

CENTRO PAULA SOUZA
Etec
PHILADELPHO GOUVÊA NETTO
Curso de Eletrônica

Vitor Lucianelli Martins Moura
Matheus de Souza Pessoa

VALVULANDO

São José do Rio Preto - SP
2023

Vitor Lucianelli Martins Moura
Matheus de Souza Pessoa

VALVULANDO

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Curso Técnico em Eletrônica da Etec Philadelpho Gouvêa Netto, orientado pelo Prof. Mario Kenji Tamura, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em eletrônica.

São José do Rio Preto – SP

2023

DEDICATÓRIA

Em primeiro lugar a Deus, que fez com que nossos objetivos fossem alcançados, durante todos os dois anos de estudos.

Aos amigos/familiares, por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que nos permitiram apresentar um melhor desempenho no processo de formação profissional ao longo do curso.

Aos colegas de curso, com quem convivemos intensamente, pelo companheirismo e pela troca de experiências que nos permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formandos.

À instituição de ensino CPS Centro Paula Souza- ETEC Philadelpho Gouvêa Netto, essencial no nosso processo de formação profissional, pela dedicação, e por tudo o que aprendemos ao longo dos anos do curso.

AGRADECIMENTOS

A todos que nos ajudaram, direta ou indiretamente no desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo nosso processo de aprendizado.

RESUMO

O mundo contemporâneo surfa uma constante onda de avanços tecnológicos, principalmente elétricos e eletrônicos buscando melhor economia, desempenho, miniaturização e custo x benefício. Assim, torna-se normal ver uma tecnologia surgir e tomar o lugar de sua antecessora.

Até o ano de 1954 era comum todos os aparelhos que necessitassem de circuitos eletrônicos para seu funcionamento fossem compostos por válvulas termiônicas, porém isso mudou drasticamente com a invenção do transistor, substituindo a válvula por ser menor, mais eficiente, e mais fácil de ser produzido. Logo isso se tornou uma revolução na área, uma vez que sistemas enormes como computadores e televisores foram aprimorados e ficaram mais compactos.

Porém nem tudo são flores, ao introduzir o transistor no setor de amplificação de sinal de áudio, notou-se uma perda na qualidade do sinal quando em comparação com as válvulas termiônicas, sendo possível perceber essa diferença com o próprio ouvido. Assim elas mantem forte presença nessa parcela do mercado, sendo muito procuradas por músicos e puristas, os quais preferem maior qualidade sonora.

Sendo assim essa pesquisa consiste em explicar essa diferença entre transistor e válvula em áudio amplificação, focando em métodos teóricos e experiencias empíricas, e no fim apresentar um protótipo cujo desempenho e qualidade atraiam possíveis compradores.

Palavras Chave: Válvula termiônica, transistor, contemporâneo, qualidade, áudio, revolução e compacto.

ABSTRACT

The contemporary world is surfing a constant wave of technological advances, mainly electrical and electronics, seeking better economy, performance, miniaturization and cost-benefit. Thus, it becomes normal to see a technology emerge and take the place of its predecessor.

Until 1954, it was common for all devices that required electronic circuits to operate to be made up of thermionic valves, but this changed drastically with the invention of the transistor, replacing the valve as it was smaller, more efficient, and easier to produce. This soon became a revolution in the field, as huge systems such as computers and televisions were improved and became more compact.

However, not everything is rosy, when introducing the transistor in the audio signal amplification sector, a loss in signal quality was noticed when compared to thermionic valves, making it possible to perceive this difference with your own ear. Thus, they maintain a strong presence in this part of the market, being highly sought after by musicians and purists, who prefer higher sound quality.

Therefore, this research consists of explaining the difference between transistor and valve in audio amplification, focusing on theoretical methods and empirical experiences, and in the end presenting a prototype whose performance and quality will attract potential buyers.

Keywords: Thermionic valve, transistor, contemporary, quality, áudio, revolution and compact.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01- Imagem - Válvula Díodo

Figura 02- Imagem - Válvula Tríodo

Figura 03- Imagem - Interior da Válvula Tríodo

Figura 04- Imagem - Válvula Tetrodo

Figura 05- Imagem - Esquema Tetrodo

Figura 06- Imagem - Válvula Pêntodo

Figura 07- Imagem - Esquema Pêntodo

Figura 08- Imagem - Vários tipos de Transistores

Figura 09- Imagem - Transistor Físico

Figura 10- Imagem - Esquema Transistor

Figura 11- Imagem - Trafo de Força

Figura 12- Imagem - Fonte DC

Figura 13- Imagem - Diagrama esquemático do circuito

Figura 14- Imagem - Trafo de saída

Figura 15- Imagem - Lista de componentes

Figura 16- Imagem - Tabela de preços

Figura 17- Imagem - Teste Teórico do Protótipo

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

V- Volts

R- Resistência

DC- Corrente Contínua

FET- Transistor de efeito de campo

VBE- Tensão Base e Emissor

N-P-N- Tipo de transistor

P-N-P- Tipo de Transistor

MOSFET- Campo de estudo

TCC- Trabalho de conclusão de curso

OHM- Unidade de medida para resistência

uF- Microfarad

M- Mega

K- Kilo

EPI- Equipamento de Proteção Individual

W- Watts

CPS- Centro Paula Souza

ETEC- Escolas Técnicas Estaduais

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 08 |
| 2 DESENVOLVIMENTO..... | 09 |
| 2.1 OBJETIVOS GERAIS..... | 09 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS..... | 09 |
| 2.3 JUSTIFICATIVA..... | 09 |
| 2.4 REVISÃO TEÓRICA..... | 10 |
| 2.4.1 A VÁLVULA TERMÎÔNICA..... | 10 |
| 2.4.2 POLARIZAÇÃO DA VALVULA..... | 13 |
| 2.4.3 TRANSISTORES..... | 14 |
| 2.4.4 POLARIZAÇÃO DO TRANSISTOR..... | 16 |
| 2.5 VALVULA CONTRA TRANSISTOR..... | 18 |
| 2.5.1 CONCEITOS PARA COMPREENSÃO..... | 18 |
| 2.6 COMPARAÇÃO..... | 19 |
| 2.6.1 TEMA 1 – ASPECTO CONSTRUTIVO..... | 19 |
| 2.6.2 TEMA 2 – FUNCIONAMENTO..... | 20 |
| 2.6.3 TEMA 3 – FIDELIDADE..... | 20 |
| 2.6.4 TEMA 4 – CONSUMO..... | 21 |
| 2.6.5 TEMA 5 – CUSTO/BENEFÍCIO..... | 21 |
| 2.7 CONCLUSÃO DA PESQUISA..... | 22 |
| 2.8 O PROTÓTIPO..... | 23 |
| 2.8.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 28 |
| 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 29 |
| 4 REFERENCIAS..... | 30 |

1 INTRODUÇÃO

Como que uma tecnologia descoberta a mais de um século atrás ainda se mantém fortemente ativa no mercado de eletrônicos?

O setor de áudio amplificação e rádio frequência sofreram uma enorme revolução com a chegada da válvula tríodo em meados dos anos 1906, esse invento possibilitava um grande aumento no sinal logo na entrada do circuito, assim facilitando-o de ser transformado em som audível ou sinal de rádio frequência que seria transmitido para longe.

Conforme o avanço nas pesquisas científicas nos anos seguintes, as válvulas foram ficando cada vez melhores, e logo o mercado contava com vários modelos que possibilitavam varias combinações e melhorias, tais como a Diodo, Tríodo, Tetrodo, Tetrodo de Feixe e Pêntodo.

Porém, não levou muito tempo para que o avanço da tecnologia produzisse algo novo que fosse superior as válvulas, e assim surgiu o transistor, feito para ser menor, mais barato e mais econômico que a válvula.

O que se viu dali em diante, foi a gradual perda de mercado que a válvula sofreu, novos aparelhos eram desenvolvidos ou convertidos para o funcionamento a base dos transistores, o que garantiu uma compactação dos mesmos tornando-os mais atraentes ao público.

Olhando para o mercado de amplificadores de áudio, iremos notar que o transistor dominou boa parte deste também, contudo observa-se que a válvula não foi descartada totalmente. Isso porque a medida em que os aparelhos transistorizados chegaram, muitos ouvintes repararam que sua qualidade de som não era superior se comparados aos antigos aparelhos valvulados.

Muitos ainda mantiveram seus antigos aparelhos de som, e os que vieram depois e procuravam uma melhor qualidade começaram a comprar ou encomendar novos aparelhos que mantivessem as válvulas em seus circuitos. E tal comportamento se mantém até os dias atuais, sendo esse público reconhecido como “os mais puristas”.

Logo, toda essa história nos despertou muita curiosidade, tal qual resolvemos dedicar esse trabalho de conclusão de curso à pesquisa, para entendermos o

porque de haver essa diferença entre duas tecnologias com funcionamento semelhante uma da outra.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Fazer uma pesquisa detalhada, a qual usando dados comprovados, meios teóricos e práticos e fontes confiáveis nos explique o funcionamento das válvulas termiônicas e transistores, comparando os dois para entendermos as diferenças entre ambos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Mostrar ao público suas diferenças e também vantagens e desvantagens, facilitando na hora da escolha e compra desses aparelhos eletrônicos.

2.3 JUSTIFICATIVA

As pesquisas já existentes disponíveis, não nos mostram muito sobre tais tecnologias. É essencial entender melhor o funcionamento dos componentes eletrônicos e suas diferentes funcionalidades antes de compra-los, e foi com base nesse pensamento que nosso trabalho foi desenvolvido.

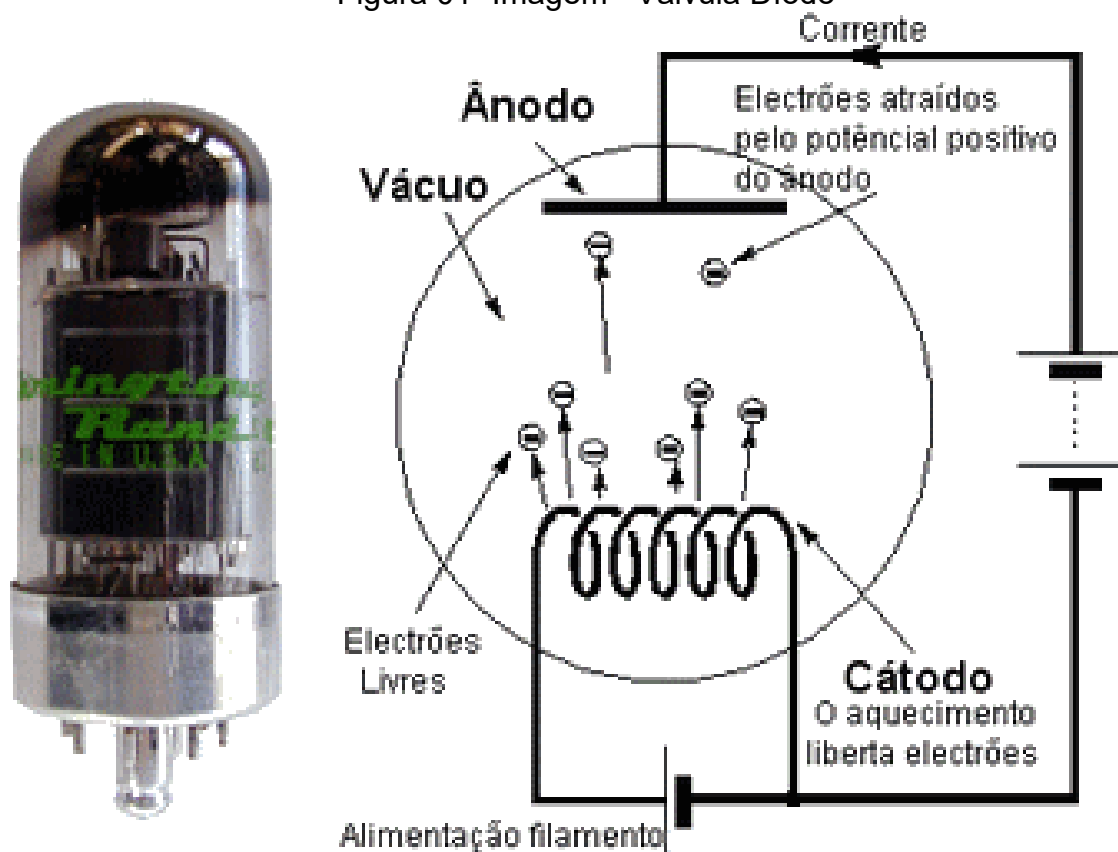
Além da pesquisa, esse trabalho irá entregar um protótipo de amplificador valvulado para guitarra com preço mais acessível a pessoas mais carentes, visando agradar e promover o público musical e artístico.

2.4 REVISÃO TEÓRICA

2.4.1 A Válvula Termiônica

Inventada no ano de 1904 pelo físico e engenheiro eletricista britânico John Ambrose Fleming, a válvula termiônica, também chamada de tubo de vácuo, era feita de um invólucro de vidro com o interior preenchido por um vácuo e elementos metálicos, teve como sua primeira configuração apenas dois elementos, sendo eles o anodo e catodo, assim recebendo o nome de “diodo”. Seu funcionamento só foi possível graças aos avanços nos estudos sobre o “efeito Edison”, também chamado de “efeito termiônico”. De modo simples, seu funcionamento consiste em aquecer o polo catódico da válvula até ele emitir elétrons, que por sua vez vão sair do catodo e ir para o anodo, sempre nesse sentido não sendo possível o contrário.

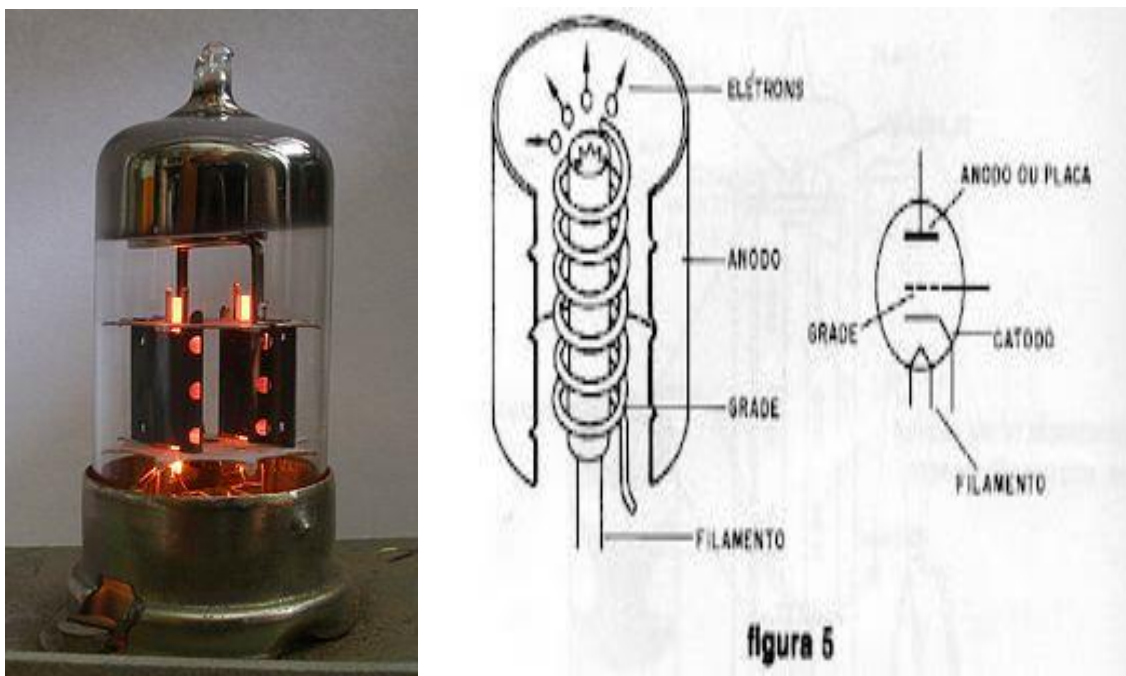
Figura 01- Imagem - Válvula Diodo



fonte: <https://www.electronica-pt.com/valvulas>

Apenas dois anos depois, o invento foi melhorado pelo também físico e inventor americano Lee De Forest, que propôs a adição de um terceiro eletrodo que pudesse controlar o fluxo de elétrons entre o catodo e anodo, este que por tal, foi chamado de grade de controle. De forma simples, seu funcionamento é semelhante a diodo, porem nos permite controlar o fluxo de elétrons da saída a depender da voltagem aplicada na entrada, nesse caso, o controle sobre esse fluxo de saída chamamos de ganho. A válvula tríodo é muito utilizada em amplificação de áudio, já que esse ganho na saída nos possibilita amplificar o sinal de áudio que colocarmos na entrada.

Figura 02- Imagem - Válvula Tríodo Figura 03- Imagem - Interior da Válvula Tríodo



Fonte: <https://meu-cosmos.blogspot.com/2017/02/valvula-termoionica.html>

A partir da válvula tríodo e de seu conceito sobre a adição do terceiro eletrodo, foram inventados vários tipos de válvulas seguindo a mesma ideia, sendo que as válvulas subsequentes vieram para resolver problemas que apareceram na tríodo.

A válvula Tetrodo foi inventada com o propósito de amplificar frequências que a tríodo não era capaz de trabalhar, assim surgindo uma válvula com um eletrodo a mais que a anterior. Essa que adiciona uma grade entre a grade de

controle e a placa, sendo chamada de grade auxiliar, e seu propósito é empurrar os elétrons com mais intensidade para a placa.

Para o funcionamento desta, é necessário polariza-la de maneira específica, sendo que a grade auxiliar será positivamente carregada, porém com tensão menor que a da placa, não bloqueando a passagem de elétrons.

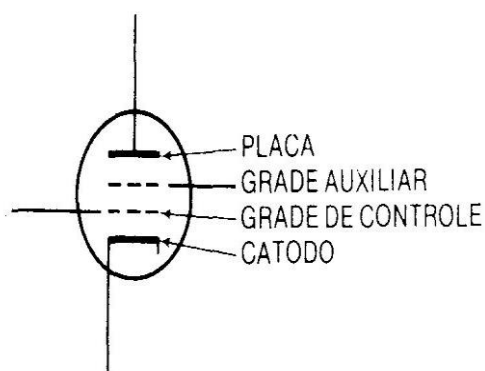
Do mesmo modo que a válvula tetrodo surgiu para solucionar problemas da tríodo, a Pêntodo também veio para sanar deficiências encontradas no funcionamento da tetrodo. Adicionando uma nova grade entre a grade auxiliar e a placa, recebendo o nome de grade supressora.

A Pêntodo funciona do mesmo modo que tetrodo, com a diferença que sua grade supressora atua para impedir que os elétrons em alta velocidade batam na placa e sejam refletidos de volta para a grade auxiliar, portanto melhorando a eficiência e diminuindo a perda de rendimento da válvula.

Figura 04- Imagem - Válvula Tetrodo



Figura 05- Imagem - Esquema Tetrodo



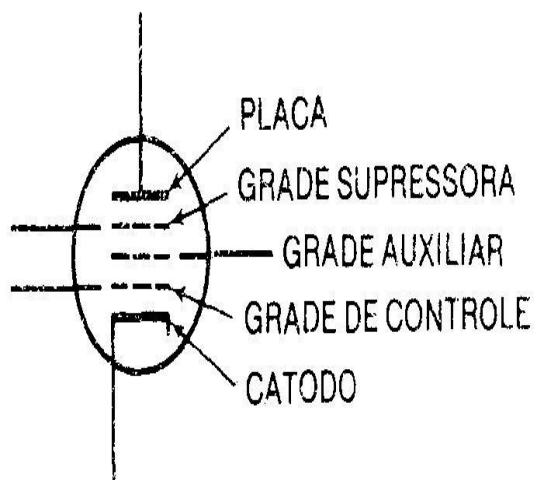
Fonte: <https://eletronicos.etc.br/o-que-e-um-tetrodo/>

<https://blog.raisa.com.br/valvula-tetrode-tubo-de-vacuo-operacao-teoria-formulas/>

Figura 06- Imagem - Válvula Pêntodo



Figura 07- Imagem - Esquema Pêntodo



Fonte: <https://eletronicos.etc.br/o-que-e-um-pentodo/>
<https://www.bersoti.com.br/produto/valvula-jj-electronic-el84/-6bq5-pentodo-de-saida-amps-orange>

2.4.2 Polarização das Válvula

O termo polarização das válvulas é usado para nomear o ato de colocar tensões em suas entradas e saídas afim de faze-las funcionar de maneira adequada.

É necessário entender que teoricamente seguimos o lado positivo do circuito indo para o negativo, porém o fluxo real e prático é o inverso disso. Sendo assim, entenda que os elétrons irão sempre sair do catodo e seguir em direção ao anodo.

Normalmente, as Válvulas são polarizadas de maneiras parecidas, isso porque todas seguem o mesmo padrão de funcionamento. Esses padrões são:

- Tensão positiva (+) no anodo (ou placa).
- Tensão negativa (-) no catodo.
- Tensão negativa (-) na grade de controle em relação ao catodo.
- Tensão positiva (+) na grade auxiliar, porém menor que a placa.
- Tensão negativa (-) na grade supressora, essa igual ao catodo.

Tensão positiva de anodo (ou placa), essa que vem da fonte para o anodo, nas tríodos geralmente interrompida antes por um resistor, que irá causar uma queda de tensão e impedir que o sinal de saída fuja para a fonte de alimentação. Esse resistor deve ser dimensionado de acordo com a tensão desejada no anodo e a tensão fornecida pela fonte.

Tensão negativa de catodo, esse ligado ao aterramento do circuito sendo também interrompido por um resistor, não deixando o aterramento pegar toda a tensão e causando um acúmulo de tensão negativa no catodo. Essa tensão negativa é essencial para o funcionamento da válvula.

Tensão negativa de grade de controle, semelhante à de catodo, também tem um resistor acoplado entre grade e aterramento, sendo usado para manter a grade negativa em relação ao catodo e também impedir que o sinal aplicado na grade fuja para o aterramento. Importante notar-se que quando a grade polarizada negativamente fica igual ou mais negativa que o catodo, não permite o trânsito de elétrons, assim deixando a válvula em repouso.

Tensão positiva de grade auxiliar deve sempre ser menor que a tensão do anodo, isso para manter o fluxo de elétrons da válvula direcionados para o anodo e garantir seu devido funcionamento.

Tensão negativa na grade supressora, essa que é essencial para garantir o máximo rendimento da válvula pênodo, e funciona copiando a tensão definida para o catodo da válvula. Ela garante que os elétrons sigam o fluxo correto para o anodo, evitando perdas no meio do processo de amplificação.

Todas as tensões citadas acima se fazem presentes nos datasheets das válvulas, basta seguir a tensão estabelecida para o modelo escolhido.

2.4.3 Transistores

Tudo que temos de alta tecnologia, seja ferramentas, computadores e outras coisas que necessitem de circuitos eletrônicos são feitos de transistores, ou pelo menos tem a presença deles. Eles nos permitiram baratear, miniaturizar e melhorar a economia de energia.

No entanto, a criação dessa tecnologia é datada de quase 1 século atrás, quando Julius Edgar Lilienfeld patenteou o primeiro transistor de efeito de campo em 1926, mas devido a falta de recursos na época não foi possível sua criação física. Somente em 1947 os físicos estadunidenses John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley implementaram um transistor de contato pontual. Esse trabalho conjunto lhes rendeu o prêmio Nobel de física no ano de 1956.

Os transistores em sua maioria são feitos de silício puro ou germânio, podendo ser usados outros materiais semicondutores também e há uma grande variedade de modelos para todos os tipos de aplicações.

Figura 08- Imagem - Vários tipos de transistores



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Transistor>

Detalhes como seu tamanho, formato e facilidade de produção contribuiu muito para sua popularização, e logo tudo o que se tinha de eletrônico começou a adotar o transistor por conta de seus benefícios.

2.4.4 Polarização do Transistor

Basicamente o transistor tem duas funções principais, são elas:

- Amplificar sinais e voltagem;
- Interromper a passagem de energia;

A primeira tem o funcionamento semelhante ao da válvula termiônica, sendo que o transistor também é polarizado usando respectivas voltagens. E a segunda trata-se do processo inverso a amplificação, ou seja, a atenuação, sendo muito utilizada no desenvolvimento de computadores e plataformas que podem utilizar código binário (exemplo: on e off).

Existem vários tipos de transistores, e se faz necessário uma explicação básica de como eles são produzidos. Cada um dos lados do transistor é enriquecido com elementos que irão facilitar o fluxo de elétrons, esse processo é chamado de “dopagem” e há dois tipos: a tipo-n (negativo), o eletrodo de silício é carregado com materiais que irão causar um excesso de elétrons, e a tipo-p (positivo), o eletrodo recebe materiais que irão causar a falta de elétrons.

A ordem que os eletrodos são posicionados no momento de sua fabricação determinam suas configurações, podem ser elas:

- O sanduíche: Trata-se de duas camadas de silício, uma tipo-p, e outra tipo-n. Nessa configuração é a energia flui somente em um sentido, os dispositivos montados dessa maneira são chamados de diodos.
- Transistor de junção: essa configuração combina três camadas de silício podendo estar dispostas em P-N-P ou N-P-N. Esse tipo funciona por um processo chamado “condução por buracos” onde a carga positiva flui para o sentido contrario ao da negativa, além disso há a possibilidade da carga positiva se estender as regiões com falta de elétrons. Os transistores que conseguem transportar cargas pela

condução de elétrons e buracos são chamados de “transistores de junção bipolar”.

- **Transistor de efeito de campo (FET):** Este também é formado por três camadas semicondutoras, porém são ativados por tensões elétricas podendo amplificar ou anula-las. São bem mais baratos e fáceis de serem fabricados do que os demais transistores, sendo amplamente utilizados em chips eletrônicos.

Do mesmo modo que as válvulas, os transistores também dispõem de um datasheet para ser seguido, sendo que cada modelo tem o seu próprio e se faz necessário segui-lo para obter a melhor polarização e funcionamento possível.

Figura 09- Imagem - Transistor físico

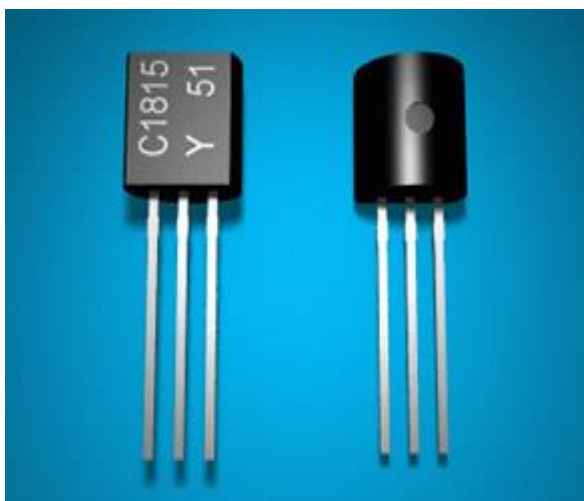
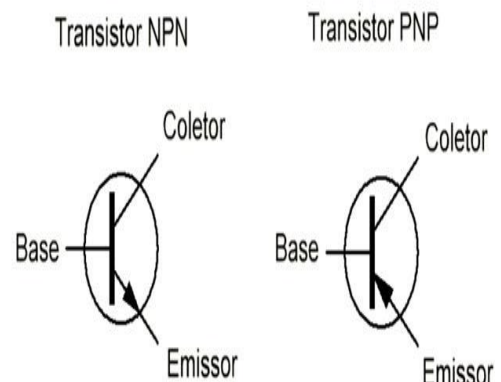


Figura 10- Imagem - Esquema Transistor



Fonte: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/transistor.htm>

<https://www.ptrobotics.com/blog/post/transistores.html>

O funcionamento de um transistor N-P-N se dá por uma polarização específica entre base, coletor e emissor, sendo que a tensão no coletor deve ser maior que a tensão na base, e a tensão de base maior que a tensão no emissor. Quando se determina essas tensões, normalmente surgirá uma tensão de VBE (Tensão entre Base/Emissor) que gira em torno de 0,6v à 0,7v

para um transistor de silício, e 0,2v à 0,3v para um transistor de germânio, essa tensão deve ser superada para que haja fluxo de corrente, isso se faz aumentando a tensão na base do transistor. Após romper essa barreira de tensão, o transistor começa a permitir a passagem de corrente do coletor para o emissor, medindo o aumento desse fluxo podemos determinar o ganho que o transistor está nos entregando.

Já o transistor P-N-P funciona de maneira semelhante ao N-P-N, mas muda sua polarização, ficando de maneira inversa, sendo que agora a tensão no emissor deve ser maior que a tensão na base e a tensão de base maior que a tensão no coletor. Por estar polarizado de maneira inversa, ele só permitirá o fluxo de corrente do emissor para o coletor quando a tensão de base for diminuindo, ou seja, quando a tensão de base se encontra no máximo não há fluxo de corrente. Para liberar a passagem é necessário diminuir a tensão de base, assim gradualmente o transistor irá começar a liberar o fluxo de corrente.

2.5 Válvula contra Transistor

A partir deste ponto começa a comparação direta entre os dois componentes, explicaremos suas diferenças e vantagens e desvantagens um em relação com o outro.

2.5.1 Conceitos para compreensão

Desde que surgiu, a eletrônica sempre teve o objetivo de se miniaturizar componentes e circuitos, ou garantir o melhor aproveitamento de espaço disponível para desenvolvimento de sistemas e hardwares. Tendo isso em mente e lembrando que estamos falando de manipular tensões e correntes, tudo o que se diminui o tamanho, obrigatoriamente também se diminui a energia elétrica.

A eletrônica também vem buscando melhorar a eficiência de componentes, melhorando seu consumo de energia e evitando perdas desnecessárias. Para

tal, são testados vários tipos de elementos metálicos condutores, semicondutores e materiais isolantes.

Fazer novos componentes mais fáceis de serem produzidos, também é um objetivo da eletrônica, isso os torna mais atraentes para os consumidores e favorece aqueles que não são capazes de dispor muito dinheiro para seus projetos.

Agora quem você entendeu os conceitos no qual a eletrônica busca evoluir, bem como cada componente funciona, você será capaz de entender cada tema da comparação.

2.6 COMPARAÇÃO

2.6.1 Tema 1 – Aspecto construtivo

A válvula tem por principal aspecto construtivo seu formato de ampola feito em vidro, onde dentro localiza-se os seus eletrodos, feitos em silício ou germânio, e seus filamentos de tungstênio, cercados por um vácuo, sendo que dependendo do modelo da válvula ela pode possuir até 7 eletrodos.

A válvula é feita de vidro pois necessita que seus eletrodos estejam imersos em um vácuo artificial para poderem funcionar corretamente, esse vácuo é produzido no momento de sua fabricação. Há válvulas de tamanhos variados, pequenas, médias e grandes, e sua utilização demanda um certo espaço para sua acomodação.

O Transistor por sua vez tem involucro feito de plástico duro que abriga seus eletrodos feitos em silício ou germânio, podendo ter vários tipos e tamanhos, sendo muito menor que a válvula por não necessitar de vácuo para funcionar, assim não precisando de muito espaço para sua acomodação.

Os transistores mais tecnológicos são produzidos por máquinas específicas para a sua fabricação, alguns deles cabendo bilhões de transistores em poucos centímetros quadrados.

2.6.2 Tema 2 - Funcionamento

As válvulas funcionam aplicando-se tensões específicas em seus eletrodos, vamos pegar por exemplo a triodo, onde se polariza positivamente a placa, negativamente o catodo e negativamente a grade de controle em relação ao catodo, e essas tensões são ajustadas utilizando-se resistores. Há também a necessidade de alimentar o filamento que irá aquecer os eletrodos, para que assim seja possível o fluxo de elétrons.

A depender do modelo de válvula utilizado, pode-se manipular altas tensões com facilidade, uma vez que a maioria das válvulas trabalham com uma média de 250 volts. Graças a isso sua amplificação de sinal é excelente para sistemas de áudio, utilizando poucas válvulas já se obtém uma enorme amplificação.

O transistor também funciona aplicando-se tensões específicas em seus eletrodos, e assim como nas válvulas, requer resistores para fazer a regulação e proteção do componente. Os transistores mais comuns são o tipo MOSFET, que é um transistor de efeito de campo, e por ser simples, barato e durável, é o mais utilizado para circuitos de amplificação.

Porém os transistores tipo MOSFET geralmente trabalham com baixas tensões, em torno de 12v à 55v, e por causa disso são necessários vários transistores para se obter um nível alto de amplificação.

Placar: Válvulas – 1 Transistores – 1

2.6.3 Tema 3 - Fidelidade

O termo fidelidade é usado aqui para mostrar o quão bem o componente trata o sinal que o cliente deseja modular, estamos falando do sinal de entrada e o sinal de saída, sendo assim, é necessário entender que o formato do sinal de saída deve ser o mais igual possível do sinal de entrada.

Os elétrons dentro das válvulas fluem de maneira livre e sem interferências, isso evita que o sinal seja comprometido e gere alguma anomalia na onda senoidal, evitando barulhos e ruídos indesejados no áudio. Isso ocorre porque

a faixa dinâmica de controle do fluxo de elétrons entre o anodo e o catodo ocorre entre tensões que variam entre 0 e um máximo.

Já o transistor não possui filamento ou qualquer componente que o aqueça para funcionar, além disso o transistor trabalha amplificando corrente, diferente da válvula que trabalha amplificando tensões. Mas de longe o problema mais grave do transistor é a sua tensão de trabalho mínima de 0,3v ou 0,6v o que gera uma descontinuidade quando o sinal passa por essa voltagem, isso faz com que o sinal leve um “soco” quando o transistor volta a atuar.

Placar: Válvulas – 2 Transistores – 1

2.6.4 Tema 4 – Consumo

Quando se fala em amplificadores valvulados, consumo é uma preocupação, pois além da tensão e corrente a ser trabalhada pelo componente, há também as cargas necessárias para o funcionamento da válvula, tais como tensão e corrente de filamento, tensão de catodo, grade e anodo. Geralmente as válvulas necessitam de um transformador para fornecer a elas as tensões e cargas corretas, o que aumenta o consumo de energia, pois só de estar ligado a rede o transformador já está consumindo energia.

Os transistores por sua vez, não necessitam de transformadores, pois operam com tensões e correntes mais baixas, o que lhes dá vantagem podendo usar fontes de alimentação menores e mais baratas. Por operar com baixas tensões, seu consumo de energia é baixíssimo e isso é um belo atrativo para clientes que buscam economia de energia.

Placar: Válvulas – 2 Transistores – 2

2.6.5 Tema 5 – Custo/Beneficio

As válvulas, por possuir papel fundamental na história da música e entregar uma excelente qualidade, o seu preço é bem elevado, sendo que os modelos

mais famosos e mais usados em áudio amplificação podem custar centenas de reais. Mas há também válvulas de baixo custo que fazem o mesmo serviço que as outras, apenas não sendo tão populares quanto, essas podendo custar até menos que 50 reais, o que não é muito para quem procura qualidade.

Quando o tema é economia de dinheiro, o transistor deixa a válvula muito para trás, com alguns modelos podendo custar poucos reais ou até centavos, e onde se faz mais proveitoso o uso de transistores pensando em baixo consumo de energia eles não decepcionam.

Placar: Válvulas – 3 Transistores – 3

2.7 Conclusão da pesquisa

De modo fácil, podemos entender que se o que o cliente está buscando é em suma economia de energia e baixo preço na hora de adquirir seu amplificador de áudio, a melhor opção para ele seria os modelos transistorizados.

Agora, se o que o cliente deseja é qualidade de som, não se importando com o consumo nem com o preço de compra do equipamento, o melhor para ele é adquirir um amplificador valvulado.

Chegamos ao final do trabalho, e ao longo da pesquisa, concluo que tanto nós os alunos (Vitor Lucianelli Martins Moura e Matheus de Souza Pessoa) quanto as pessoas que vierem a ler esse artigo, podem aprender coisas novas.

São elas:

- Aprender as funcionalidades e objetivos da eletrônica no mercado mundial, como por exemplo o comprometimento em sempre buscar evoluir e melhorar questões como o consumo e eficiência, preço de compra e melhor aproveitamento de espaço útil.
- Entender alguns conceitos básicos de eletrônica e funcionamento de componentes, para que assim todos tenham uma noção do que fazer quando necessitar de reparos ou projetar novos circuitos.

- Aprender um pouco da história de como nos desenvolvemos para assim compreender como tudo que conhecemos de tecnológico surgiu, seja no contemporâneo ou no passado.

2.8 O Protótipo

Todos os amplificadores valvulados disponíveis no mercado normalmente têm um preço, assim digamos “mais amargo”, onde os fabricantes cobram muito caro pelos seus produtos. Nós alunos autores deste TCC achamos isso injusto se comparado ao preço necessário para comprar os componentes e fazer o seu próprio amplificador, por isso desenvolvemos um protótipo de amplificador, o qual o cliente pode comprar os componentes e montar, seja conosco ou com um técnico eletrônico disponível.

O protótipo usa o conceito de amplificação mais simples possível, usando duas válvulas na etapa de pré-amplificação, e uma válvula na etapa de potência. Confira abaixo a lista de componentes e suas características:

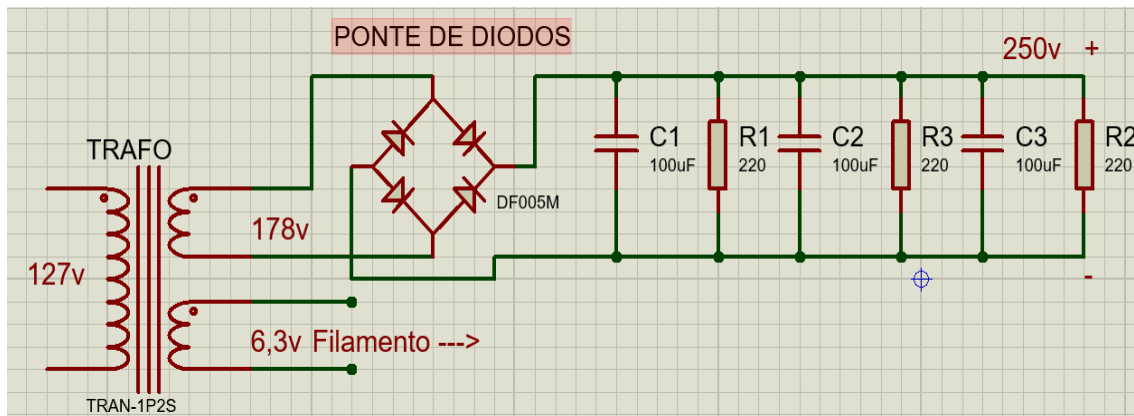
- **Transformador de força:** é o componente que irá transformar a energia vinda da tomada para ser usada no circuito. Possui um primário 127v, e dois secundários 178v e 6,3v.

Figura 11- Imagem - Trafo de Força



- **Fonte DC:** É formada por uma ponte retificadora de diodos junto de um banco de capacitores e resistores, e atua transformando a corrente alternada vinda do transformador em corrente contínua, para que assim possa ser usada no circuito.

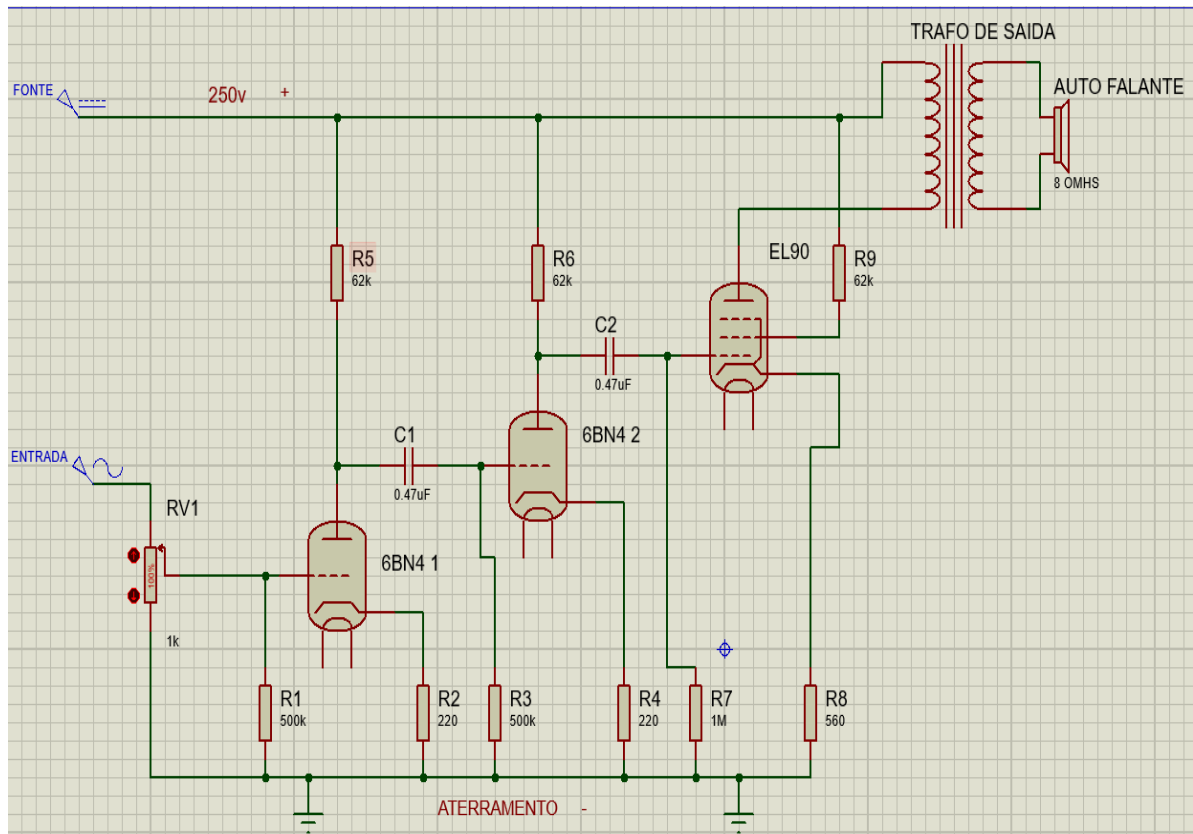
Figura 12- Imagem - Fonte DC



Fonte: Recurso próprio

- **Diagrama esquemático do circuito amplificador:** O diagrama esquemático nada mais é do que um desenho, ou ilustração do circuito a ser montado. Nele estão presentes os componentes necessários para a montagem e sua ordem de montagem, assim facilitando o entendimento do funcionamento e produção do protótipo.

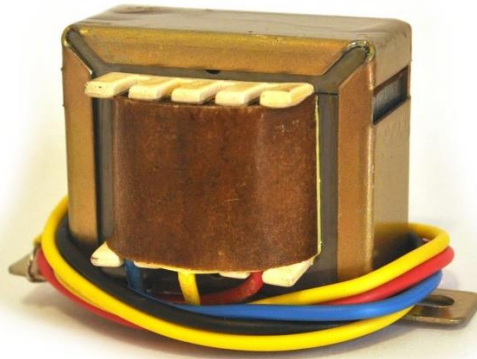
Figura 13- Imagem - Diagrama esquemático do circuito



Fonte: Recurso próprio

- **Transformador de saída:** O transformador de saída é o responsável por transformar o sinal de potência da válvula pênodo, ele opera abaixando a alta impedância e dando força para que o sinal faça o auto falante funcionar.

Figura 14- Imagem - Trafo de Saída



Fonte: <https://www.altanatubes.com.br/webstore/?id=3660&t=Transformador-de-saida-TS3A-para-25L6-50C5-EL90-de-3W>

- **Lista de componentes:** Nela está presente todos os componentes e peças necessárias para a montagem do protótipo, pode ser usada na hora de comprar visando facilitar o processo.

Figura 15- Imagem - Lista de Componentes

- 5 resistores de 220 Ohms;
- 2 resistores de 500k Ohms;
- 1 resistor de 1M Ohm;
- 1 resistor de 560 Ohms;
- 3 resistores de 62k Ohms;
- 2 capacitores de poliester de 0.47uF/250v;
- 3 Capacitores eletrolíticos de 100uF/450v;
- Ponte de diodos retificadora 250v;
- Transformador de Força 127-178v;
- Transformador de Saída 5000-8 Ohms;
- 2 Valvulas triodo 6BN4;
- 1 Valvula pentodo EL90;
- 2 jack P10 de metal;
- 1 Potenciometro de 1M Ohms;
- 1 metro de cabo P.A 0,50mm duplo com Blindagem;
- 2 metros de cabo P.P 2,5mm duplo;
- 1 Encaixe tipo macho para tomada;
- 3 soquetes cerâmicos 7 pinos;
- Gabinete para acomodar componentes;

Fonte: Recurso próprio

- **Tabela de Preço Das Peças:** De maneira resumida, estão presentes nela os preços a serem pagos nos itens que compõem o protótipo. Observação importante! Os preços podem variar conforme mudanças no mercado de componentes e alterações no protótipo.

Figura 16- Imagem - Tabela de Preços

| Tabela de preço do Protótipo | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------|------------------|-------------------------------|------------|
| Nome | Transformador de Entrada | Transformador de Saída | Válvulas de pré | Válvula de Power | Componentes Gerais | Total |
| Modelo | Genérico | Genérico | 6BN4 | EL90 | Genéricos | |
| Quantidade | 1 | 1 | 2 | 1 | Conferir lista de componentes | |
| Preço | R\$ 100,00 | R\$ 100,00 | R\$ 66,00 | R\$ 52,00 | R\$ 300,00 | R\$ 618,00 |

Fonte: Recurso Próprio

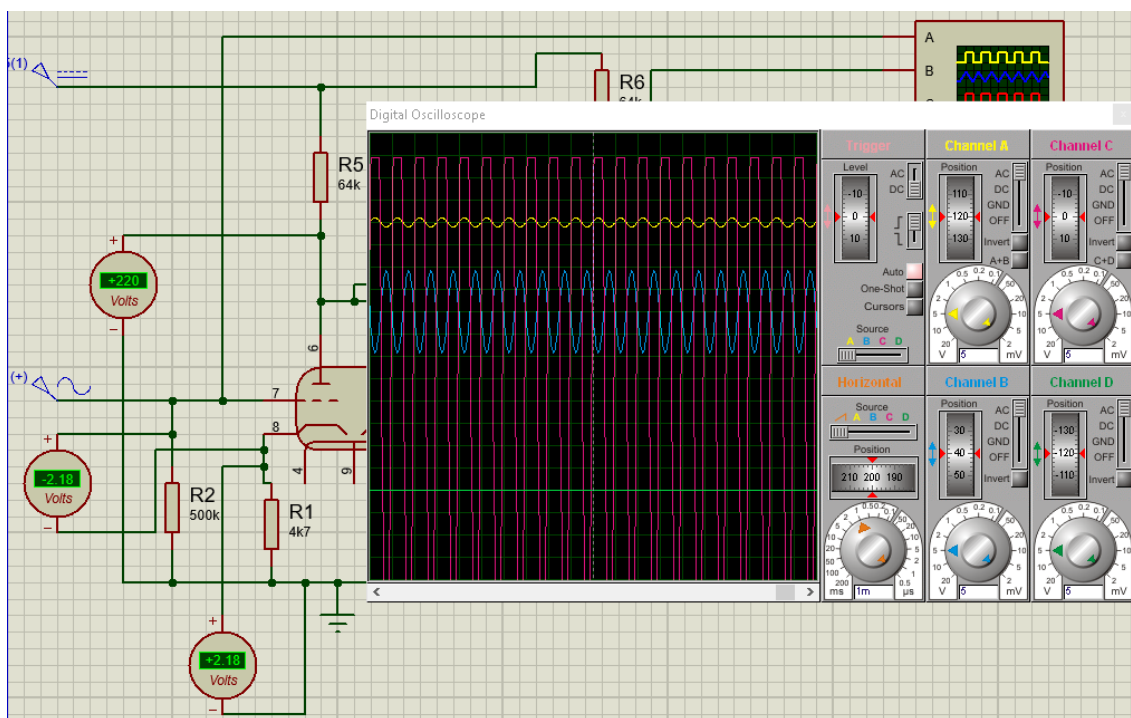
2.8.1 Resultados e discussões

Após a compra dos componentes, começa a montagem do protótipo, o processo todo deve durar estimados dois dias seguindo normas de segurança, e fazendo uso de EPI.

Para esse projeto se espera uma resposta de 3w de potência de saída, com um ganho teórico estimado de 103 vezes o valor da entrada do sinal e uma estimativa teórica de 100 decibéis na resposta do auto falante.

Achamos que por se tratar de um projeto voltado para baixo custo, o resultado foi muito satisfatório, e vale também ressaltar que embora pareça que o amplificador tenha a sua potencia considerada muito baixa, a sua resposta em decibéis com certeza agrada, isso porque os amplificadores valvulados conseguem traduzir pouca potência em muito volume.

Figura 17- Imagem Teste Teórico do Protótipo



Fonte: Própria autoria

Pensamos também nas melhorias a serem feitas, porém elas envolvem a troca de componentes vitais do circuito, como a válvula pênodo EL90, podendo ser trocada por uma 6V6 aumentando a potência para 5,5w, ou para uma EL84 aumentando para 6w de potência. Porém, todas essas mudanças para outras válvulas implicariam também na troca do transformador de saída, o qual, deve ser construído especificamente para cada válvula específica.

3 Considerações finais

Concluindo, nossa pesquisa foi desenvolvida com base em fontes confiáveis de informação, sites seguros e dados científicos comprovados, afim de evitar a confusão do público nos mantivemos fora de qualquer fonte de mentira ou FAKE NEWS, assim buscando o ponto mais próximo à excelência.

Sobre as duas tecnologias abordadas no trabalho, é importante lembrar que o manuseio delas deve ser feito por um profissional ou pessoa minimamente

capacitada a seguir protocolos de segurança, uma vez que ambas fazem uso de energia elétrica.

Ficamos satisfeitos com os resultados da pesquisa, podendo agora o público se orientar com mais informações, fazer comparativos, e determinar qual o tipo de aparelho o agrada antes de comprar.

Contentes pela entrega teórica do protótipo que, apesar de simples e barato, mostra vários atributos positivos com relação a outros modelos disponíveis no mercado, sendo que nosso protótipo contém maior quantidade de válvulas e apresenta muito espaço para desenvolvimento de melhorias.

4 Referencias

<https://eletronjun.com.br/2020/11/14/o-que-e-a-eletronica/#:~:text=A%20era%20da%20eletr%C3%B4nica%20teve,inventou%20a%20I%C3%A2mpada%20em%201879.>

<https://www.ufrgs.br/mvs/Periodo01-1947-Transistor.html#:~:text=Em%20dezembro%20de%201947%20foi,John%20Bard%20e%20Walter%20Brattain.>

https://pt.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_termi%C3%B4nica#:~:text=Criada%20e%20patenteada%20pelo%20f%C3%ADsico,el%C3%A9trons%20em%20um%20%C3%BAnico%20sentido.

<https://www.youtube.com/watch?v=jdhImQVJ2Xo>

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5715032/mod_resource/content/1/Texto%20Apoio%202.pdf

<https://meu-cosmos.blogspot.com/2017/02/valvula-termoionica.html>

<https://www.electronica-pt.com/valvulas>

<https://www.youtube.com/watch?v=C8XaOGvwFGM>

<https://blog.raisa.com.br/valvula-tetrode-tubo-de-vacuo-operacao-teoria-formulas/>

<https://eletronicos.etc.br/o-que-e-um-tetrodo/>

<https://www.bersoti.com.br/produto/valvula-jj-electronic-el84/-6bq5-pentodo-de-saida-amps-orange>

<https://eletronicos.etc.br/o-que-e-um-pentodo/>

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Trans%C3%ADstor>

<https://www.ptrobotics.com/blog/post/transistores.html>

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/transistor.htm>

<https://www.youtube.com/watch?v=Uolb32IDMbk>

<https://www.youtube.com/watch?v=Vm260VG7yCE>

<https://www.ryndackcomponentes.com.br/irfz44n-mosfet-canal-n-49a-55v.html>

<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/transistor.htm#:~:text=Os%20transistores%20t%C3%AAm%20duas%20fun%C3%A7%C3%B5es,de%20sa%C3%ADda%20com%20maior%20intensidade.>