

PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE RÁDIO TELESCÓPIO EM ESCALA REDUZIDA MICROCONTROLADO E DE BAIXO CUSTO

Yan Mateus Leão de Lucena¹ Allysson Macário de Araújo Caldas²,

¹ GPACIT/IFPB, Engenharia Elétrica, Instituto Federal da Paraíba, Brasil. Email: yan.lucena@academico.ifpb.edu.br

² GPACIT/IFPB, Engenharia Mecânica, Instituto Federal da Paraíba, Brasil. Email: allysson.caldas@ifpb.edu.br

Resumo

Este trabalho explora a interdisciplinaridade ao integrar conceitos de engenharia mecânica, elétrica, física e astronomia objetivando o desenvolvimento e automação de um rádio telescópio em escala reduzida, com movimento controlado eletronicamente. Essa sinergia entre disciplinas permite a criação de telescópios cada vez mais avançados, capazes de explorar o universo com maior precisão e profundidade. A parte mecânica foi projetada no software de modelagem 3D Fusion 360, e suas peças foram produzidas por impressoras 3D. O desenvolvimento do radiotelescópio em questão foi feito em impressora 3D com material de PLA (ácido polilático) representando uma inovação significativa na área da astronomia, permitindo a construção de equipamentos mais acessíveis e personalizáveis. O sistema é comandado por um microcontrolador, que oferece uma interface de controle local.

Palavras-chave: radiotelescópio, projetos, microcontrolador, impressão 3d.

Abstract

This work explores interdisciplinarity by integrating concepts of mechanical, electrical, physical and astronomical engineering, aiming at the development and automation of a small-scale radio telescope, with electronically controlled movement. This synergy between disciplines allows the creation of increasingly advanced telescopes, capable of exploring the universe with greater precision and depth. The mechanical part was designed using Fusion 360 3D modeling software, and its parts were produced by 3D printers. The development of the radio telescope in question was carried out using a 3D printer using PLA (polylactic acid) material, representing a significant innovation in the field of astronomy, allowing the construction of more accessible and customizable equipment. The system is controlled by a microcontroller, which offers a local control interface.

Keywords: radio telescope, projects, microcontroller, 3d printing.

1.1 Introdução

O avanço da tecnologia tem permitido a criação de dispositivos cada vez mais sofisticados e acessíveis, possibilitando a exploração de áreas do conhecimento que antes eram restritas a grandes instituições e orçamentos elevados. Um exemplo notável dessa democratização tecnológica é o desenvolvimento de rádio telescópios em escala reduzida, microcontrolados e de baixo custo. Esses dispositivos, que combinam a eletrônica moderna com a ciência da radioastronomia, oferecem uma oportunidade única para estudantes, amadores e pequenas instituições de pesquisa explorarem o universo de maneira inovadora e econômica.

A radioastronomia, ramo da astronomia que estuda os corpos celestes através das ondas de rádio que eles emitem, tem desempenhado um papel crucial na compreensão do cosmos. Desde a descoberta das ondas de rádio provenientes do espaço por Karl Jansky na década de 1930, essa área tem revelado informações valiosas sobre a estrutura e a dinâmica do universo. No entanto, a construção e a manutenção de rádio telescópios tradicionais são processos complexos e custosos, o que limita o acesso a essa tecnologia a um número restrito de pesquisadores e instituições.

Neste contexto, o desenvolvimento de rádio telescópios em escala reduzida e de baixo custo surge como uma solução promissora. Utilizando microcontroladores, componentes eletrônicos acessíveis e técnicas de fabricação modernas, é possível criar dispositivos eficientes e funcionais que permitem a observação de fenômenos astronômicos com um investimento significativamente menor. Esses projetos não apenas tornam a radioastronomia mais acessível, mas também incentivam a educação e a inovação tecnológica, proporcionando uma plataforma prática para o aprendizado de conceitos de eletrônica, programação e física.

Este ensaio explora os principais aspectos envolvidos no projeto e desenvolvimento de rádio telescópios em escala reduzida, microcontrolados e de baixo custo. Serão abordados temas como a escolha dos componentes, a montagem do hardware, a programação dos microcontroladores, e as técnicas de calibração e análise dos dados coletados. Além disso, serão discutidos os desafios e as oportunidades que essa tecnologia oferece, bem como seu impacto potencial na educação e na pesquisa científica. Ao final, espera-se que o leitor tenha uma compreensão clara das possibilidades e das implicações desse tipo de projeto, bem como das etapas necessárias para sua implementação bem sucedida.

1.2 Métodos(s), metodologia

Para construir um radiotelescópio amador, é essencial reunir componentes básicos: uma antena, um receptor de rádio, um conversor de frequência, um amplificador de baixo ruído (LNA), um computador com software de análise e cabos de conexão. Por ser uma pesquisa em andamento iremos relatar, descrever apenas sobre a parte de desenvolvimento, construção e automação do radio teslescópio, o projeto em si.

Radiotelescópios são instrumentos fundamentais na astronomia moderna, permitindo a observação de fenômenos celestes através da detecção de ondas de rádio emitidas por corpos celestes. A eficácia de um radiotelescópio depende em grande parte do tipo de antena utilizada, pois cada tipo possui características específicas que o tornam mais adequado para determinadas observações.

Para o projeto escolhemos as antenas do tipo de corneta, que são utilizadas principalmente para observações de micro-ondas e são conhecidas por sua alta eficiência e baixa perda de sinal. Elas consistem em uma estrutura cônica que guia as ondas de rádio para o receptor. As antenas de corneta são frequentemente usadas em radiotelescópios que estudam a radiação cósmica de fundo em micro-ondas (CMB). A principal desvantagem dessas antenas é que elas são menos eficazes para frequências mais baixas. Como já explicitado fizemos uso de impressão 3d para construção do radio telescópio proposto, onde utilizados a Impressora 3d Creality Ender-3 S1 Plus como visto na figura 1.

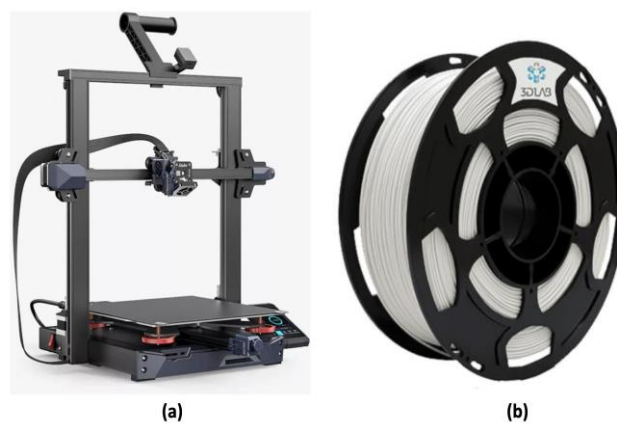


Figura 1 – (a) Impressora 3d Creality Ender-3 S1 Plus / (b) Filamento PLA

No mundo da engenharia e do design, a tecnologia desempenha um papel crucial na criação e desenvolvimento de projetos. Entre as ferramentas mais utilizadas estão o Fusion 360 e o AutoCAD, ambos desenvolvidos pela Autodesk.

Escolhemos o Fusion 360 por ser uma ferramenta de design 3D baseada em nuvem que integra CAD

(Computer-Aided Design), CAM (Computer-Aided Manufacturing) e CAE (Computer-Aided Engineering). Uma das principais características do Fusion 360 é sua capacidade de permitir a colaboração em tempo real.

Como o software é baseado em nuvem, vários usuários podem trabalhar no mesmo projeto simultaneamente, independentemente de sua localização geográfica. Isso é particularmente útil em projetos que envolvem equipes distribuídas globalmente.

Além disso, o Fusion 360 oferece uma interface intuitiva e fácil de usar, o que o torna acessível tanto para iniciantes quanto para profissionais experientes. A plataforma suporta uma ampla gama de formatos de arquivo, permitindo a importação e exportação de projetos de e para outros softwares de design. Outra característica notável é a capacidade de simulação integrada, que permite aos usuários testar e validar seus designs antes da produção, economizando tempo e recursos.

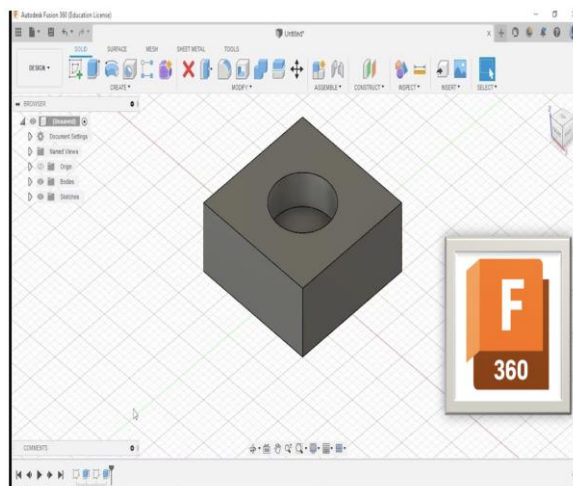


Figura 2 – Interface do Fusion 360.

Fizemos uso também da Horn Antenna Calculator é uma ferramenta de software para simulação do padrão de radiação de antenas tipo corneta. Este software rápido e confiável permite obter as características de radiação de uma variedade de antenas tipo corneta, incluindo: topologias piramidal, cônica, corrugada, diagonal e de modo duplo (Potter).

CALCULATOR

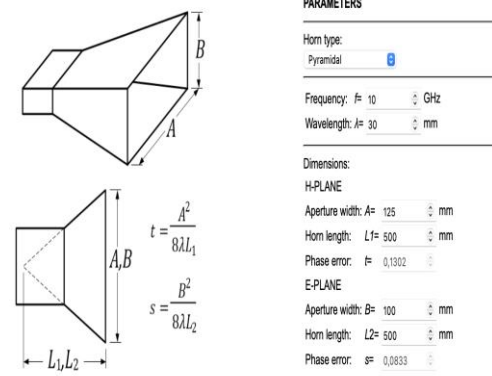


Figura 3 – Interface do Horn Antenna Calculator

Uma vez definido o tipo de corneta, projetamos a no FUSION 360, A figura 4 mostra alguns exemplos de corneta que poderíamos utilizar na presente pesquisa. A figura 5 mostra parâmetros que o software Horn Antenna Calculator nos oferece para auxiliar no dimensionamento escolha no tipo da corneta. Para os propósitos de nosso projeto escolhemos para a corneta o tipo: E-PLANE SECTORAL conforme figura 5.

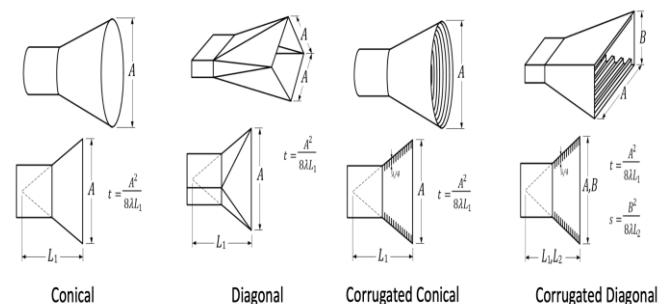


Figura 4 – Tipos de Cornetas

CALCULATOR

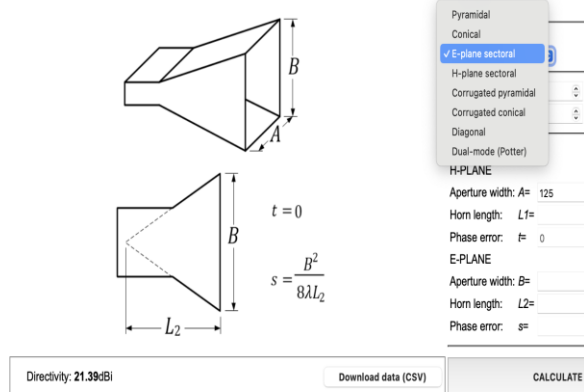


Figura 5 – Tipo corneta escolhida: E-PLANE SECTORAL

Para dimensionar toda a corneta com hastes e base redonda de sustentação que gira com engrenagens, e prepará-la para impressão em uma impressora 3D, seguimos alguns passos essenciais. Definimos as dimensões específicas de todas as partes do projeto, considerando as tolerâncias de impressão da impressora 3D usando uma tolerância típica de +/- 0.1mm. Certificamos de que a base redonda possua pontos de fixação para as engrenagens, permitindo a rotação suave da corneta. Uma parte do descrito acima pode ser constatado nas figuras 6 e 7.

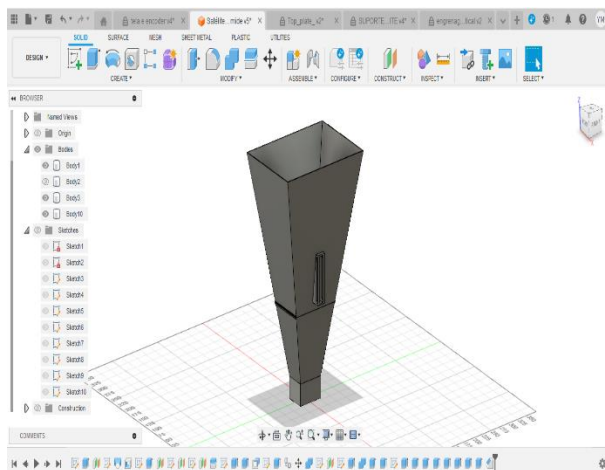


Figura 6 – Corneta dimensionada no FUSION 360.

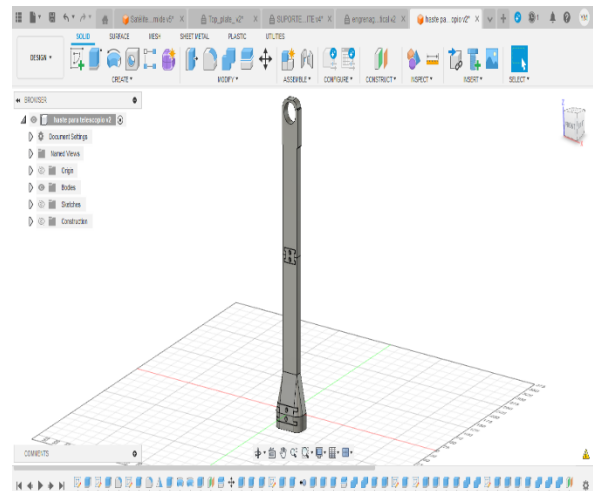


Figura 7 – Hastes dimensionada no FUSION 360.

A figura 6, é possível ver que a corneta é dividida em duas partes, um diferencial do projeto, pois facilita a montagem eletrônica da mesma (guia de onda). Outro diferencial é que a corneta possui um mecanismo que podemos alterar seu centro de massa, não comprometendo assim os funcionamentos de seus motores (figura 8).

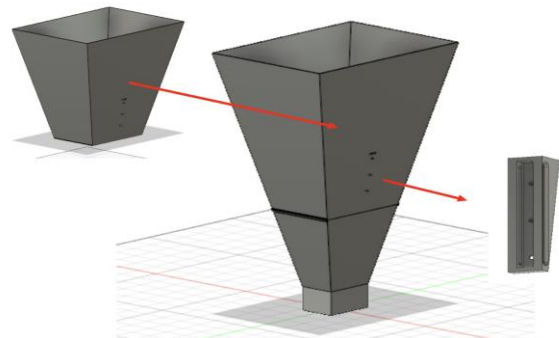


Figura 8 – Corneta e suas partes.

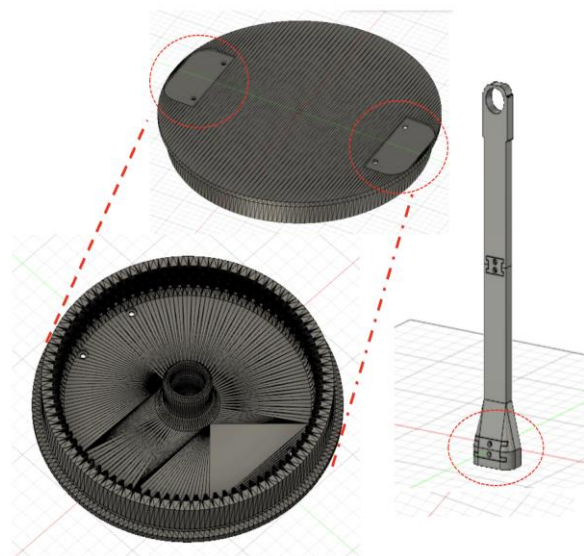


Figura 9 – Base de sustentação e rotação e haste que dão suporte a corneta.

Como podem-se ver nas figuras 8 e 9, a corneta é dinâmica, ou seja, se movimenta em referência a haste em 180° e em relação a sua base, rotaciona 360° . Isso é possível, devido ao emprego de microcontroladores, que são componentes essenciais para a transmissão e recepção de sinais de rádiofrequência. As antenas direcionais, quando combinadas com microcontroladores, podem se mover automaticamente para otimizar a captação de sinais, o que é particularmente útil em aplicações como redes sem fio, satélites e drones.

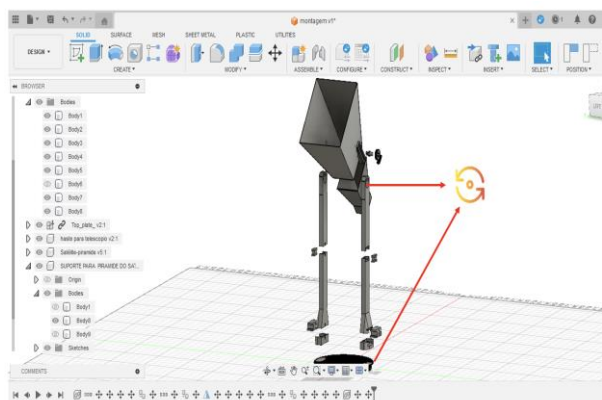


Figura 10 – Vista explodida do Radio Telescópio.

A figura 10 evidencia a vista explodida fato que facilita a compreensão do funcionamento interno e externo do projeto em questão. Ao exibir cada peça de maneira detalhada e isolada, torna-se mais simples a compreensão da estrutura e a função de cada componente. Isso é especialmente útil durante o processo de montagem e desmontagem, simplificando a identificação de peças específicas e suas respectivas posições no conjunto.

1.3 Resultados

Como já descrito, para construir um radiotelescópio amador, é essencial reunir componentes básicos: uma antena, um receptor de rádio, um conversor de frequência, um amplificador de baixo ruído (LNA), um computador com software de análise e cabos de conexão. Portanto, por ser uma pesquisa em andamento mostraremos como resultados, o desenvolvimento, construção e automação do radio telescópio, o projeto em si.



Figura 11– Resultados: impressões dos arquivos projetados na impressora 3d.

A figura 11, mostra o resultado das impressões das peças projetadas e, fazendo um comparativo com as figuras 8,9 e 10, percebe – se que o resultado foi extremamente fidedigno ao projetado.

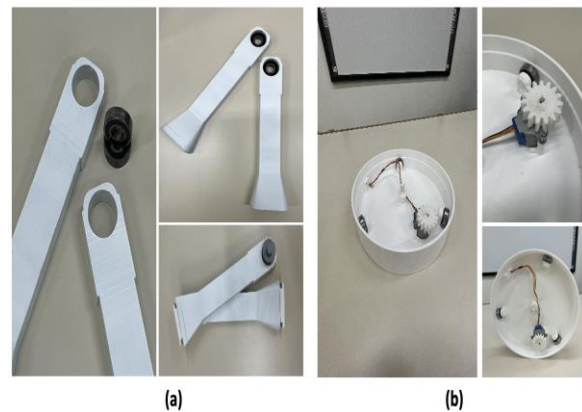


Figura 12– (a) Preparação hastes / (b) Preparação da base

A figura 12, evidencia o processo de montagem do radiotelescópio em todos seus detalhes. E como dito, o mesmo é automatizado, é comandado por um microcontrolador que comandam servo motores. Na figura é possível ver rolamentos de esferas que tem como objetivo executar três funções principais, além de facilitar o movimento, reduz o atrito, resistir a cargas e permite o posicionamento das partes móveis do projeto. Em paralelo ao processo mecânico de montagem, eram feitos os testes eletrônicos bem como sua programação eletrônica fato visto na figura 13.

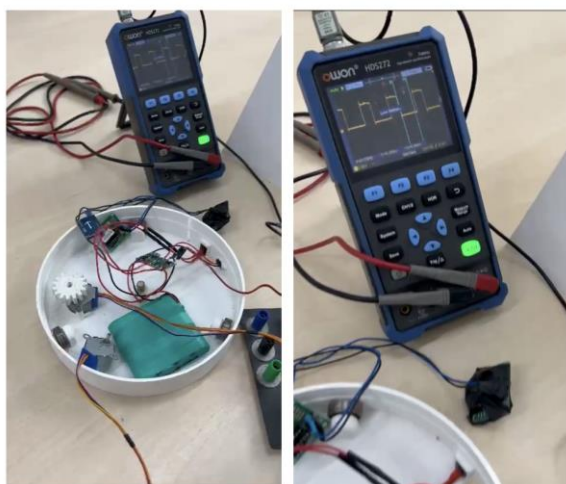


Figura 13– Teste eletrônico e de programação.

A programação para automação do referido radio telescópio já nos rendeu uma excelente produção intelectual, a mesma, já foi registrada no INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial sob número **BR512024000407-6** (figura 14).



Figura 14– Registro de Software no INPI.

1.4 Conclusões

O desenvolvimento deste trabalho de pesquisa seguiu todos os passos metodológicos apresentados nos baseando – se em um levantamento bibliográfico preliminar, onde foi desenvolvido toda a sequência lógica para o alcance do objetivo final do presente trabalho.

Alicerçando – se no passo anterior levantou – se um estudo minucioso das técnicas de modelagem, em especial as cornetas desenvolvidas E-PLANE SECTORAL, alvo dessa pesquisa.

Diante de tais análises deram – se inicio as etapas de caracterização pela construção, montagem, teste de funcionamento, execução de correções e por fim a avaliação dos resultados obtidos.

Portanto a amplitude desse trabalho vai além dos aspectos de interesse práticos de física, engenharia e

automação pois refletem ainda em todo um conhecimento teórico adquirido em sua metodologia.

1. Referências

- [1] E Darie; R Pécsi; M Culcea. Speed Control of the Direct Current Servomotor and the Stepper Motor with Arduino UNO Platform. IOP Conference Series: Earth and
- [2] ESTUDO DO MOTOR DE PASSO E SEU CONTROLE DIGITAL. GTA- UFRJ, 2019. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/grad/01_1/motor/>. Acesso em: 01 de setembro de 2023.
- [3] Ivan Virgala, Michal Kelemen, Alexander Gmterko, and Tomáš Lipták, "Control of Stepper Motor by Microcontroller." Journal of Automation and Control, vol. 3, no. 3 (2015): 131-134. doi: 10.12691/automation-3-3-19.
- [4] Burke, Bernard F., and Francis Graham-Smith. "An Introduction to Radio Astronomy." Cambridge University Press, 2010.
- [5] Thompson, A. Richard, James M. Moran, and George W. Swenson Jr. "Interferometry and Synthesis in Radio Astronomy." Springer, 2017.