels and desired hue. It is hoped, therefore, that occurs independence by this user, allowing greater comfort for him and greater peace of mind when sound technician who originally is responsible for controlling and distributing this audio to all 10 members involved in these presentations. On completion of this project, various phases will be observed from the appropriate job Software for the development of circuit board layout, through the circuit simulations oscilloscope until the finalization process with the prototyping and their respective results.

KEYWORDS: Audio; Circuit; Musicians; Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Amplificador Classe A Polarização do ponto Q	23
Figura 02: Amplificador Classe B	24
Figura 03: Ci TDA2003	27
Figura04: Circuito Elétrico do TDA2003.....	28
Figura 05: Blocos de uma fonte linear básica	29
Figura 06: Formas geométricas de núcleos de ferro para transformadores.....	30
Figura07: Transformador Toroidal	31
Figura 08: Circuito retificador de meia onda	32
Figura 09: Formas de onda considerando um diodo ideal.....	33
Figura 10: Circuito retificador de onda completa com transformador de derivação central	34
Figura 11: Formas de onda considerando diodo ideal (Center Tape)	35
Figura 12: Circuito característico de uma retificação de onda completa em ponte	36
Figura 13: Formas de onda considerando diodo ideal (Onda Completa em Ponte) ..	37
Figura 14: Circuito característico de uma retificação de onda completa em ponte	39
Figura 15: Correção de ondulação, $V_{ond} = Ripple$	39
Figura 16: O Capacitor.....	40
Figura 17: CIs Reguladores de tensão 7809.....	42
Figura 18: Circuito Elétrico da Fonte utilizando o CI Regulador 7812	42
Figura 19: Representação de um display de 7 segmentos.....	43
Figura 20: Display de 7 Segmentos.....	44
Figura 21: PCI do amplificador desenvolvido na plataforma PCB do Software P-Cad 2006.	46

Figura 22: Layout da PCI.....	47
Figura 23: Processo de silkscreen.....	48
Figura 24: Perfuração da PCI do Amplificador	49
Figura 25: Placa do Amplificador e seus Componentes	50
Figura 26 Protótipo do Amplificador.....	50
Figura 27: Transformador Toroidal, Retificação de Onda Completa, Capacitor e CIs Reguladores 7809 montados em chassi metálico.....	51
Figura 28: Multicabo de 10 vias conectado à Fonte de Alimentação.....	52
Figura 29: Gabinete do amplificador.....	53
Figura 30: Amplificador sendo acoplado ao seu gabinete.	53
Figura 31: Equipamentos utilizados.....	54
Figura 32: Sinal de Entrada X Sinal de Saída.....	55
Figura 33: Banda testando o sistema no Trio Elétrico durante carnaval em Salvador – Ba.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação de Classes de Amplificadores	26
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Rack – Móvel com dimensões padronizadas, onde equipamentos de áudio e demais equipamentos são transportados.

V – Volts

CA – Corrente Alternada

CC – Corrente Contínua

GAP- Buraco que surge na montagem dos núcleos dos transformadores

GO – Grão orientado

RL – Resistência de saída - Carga

VCC - Valor Médio da Tensão Contínua na Carga

VP - Valor de Pico da Tensão

Vef - Valor Eficaz da Tensão

IL - Valor Médio da Corrente na Carga

ID - Valor Médio da Corrente nos Diodos.

IP - Valor de Pico da Corrente.

PIV - Pico Negativo da Tensão

CI – Circuito Integrado

Vond = Tensão de Onda= RIPPLE– Ondulação

W – Energia Potencial Elétrica (J)

Q – Quantidade de Carga Elétrica (C)

U – Diferença de Potencial (V)

C – Capacitância

F – Farad

CI – Circuito Integrado

PUSH-PULL–

mA– Miliampère

f = Frequência

Hz = Hertz

PCI – Placa de Circuito Impresso

XLR – Conectores compostos por 3 pinos utilizados para áudio.

P-Cad – Software para Desenvolvimento de Circuitos Impressos

PCB – Plataforma utilizada pelo Software para Desenvolvimento do Layout de placas de circuito impresso

ρ - Resistividade elétrica do cobre ($r\hat{o}$)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	17
1.2 QUESTÃO DE PESQUISA.....	18
1.2.1 Questão Central	18
1.2.2 Questões Secundárias	18
1.3 OBJETIVO GERAL	18
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.5 HIPÓTESE	19
1.6 JUSTIFICATIVA	19
2. ESTADO DA ARTE	20
3 REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1 AMPLIFICADOR	22
3.1.1 Amplificador Classe A	23
3.1.2 Amplificador Classe B	24
3.1.3 Amplificador Classe AB.....	25
3.1.4 Amplificador Classe C	25
3.1.5 Amplificador Classe D	25
3.1.6 Amplificador com TDA2003.....	27
3.2 FONTE DE ALIMENTAÇÃO.....	28
3.3 TRANSFORMADOR	29
3.3.1 Transformador Toroidal.....	30
3.4 RETIFICAÇÃO	31
3.4.1 Retificação de Meia Onda	32

3.4.2 Retificação de Onda Completa com Transformador de Derivação Central (Center Tape).....	34
3.4.3 Retificação de Onda Completa em Ponte	36
3.5 FILTRAGEM.....	38
3.6 CAPACITOR	40
3.7 REGULAÇÃO.....	41
3.8 DISPLAY DE LED DE 7(SETE) SEGMENTOS.....	43
4 METODOLOGIA	44
4.1 Local e Objeto de Estudo	44
4.2 Métodos da Pesquisa.....	45
5 DESENVOLVIMENTO DO DISPOSITIVO	45
5.1 Escolha do circuito elétrico e desenho do layout da placa de circuito impresso.	46
5.2 Fabricação da placa PCI do Amplificador.....	47
5.3 Montagem da PCI do Amplificador.....	49
5.4 Montagens da Fonte de Alimentação e Distribuidora de Áudio.....	51
5.5 Testes em Laboratório	54
5.6 Amplificador em Uso	55
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	56
7 CONCLUSÃO	57
8 SUGESTÕES DE TRABALHO FUTUROS.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho mostra o desenvolvimento de um sistema de retorno individual para fones de ouvido. A temática surge quando nos deparamos com fenômenos indesejáveis que ocorrem em um palco durante apresentações musicais, em que os músicos que ali atuam solicitam dos técnicos de som ajustes nos volumes de seus retornos; normalmente, clamavam por mais volumes e com esse aumento de volume ocorrem grandes microfônias, geradas pelo excesso de som retornando aos microfones distribuídos. Caixas de som espalhadas por todo o palco, além dos famosos retornos, eram os grandes vilões causadores de tamanha desordem, todos queriam cada vez mais presente os sons de seus instrumentos, aumentavam-se todos e ninguém os ouvia como desejavam. Surgiu então, a idéia de colocar fones individuais para os músicos, assim cada um poderia ouvir seu próprio som sem atrapalhar os demais.

Com anos de experiência profissional como técnico de monitoramento em palco e ouvindo os lamentos dos músicos, ficou evidente que a utilização de retornos por fones de ouvido é a solução ideal para os problemas presentes nas apresentações musicais em qualquer evento, seja ele ao vivo ou gravado.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

No mercado de áudio profissional brasileiro não dispomos de maiores informações voltadas a projetos de construção de amplificadores de áudio para fones de ouvido com uma boa autonomia, poucas pessoas da área detêm informações e o material bibliográfico diz respeito apenas aos amplificadores de áudio de uso geral e nada específico.

1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

1.2.1 Questão Central

- Os amplificadores para fones de ouvido existentes no mercado, que utilizam baterias de 9V como alimentação, tem pouca autonomia.

1.2.2 Questões Secundárias

- Amplificadores para fones de ouvido que utilizam alimentação alternada normalmente ficam fixos em armários e em pontos muito distantes dos usuários
- Amplificadores para fones de ouvido utilizados por músicos em grandes palcos musicais não dispõem de sinais visuais para o técnico de som interagir com estes músicos, displays iluminados orientariam esses profissionais de modo que eles pudessem identificar exatamente o usuário que no momento estaria utilizando aquele canal, dentre os 10 canais disponíveis.

1.3 OBJETIVO GERAL

- Desenvolver amplificadores individuais portáteis, que tenham displays de 7 segmentos com valores pré-fixados em 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08 , 09 e 10 respectivamente, alimentados por uma fonte que promova uma tensão de 9V com corrente capaz de suprir a demanda desses 10 amplificadores, de maneira constante e linear.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir o amplificador desejado com o circuito integrado TDA2003 para fones de ouvido e a partir de um transformador do tipo Toroidal, uma fonte de alimentação linear, regulada e estabilizada em 9VDC que trabalhem em sincronismo com este amplificador.
- Projetar e implementar uma caixa metálica para acomodação da fonte de distribuição que seja múltipla de 10 canais de saída, onde a quantidade respectiva de amplificadores de fones possa ser conectada.
- Construir um chassi pequeno com conectores de entrada de áudio e saída para fones que seja de fácil acomodação à cintura do usuário e que caiba o circuito eletrônico do amplificador TDA2003.
- Montar um cabo múltiplo de 10 vias (Multicabo), utilizando conectores específicos, para condução de áudio entre a mesa de som do palco e a central de distribuição.

1.5 HIPÓTESE

Nossa hipótese é que o sistema proposto é eficiente para trazer ao músico usuário e aos técnicos de som envolvidos o sincronismo necessário, a autonomia e o conforto auditivo para um bom andamento de suas apresentações musicais.

1.6 JUSTIFICATIVA

Os amplificadores de fones de ouvido utilizados presos a região da cintura dos músicos utilizam baterias do tipo 9 volts para a alimentação do seu circuito,

baterias têm a sua autonomia estipulada em hora/ ampère, no decorrer desse período elas tendem a se esgotarem e com isso compromete o funcionamento dos tais amplificadores. A falta dessa bateria em sua plenitude pode ocasionar a geração de distorções no áudio original e conseqüentemente a perda de potência.

Os amplificadores presos em racks (armários) conhecido no meio profissional como amplificador padrão rack ficam instalados normalmente em pontos muito distantes dos músicos, para conduzir o áudio entre o amplificador e esse fone de ouvido, depende-se de grandes comprimentos de cabos e nessa trajetória grande parte da potencia gerada é perdida pelo efeito Joule e no ρ do cobre (material utilizado na confecção dos cabos).

O técnico operador de som de bandas musicais tem dificuldade de identificação de qual usuário requer ajustes no áudio naquele instante, pois nenhum sinal visual permite que ele saiba se dentre todos os canais de áudio aquele é de fato o que ele está controlando.

Nesse trabalho, utiliza-se como referência um sistema de amplificação para fones de ouvido composto por 10 unidades amplificadoras portáteis, uma fonte de alimentação regulada em 9VDC montados em gabinetes metálicos independentes e interligados por cabos individuais, o que propõe resolver a problemática do retorno de áudio para músicos em apresentações artísticas. Os profissionais interessados em construir, usar, pesquisar e aprimorar seus conhecimentos em aplicações de amplificadores dedicados a fones de ouvido de uso profissional podem utilizar essa idéia que é de alta eficiência, baixo custo e fácil construção.

2. ESTADO DA ARTE

Diante da problemática do retorno de áudio para músicos em suas apresentações artísticas, percebe-se que o maior inimigo é a microfonia, fenômeno físico que ocorre quando um som gerado por uma fonte retorna com sua intensidade aumentada ao ponto de origem.

Segundo Queiroz e Santos (S/d), a microfonia ocorre quando um sistema amplifica o sinal de áudio proveniente de um microfone retornando a ele mesmo através de caixas acústicas que operam em um mesmo ambiente, a microfonia (realimentação acústica) é causada pelo acoplamento entre microfone e a caixa acústica.

"Isso provoca uma reação em cadeia, na qual o som é amplificado sem parar. O resultado é a microfonia", diz o físico Cláudio Furukawa, da USP.

De acordo com a Powerclick, o monitor individual portátil construído por ela, o POWER CLICK DB-05 (composto por dois canais de entrada, conexão de saída de áudio, alimentado por pilha de 9V, volume de entradas individuais, ajuste de tonalidade e um volume máster que controla a saída geral) tem como finalidade substituir o conjunto formado por amplificadores e caixas de retorno, com a proposta de acabar com o uso de sistemas de amplificação por caixas acústicas como retorno de áudio.

Como relata Bersan (2007) foi produzido inicialmente de maneira artesanal como produto de garagem o amplificador individual portátil denominado Megaclick, alimentado por pilhas de 9V, foi desenvolvido pela TECAUDIO com a finalidade de atender estudantes de música e músicos profissionais, com a introdução do fone de ouvido como retorno ela sentiu a necessidade de aumentar sua produção e tornar-se um produto industrializado, devido a grande procura no mercado.

Bersan (2007) comenta ainda que com características comuns aos amplificadores individuais portáteis, alimentados por baterias 9V, com controle de volume e tonalidade, os produtos fabricados pela Voxman tiveram sua fabricação encerrada em 2006, pois tinham dificuldades em propiciar a garantia contra defeitos, por falta de peças de reposição e por isso caiu no descrédito dos usuários

Os amplificadores para fones de ouvido **POWERPLAY HA4700 e HA8000** desenvolvidos pela empresa de áudio alemã BEHRINGER e produzidos na China com versões de 04 e 08 saídas respectivamente, contam com controles de volume para cada saída, não são portáteis e apenas produzidos com tensão de alimentação em 120V da rede elétrica. Normalmente são fixados em racks (armários) e não permite ajustes por conta do músico, dependendo de terceiros para realização de

seus ajustes. Cada uma de suas saídas é conectada diretamente aos fones de ouvido, assim como suas entradas são conectadas as saídas auxiliares das mesas de som que controlam o áudio gerado por microfones e instrumentos musicais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o propósito de resolver a problemática do retorno de áudio para músicos em apresentações artísticas foram pesquisados diversos dispositivos disponíveis no mercado de áudio, foram encontrados vários equipamentos com diversas configurações, no entanto, equipamentos bastante parecidos no seu funcionamento, vistos os modelos portáteis alimentados por baterias 9VDC e outros padrão rack, aqueles presos em armários, normalmente alimentados pela rede elétrica em 120VAC. A idéia tem como solução desmembrar o amplificador de áudio de suas fontes de alimentação por bateria ou por transformador, dando total controle para o músico usuário e garantir que não haverá falta de alimentação causada por autonomia da bateria, pois a fonte de alimentação será conectada à rede elétrica e construída em um compartimento separado do amplificador portátil; dela seguirá um único cabo conduzindo 9vdc e o sinal de áudio proveniente de uma unidade geradora deste.

3.1 AMPLIFICADOR

Segundo Braga (2004) define-se por amplificador de áudio um dispositivo que tem como função aumentar um sinal senoidal que passa por sua etapa de entrada saindo com as mesmas características e uma maior amplitude.

Uma maneira utilizada para classificar amplificadores é o de “classes”. As classes de amplificadores basicamente indicam a quantidade de variação do sinal de saída, sobre um ciclo de operação, para um ciclo completo do sinal de entrada. Os amplificadores de potência de um modo geral podem ser divididos em cinco classes.

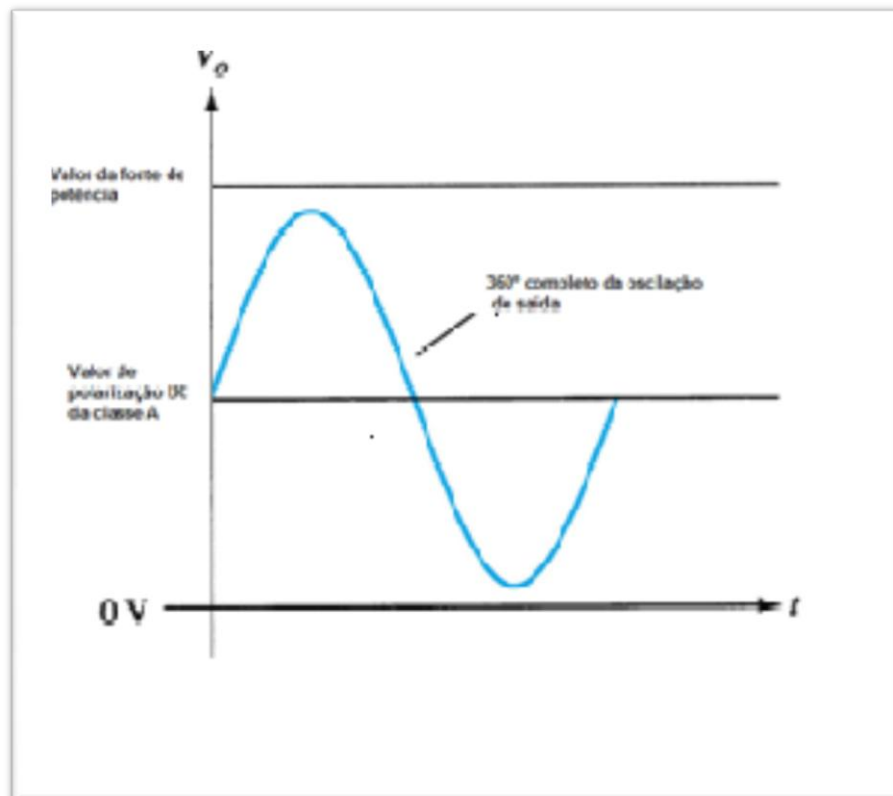
Os amplificadores de áudio são divididos por classes, A, B, AB, C e D, o que

define cada classe é o tipo de circuito e seus respectivos ganhos de saída, qualidade sonora e perdas por efeito Joule. Seus rendimentos variam da ordem de 25% a 78,5%.

3.1.1 Amplificador Classe A

No amplificador Classe A, o sinal de saída varia por um ciclo completo de 360°, para isso é necessário que o ponto Q seja polarizado em um nível que permita que o sinal varie para cima e para baixo sem atingir uma tensão suficiente para ser restringida pelo valor da fonte de tensão ou desça a um ponto suficientemente baixo para atingir o valor inferior da fonte, ou 0 V

Figura 01: Amplificador Classe A Polarização do ponto Q

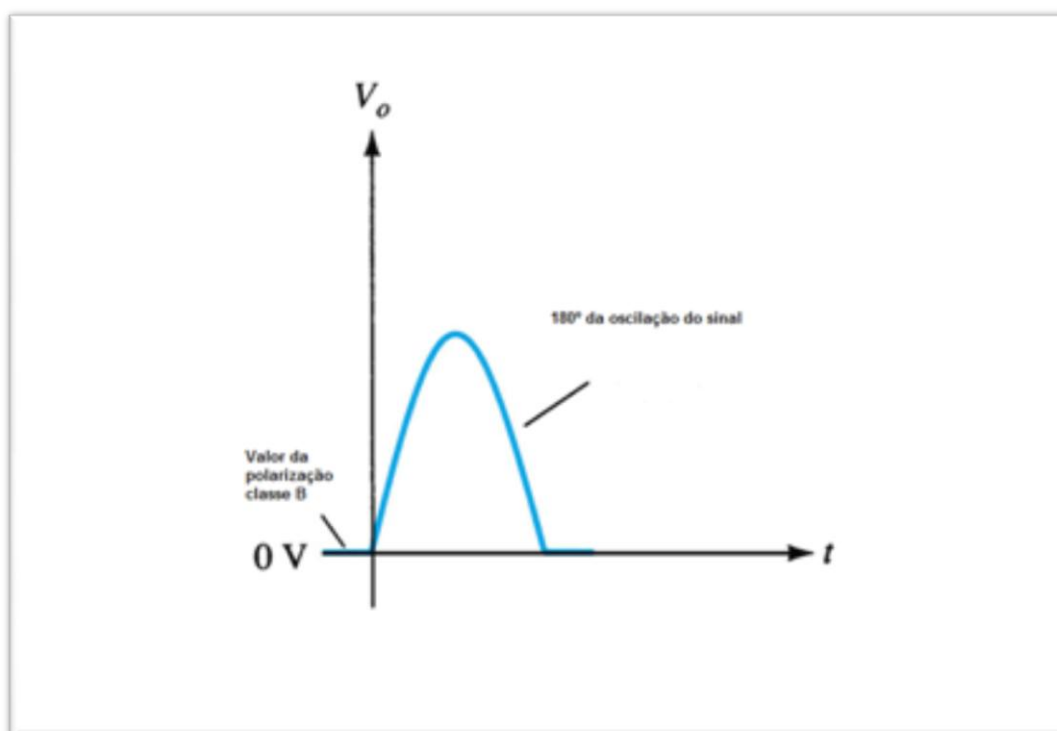


Fonte: Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAATwwAB/classes-amplificadores-potencia>

3.1.2 Amplificador Classe B

Nos amplificadores Classe B, um circuito fornece um sinal de saída que varia sobre metade do ciclo de entrada, ou por 180° de sinal. Portanto, o ponto de polarização DC está em 0 V , e a saída varia, então, a partir desse ponto, durante meio ciclo, obviamente, a saída não é uma reprodução fiel da entrada se apenas meio ciclo está presente. São necessários dois amplificadores Classe B – um para fornecer saída durante o semiciclo positivo e outro para operar no semiciclo de saída negativo. A combinação dos semiciclos fornece então uma saída para os 360° completos de operação. Esse tipo de conexão realiza a operação chamada de *push-pull*. A operação Classe B por si só gera um sinal de saída muito distorcido, pois o sinal de entrada é reproduzido na saída somente para 180° da oscilação do sinal de saída.

Figura 02: Amplificador Classe B



Fonte: Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAATwwAB/classes-amplificadores-potencia>

3.1.3 Amplificador Classe AB

Na Classe AB, um amplificador pode ser polarizado em um valor DC acima do valor correspondente à corrente zero de base da Classe B e acima da metade do valor da fonte de tensão da Classe A. Essa condição de polarização é empregada em amplificadores Classe AB. A operação Classe AB requer ainda uma conexão *push-pull* para atingir um ciclo de saída completo, porém o valor e polarização DC geralmente estão muito próximos do valor zero de corrente de base para uma melhor eficácia de potência. Para a operação Classe AB, a oscilação do sinal de saída ocorre entre 180° e 360° e não se classifica como uma operação Classe A nem Classe B.

3.1.4 Amplificador Classe C

A saída de um amplificador Classe C é polarizada para uma operação em menos de 180° do ciclo e opera apenas com circuitos sintonizados (ressonantes), os quais fornecem um ciclo completo de operação para a frequência sintonizada ou ressonante. Portanto, essa classe de operação é utilizada em ampliações especiais de circuitos sintonizados, como os de rádio ou de comunicações.

3.1.5 Amplificador Classe D

Amplificadores Classe D é uma forma de amplificação para sinais pulsados (digitais), que permanecem ligados por um curto intervalo de tempo e desligados durante um longo intervalo. A utilização de técnicas digitais possibilita a obtenção de um sinal que varia sobre um ciclo completo (utilizando circuitos de amostragem e retenção) para recriar a saída a partir de vários trechos do sinal de entrada. A principal vantagem da operação Classe D é que o amplificador está ligado durante curtos intervalos, e a eficiência global pode, na prática, ser muito alta.

Foram definidos muitos parâmetros para distinção das classes de operação dos amplificadores, os principais são: o ganho de tensão; a frequência de corte; a

potência de saída; a distorção harmônica total; a distorção por intermodulação e a eficiência. O parâmetro mais utilizado para compreender as diferenças entre os amplificadores é comparar o grau de eficiência de potência entre as várias classes. A eficiência de potência, definida como a razão entre a potência de saída e a de entrada, melhora da Classe A para a Classe D. O amplificador Classe A, com polarização DC na metade do valor da fonte de tensão, utiliza muita potência para manter a polarização mesmo sem nenhum sinal de entrada aplicado. O resultado é uma baixa eficiência, principalmente com sinais pequenos de entrada, quando pouca potência CA é liberada para a carga. Na verdade, a eficiência máxima de um circuito Classe A, que ocorre para a maior oscilação de tensão e corrente de saída, é de somente 25% para uma conexão de carga direta ou realimentada em série, e 50% para uma conexão utilizando indutores e capacitores. É possível mostrar que a operação Classe B, sem nenhuma potência de polarização DC para o caso de ausência de sinal de entrada, fornece uma eficiência máxima que chega a 78,5%. A operação Classe D pode obter uma eficiência de potência maior que 90% e fornece a operação mais eficiente de todas as classes de operação. A Classe C geralmente não é utilizada para transferir grandes quantidades de potência, portanto não foi possível medir a sua eficiência. Como a Classe AB situa-se entre a Classe A e B, em termos de polarização ela mantém sua eficiência entre 25% (ou 50%) e 78,5%. A *Tabela 01* fornece uma comparação relativa da operação do ciclo de saída e eficiência de potência para os diversos tipos de classes.

Tabela 01: Comparação de Classes de Amplificadores

Classes	A	AB	B	C	D
Ciclo de Operação	360°	180 a 360°	180°	Menor que 180°	Operação por pulso
Eficiência de Potência	25% a 50%	Entre 25% (50%) e 78,5%	78,5%		Normalmente acima de 90%

Fonte: Disponível em <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAATwwAB/classes-amplificadores-potencia>

3.1.6 Amplificador com TDA2003

Conforme STMicroelectronics (2013) o circuito integrado TDA2003 foi desenvolvido para industria automotiva, especificamente para uso como amplificadores para rádio (sistemas de som automotivo) e alimentados com tensões de 9 a 18 VDC.

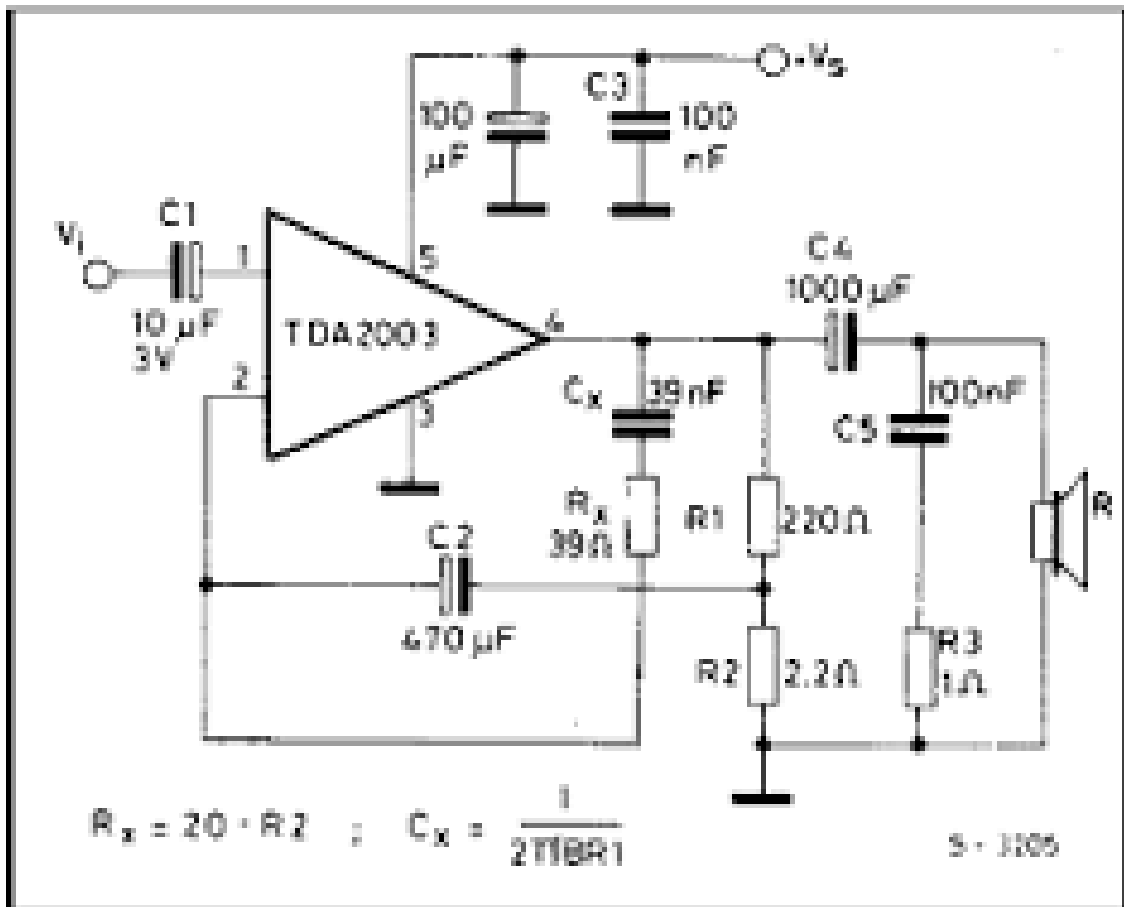
Figura 03: Ci TDA2003



Fonte: (Autoria Própria, 2015)

STMicroelectronics por ser o fabricante e distribuidor deste circuito integrado amplificador TDA2003, disponibiliza o circuito elétrico sugerido para um melhor aproveitamento sonoro, a fórmula para cálculo de ganho, uma sugestão de placa de circuito impresso e a lista de todos componentes para sua montagem.

Figura04: Circuito Elétrico do TDA2003



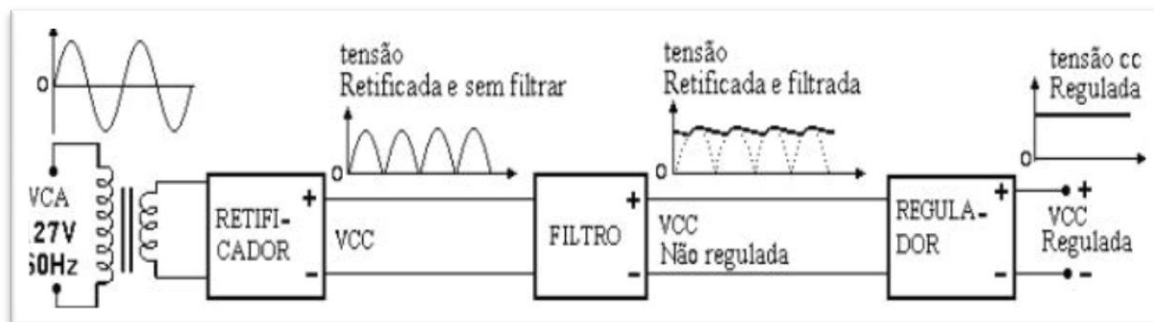
Fonte: (STMICROELETRONICS, 2013)

3.2 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Segundo Neto (2010), fonte de alimentação faz parte de uma das etapas básicas de equipamentos eletrônicos e elétricos. Essa etapa tem como objetivo casar a tensão de uma rede elétrica domiciliar ou industrial às demais tensões adequadas ao funcionamento do circuito proposto.

Uma fonte linear básica é subdividida em 4 blocos, cada um responsável por uma finalidade. Bloco 1: Transformador, Bloco 2: Retificação, Bloco 3: Filtragem e Bloco 4: Regulagem.

Figura 05: Blocos de uma fonte linear básica



Fonte: (SOUZA, 2015)

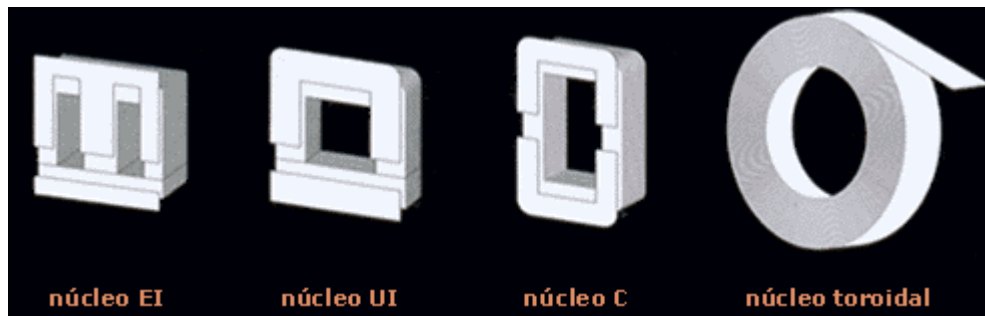
3.3 TRANSFORMADOR

Segundo Neto (2010) O transformador é uma máquina elétrica estática que tem como objetivo transformar os fatores de potência, ela modifica os valores de 'tensão e corrente' originários de uma entrada AC para outros valores de 'tensão e de corrente' de saída AC. Esses valores podem ser menor, igual ou maior que os de entrada AC.

Fitzgerald, Jr., Umans (2014) diz que os transformadores com um enrolamento primário e múltiplos enrolamentos secundários são comumente aplicados na construção de fontes de alimentação CC para equipamentos eletrônicos.

Segundo a Toroid do Brasil os modelos de núcleos de transformadores com GAPS (buracos nos núcleos para o fluxo magnético), como: os EI, os UI e os UC, aumentam sensivelmente suas perdas, enquanto que o núcleo toroidal por ser homogêneo, sem cortes e com sua geometria favorável, o torna absolutamente mais eficiente. As palavras toroidal provem da forma geométrica do núcleo redondo e parecido com um anel.

Figura 06: Formas geométricas de núcleos de ferro para transformadores



Fonte: (TOROID DO BRASIL, 2015)

3.3.1 Transformador Toroidal

A Toroid do Brasil assegura que os transformadores toroidais construídos com chapas de aço-silício GO levam ligeiras vantagens no comparativo com transformadores convencionais, como os de núcleo EI (por exemplo), dentre elas são destacadas as seguintes;

- Baixíssima irradiação do campo magnético ao redor do transformador, não afetando circuitos eletrônicos sensíveis, sejam eles analógicos ou digitais.
- Baixíssimas perdas, o que proporciona um menor consumo, pois a corrente consumida em vazio (sem carga) é bastante pequena.
- Menor variação de tensão na saída de potência, ou seja, a diferença entre a tensão de saída com carga e sem carga (em vazio) é inferior a de um transformador convencional.
- Tamanho reduzido, em geral, entre 40 e 60% menores e mais leves que os transformadores convencionais.
- Flexibilidade de Projeto: ao contrário dos transformadores convencionais, o transformador toroidal adquire formas muito mais adaptáveis às necessidades do projeto.
- Fácil montagem em equipamentos, podendo ser fixado com apenas 1 parafuso, reduzindo tempo de montagem.

- Funcionamento silencioso, ou seja, o ruído mecânico da vibração do núcleo praticamente não existe.

Figura07: Transformador Toroidal



Fonte: (Autoria Própria, 2015)

3.4 RETIFICAÇÃO

Segundo Souza (2015) a tensão fornecida pela distribuidora de energia elétrica é alternada, enquanto que circuitos eletrônicos trabalham com tensões contínuas. Para tanto, é necessário que uma conversão de corrente alternada para corrente contínua seja feita por circuitos retificadores, ou seja, retificação. Em aparelhos eletrônicos, de modo geral, são utilizados retificadores monofásicos e em circuitos industriais de alta potência aplicam-se os retificadores polifásicos.

Os retificadores monofásicos que são aplicados na eletrônica são:

- Retificadores de meia onda;
- Retificadores de onda completa utilizando transformador com derivação

central (CENTER TAPE);

- Retificadores de onda completa em ponte.

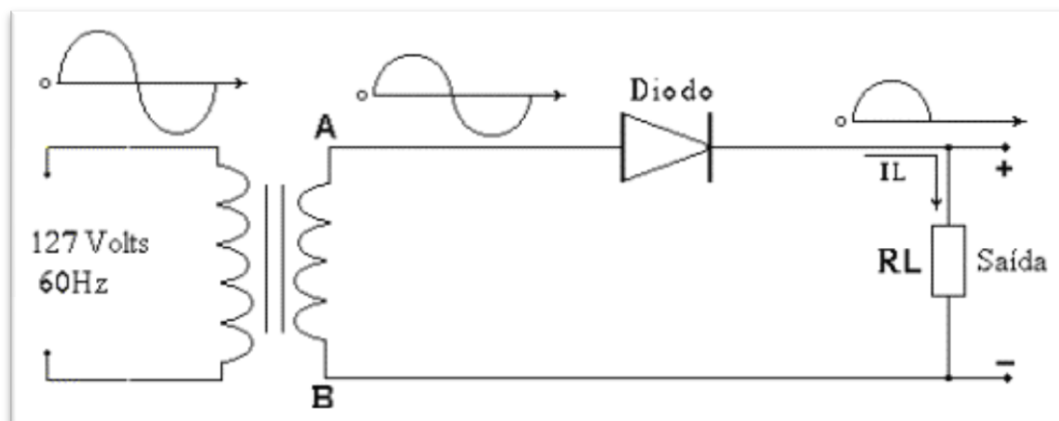
3.4.1 Retificação de Meia Onda

Para retificar uma tensão é utilizado o diodo, ele tem características unidirecionais, conduz corrente em apenas um sentido.

O diodo ideal se comporta como uma chave fechada quando está polarizado de maneira direta e como uma chave aberta quando sua polarização é reversa.

A resistência direta do diodo é muito baixa, enquanto que a resistência reversa é muito alta.

Figura 08: Circuito retificador de meia onda



Fonte: (SOUZA, 2015)

O comportamento deste circuito retificador de meia onda é observado abaixo.

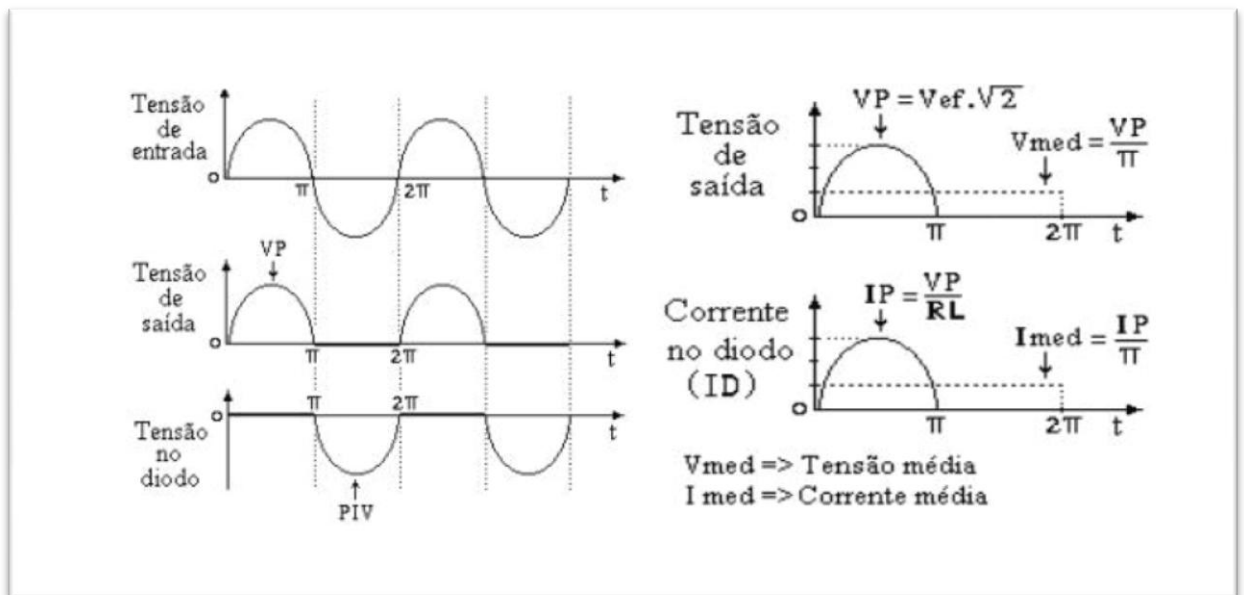
- O diodo está diretamente polarizado e conduz do ponto A positivo em relação ao ponto B e a corrente circula de A até B, passando pelo diodo e pela carga RL.
- O diodo se encontra inversamente polarizado e não conduz para o ponto A negativo em função de B. Tem-se corrente em na carga somente nos semiciclos positivos de entrada.
- Os semiciclos positivos passam para a carga e os negativos ficam

bloqueados pelo diodo.

- A frequência de ondulação em RL é igual à frequência de entrada, 60Hz.
- O retificador de meia onda tem baixa eficiência.

"Um retificador monofásico de meia-onda não é muito prático por causa da tensão média de saída, da pouca eficiência e alto fator de ondulação"¹.

Figura 09: Formas de onda considerando um diodo ideal



Fonte: (SOUZA, 2015)

- VCC é o valor médio da tensão contínua na carga RL
- VP é o valor de pico da tensão, $VP = V_{ef} \cdot \sqrt{2}$.
- $VCC = VP / \pi$
- $VCC = 0,45 \cdot V_{ef}$.
- Vef é o valor eficaz ou rms da tensão alternada de entrada.
- $IL = VCC / RL$ e $ID = IL$
- IL é o valor médio da corrente em RL e ID é o valor médio da corrente no diodo.

¹ AHMED, Ashfaq. *Eletrônica de Potência*, São Paulo, 2000, p.159.

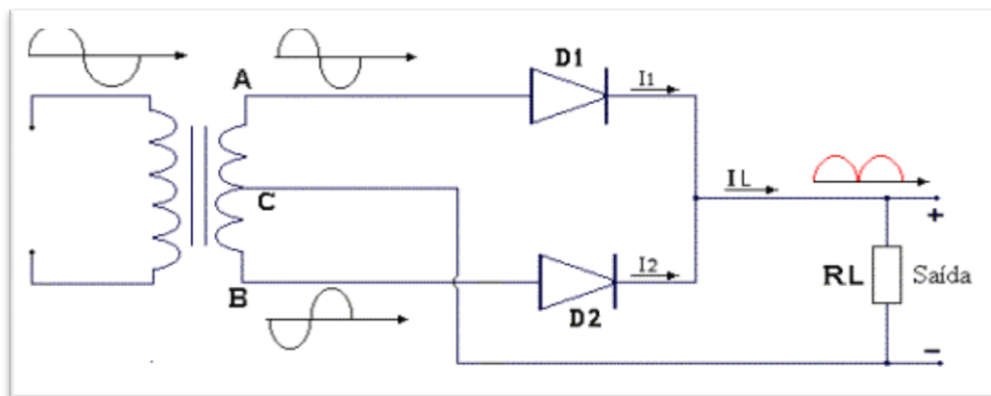
- $I_P = V_P / R_L$ sendo I_P o valor de pico da corrente.
- Tensão eficaz em $R_L = V_P / 2$, mas a tensão eficaz na entrada é $V_{ef} = V_P / \sqrt{2}$.
- $PIV = 2 \cdot V_P$ sendo PIV o pico inverso de tensão no diodo.

Observação: É necessário que o diodo deva suportar uma tensão inversa maior do que PIV e uma corrente direta maior que I_D .

3.4.2 Retificação de Onda Completa com Transformador de Derivação Central (Center Tape)

Segundo Ahmed (2000) a retificação por onda completa é mais utilizada que a retificação de meia-onda por causa das tensões e correntes médias mais altas, de maior eficiência e menor fator de ondulação.

Figura 10: Circuito retificador de onda completa com transformador de derivação central



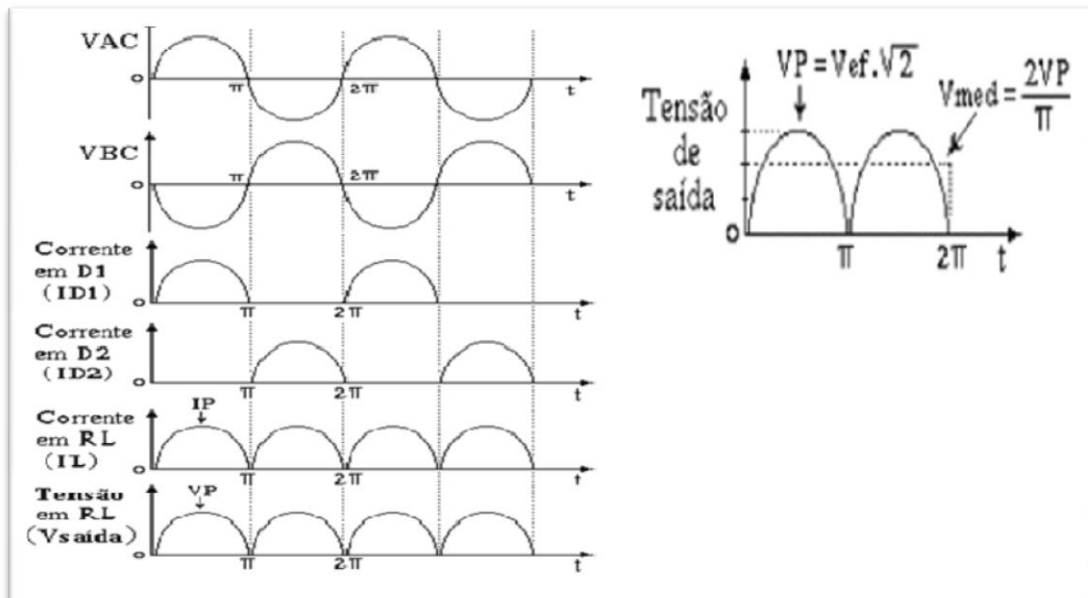
Fonte: (SOUZA, 2015)

O circuito retificador de onda completa com derivação central, comumente chamado de retificador de onda completa convencional, se comporta da seguinte maneira:

- Há uma diferença de 180° entre as tensões de saída do transformador, V_A e V_B .
- As tensões V_A e V_B são medidas, tendo como referência o ponto C, ou seja, 0V.

- Quando A é positivo, B é negativo, a corrente flui de A passando por D1 e RL e chega ao ponto C.
- Quando A é negativo, B é positivo, a corrente flui de B passando por D2 e RL e chega ao ponto C.
- A corrente é contínua, pois em qualquer polaridade de A ou de B que IL circula terá sempre único sentido em RL. Os semiciclos serão somente positivos na saída.
- A frequência de ondulação na saída é o dobro da frequência de entrada.

Figura 11: Formas de onda considerando diodo ideal (Center Tape)



Fonte: (SOUZA, 2015)

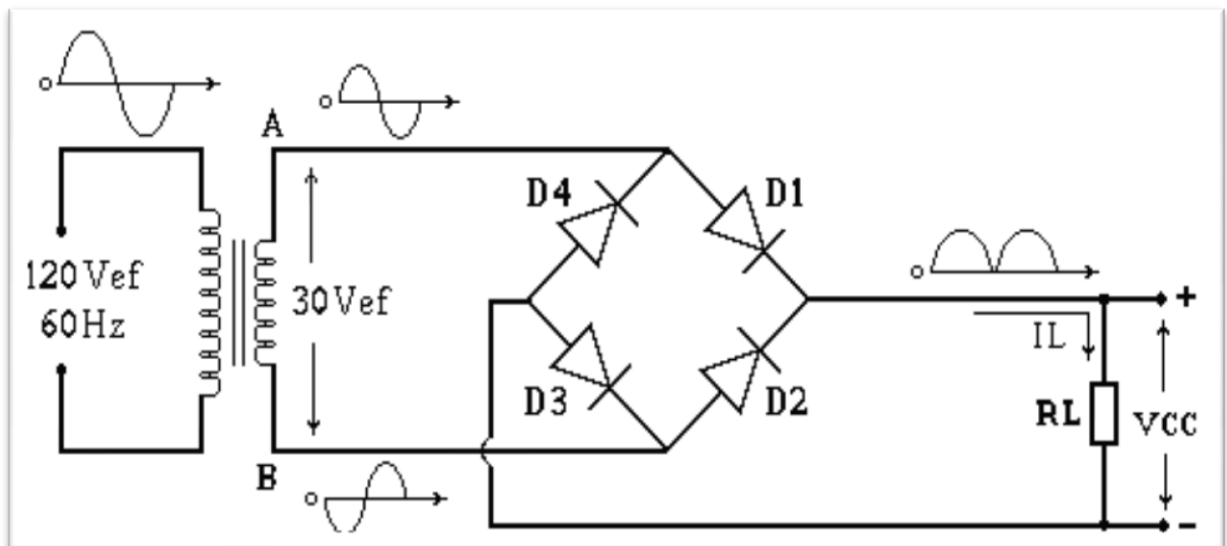
- $VCC = 2.VP / \pi$ ou $VCC = 0,9.Vef$
- VCC é o valor médio da tensão contínua em RL.
- VP é o valor de pico da tensão
- $VP = Vef.\sqrt{2}$.
- Vef é o valor eficaz da tensão de entrada ($Vef = VAB / 2$)
- $IL = VCC / RL$ e $ID = IL / 2$.

- I_L é o valor médio da corrente em R_L e I_D é o valor médio da corrente nos diodos.
- $I_P = V_P / R_L$ onde I_P é o valor de pico da corrente.
- Tensão eficaz de saída = Tensão eficaz de entrada = $V_P / \sqrt{2}$
- O PIV nos diodos é o pico negativo da tensão V_{AB}
- $PIV = -V_{AB} \cdot \sqrt{2}$

3.4.3 Retificação de Onda Completa em Ponte

Souza (2015) mostra que o circuito retificador de onda completa em ponte se utiliza de 04 diodos ligados em ponte e não necessita de derivação central do transformador. O transformador é dispensável e a retificação pode ser realizada diretamente da rede elétrica, a depender da aplicação desejada. Nesse tipo de retificação a frequência de ondulação na saída é o dobro da frequência de entrada.

Figura 12: Circuito característico de uma retificação de onda completa em ponte



Fonte: (SOUZA, 2015)

O circuito acima funciona de acordo os seguintes momentos:

- Quando A é positivo em relação a B, a corrente flui de A passando por D1,

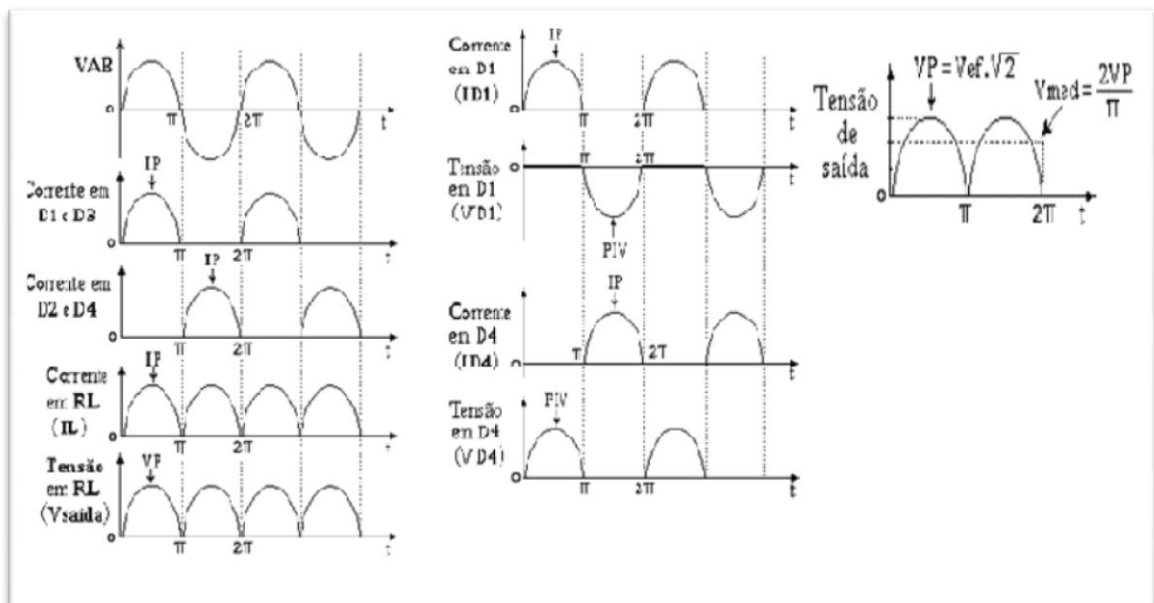
RL, D3 e chega ao ponto B.

- Quando A é negativo em relação a B, a corrente flui de B passando por D2, RL, D4 e chega ao ponto A.
- Apenas dois diodos conduzem de cada vez.
- Quando o ponto A é positivo D1 e D3 conduzem.
- Quando o ponto A é negativo D2 e D4 conduzem.
- Para qualquer polaridade de A ou de B a corrente I_L circula num único sentido em RL e por isto, a corrente em RL é contínua.

Nesse tipo de retificação, acontecem somente semiciclos positivos na saída.

Observação: Os valores de tensão de entrada do transformador $120V_{ef}$ e a tensão de saída $30V_{ef}$ que aparecem na figura 00, são somente ilustrativas e não servem como parâmetros para definir o tipo de retificação.

Figura 13: Formas de onda considerando diodo ideal (Onda Completa em Ponte)



Fonte: (SOUZA, 20015)

- $VCC = 2 \cdot VP / \pi$ ou $VCC = 0,9 \cdot V_{ef}$
- VCC é o valor médio da tensão contínua em RL.

- VP é o valor de pico da tensão e $VP = V_{ef} \cdot \sqrt{2}$.
- Vef é o valor eficaz ou rms da tensão de entrada ($V_{ef} = V_{AB}$)
- $IL = VCC / RL$ e $ID = IL / 2$.
- IL é o valor médio da corrente em RL e ID é a Corrente média nos diodos.
- O valor de pico da corrente $IP = VP / RL$.
- Tensão eficaz de saída = Tensão eficaz de entrada = $VP / \sqrt{2}$
- O PIV nos diodos é o pico da tensão VAB.
- $PIV = VAB \cdot \sqrt{2}$

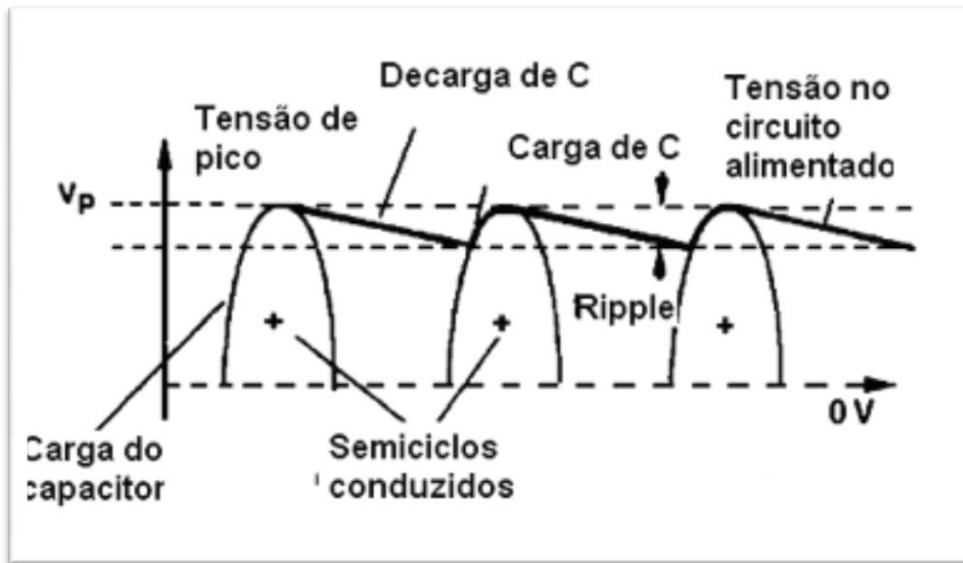
Na retificação de onda completa em ponte, aonde 2 diodos conduzem ao mesmo tempo é levada em consideração a queda de tensão proveniente da soma da queda de tensão de cada diodo, o que totaliza 1,4 V.

3.5 FILTRAGEM

Braga (2014) sugere que uma boa filtragem é essencial em projetos eletrônicos que envolvem sinais de áudio, cita também que uma regra básica é utilizar um capacitor com valor de $1.000\mu F$ para cada 1 ampère de corrente, entretanto, cálculos mais precisos determinam o valor mínimo de um capacitor de filtro de uma fonte.

Na transformação de corrente alternada para continua, quando é obrigatório o processo de retificação, são geradas ondulações (*Ripple*) provenientes de uma corrente continua pulsante produzida pela ação dos diodos.

Figura 14: Circuito característico de uma retificação de onda completa em ponte

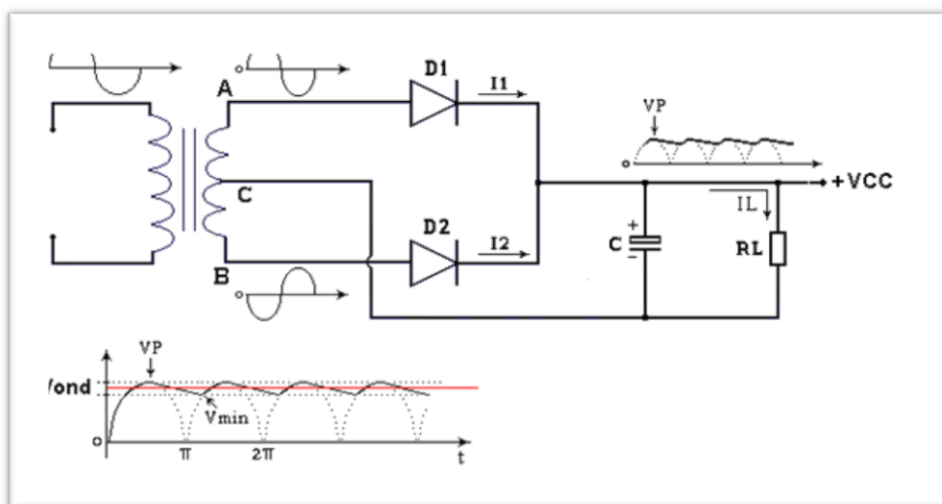


Fonte: (BRAGA, 2014)

Esta corrente não é pura e precisa de uma correção a fim de torná-la ideal para uso na maioria de equipamentos eletrônicos, para isso o método mais simples é a implementação de um capacitor na saída da fonte em paralelo com a carga.

Segundo Souza (2015) a função do capacitor é reduzir a ondulação na saída do retificador e quanto maior for o valor deste capacitor menor será a ondulação na saída da fonte.

Figura 15: Correção de ondulação, $V_{ond} = \text{Ripple}$



Fonte: (SOUZA, 2015)

- $f=120\text{Hz}$.
- $V_{CC} = V_p - (V_{ond}/2)$
- $V_{ond} = I_L/f.C$
- $V_p = V_{ef} \cdot \sqrt{2}$
- $V_{ef} = V_{AB}/2$

3.6 CAPACITOR

De acordo Markus (2004) o capacitor ou condensador é um dispositivo elétrico que têm a capacidade de armazenar energia elétrica sob a forma de um campo eletrostático, essa ação é denominada de capacitância de um capacitor.

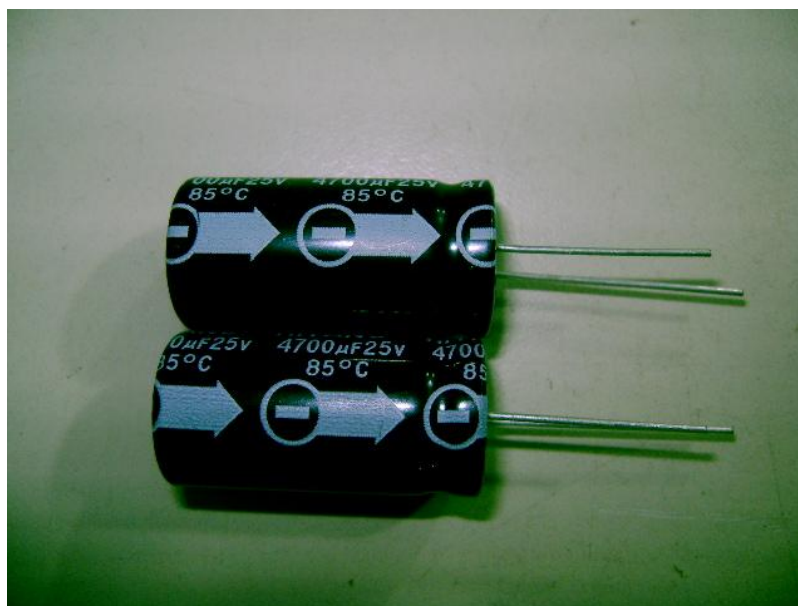
A capacitância de um capacitor pode ser calculada através da expressão:

$$C = Q/U$$

C = capacitância (F)

Q = quantidade de carga (C)

Figura 16: O Capacitor



Fonte: (Autoria Própria, 2015)

A capacitância de um capacitor pode ser calculada através da expressão:

$$C = Q/U$$

C = capacitância (F)

Q = quantidade de carga (C)

A medida que o capacitor vai sendo carregado por cargas, ele vai armazenando energia potencial elétrica.

A expressão matemática utilizada para calcular a quantidade de energia armazenada pelo capacitor é dada por:

$W = Q.U/2$ como $Q = C.U$ a primeira expressão pode ser reescrita assim:

$$W = C.U^2/2$$

W = energia potencial elétrica (J)

Q = quantidade de carga elétrica (C)

U = diferença de potencial (V)

C = capacitância (F)

A unidade de capacitância é Coulomb / Volt ou, simplesmente, *farad* (F).

Souza (2015) afirma que para uma tensão de *Ripple* muito pequena, como é exigido na alimentação de circuitos pré-amplificadores de áudio, deve-se utilizar um circuito regulador de tensão na saída do retificador com filtro.

3.7 REGULAÇÃO

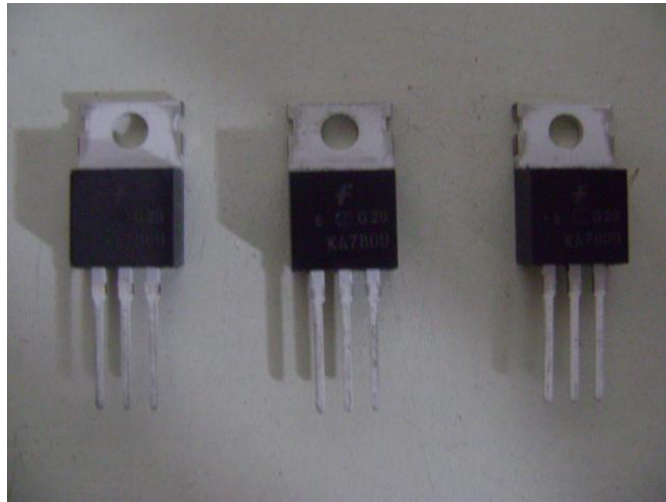
De acordo Wendling (2009) os reguladores de tensão na forma de circuito integrado são mais precisos e facilitam a acomodação em placas de circuitos impressos, pois ocupam pouco espaço físico.

Existem CIs reguladores de tensão de vários tipos, dentre eles os da série 78XX para tensão positiva e os da série 79XX para tensão negativa. Os números 78 e 79, respectivamente fazem referência à tensão positiva e tensão negativa, e o XX o valor de tensão que cada um permite na sua saída regulada. Essa família de CIs reguladores tem as seguintes características:

- Máxima tensão de entrada: 35V.

- A tensão mínima necessária na entrada deve ser 3V superior ao valor de saída desejado.
- Máxima corrente de saída: 1A.
- Máxima potencia dissipada: 15W.

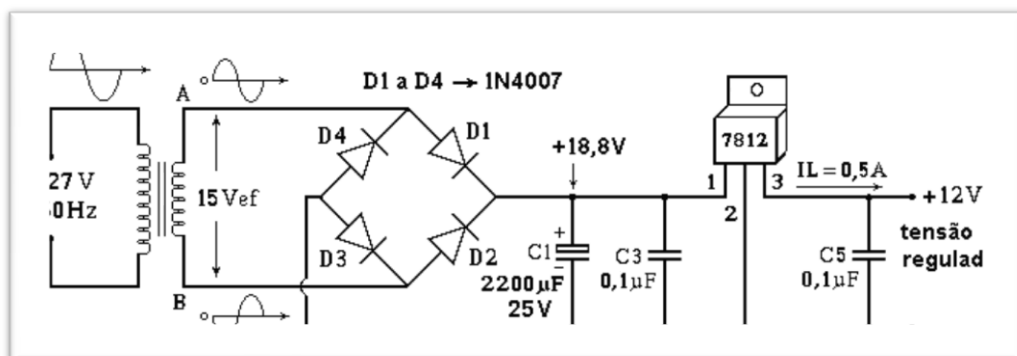
Figura 17: CIs Reguladores de tensão 7809



Fonte: (Autoria Própria, 2015)

Por conta da grande variedade de valores de saída e suas diversas aplicações é que a família de CIs reguladores de tensão é bastante ampla, cada circuito requer um valor apropriado.

Figura 18: Circuito Elétrico da Fonte utilizando o CI Regulador 7812



Fonte:(SOUZA, 2015)

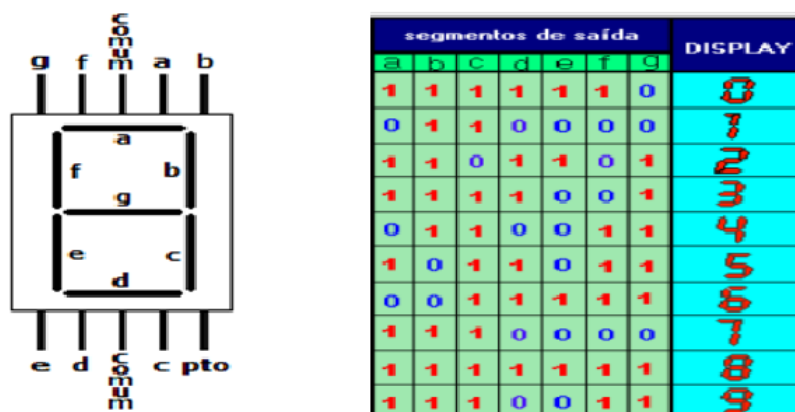
Souza (2015) chama atenção que para obter qualquer outro valor de tensão de saída é necessário uma pesquisa junto à tabela do fabricante quanto aos modelos disponíveis, levando em consideração que a entrada de tensão deve ser 3V acima do valor de tensão da saída.

3.8 DISPLAY DE LED DE 7(SETE) SEGMENTOS

Araújo (2015) destaca que o display de sete segmentos é formado por sete leds, organizado com o formato do número oito. De acordo com a representação desejada os seus terminais devem ser conectados a um nível lógico alto ou baixo, a depender do tipo do display. O display de sete segmentos pode ser do tipo *anodo comum* ativado pelo nível baixo e conectando seus pinos comuns em alto nível, e do tipo *catodo comum* que é ativado pelo nível alto e aterrando seus pinos comuns, ou nível baixo.

Na utilização desses displays deve-se levar em consideração que os seguimentos são leds e que é necessário limitar a corrente usando resistência em cada segmento. A depender do brilho o valor da resistência deve ser observada para garantir a integridade e a vida útil do led, normalmente se usa resistências entre 220 e 560 ohms, para uma fonte de 5V, o que equivale a uma corrente entre 9mA a 20mA.

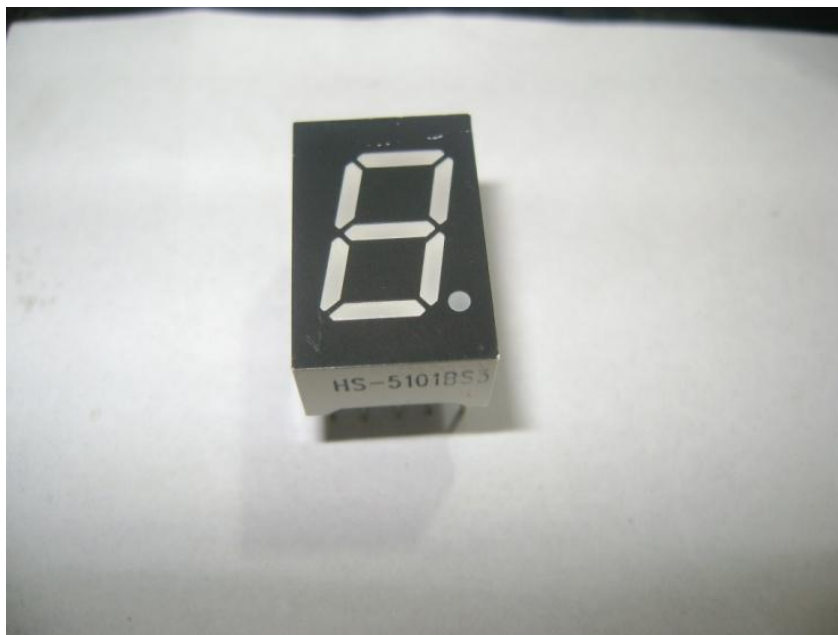
Figura 19: Representação de um display de 7 segmentos



Fonte: (ARAÚJO, 2015)

"O display de sete segmentos é um invólucro com sete leds com formato de segmento, posicionados de modo a possibilitar a formação de números decimais e algumas letras utilizadas no código hexadecimal". (ARAÚJO, 2015)

Figura 20: Display de 7 Segmentos



Fonte: (Autoria Própria, 2015)

4 METODOLOGIA

4.1 Local e Objeto de Estudo

O ambiente de pesquisa foi o campo, ou seja: bandas, trios elétricos, igrejas, auditórios, etc. De modo geral, todo o meio onde foi observada a necessidade de implementar um dispositivo que tinha como objetivo solucionar os problemas encarados pelos músicos pela falta de retorno em suas apresentações, além de minimizar os efeitos da microfonia que são tão nocivos as tais apresentações ao vivo.

4.2 Métodos da Pesquisa

Quanto à natureza da pesquisa, este trabalho se enquadra como Aplicada, cujo objetivo é a realização concreta de uma ideia gerada a partir dos conhecimentos agregados no período de estudo.

Levando em consideração o que afirmam KauarK, Manhães e Medeiros (2010) a Pesquisa Aplicada tem como objetivo gerar conhecimentos com intuito de produzir uma solução prática para os problemas específicos.

Quanto aos objetivos o trabalho apresentado mostra-se como exploratório, pois a proposta é resolver o problema pontual do efeito da microfonia assim como a problemática da falta de retorno vivida pelos músicos durante suas apresentações.

Conforme KauarK, Manhães e Medeiros apud Gil (2010) a pesquisa de campo junto com os profissionais envolvidos, sejam eles os técnicos de som ou os músicos, assume a forma do Estudo de Caso e das Pesquisas Bibliográfica.

5 DESENVOLVIMENTO DO DISPOSITIVO

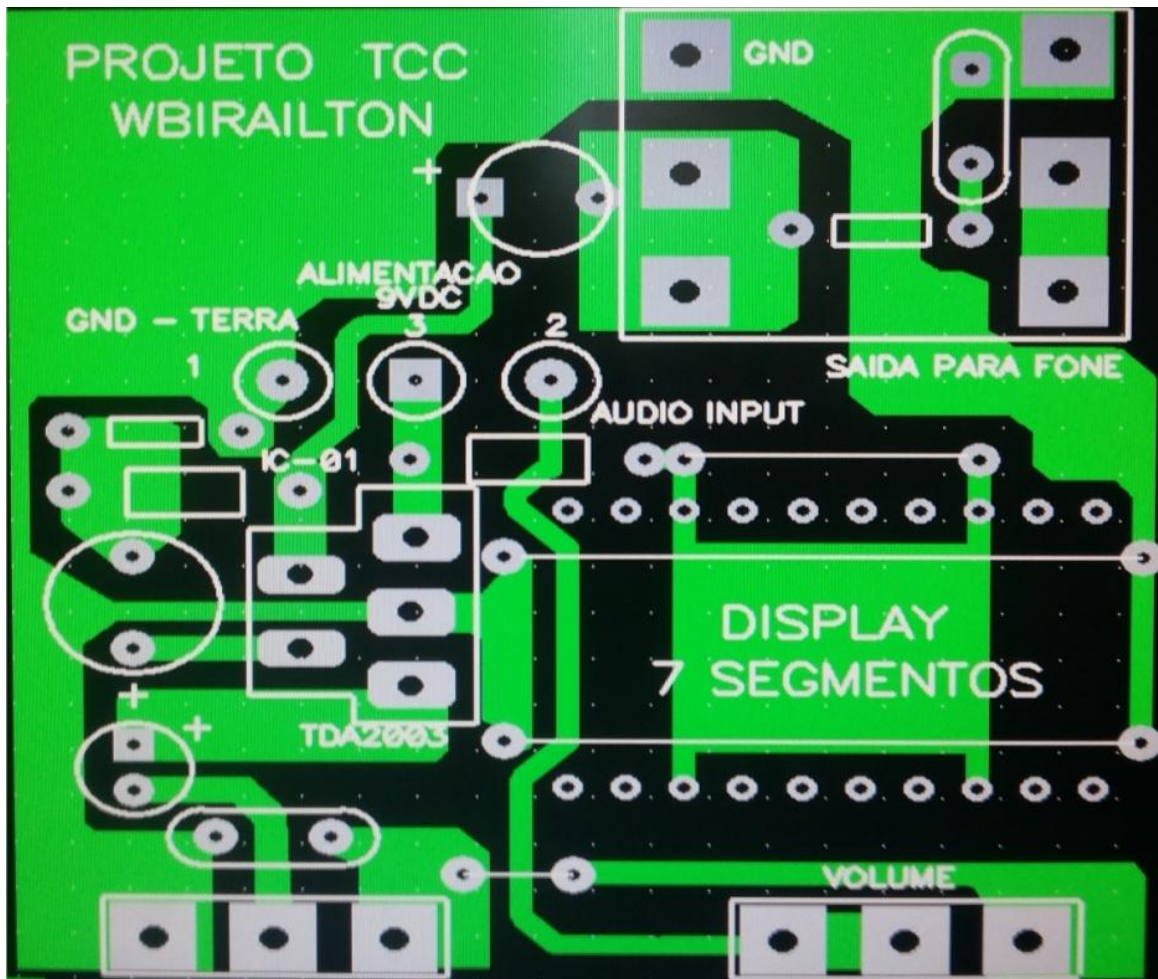
Neste projeto é prometida uma solução para resolver os problemas do retorno de áudio vivido por músicos em suas apresentações, assim como atenuação dos problemas gerados pela microfonia durante estas apresentações.

Para o desenvolvimento físico deste projeto algumas fases se fizeram necessárias para que houvesse êxito na confecção de um protótipo. O projeto se realiza na escolha do circuito elétrico, no Software apropriado para o desenho da placa (layout) e na confecção deste protótipo. Foram ainda realizados os testes e serão explanados os resultados encontrados com o auxílio de equipamentos em laboratório. Os equipamentos utilizados foram: Osciloscópio, Gerador de Áudio, e Voltímetro.

5.1 Escolha do circuito elétrico e desenho do layout da placa de circuito impresso.

Nesta fase será mostrado o desenho técnico da placa do circuito impresso desenvolvido através do software P-Cad 2006. O circuito elétrico utilizado foi o sugerido pelo datasheet do Ci TDA2003, componente fabricado pela STMicrocomponentes e visto na figura 04.

Figura 21: PCI do amplificador desenvolvido na plataforma PCB do Software P-Cad 2006.

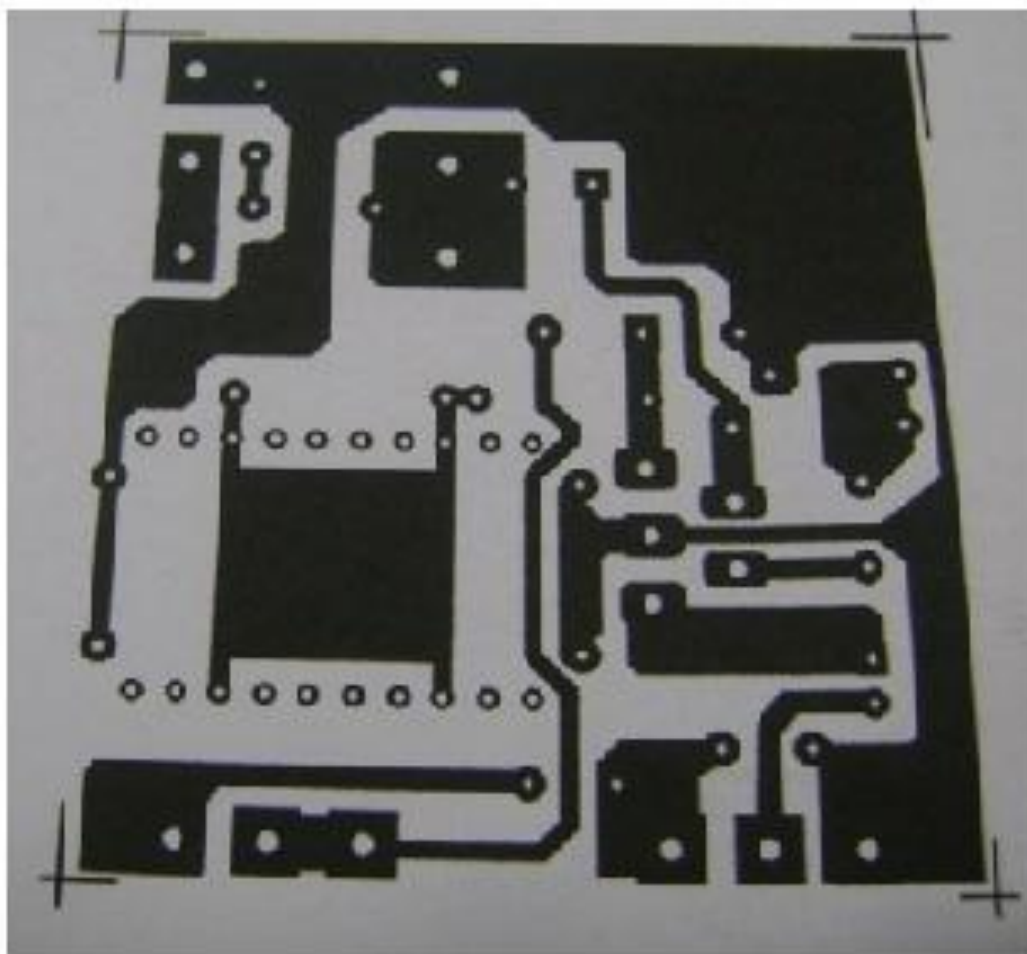


Fonte: (Autoria Própria 2015).

5.2 Fabricação da placa PCI do Amplificador

Depois de desenvolvido o layout da placa PCI inicia-se a construção de fato do equipamento, onde a partir do processo de *silkscreen* acontecerá a transferência desse layout para a placa de fibra de vidro com face de cobre.

Figura 22: Layout da PCI

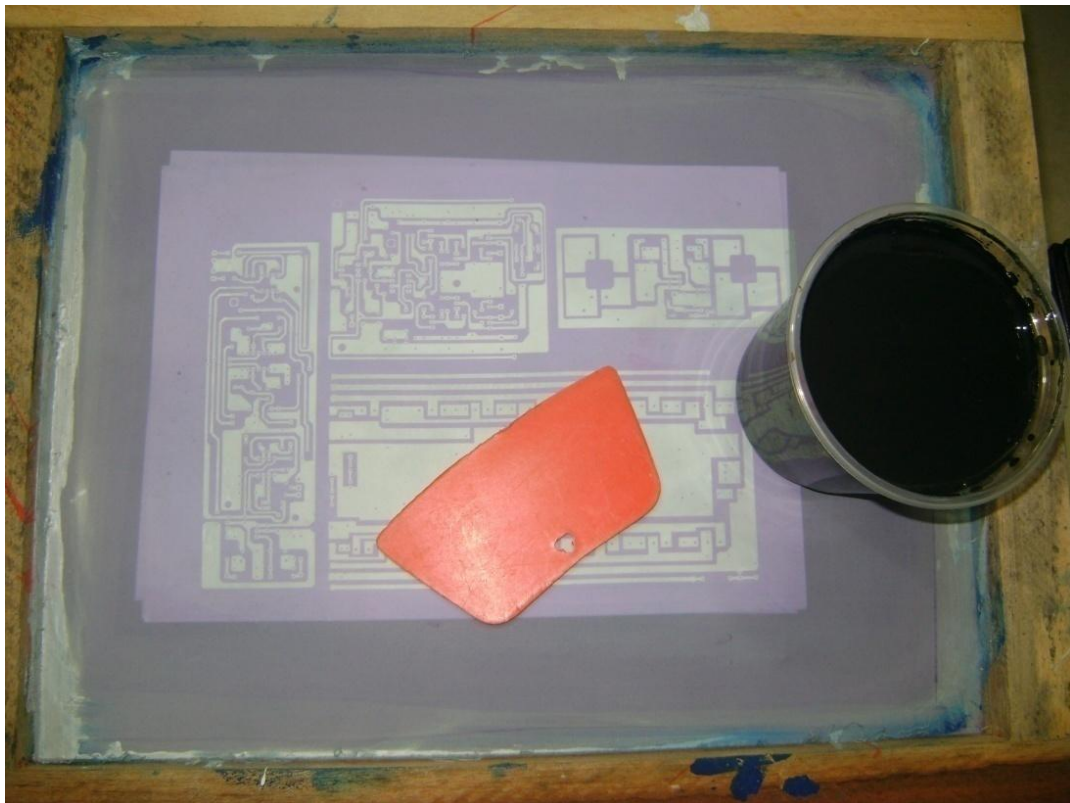


Fonte: (Autoria Própria, 2015).

Depois do desenho (layout do circuito) pronto, a próxima etapa é transferi-lo para a placa onde os componentes serão montados e soldados. Esse processo é

feito através de *Silkscreen*, quando um desenho é aplicado em uma superfície qualquer, utilizando tinta, por meio de uma espátula e uma tela de nylon com esse desenho gravado nela.

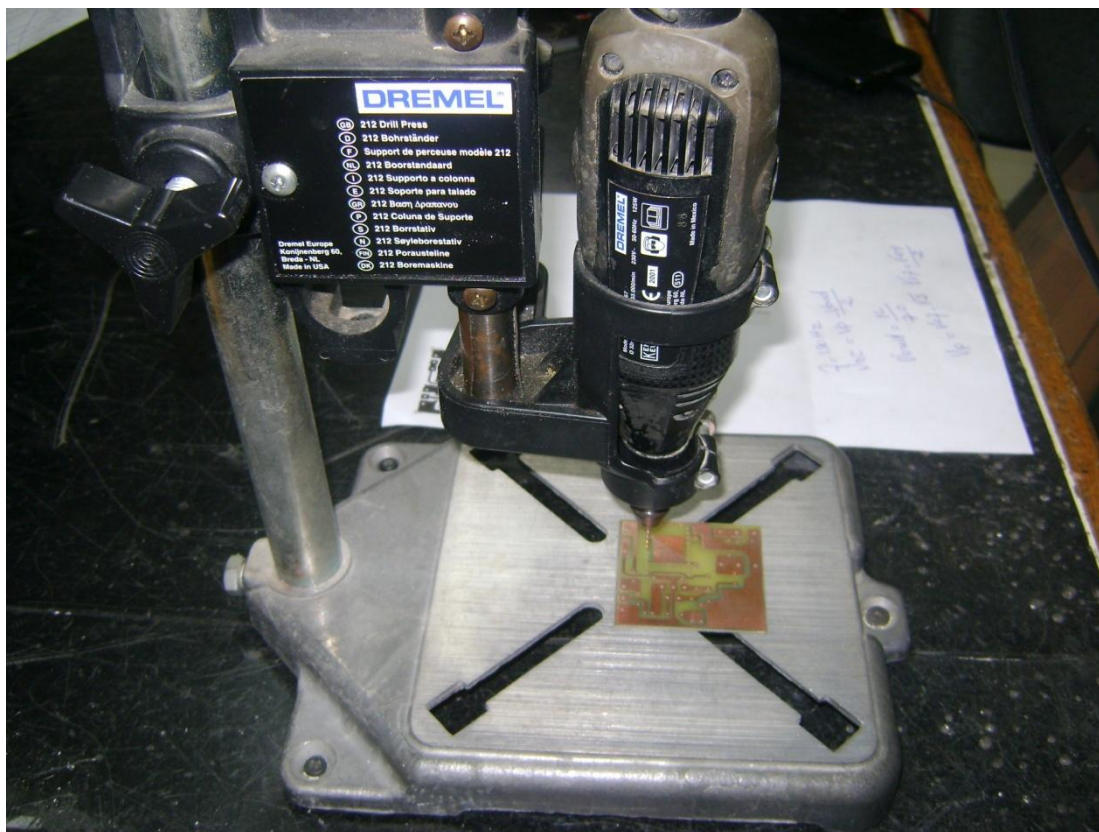
Figura 23: Processo de silkscreen



Fonte: (Autoria Própria, 2015).

Depois de transferir o desenho para a placa, a próxima ação é imergi-la em uma solução química corrosiva (Percloro de Ferro), onde todo o cobre será retirado e apenas o desenho impresso permanecerá. O desenho é transferido da tela para placa através de uma tinta resistente ao percloro de ferro; após o processo restará apenas ele e representará as ligações elétricas do circuito. A placa recebe uma camada de verniz para protegê-la da oxidação e o próximo passo é a sua perfuração e a acomodação dos componentes.

Figura 24: Perfuração da PCI do Amplificador



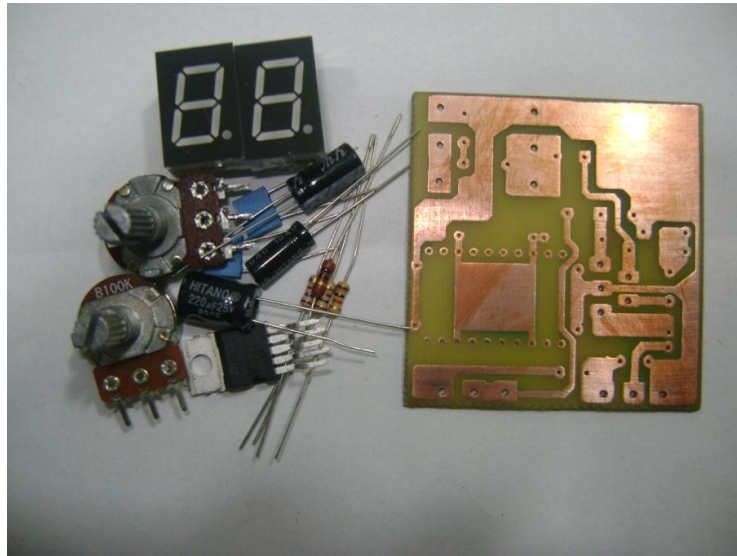
Fonte: (Autoria Própria, 2015).

5.3 Montagem da PCI do Amplificador

Uma vez pronta a Placa de Circuito Impresso inicia-se a montagem. A montagem consiste em encaixar os componentes eletrônicos nos seus respectivos lugares, cortar a sobra dos seus terminais e soldá-los.

A montagem é iniciada pela colocação dos componentes menores, basicamente os resistores, em seguida os componentes maiores, como: Capacitores, Circuitos integrados, Conectores, Displays e Potenciômetros.

Figura 25: Placa do Amplificador e seus Componentes



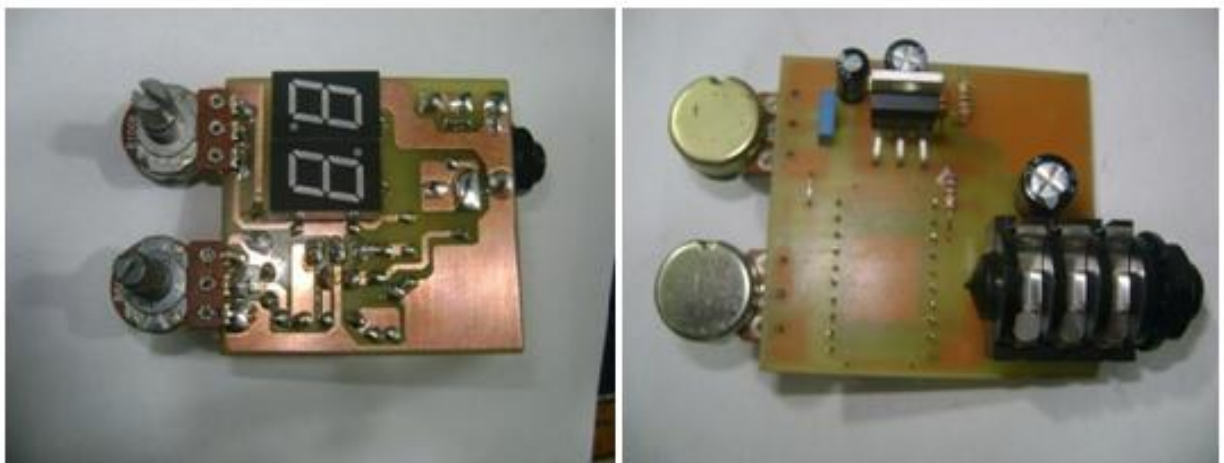
Fonte: (Autoria Própria, 2015).

A seguir é apresentada a placa montada com seus componentes dispostos nas duas faces da placa, embora o circuito seja confeccionado em uma placa de face simples. Figura (a) lado da solda e figura (b) lado dos componentes.

Figura 26 Protótipo do Amplificador

(a)

(b)

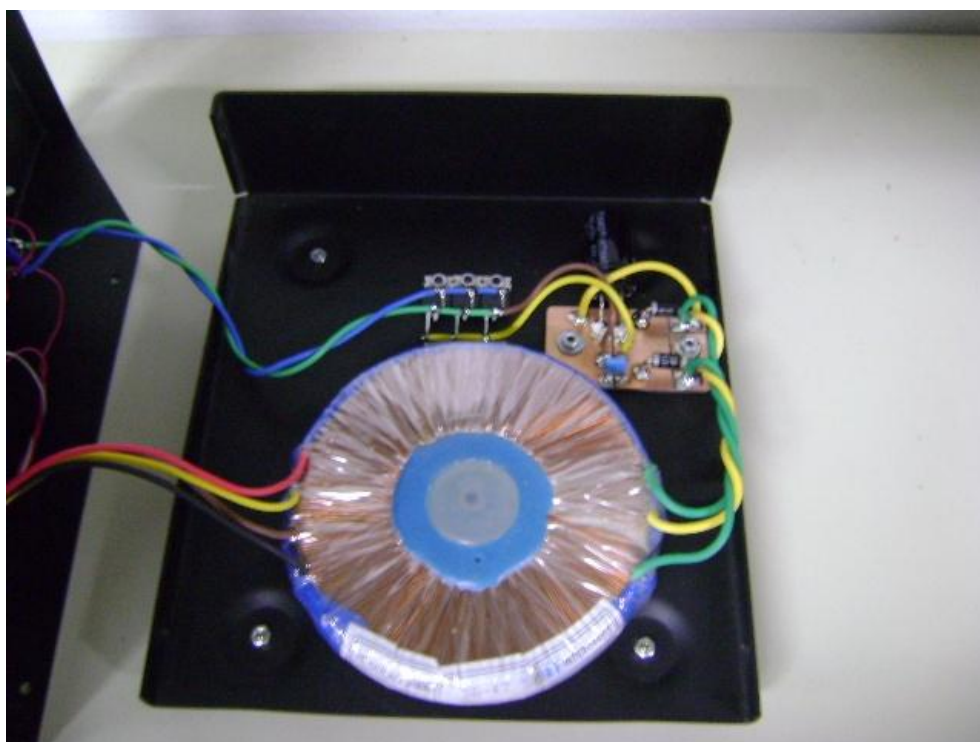


Fonte: (Autoria Própria, 2015).

5.4 Montagens da Fonte de Alimentação e Distribuidora de Áudio

Baseada em um Transformador Toroidal com derivação central no seu secundário e em uma retificação de onda completa foi construída a fonte que alimenta com tensão de 9v regulada 10 unidades do amplificador descrito nos tópicos anteriores. O procedimento será mostrado a seguir.

Figura 27: Transformador Toroidal, Retificação de Onda Completa, Capacitor e CIs Reguladores 7809 montados em chassi metálico.



Fonte: (Autoria Própria, 2015).

Na montagem dessa fonte de alimentação foram utilizados:

- Transformador Toroidal: Primário 110V/220V; Secundário 12V/0V/12V; Corrente de saída 3A .
- Retificação por Onda Completa: 02 Diodos 1N5404.
- Filtragem: 01 Capacitor 4.700 μ F/25V.
- Regulação: 03 CIs Reguladores 7809 em paralelo totalizando 3A .

A parte de distribuição do sinal de áudio também faz parte dessa montagem, onde os conectores XLRs de painel dispostos no mesmo chassi da fonte recebem a conexão dos 9V no seu pino 3. Através de um cabo externo de 10vias e de 10 metros de comprimento chegam a essa central 10 sinais individuais conduzindo o áudio da mesa de som, que será enviado para os amplificadores portáteis. O músico estará de posse do amplificador portátil e alocado na altura de sua cintura. Outro cabo conduzirá a alimentação e o áudio dessa central até o amplificador portátil de cada músico, portanto, 10 músicos se beneficiarão dos sinais de áudio e da alimentação para cada um de seus amplificadores portáteis. Toda a conexão feita por estes cabos seja entre mesa de som até a central ou da central para o amplificador portátil tem em suas extremidades os conectores XLR, utilizados em áudio profissional.

Figura 28: Multicabo de 10 vias conectado à Fonte de Alimentação

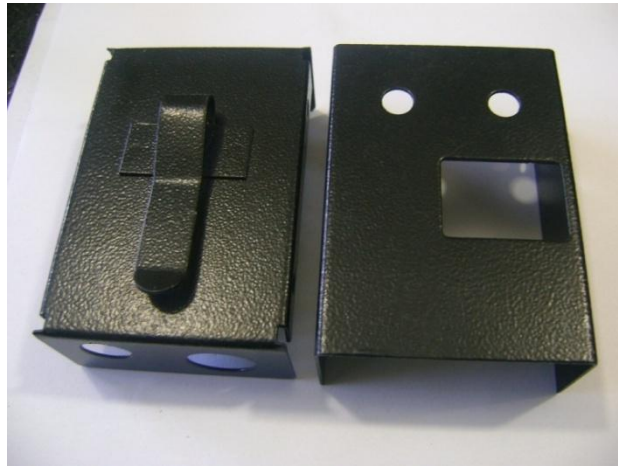


Fonte: (Autoria Própria, 2015).

Depois da fonte montada e com o multicabo ligado a ela é preciso proceder com a montagem do amplificador em seu gabinete.

O gabinete onde o amplificador foi montado é metálico, na cor preta e dispõe de uma presilha traseira que permite conectá-lo ao cinto do usuário.

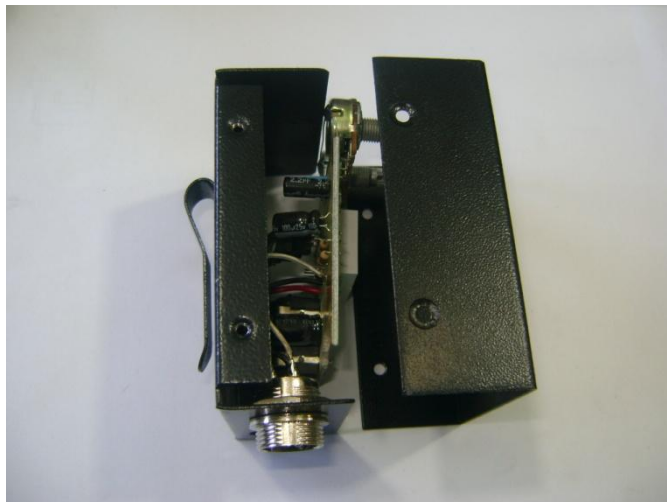
Figura 29: Gabinete do amplificador



Fonte: (Autoria Própria, 2015).

Os equipamentos agora prontos seguirão para os testes de laboratório.

Figura 30: Amplificador sendo acoplado ao seu gabinete.



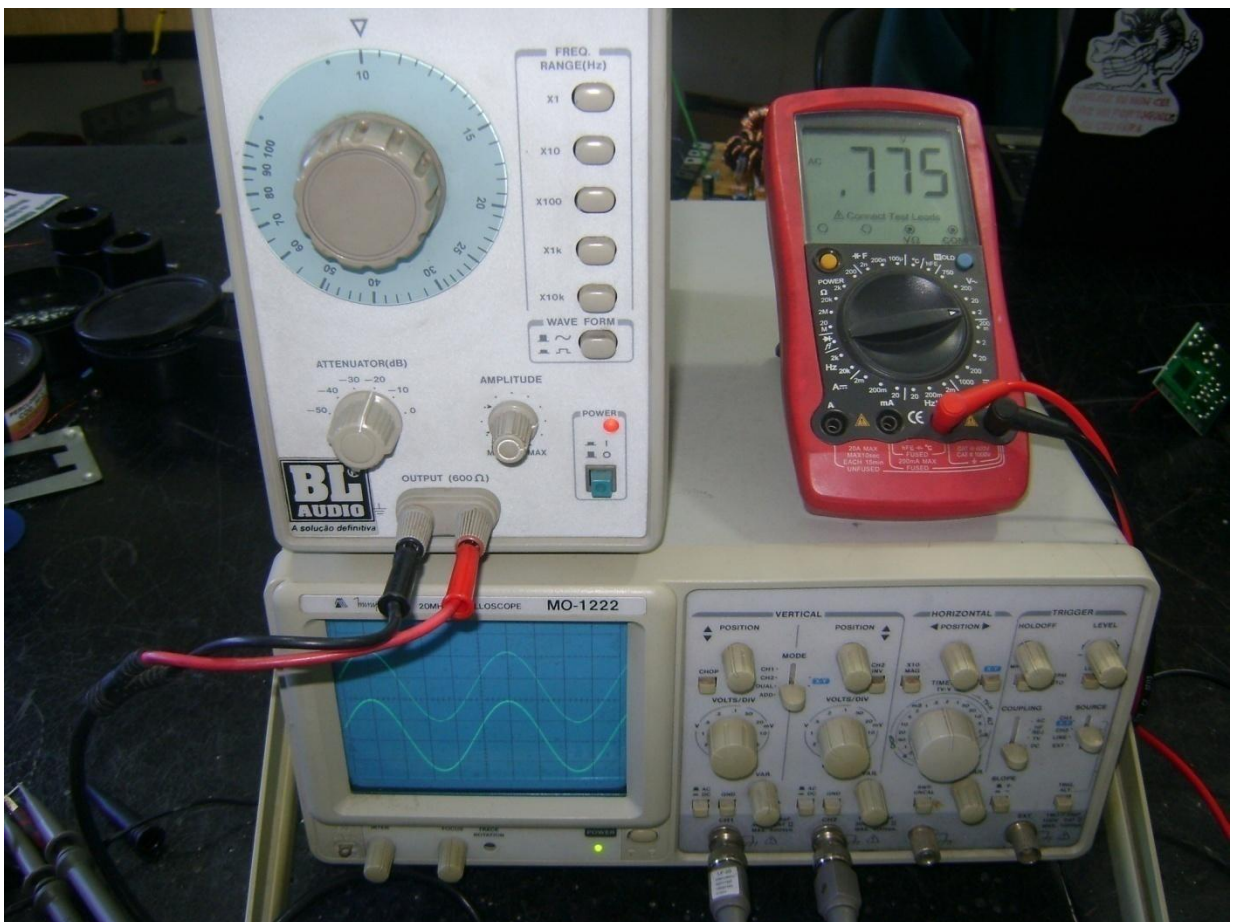
Fonte: (Autoria Própria, 2015).

5.5 Testes em Laboratório

Para fins de teste foram utilizados Osciloscópio, Gerador de Áudio e Voltímetro.

A frequência utilizada por fabricantes de equipamentos de áudio é 1Khz e a amplitude do sinal é 775mV.

Figura 31: Equipamentos utilizados

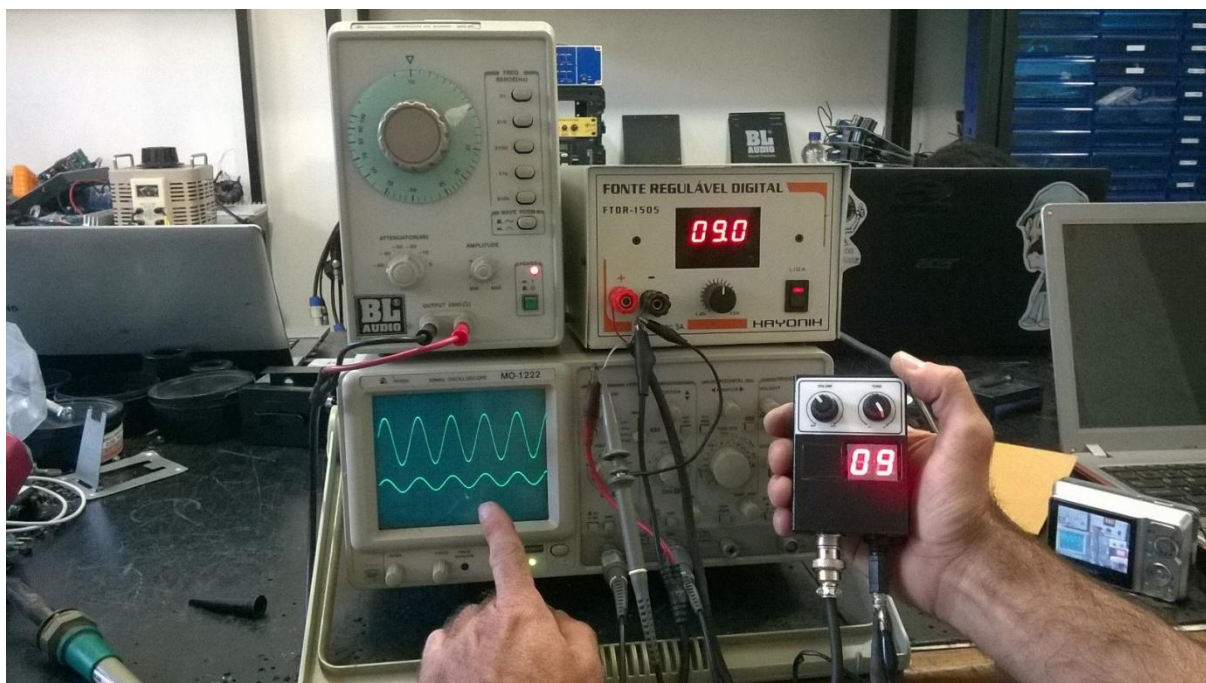


Fonte: (Autoria Própria, 2015).

O amplificador de identificação prévia 09, como mostra o display de led, foi submetido aos testes e as respostas do circuito são vistas na foto abaixo. A fonte

que alimenta o circuito nesse momento é uma fonte de bancada com tensão regulada em 9V.

Figura 32: Sinal de Entrada X Sinal de Saída



Fonte: (Autoria Própria, 2015).

Nos dados obtidos é fácil observar que o sinal senoidal se mantém perfeito e a amplitude mostra um ganho considerável deste sinal.

5.6 Amplificador em Uso

A ideia do desenvolvimento desse projeto vem de uma busca incansável por uma solução para problemas vividos por todos os profissionais envolvidos no meio musical de modo geral; o protótipo foi testado exaustivamente por músicos e com vários tipos diferentes de fones de ouvido conectados à sua saída.

Figura 33: Banda testando o sistema no Trio Elétrico durante carnaval em Salvador – Ba.



Fonte: (Autoria Própria, 2013)

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho tem como resultado a realização de um protótipo para o qual todos os testes foram levados em consideração. Alguns problemas observados quanto aos ruídos gerados no equipamento durante seu desenvolvimento foram corrigidos, apenas reforçando a malha de aterramento de todo o circuito. Áudio e alimentação seguindo em um único cabo encontravam uma grande resistência psicológica por parte dos usuários, mas foi possível provar que na prática isso não ocorre.

Outro ponto observado foi a questão ergonômica, o dispositivo não poderia ser muito grande, nem pesado e que trouxesse conforto para o usuário.

Outro detalhe importante foi que a identificação por display de led promoveu uma integração entre o músico e o técnico de som.

7 CONCLUSÃO

No decorrer de 2 anos de pesquisa e desenvolvimento deste dispositivo foram ouvidos muitos profissionais da área musical, profissionais do mercado de locação de equipamento, técnicos de som de palcos e de trios elétricos, assim como estudantes de música, e ao finalizar este equipamento chegamos a conclusão que se trata de uma verdadeira solução para todos os problemas vividos por eles, sejam problemas como: baixos níveis de volume, problemas ergonômicos de alguns equipamentos, falta de autonomia de baterias no quesito alimentação ou situações que envolveram o fenômeno da microfonia.

8 SUGESTÕES DE TRABALHO FUTUROS

É sugerido para trabalhos futuros o desenvolvimento de um chassi em plástico injetado com um aspecto mais moderno e uma central com fonte de alimentação digital com seleção automática de tensão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, Ashfaq. **Eletrônica de Potência**. São Paulo. 2000.

FITZGERALD, A.E. **Máquinas elétricas**. São Paulo: McGraw-Hill. 6ª Edição. 2006

MARCUS, Otávio. **Circuitos Elétricos: Corrente Contínua e Corrente Alternada**. São Paulo. 4ª Edição. 2004.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES Fernanda Castro; MEDEIROS Carlos Henrique. **Metodologia da Pesquisa. Um Guia Prático**. Itabuna, 2010.

Outras referências:

http://www.eletrica.ufpr.br/anais/sbrt/SBrT11/SBrT_1993v1_021.pdf. Acessado em: 09 de março de 2014.

<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/o-que-e-microfonia> Acessado em: 09 de março de 2014.

<http://www.powerclick.com.br/manuais/MANUAL%20DB%2005>. Acessado em: 09 de março de 2014.

<http://www.somaovivo.org/testes/amplificadores-individuais-de-fones-de-ouvido>> Acessado em: 10 de março de 2014.

http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15_07a.asp Acessado em: 08 de março de 2015.

http://www.behringer.com/assets/HA4700_HA8000_P0184_M_PT.pdf Acessado em: 08 de março de 2015.

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAATwwAB/classes-amplificadores-potencia> Acessado em: 08 de março de 2015.

http://ivairsouza.com/circuitos_retificadores.html, Acessado em: 09 de março de

2015.

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAPOoAH/transformadores> Acessado em: 09 de março de 2015.

<http://www.toroid.com.br/vantagens-do-transformador-toroidal/> Acessado em: 08 de março de 2015.

<http://www.st.com/web/en/resource/technical/document/datasheet/CD00000123.pdf>
Acessado em: 10 de março de 2015.

[http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/2--. 0. pdf](http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/2--.0.pdf)
Acessado em: 10 de março de 2015.

<Http://www.prof2000.pt/users/lpa> Acessado em: 10 de março de 2015.

