



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS – IFAM
CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL
CURSO TECNOLOGIA EM SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES**

GERVERSON TORRES DOS SANTOS

**REDES DE COMUNICAÇÃO SEM FIO: UMA PROPOSTA DE SISTEMA DE TESTE
PARA STB DIGITAL IPTV COM ENLACE VIA SATÉLITE UTILIZANDO BANDA
C EM CHÃO DE FÁBRICA.**

**MANAUS/AM
2024**

GERVERSON TORRES DOS SANTOS

**REDES DE COMUNICAÇÃO SEM FIO: UMA PROPOSTA DE SISTEMA DE
TESTE PARA STB DIGITAL IPTV COM ENLACE VIA SATÉLITE
UTILIZANDO BANDA C EM CHÃO DE FÁBRICA.**

Trabalho de Conclusão de curso
submetido ao curso de graduação em
Tecnologia em Sistemas de
Telecomunicações do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do
Amazonas, como requisito parcial para
obtenção do Título de Tecnólogo em
Sistemas de Telecomunicações.

Orientador: Prof. Esp. Celso Souza
Cordeiro.

**MANAUS/AM
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S237r	<p>Santos, Gerverson Torres dos. Redes de comunicação sem fio: uma proposta de sistema de teste para STB digital IPTV com enlace via satélite utilizando Banda C em chão de fábrica / Gerverson Torres dos Santos. — Manaus, 2024. 45f.: il. color.</p> <p>Monografia (Graduação) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, <i>Campus</i> Manaus Distrito Industrial, Curso de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, 2024. Orientador: Prof.^o Celso Souza Cordeiro, Esp.</p> <p>1. STB digital. 2. Banda C. 3. Sistema de teste. I. Cordeiro, Celso Souza. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.</p>
	CDD 621.382

Elaborada por Oziane Romualdo de Souza (CRB11/ nº 734

GERVERSON TORRES DOS SANTOS

Redes de comunicação sem fio: Uma proposta de sistema de teste para STB digital IPTV com enlace via satélite utilizando Banda C em chão de fábrica.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas como requisito parcial para obtenção do Título T e c n o l o g o em Sistemas de Telecomunicações.

Orientador: Prof. Esp. Celso Souza Cordeiro.

Aprovado em 14 de Novembro de 2024.


Orientador e Presidente: Prof. Esp. Celso Souza Cordeiro

Avaliador 1: Prof. Me. Jonatas Micael Vieira de Lima


Avaliador 2: Prof. Esp. Ewerton Andrey Godinho Ribeiro

Dedico com sublime carinho aos que sonharam intensamente com isso a minha família, aos meus pais, aos meus amigos e colegas a faculdade e principalmente, pois sem a ajuda deles isso não seria possível.

AGRADECIMENTOS

Eu sempre gostei de realizar minhas atividades sozinho, mas existem situações na vida em que sem o apoio e a colaboração de outras pessoas seria impossível concluí-las.

Quando pensei em fazer esse projeto de pesquisa, contei com o apoio de várias pessoas que me acompanharam nessa jornada. E a essas pessoas através de poucas palavras, procurei expressar os meus sinceros agradecimentos:

Ao nosso DEUS que tem me acompanhado em todos os momentos minha vida;

Aos meus professores que foram responsáveis em viabilizar esse meu projeto, bem como aos meus colegas que me ofereceram a oportunidade e o desafio em participar desta turma;

À minha família, pelo seu apoio, paciência e compreensão da minha dedicação no acompanhamento do curso e no desenvolvimento desse trabalho, além das contribuições e participações todos que ajudaram na realização desse sonho.

*“O homem não teria alcançado o possível se,
repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível.”*
(Max Weber)

Resumo

A proposta de um sistema de teste para o Set Top Box (STB) digital IPTV com enlace via satélite utilizando Banda C em chão de fábrica surge da necessidade de garantir a eficiência e confiabilidade das comunicações em ambientes industriais. Este resumo aborda os principais aspectos dessa proposta, destacando sua importância na melhoria dos processos de transmissão de sinais de televisão em contextos industriais desafiadores. O STB digital é uma tecnologia crucial para a distribuição de sinais de televisão de alta qualidade, enquanto o enlace via satélite, especialmente utilizando a Banda C, oferece uma solução robusta e amplamente utilizada para alcançar áreas remotas ou de difícil acesso. No entanto, em ambientes industriais, onde interferências eletromagnéticas, variações de temperatura e umidade são comuns, garantir a qualidade e a confiabilidade desses sistemas de comunicação é essencial. A proposta de sistema de teste visa abordar essas preocupações, oferecendo uma estrutura abrangente para avaliar o desempenho do STB digital IPTV com enlace via satélite em chão de fábrica. Primeiramente, seria realizada uma análise detalhada do ambiente de teste, identificando potenciais fontes de interferência e desafios operacionais específicos do contexto industrial. A implementação prática desse sistema envolveria a instalação de equipamentos de medição e monitoramento estrategicamente posicionados na fábrica, juntamente com o desenvolvimento de software personalizado para coletar, analisar e visualizar os dados de teste. Esses dados seriam utilizados para avaliar a qualidade do sinal, a robustez da transmissão e a confiabilidade do sistema de comunicação em condições reais de operação. Além disso, o sistema de teste seria projetado para ser altamente automatizado, minimizando a necessidade de intervenção manual e garantindo uma coleta de dados precisa e consistente ao longo do tempo. Isso permitiria a detecção rápida de problemas ou falhas no sistema de comunicação, facilitando a implementação de medidas corretivas e garantindo a continuidade das operações industriais.

Palavras-chave: STB digital, enlace via satélite, Banda C, chão de fábrica, sistema de teste.

ABSTRACT

The proposal for a test system for digital IPTV Set Top Box (STB) with satellite link using Band C on the factory floor arises from the need to guarantee the efficiency and reliability of communications in industrial environments. This summary addresses the main aspects of this proposal, highlighting its importance in improving television signal transmission processes in challenging industrial contexts. Digital STB is a crucial technology for distributing high-quality television signals, while satellite linking, especially using C-Band, offers a robust and widely used solution for reaching remote or difficult-to-reach areas. However, in industrial environments, where electromagnetic interference, temperature and humidity variations are common, ensuring the quality and reliability of these communication systems is essential. The proposed test system aims to address these concerns by offering a comprehensive framework to evaluate the performance of satellite-linked digital IPTV STB on the factory floor. First, a detailed analysis of the test environment would be carried out, identifying potential sources of interference and operational challenges specific to the industrial context. Practical implementation of this system would involve the installation of strategically placed measuring and monitoring equipment in the factory, along with the development of custom software to collect, analyze and visualize test data. This data would be used to evaluate signal quality, transmission robustness and reliability of the communication system under real operating conditions. Additionally, the test system would be designed to be highly automated, minimizing the need for manual intervention and ensuring accurate and consistent data collection over time. This would allow rapid detection of problems or failures in the communication system, facilitating the implementation of corrective measures and ensuring the continuity of industrial operations.

Keywords: *digital SBT, satellite link, Band C, factory floor, testing system.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Elementos de comunicação	19
Figura 2 - Espectro eletromagnético	21
Figura 3 - Representação Simplificada dos postos de trabalho	36
Figura 4 - Estação de Gravação de Serial de Fábrica e software de vídeo.	40
Figura 5 - Estação de verificação de vídeo	41
Figura 6 - Estação geração de máster Key Access	41
Figura 7 - Estação de Atualização de versão (Cliente)	41
Figura 8 - Estação de Sintonia de Canais	42
Figura 9 - Estação de Verificação de canais e funções AV (HDMI / RCA	42
Figura 10 -. Sintonia de canais via satélite StartOne C1.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Denominações por faixa de frequência	21
Tabela 2 - Lista de materiais utilizados.....	37

LISTA DE SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações

FM – Frequência Modulada

IEEE – Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

IPTV - Internet Protocol Television

PIM - Polo Industrial de Manaus.

SBT - Sistema de Broadcast Terrestre

RF – Rádio Frequência (Radio Frequency)

QoS – Qualidade de Serviço (Quality of Service)

Sumário

1. INTRODUÇÃO	15
2. Justificativa	16
3. METODOLOGIA	16
4. Objetivos.....	17
4.1 Geral	17
4.2 Específicos	17
5. Problema.....	17
6. REFERENCIAL TEÓRICO	19
6.1 ENLACES VIA RÁDIO.....	19
6.1.1 COMUNICAÇÃO SEM FIO.....	19
6.1.2 Sistemas de Rádio.....	20
6.2 Tecnologia Comunicação por Rádio	20
6.2.1 ESPECTRO ELETROMAGNETICO	20
6.2.2 Propagação e Diagramação de Radiação	22
6.3 - O STB Digital	22
6.3.1. Definição e Função do STB Digital	22
6.3.2. Características Técnicas.....	22
6.3.3. Vantagens do Uso do STB Digital	23
6.3.4. Considerações para a Instalação.....	23
6.3.5. Importância do STB Digital na Transição para a TV Digital	23
6.3.6. Obrigações e Regulamentações	24
6.4 – O IPTV.....	25
6.4.1. Definição de IPTV	25
6.4.2. Características do IPTV	25
6.4.3. Vantagens do IPTV	26
6.4.4. Desafios do IPTV	26
6.4.5. Obrigações e Regulamentações	27
6.5 TV DIGITAL VIA SATELITE BANDA C	27
7. A Aplicação de STB digital IPTV em ambientes industriais.	29
8. Desafios e Características da Montagem de Linha de Produção de Decodificadores de TV Digital via Satélite na Zona Franca de Manaus.....	29
9. SISTEMA DE TESTE	31
9.1 O que são estação de teste?.....	32

9.2 Cenário de teste	32
9.3 Modelo proposto	33
9.3.1. Descrição Detalhada do Sistema de Teste e Montagem	33
9.3.2. Fluxo de Trabalho e Postos de Trabalho	33
9.3.2. Representação Visual Simplificada do Layout	36
9.3.2.1. Detalhes da Representação Visual.....	36
9.4 Material utilizado	37
9.5 Montagem do sistema da estação de Teste	40
9.5.1. Apontamento das antenas	42
10. <i>Resultados Encontrados</i>	44
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

1. INTRODUÇÃO

As redes de comunicação sem fio têm se consolidado como um dos principais pilares da modernização industrial, proporcionando flexibilidade, mobilidade e eficiência nos processos de produção. Entre as diversas tecnologias de comunicação sem fio, os enlaces via satélite desempenham um papel crucial em ambientes onde a infraestrutura terrestre é insuficiente ou inexistente. A utilização da Banda C, cujo se utiliza uma faixa de frequência específica, vem se destacando por suas características técnicas, como a maior resistência a interferências atmosféricas e a ampla cobertura geográfica, tornando-se ideal para aplicações em locais remotos e ambientes industriais adversos.

Entro de um cenário industrial, mais especialmente em um ambiente de chão de fábrica, a necessidade de uma comunicação confiável e contínua é imperativa para o monitoramento, controle e automação de processos existentes. A implementação de um Sistema de Broadcast Terrestre (SBT) digital, utilizando enlaces via satélite em Banda C, pode oferecer uma solução robusta para superar os desafios de comunicação encontrados em fábricas. Este tipo de sistema de comunicação é particularmente relevante para indústrias que operam em locais afastados dos centros urbanos, como as indústrias de mineração, petróleo e gás, e agronegócio. Nessas situações, a comunicação via satélite se torna essencial para garantir a transmissão de dados, voz e vídeo, facilitando o monitoramento e controle das operações.

A Banda C, uma faixa de frequência que varia de 4 a 8 GHz, é amplamente utilizada em sistemas de comunicação via satélite devido às suas características técnicas favoráveis. A resistência a interferências atmosféricas, como chuvas e tempestades, e a capacidade de cobertura geográfica extensa tornam essa banda uma escolha ideal para aplicações em ambientes industriais. Além disso, a Banda C possui uma boa penetração em áreas com obstáculos físicos, como paredes e maquinário, comuns em ambientes de chão de fábrica.

A proposta de nosso estudo é desenvolver um sistema de teste voltado fabricação de receptores que utilizam a tecnologia SBT TV digital, empregando enlaces via satélite utilizando Banda C, aplicado especificamente ao ambiente de chão de fábrica. A escolha da Banda C é estratégica, pois esta banda de frequência apresenta características que minimizam os efeitos da absorção de sinal por obstáculos físicos, muito comuns em ambientes industriais. Além disso, a Banda C é menos suscetível a interferências meteorológicas (chuvas torrenciais) muito presente na região Amazônica, garantindo uma comunicação mais estável para recepção de sinal e confiável, pois permite um cobertura maior de assinantes geograficamente distribuídos.

2. Justificativa

A comunicação eficiente em chão de fábrica é crucial para o funcionamento harmonioso e seguro das operações industriais. Em um ambiente onde a presença de estruturas metálicas e condições adversas pode causar interferências e desafios de comunicação, a escolha da tecnologia adequada é vital. A implementação de um Sistema de Broadcast Terrestre (SBT) digital com enlace via satélite utilizando Banda C surge como uma solução robusta para superar essas adversidades.

O SBT digital oferece vantagens significativas sobre os sistemas analógicos, incluindo melhor qualidade de sinal, maior eficiência espectral e a capacidade de transmitir múltiplos canais e serviços adicionais. Esses benefícios são especialmente importantes em ambientes industriais, onde a confiabilidade e a precisão da comunicação podem impactar diretamente a produtividade e a segurança. A integração de enlaces via satélite utilizando Banda C no SBT digital pode garantir uma comunicação estável e de alta qualidade, mesmo em condições desafiadoras.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo envolve várias etapas interligadas, desde a revisão bibliográfica até a realização de testes experimentais e análise de resultados. Inicialmente, será realizada uma revisão abrangente da literatura sobre tecnologias de comunicação sem fio, enlaces via satélite e características da Banda C. Essa revisão fornecerá uma base teórica sólida para o desenvolvimento do protótipo de sistema de teste. De acordo com Santos (2023), a busca e seleção de artigos e documentos literários, auxiliam na tabulação das informações encontradas, permitindo uma análise das informações por meios de Inclusão e Exclusão dados relevantes. Cujas a finalidade primordial é delimitar os conteúdos a serem adentrados neste documento.

Em nosso estudo, caracteriza-se por uma pesquisa do tipo transversal e qualitativa, obtida a partir de buscas em bases de dados bem conceituados no meio acadêmico, como: SciELO e Repositório da IEEE.

Parafraseando, Garcia (2010 apud GALLIANO, 1986, p. 26) o processo científico se dá através do processo metodológico cuja a finalidade, procura explicar e discutir um fenômeno baseado na verificação de uma ou conjuntos de hipóteses. Diante disso, o processo investigativo está diretamente vinculado as questões específicas, na qual tratasse de explicá-las e relacioná-las com outros fatos presentes. “Quando analisamos um fato, o conhecimento científico não está ligado somente em explicá-lo, mas também em descobrir suas relações com outros fatos e procurar explicá-los com argumentos fundamentados” (SANTOS, 2023).

Dentro desse contexto, o desenvolvimento de um sistema de teste para validar a qualidade de serviço de receptores de TV digital tem bastante relevância e auxilia no melhor entendimento

desse fenômeno dentro um ambiente de chão de fábrica que permitirá um estudo afundado e melhor observação da tecnologia.

4. Objetivos

4.1 Geral

Este estudo tem como objetivo principal propor e validar um sistema de teste para SBT digital com enlace via satélite utilizando Banda C em um ambiente de chão de fábrica. Os objetivos específicos incluem:

4.2 Específicos

1. **Estudo das Características da Banda C:** Analisar as propriedades técnicas da Banda C e sua aplicabilidade em sistemas de comunicação via satélite.
2. **Análise dos Requisitos do Chão de Fábrica:** Identificar os desafios específicos de comunicação em ambientes industriais e os requisitos técnicos para a implementação de um sistema de comunicação eficiente.
3. **Desenvolvimento de um Protótipo de Sistema de Teste:** Projetar e construir um protótipo de sistema de teste para SBT digital com enlace via satélite utilizando Banda C.
4. **Testes e Avaliação de Desempenho:** Realizar testes experimentais para avaliar o desempenho do sistema proposto em termos de latência, taxa de erro de bits (BER), e qualidade de serviço (QoS).
5. **Propostas de Melhorias:** Analisar os resultados dos testes e propor melhorias para otimizar o desempenho do sistema em ambientes industriais.

5. Problema

O dilema em desenvolver um sistema de teste para SBT (Sistema de Broadcast de Televisão) digital com enlace via satélite utilizando Banda C em uma linha de produção em Manaus envolve uma série de desafios e problemas que necessitam ser abordados para garantir um sistema eficiente e funcional. Sendo estes problemas inerentes principalmente a processo, incluindo também questões técnicas, ambientais, regulatórias e logísticas.

A criação de um sistema de teste para SBT digital com enlace via satélite utilizando Banda C nesta região apresenta desafios únicos devido às condições ambientais, a infraestrutura local e a logística.

Sabemos que a Banda C opera na faixa de 4 a 8 GHz, que é amplamente utilizada para comunicações via satélite. Um dos maiores desafios é garantir que não haja interferência de outras fontes de rádio frequência (RF) que operam em frequências próximas. A interferência

pode ser causada por outros dispositivos eletrônicos presentes na linha de produção ou por sistemas de comunicação locais.

Afim de garantir a qualidade do sinal em um ambiente industrial pode ser complexo. Paredes metálicas, máquinas e outros obstáculos podem causar reflexão, refração e atenuação do sinal. Portanto, é essencial realizar um estudo detalhado do ambiente para posicionar adequadamente as antenas e equipamentos receptores.

A estabilidade do enlace via satélite é crucial. As condições atmosféricas, como chuva intensa e tempestades, comuns em Manaus, podem afetar a transmissão do sinal de Banda C. Portanto, é necessário implementar técnicas de mitigação, como aumento da potência do sinal e utilização Podemos dizer que Manaus é conhecida por seu clima quente e úmido, o que pode afetar os componentes eletrônicos do sistema de teste. A umidade elevada pode causar corrosão e curto-circuito nos circuitos eletrônicos, exigindo que os equipamentos sejam adequadamente protegidos e selados contra a umidade.

Outro fator que podemos destacar é localização geográfica de Manaus, presente no coração da Amazônia, representa um desafio logístico. O transporte de equipamentos e materiais até a fábrica pode ser demorado e caro. A manutenção dos equipamentos também pode ser afetada pela dificuldade de acesso a peças de reposição e técnicos especializados.

A implementação de um sistema de teste em um ambiente industrial deve cumprir com diversas normas de segurança para proteger os trabalhadores e o equipamento. Isso inclui normas de segurança elétrica, radiação de RF e procedimentos de emergência.

A instalação de um sistema de teste de SBT digital com enlace via satélite em uma fábrica exige uma coordenação meticulosa. Deve-se garantir que a instalação não interfira com a produção regular e que haja um plano de manutenção robusto para garantir a operação contínua do sistema. A manutenção regular é essencial para prevenir falhas e garantir a precisão dos testes.

Equipamentos devem ser projetados para resistir às condições ambientais de Manaus. Isso pode incluir o uso de gabinetes selados, sistemas de climatização e materiais resistentes à corrosão. Implementar sistemas de redundância, como enlaces de backup e fontes de energia alternativas, pode aumentar a resiliência do sistema. Isso é particularmente importante em uma região onde as condições climáticas podem ser imprevisíveis.

Ao abordar os problemas de frequência e interferência, garantindo a qualidade e estabilidade do sinal, protegendo os equipamentos contra condições ambientais adversas e navegando pelos requisitos regulatórios, as empresas podem estabelecer um sistema de teste robusto e eficaz.

6. REFERENCIAL TEÓRICO

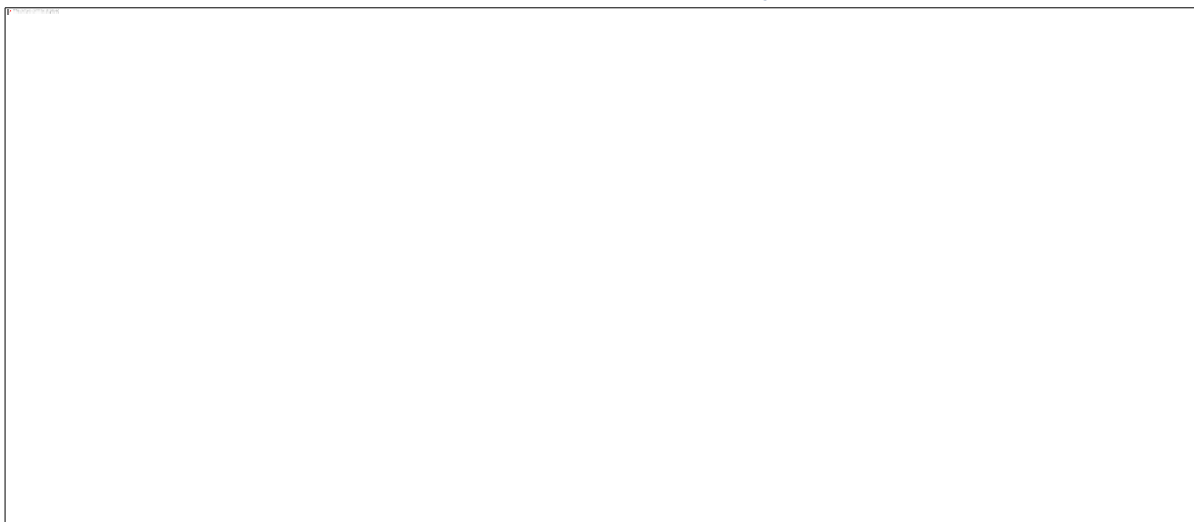
6.1 ENLACES VIA RÁDIO.

Para entender melhor os aspectos técnicos e ambientais envolvidos na elaboração de um projeto de rádio enlace será apresentado a um resumo da tecnologia de radiocomunicação, e os fenômenos ambientais que interferem na transmissão da comunicação, principalmente em locais onde a densidade pluviométrica é bastante elevada, como por exemplo o que existe no Polo Industrial de Manaus (PIM).

6.1.1 COMUNICAÇÃO SEM FIO

Para podermos compreender o funcionamento de uma rede sem fio será necessário imaginar que essa rede consiste em um conjunto de dispositivos interligados que operam sem a necessidade de cabos, sejam eles metálicos ou ópticos. Essa rede é capaz de transmitir dados por meio de ondas eletromagnéticas que são enviadas e recebidas por dispositivos conectados. O princípio da transmissão de sinal em uma rede sem fio possui característica semelhante à forma como a voz é transmitida, muito comum em sistemas de rádio FM: os dados são modulados em uma onda portadora, que é enviada por antenas transmissoras e captada por antenas receptoras. Essas antenas estão ligadas a dispositivos que realizam a demodulação do sinal, processando as informações recebidas e as repassando aos usuários.

Figura 1 - Elementos de comunicação



Fonte: Próprio Autor

Parafrazeando os estudos de Cardoso; Almeida; Teixeira (2014), uma rede sem fio se refere a uma rede de computadores (dispositivos) sem a necessidade do uso de cabos – sejam eles telefônicos, coaxiais ou ópticos. Aos quais por meio de equipamentos que usam radiofrequência (comunicação via ondas de rádio) ou comunicação via infravermelho, ou seja, toda e qualquer transmissão de dados sem fio é *wireless*, lembrando que este tipo de comunicação não se

restringe somente a redes de computadores. Ao longo de nossa pesquisa vamos mostrar outros tipos de serviços que se utilizam desse tipo de recurso.

6.1.2 Sistemas de Rádio

Como visto anteriormente, a comunicação sem fio não está limitada as rede de computadores, existem outros sistemas que utilizam o conceito para o desenvolvimento de diversas soluções de comunicações, sendo os sistemas de comunicação por rádio aplicado em diversos projetos.

Conforme Miyoshi e Sanches (2002), dentro um contexto de um projeto de sistema de rádio é fundamental conhecer e avaliar todas as possibilidades de composição e configuração dos equipamentos, sendo eles sistema aéreo e sistemas auxiliares. É fundamental que a escolha das características dos equipamentos que serão parte da solução do projeto sejam muito bem planejados, haja vista que o dimensionamento dependerá das necessidades de atendimento ao empreendimento proposto, independente das condições ambientais existentes entre as estações de rádio envolvidas, além de atender todas as normas e legislações vigentes.

6.2 Tecnologia Comunicação por Rádio

O rádio enlace é a comunicação entre dois pontos sem a utilização de fios, a propagação da onda acontece quando há a transferência de energia eletromagnética entre esses dois pontos pela atmosfera (MYIOSHI; SANCHES, 2002).

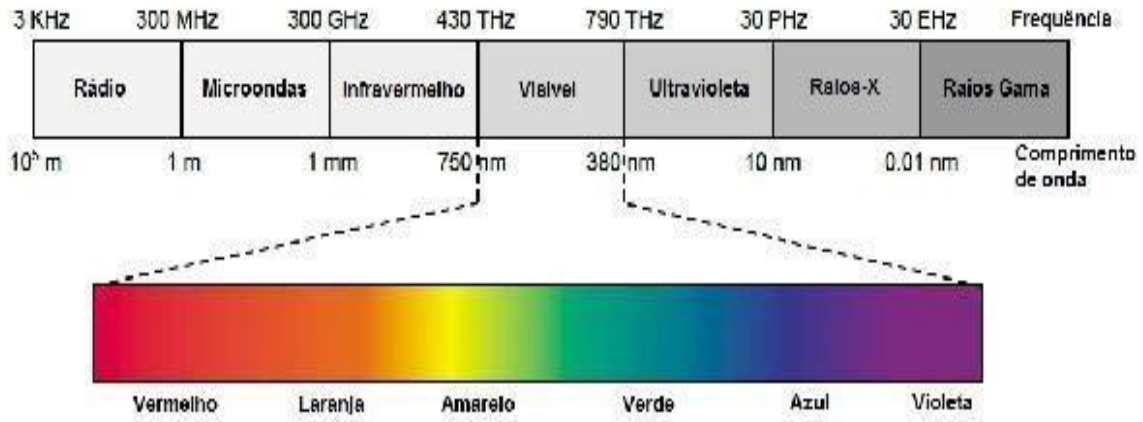
Para viabilizar a comunicação sem fio entre dois pontos, é fundamental a presença de um transmissor de rádio e um receptor de rádio, além de dois dispositivos de irradiação, as antenas, e um meio para a transmissão, que, neste contexto, é o ar passa a ser o meio utilizado que irá viabilizar essa comunicação.

6.2.1 ESPECTRO ELETROMAGNETICO

O progresso nas comunicações via rádio avançou significativamente ao longo dos anos, graças aos desenvolvimentos nas pesquisas que desbravaram novas possibilidades e reformularam ideias já estabelecidas. Dentre as descobertas obtidas o estudo do espectro eletromagnético foi de grande relevância para as telecomunicações (FALCÃO, 2021).

Assim, hoje sabemos que o conjunto de frequências que constitui a onda eletromagnética, ou seja, uma onda eletromagnética pode assumir uma grande variedade de frequências, e essas são classificadas como espectro eletromagnético, as quais podemos observar na figura 02.

Figura 2 - Espectro eletromagnético



Fonte: Medeiros,2007

Como podemos ver anteriormente, as ondas eletromagnéticas incluem desde a voz até raios x, mas dentro do nosso escopo de estudo, notaremos que as telecomunicações utilizam a faixa de frequência entre 300kHz à 3THz, dentro desse faixa existem subdivisões que podem ser observadas no Tabela 01.

Tabela 1 - Denominações por faixa de frequência

Faixa de Frequências	Denominação
300 Hz –3 KHz	ELF (<i>Extremely Low Frequency</i>) -Frequência extremamente baixa
3 KHz –30 KHz	VLF (<i>Very Low Frequency</i>) -Frequência muito baixa
30 KHz -300 KHz	LF (<i>Low Frequency</i>) -Frequência baixa
300 KHz –3 MHz	MF (<i>Medium Frequency</i>) -Frequência média
3 MHz –30 MHz	HF (<i>High Frequency</i>) -Frequência alta
30 MHz -300 MHz	VHF (<i>Very High Frequency</i>) -Frequência muito alta
300 GHz –3 GHz	UHF (<i>Ultra High Frequency</i>) -Frequência ultra alta
3 GHz –30 GHz	SHF (<i>Super High Frequency</i>) -Frequência super alta
30 GHz –300 GHz	EHF (<i>Extremely High Frequency</i>) -Frequência extremamente alta
300 GHz –3000 GHz	Ondas ópticas (Infravermelho)

Fonte: Adaptado, FELICE(2005).

Podemos anotar que os mecanismos de propagação utilizados para comunicações via rádio variam em função das faixas de frequência as quais são classificadas de acordo com os comprimentos de onda e cada faixa tem suas características específicas que são delimitadores para os diversos projetos em telecomunicações afim de atender as mais variadas finalidades. As antenas são projetadas para operar em faixas específicas de frequências. Cada tipo de antena possui uma frequência de ressonância, que é a frequência em que a antena irradia energia de forma mais eficiente. Quando a frequência do sinal aplicado coincide com a frequência de ressonância da antena, a eficiência de irradiação é maximizada, minimizando perdas de energia.

Cada faixa tem aplicações específicas, como rádio, televisão, comunicação via satélite, e as antenas são projetadas para maximizar a eficiência nessas faixas.

6.2.2 Propagação e Diagramação de Radiação

A propagação da energia irradiada por uma antena pode ocorrer em vários formatos, dependendo do design da antena e do ambiente ao redor. O diagrama de radiação pelo que podemos entender como uma representação gráfica que mostra como a energia é distribuída no espaço tridimensional. Este diagrama é crucial para entender como a energia se propaga e como as antenas podem ser posicionadas para otimizar a recepção e transmissão de sinais. Além disso, a lei de reciprocidade das antenas indica que as características de irradiação e recepção são as mesmas, o que significa que uma antena que transmite bem também recebe bem.

A escolha da faixa de frequência e o design da antena são fundamentais para garantir uma comunicação eficiente. O casamento de impedância entre a antena e a linha de transmissão também é um aspecto crítico que influencia a eficiência da transmissão de energia, minimizando reflexos e perdas.

6.3 - O STB Digital

O Set-Top Box (STB) digital é um dispositivo que se tornou essencial na era da televisão digital, permitindo que os usuários acessem canais de TV digital com qualidade superior.

6.3.1. Definição e Função do STB Digital

O STB digital, também conhecido como conversor digital, é um aparelho que conecta a antena de televisão à TV, decodificando os sinais digitais transmitidos pelas emissoras. Isso é especialmente importante para TVs que não possuem um sintonizador digital embutido, permitindo que esses aparelhos antigos acessem a programação digital. O STB converte o sinal digital em um formato que a televisão pode exibir, garantindo que o usuário tenha acesso a uma variedade de canais e uma qualidade de transmissão aprimorada (GOMES, OLIVEIRA, SOUZA FILHO, 2007).

6.3.2. Características Técnicas

Os STBs digitais variam em termos de especificações e funcionalidades. Modelos modernos suportam resoluções de até 1080p e estão equipados com diversas conexões, como HDMI, RCA e USB. Por exemplo, o modelo STB-9000 é um conversor FULL HD que oferece funções de gravação, entrada USB e uma central de mídia, permitindo que os usuários assistam a programas

gravados e reproduzam arquivos multimídia, como fotos e músicas (COSTANZO, NETO, 2007). Além disso, a maioria dos STBs digitais é compatível com diferentes formatos de vídeo e áudio, como MPEG-2, MPEG-4 e MP3, aumentando as características originais do dispositivo. A capacidade de realizar a busca automática de canais e a possibilidade de suporte a legendas são características que tornam esses dispositivos ainda mais atraentes para os consumidores (ALVES et al, 2006).

6.3.3. Vantagens do Uso do STB Digital

A adoção da televisão digital no Brasil tem sido um processo complexo, oferecendo melhor qualidade de imagem e som em comparação aos sistemas analógicos (MARTÍNEZ ALONSO et al., 2015). No entanto, a transição tem enfrentado inúmeros desafios, incluindo barreiras técnicas, discussões políticas e incertezas regulatórias (CIRNE, 2019). Embora a TV digital permita mais canais e conteúdo em HD, a implementação tem sido dificultada pelos interesses das emissoras tradicionais e pela falta de envolvimento da sociedade civil (TAVEIRA CABRAL, CABRAL FILHO, 2012). A transição também tem sido marcada por repetidos atrasos no desligamento do sinal analógico (CIRNE, 2019). Apesar desses obstáculos, houve aumento de centros de produção audiovisual e adaptação às plataformas digitais nas TVs universitárias (PREVEDELLO, 2023). No entanto, o surgimento de tecnologias interativas alternativas, como serviços de streaming e smart TVs, tem tornado a proposta do sistema brasileiro de TV digital cada vez mais obsoleta (CIRNE, 2019). Outra vantagem significativa é a possibilidade de acesso a recursos interativos e serviços adicionais, como guias de programação e informações sobre os programas. Muitos modelos de STB digital também oferecem funcionalidades de gravação, permitindo que os usuários gravem seus programas favoritos para assistir posteriormente (FRAZ, 2020).

6.3.4. Considerações para a Instalação

A instalação de um STB digital é relativamente simples, mas é importante seguir algumas recomendações para garantir o melhor desempenho. É essencial posicionar a antena em um local com boa recepção de sinal, longe de obstáculos que possam interferir na qualidade da transmissão. O uso de cabos de boa qualidade para conectar o STB à TV e à antena pode ajudar a minimizar perdas de sinal e garantir uma melhor qualidade de imagem (PEKOVIC et al., 2011).

6.3.5. Importância do STB Digital na Transição para a TV Digital

A transição da televisão analógica para o digital foi um marco importante na história da comunicação audiovisual. O STB digital desempenha um papel crucial nesse processo, permitindo

que os telespectadores que ainda utilizam TVs com sinal analógicos possam continuar assistindo à programação de TV. Essa transição não apenas melhorou a qualidade da transmissão, mas também aumentou a eficiência do uso do espectro de rádio, permitindo que mais canais fossem transmitidos simultaneamente (ADDA, OTTAVIANI, 2005). Além disso, a televisão digital transformou significativamente a experiência de visualização ao introduzir funcionalidades como serviços interativos e transmissão adicional de dados, que aprimoram o engajamento do espectador. De acordo com Sourbati (2004), a transição para a radiodifusão digital possibilitou uma série de novas aplicações, incluindo conectividade on-line e recursos interativos, que são cruciais para promover a participação do público e evitar a exclusão social. Além disso, Naimpally (1986) destaca que a TV digital incorpora recursos avançados, como Picture-in-Picture e qualidade de imagem aprimorada, que desativam recursos sofisticados de processamento em decodificadores digitais (STBs). Essa evolução tecnológica não apenas amplia o escopo do conteúdo disponível, mas também reflete as mudanças históricas no consumo de mídia, conforme observado por Buonanno (2008), que enfatiza a importância da pluralização na entrega de conteúdo. Além disso, Smith (2012) discute como a mídia digital facilita a interatividade em tempo real, aprimorando ainda mais a experiência e o envolvimento do espectador com a transmissão esportiva. Coletivamente, esses estudos ressaltam as profundas implicações das inovações da televisão digital na entrega de conteúdo e na interação do espectador.

6.3.6. Obrigações e Regulamentações

No Brasil, a regulamentação e a certificação de set-top boxes digitais (STBs) são supervisionadas pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), que garantem a conformidade com normas técnicas como a ABNT NBR 15601 (2007) para recepção de sinal de TV digital. Essa estrutura regulatória é crucial para garantir a qualidade e a segurança dos equipamentos de telecomunicações, incluindo STBs. Além disso, pata Leite (2020), é essencial que esses dispositivos sejam específicos com acessibilidade em mente, permitindo que pessoas com deficiência utilizem seus recursos de forma eficaz. Isso inclui a integração de serviços de legendas ocultas e audiodescrição, que aprimoram a acessibilidade à mídia para usuários com deficiências auditivas e visuais, respectivamente. Para Nascimento (2013), pressão pela inclusão na mídia não é apenas uma exigência legal, mas também moral, garantindo que todos os indivíduos, independentemente de suas habilidades, possam acessar e desfrutar de conteúdo digital de qualidade. Segundo Cavalcante (2015), a medida que os fabricantes vão desenvolvendo essas tecnologias, eles devem priorizar os recursos assistivos para atender às diversas necessidades dos usuários, promovendo assim um ambiente digital inclusivo. Esse compromisso com a

acessibilidade se alinha a esforços mais amplos para melhorar a inclusão da mídia e a conformidade com as leis de acessibilidade televisiva ao público em geral.

6.4 – O IPTV

O IPTV (Internet Protocol Television) é uma forma de transmissão de sinais de televisão que utiliza redes baseadas em protocolo de internet (IP). Diferentemente dos métodos tradicionais de transmissão, como a TV por satélite ou a cabo, o IPTV entrega conteúdo de forma contínua e sob demanda, permitindo uma interação mais rica e personalizada com os usuários.

6.4.1. Definição de IPTV

O IPTV para o entendimento dos pesquisadores, Park, Haw e Hong (2010), é definido como a entrega de serviços de vídeo, incluindo televisão ao vivo e vídeo sob demanda, através de redes IP. Essa tecnologia permite que os usuários acessem uma ampla gama de conteúdos de forma interativa, utilizando dispositivos como set-top boxes, Smart TVs, ou até mesmo smartphones e tablets. Segundo a definição do ITU-T FG IPTV (2007), IPTV é um serviço multimídia que inclui televisão, vídeo, áudio, texto e dados, entregues através de redes IP gerenciadas para garantir um nível adequado de qualidade de serviço.

6.4.2. Características do IPTV

A IPTV (Internet Protocol Television) é caracterizada pela interatividade, qualidade de serviço, conteúdo sob demanda e integração com outros serviços. Pesquisas recentes destacam esses recursos, enfatizando sua importância na melhoria da experiência do usuário.

Para entender melhor essas características alguns pesquisadores conceituaram da seguinte maneira: A interatividade da IPTV permite que os usuários interajam com o conteúdo, permitindo funcionalidades como pausar e retroceder. Friedrich (2011) discute um ambiente de aplicativo integrado que aprimora a interatividade do usuário, combinando serviços tradicionais de IPTV com recursos de redes sociais, enriquecendo assim a experiência de visualização.

A qualidade do serviço (QoS) é crucial para a IPTV, garantindo o mínimo de buffer e perda de sinal. Park et al. (2010) propõem uma arquitetura de sistema que aborda os desafios de QoS, particularmente em ambientes móveis, para manter a entrega perfeita de serviços.

O conteúdo sob demanda é uma marca registrada da IPTV, oferecendo visualização personalizada. Gillani (2010) investiga a qualidade da entrega de vídeo sob demanda, com foco no impacto dos parâmetros do fluxo de transporte na experiência do usuário.

A integração da IPTV com os serviços de internet aprimora sua funcionalidade. Busutill e Farrugia (2010) ilustram como os sistemas de IPTV podem interagir com vários aplicativos, fornecendo uma experiência multimídia abrangente.

Embora esses avanços na IPTV ofereçam benefícios significativos, os desafios permanecem, principalmente na manutenção da QoS em diversas redes e na garantia de uma interatividade fácil de usar.

6.4.3. Vantagens do IPTV

A IPTV oferece inúmeras vantagens em relação à televisão tradicional, aprimorando a experiência do usuário por meio de flexibilidade, economia, acesso global a conteúdo e recursos avançados.

A Flexibilidade e personalização na IPTV permite que os usuários personalizem sua experiência de visualização, escolhendo o que, quando e como assistir. Essa adaptabilidade é crucial em uma era digital em que as preferências do consumidor são diversas (HJELM, 2008).

As vantagens de Custo-benefício da IPTV são notáveis, pois ela geralmente fornece uma gama mais ampla de canais e serviços a preços mais baixos em comparação com as opções de cabo ou satélite (GILLANI, 2010).

O Acesso ao conteúdo global na IPTV facilita o acesso a canais internacionais, ampliando significativamente as opções de programação para os usuários (VESELINOVSKA et al., 2014).

Os recursos avançados e as funcionalidades inovadoras, como gravação de programas e recomendações personalizadas, aumentam o engajamento e a satisfação do usuário (MANSOUR et al., 2023).

6.4.4. Desafios do IPTV

Apesar das vantagens da IPTV, ela enfrenta desafios significativos, incluindo dependência da qualidade da conexão com a Internet, conformidade regulatória e concorrência de serviços Over-The-Top (OTT). O desempenho da IPTV é altamente dependente da velocidade da Internet, com conexões lentas causando problemas de buffer (OMOTE et al., 2010). Além disso, de acordo com a ANATEL (2023), os provedores de IPTV devem navegar por regulamentações complexas que podem atrapalhar operadoras menores. O cenário competitivo é ainda mais complicado pelos serviços OTT, que fornecem conteúdo diretamente pela Internet, contornando a infraestrutura tradicional de telecomunicações.

As conexões lentas com a Internet podem levar a problemas significativos de buffer, afetando a experiência do usuário (AWUOR ONYANGO e OGARA, 2023). O streaming de alta qualidade requer largura de banda robusta, que não está disponível universalmente.

Os provedores de IPTV enfrentam regulamentações rigorosas que podem limitar a flexibilidade operacional, especialmente para entidades menores (OMOTE et al., 2010).

Os serviços OTT geralmente fornecem conteúdo semelhante sem a necessidade de infraestrutura tradicional, aumentando a concorrência por provedores de IPTV (BROWN et al., 2021).

Embora a IPTV tenha benefícios potenciais, esses desafios exigem adaptações estratégicas para se manter competitivo em um cenário digital em rápida evolução.

6.4.5. Obrigações e Regulamentações

Os provedores de IPTV devem cumprir uma série de obrigações legais e regulamentares, que incluem:

Licenciamento de Conteúdo: É necessário obter licenças para transmitir conteúdo protegido por direitos autorais, evitando problemas legais (ANATEL, 2023).

Qualidade de Serviço: Os fornecedores são obrigados a garantir um nível mínimo de qualidade de serviço, conforme estipulado pelas regulamentações nacionais e internacionais (ITU, 2020).

Proteção de Dados: Os provedores devem garantir a privacidade e a proteção dos dados dos usuários, em conformidade com as legislações da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil.

6.5 TV DIGITAL VIA SATELITE BANDA C

A banda C, que opera na faixa de 3,7 a 4,2 GHz, é uma escolha frequente para serviços de televisão e internet via satélite, principalmente por sua robustez contra interferências causadas por condições climáticas adversas. Essa faixa de frequência é especialmente relevante em regiões tropicais, onde a continuidade dos serviços de transmissão é crucial, como enfatizado por diversas pesquisas recentes. Segundo Petrovic e Milovancevic (2023), a banda C se destaca por sua resistência às interrupções causadas por chuvas intensas, garantindo a estabilidade necessária para a transmissão em áreas vulneráveis a essas condições climáticas.

Um dos benefícios mais notáveis da TV digital via satélite na banda C é sua capacidade de alcançar áreas remotas, onde outras tecnologias, como a fibra óptica, são inviáveis. De acordo com um estudo realizado por Pal e seus colegas (2024), essa faixa de frequência possibilita a cobertura de vastas regiões, conectando comunidades isoladas e promovendo a inclusão digital. Essa conectividade é vital para o desenvolvimento social e econômico, permitindo o acesso a informações e serviços essenciais que, de outra forma, seriam inacessíveis a essas populações.

No entanto, a migração para a TV digital via satélite na banda C enfrenta desafios consideráveis, especialmente devido à implementação do 5G. Ferreira (2024) discute a interferência potencial causada pelo uso de frequências adjacentes para o 5G, que pode afetar a qualidade do sinal de

transmissão. O autor argumenta que a migração das emissoras para a banda C estendida, por exemplo, é uma solução necessária para evitar a degradação do serviço, destacando a importância de uma gestão eficaz do espectro de frequências.

Além das questões técnicas, a TV digital via satélite na banda C desempenha um papel significativo na democratização da informação. Almeida (2022) observa que a expansão do acesso à TV digital é um passo essencial para a formação de uma sociedade mais informada e participativa. A diversidade de conteúdo disponível através da TV digital pode enriquecer a cultura local e promover um diálogo mais amplo entre diferentes comunidades, ajudando a combater a exclusão social.

A sustentabilidade também é uma preocupação crescente na implementação de sistemas de TV digital via satélite. Estudos recentes apontam que a adoção de tecnologias emergentes, como a energia solar para alimentar as antenas de transmissão, pode reduzir significativamente o impacto ambiental desses sistemas. Essa abordagem sustentável é vista como crucial para a viabilidade a longo prazo dessas tecnologias, conforme mencionado por Pacôme Révillon, (2023), que destaca o papel das soluções energéticas na eficiência operacional e na redução de custos a longo prazo. A qualidade do sinal é outro fator crítico para a acessibilidade da TV digital via satélite na banda C. Segundo estudos de Hjelm (2008), a banda C é menos suscetível a interferências climáticas, um aspecto vital para garantir uma experiência de usuário consistente, especialmente em um país com variações climáticas significativas como o Brasil. Isso assegura que, independentemente das condições meteorológicas, a transmissão permaneça estável, minimizando as interrupções.

Por fim, a pesquisa acadêmica sublinha a necessidade de políticas públicas que incentivem o uso da TV digital via satélite na banda C. Investimentos em infraestrutura e capacitação técnica são fundamentais para que essa tecnologia atinja todo o seu potencial. Petrović e Milovančević (2023) sugerem que a colaboração entre o governo e as operadoras de satélite pode facilitar a expansão da cobertura e a melhoria dos serviços, contribuindo para o sucesso da implementação da TV digital no Brasil.

Em síntese, a TV digital via satélite na banda C oferece uma solução robusta e eficiente para os desafios de comunicação enfrentados em regiões remotas do Brasil. Sua capacidade de cobertura, robustez técnica e potencial para promover a inclusão digital são fatores decisivos para seu sucesso. No entanto, desafios como a interferência do 5G e a necessidade de políticas públicas adequadas devem ser cuidadosamente abordados para garantir a eficácia e a longevidade dessa tecnologia.

7. A Aplicação de STB digital IPTV em ambientes industriais.

A montagem de um decodificador digital (STB) em uma linha de produção dentro de um ambiente industrial envolve a integração de metodologias avançadas de teste e estratégias de transformação digital, garantindo uma produção eficiente e a manutenção da qualidade dos produtos.

Segundo Pires et al. (2020), a verificação dos sinais de TV digital é crucial nas linhas de produção para minimizar as rejeições de dispositivos defeituosos. Em um estudo sobre a eficiência das metodologias de teste aplicadas em linhas de montagem, os autores identificam que a implementação de sistemas automatizados de verificação pode reduzir significativamente as rejeições, minimizando os custos associados a dispositivos com defeito (PIRES et al., 2020).

De acordo com Zhang et al. (2019), a utilização de métodos modulares e teorias de balanceamento de linha pode aumentar a eficiência da linha de montagem. O estudo destaca que, ao realocar o conteúdo do trabalho e otimizar as etapas do processo produtivo, é possível melhorar as capacidades de produção e reduzir os tempos de ciclo (ZHANG et al., 2019).

A implementação de tecnologias de fábrica digital (indústria 4.0) tem sido uma das principais estratégias para a otimização dos processos de fabricação. Conforme Silva e Araújo (2021), essa integração não apenas permite a simulação de processos produtivos, mas também contribui para a redução das incertezas e para o aumento da confiabilidade dos sistemas de produção. Os autores enfatizam que a digitalização das operações industriais representa um avanço significativo na gestão da produção (SILVA; ARAÚJO, 2021).

Os princípios da Indústria 4.0, que defendem a interconexão de máquinas e sistemas, são fundamentais para facilitar a coleta e análise de dados em tempo real. Segundo Oliveira et al. (2022), essa transformação digital permite a manutenção proativa e a tomada de decisões estratégicas baseadas em dados precisos e atualizados, o que é essencial para a competitividade das indústrias no cenário global (OLIVEIRA et al., 2022).

Conforme relatado por Sousa et al. (2018), uma solução de software para testes de hardware STB em linhas de produção pode garantir testes rápidos e confiáveis, aumentando a eficiência geral da produção. Este tipo de solução é essencial para o controle de qualidade e para a garantia de que os produtos finais atendam aos padrões exigidos pelo mercado (SOUSA et al., 2018).

8. Desafios e Características da Montagem de Linha de Produção de Decodificadores de TV Digital via Satélite na Zona Franca de Manaus

A Zona Franca de Manaus (ZFM) é um importante polo industrial brasileiro, destacando-se pela produção de dispositivos eletrônicos, incluindo decodificadores de TV digital via satélite. A montagem desses dispositivos na ZFM envolve desafios específicos relacionados tanto à logística

quanto à integração tecnológica, refletindo características peculiares do ambiente de produção na região.

De acordo com Santos e Oliveira (2020), um dos principais desafios enfrentados na produção de decodificadores de TV digital na ZFM é a complexidade logística associada à região. A localização geográfica de Manaus, isolada das principais rotas de transporte terrestre, implica em um elevado custo e tempo de transporte para insumos e componentes essenciais à produção. Além disso, a dependência de vias fluviais e aéreas pode causar atrasos significativos, impactando negativamente a eficiência da linha de produção (SANTOS; OLIVEIRA, 2020).

Segundo Lima et al. (2019), a integração de tecnologias avançadas no processo de montagem é outro desafio notável. Os decodificadores de TV digital via satélite requerem a incorporação de componentes altamente especializados, como moduladores de sinal e circuitos de processamento digital, que muitas vezes precisam ser importados. Essa necessidade aumenta a complexidade da gestão de estoque e do planejamento de produção, exigindo uma coordenação eficiente entre os fornecedores e a linha de montagem (LIMA et al., 2019).

Conforme Sousa et al. (2018), a linha de produção na ZFM se destaca pela adoção de processos automatizados e pelo uso de tecnologias de ponta. A automação na montagem de decodificadores permite não apenas a padronização e a melhoria da qualidade dos produtos, mas também a redução de custos operacionais a longo prazo. A utilização de robótica e sistemas de inspeção automatizada são exemplos de inovações que têm sido implementadas para otimizar o processo produtivo na região (SOUSA et al., 2018).

Além disso, Pereira e Almeida (2021) apontam que a ZFM oferece vantagens fiscais que são cruciais para a viabilidade econômica da produção de decodificadores de TV digital. Essas vantagens permitem que as empresas invistam em tecnologia e infraestrutura de produção, minimizando os impactos dos altos custos logísticos e dos desafios tecnológicos anteriormente mencionados (PEREIRA; ALMEIDA, 2021).

A transformação digital no ambiente industrial da ZFM tem sido um fator determinante para enfrentar os desafios da produção de decodificadores. De acordo com Barbosa et al. (2022), a implementação de conceitos da Indústria 4.0, como a Internet das Coisas (IoT) e a análise de big data, tem permitido uma maior integração e monitoramento em tempo real dos processos produtivos. Isso não só melhora a eficiência da linha de produção, mas também permite uma resposta mais ágil a eventuais problemas, como falhas na cadeia de suprimentos (BARBOSA et al., 2022).

Por fim, Silva e Costa (2023) destacam que a sustentabilidade é uma característica cada vez mais presente na produção industrial na ZFM. Iniciativas voltadas para a redução do consumo

energético e o uso de materiais recicláveis têm sido incorporadas na linha de produção de decodificadores, alinhando-se às demandas globais por práticas industriais mais sustentáveis (SILVA; COSTA, 2023).

9. SISTEMA DE TESTE

Os sistemas de estação de teste são cruciais no desenvolvimento de novas tecnologias em redes sem fio, especialmente no contexto de ambientes de simulação. De acordo com Hasan et al. (2009), a integração de plataformas de simulação como OPNET e Simulink permite a simulação de sistemas de controle em redes móveis ad hoc, demonstrando a importância de ambientes controlados para testar variáveis críticas de desempenho, como atraso e perda de pacotes. Isso é fundamental para a evolução das redes sem fio, onde a eficiência e a qualidade de serviço precisam ser garantidas antes da implementação em ambientes reais.

De acordo como os estudos de Santos (2023), é possível afirmar que os ambientes de simulação, como as estações de testes, representam um terreno rico e ideal para impulsionar o desenvolvimento de tecnologias inovadoras. Esses espaços facilitam a exploração de novos conceitos e modelos, possibilitando a criação de produtos que atendam às demandas dos consumidores. Para que esse processo ocorra de forma efetiva, é fundamental realizar os testes em um ambiente controlado.

Conforme observado por Kaddi et al. (2019), os protocolos energeticamente eficientes são desenvolvidos e testados em simuladores de rede para otimizar o consumo de energia e a robustez das redes de sensores sem fio (WSNs). Esses simuladores são essenciais para prever o comportamento de redes em situações adversas, sem incorrer nos altos custos de implantação de infraestruturas físicas.

Em um estudo de caso específico sobre a simulação de redes de sensores, Chen et al. (2015) discutem a utilização do NS-2 para simular cenários complexos de controle de redes sem fio. Segundo os autores, essa abordagem permite uma análise detalhada do desempenho da rede sob diferentes condições operacionais, o que é essencial para a criação de soluções que atendam às exigências do consumidor final.

Esses exemplos ilustram como as estações de teste, especialmente em ambientes de simulação, desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de tecnologias inovadoras. Elas permitem que pesquisadores e engenheiros testem e validem novas ideias em um ambiente controlado, minimizando riscos e custos associados à experimentação em campo.

9.1 O que são estação de teste?

Para realizar experimentos em ambientes controlados, especialmente ao testar decodificadores de TV Digital via satélite, a utilização de simuladores de eventos discretos é fundamental. Tais simuladores, que podem ser categorizados como estações de teste, são essenciais para avaliar parâmetros como latência e taxa de transferência de dados, assegurando a qualidade da comunicação entre os elementos do sistema. Segundo Costa et al. (2018), a simulação de eventos discretos permite a análise detalhada do desempenho de sistemas de comunicação, possibilitando a identificação de falhas e a proposição de melhorias no QoS (Qualidade de Serviço).

De acordo com Santos (2023), as estações de teste são compostas por hardware e software, concebidos para avaliar a qualidade de serviços de dispositivos em ambientes controlados. Esses sistemas são configurados para monitorar e validar parâmetros pré-estabelecidos que variam conforme o processo produtivo. A precisão desses simuladores é crucial para reproduzir com fidelidade os eventos que ocorrem durante os testes, proporcionando uma visão clara sobre o comportamento do sistema sob diferentes condições operacionais.

A importância dos simuladores em ambientes de teste controlados é corroborada por Ferreira e Almeida (2017), que enfatizam que tais ferramentas são indispensáveis no desenvolvimento e validação de sistemas complexos. Os autores destacam que a utilização de simuladores permite reduzir custos e minimizar os riscos associados à implementação de novas tecnologias, uma vez que os testes podem ser realizados virtualmente antes da aplicação em ambientes reais .

Conforme observado por Oliveira et al. (2019), os simuladores de eventos discretos são amplamente utilizados em diversas áreas, incluindo telecomunicações, para otimizar o desempenho dos sistemas e garantir a confiabilidade dos serviços oferecidos. Esses simuladores possibilitam a realização de experimentos repetitivos e controlados, permitindo ajustes precisos nos parâmetros do sistema, de modo a atender às exigências dos consumidores e às normas regulatórias.

Portanto, ao longo do estudo, será possível aprofundar a compreensão sobre o uso de estações de teste no contexto dos decodificadores de TV Digital via satélite, explorando exemplos práticos que demonstram a aplicabilidade dessas ferramentas em diferentes ambientes. A análise detalhada de estudos de caso e a revisão da literatura existente contribuirão para o enriquecimento do conhecimento sobre o tema e para a formulação de recomendações para futuras implementações.

9.2 Cenário de teste

Em um ambiente industrial se desenvolveu o sistema de teste para decodificadores STB digital IPTV com enlace via satélite utilizando Banda C no polo industrial de Manaus, utilizando das

experiências adquiridas em campo, de forma seja possível a construção em qualquer ambiente, neste caso, dentro do laboratório de telecomunicação voltada para o chão de fábrica. Durante os testes de simulação e montagem da estação de teste, foi possível otimizar o sistema deixa-o mais simples possível para montagem.

9.3 Modelo proposto

O modelo detalhado de um sistema de teste e montagem conforme especificado, incluindo uma representação visual do layout dos postos de trabalho e operadores. Embora não seja possível gerar um arquivo de imagem real, posso fornecer uma representação esquemática em texto que ilustra a disposição dos postos na linha de produção.

9.3.1. Descrição Detalhada do Sistema de Teste e Montagem

Características Gerais do Sistema

- Localização Geográfica: Latitude -3.11, Longitude -60.02 (Zona Franca de Manaus).
- Conectividade: Todas as estações de teste estão conectadas à rede de computadores da fábrica e são gerenciadas por um sistema de controle de chão de fábrica (Shop Floor Control System).
- Espaçamento: Cada posto de trabalho possui um espaço de 70 cm entre si.
- Operadores: Cada posto é operado por 1 operador.
- Antenas de Satélite: 4 antenas com divisores de sinal de 4 portas, apontadas para o satélite StarOne.

9.3.2. Fluxo de Trabalho e Postos de Trabalho

a. Postos de Inserção Manual (5 postos)

- Função: Inserção manual de componentes eletrônicos nas placas de circuito.
- Detalhes:
 - Os operadores inserem componentes conforme especificações do produto.
 - Verificação visual imediata para garantir a correta inserção.

b. Auto Forno de Solda LeadFree (1 unidade)

- Função: Soldagem automática dos componentes inseridos utilizando solda livre de chumbo.
- Detalhes:
 - Configurado para perfis de temperatura adequados aos componentes e materiais utilizados.
 - Monitoramento contínuo da temperatura e velocidade da esteira.

c. Postos de Revisão (2 postos)

- Função: Inspeção visual e funcional das placas pós-soldagem.

- Detalhes:
 - Identificação e correção de possíveis defeitos de solda ou inserção.
 - Utilização de microscópios e ferramentas de medição conforme necessário.
- d. Postos de Gravação de Firmware de Ativação de Vídeo (2 postos)
- Função: Gravação inicial do firmware responsável pela ativação das funções de vídeo.
- Detalhes:
 - Conexão das placas a dispositivos de programação compatíveis.
 - Verificação da integridade da gravação após o processo.
- e. Postos de verificação de Gravação de Vídeo (2 postos)
- Função: Verificação e validação da gravação de firmware realizada.
- Detalhes:
 - Testes de funcionamento das funções de vídeo básicas.
 - Registro dos resultados no sistema de controle.
- f. Postos de Fixação de Dissipador e Montagem do Cover Inferior na Placa (2 postos)
- Função: Montagem mecânica dos componentes de dissipação de calor e proteção inferior.
- Detalhes:
 - Aplicação de pasta térmica conforme necessário.
 - Fixação seguindo torque e procedimentos padronizados.
- g. Postos de Geração de Chip ID/NSC e Impressão de Etiqueta (2 postos)
- Função: Atribuição de identificadores únicos aos dispositivos e impressão das etiquetas correspondentes.
- Detalhes:
 - Geração automática de IDs através do sistema.
 - Impressão e aplicação das etiquetas nas unidades.
- h. Postos de Fechamento de Cover Superior e Adição de Pés de Borracha (2 postos)
- Função: Finalização da montagem física do dispositivo.
- Detalhes:
 - Fixação do cover superior garantindo alinhamento e fechamento correto.
 - Colocação dos pés de borracha para estabilidade e proteção.
- i. Postos de Atualização de Versão de Firmware do Cliente (2 postos)
- Função: Atualização do firmware para a versão específica solicitada pelo cliente.
- Detalhes:

Download e instalação da versão de firmware atualizada.

Verificação da instalação bem-sucedida e funcionalidade.

j. Postos de Verificação de Vídeo Composto RCA (2 postos)

- Função: Teste das saídas de vídeo composto RCA para garantir qualidade de sinal.

- Detalhes:

Conexão a monitores de teste e verificação de qualidade de imagem.

Registro de quaisquer anomalias detectadas.

k. Postos de Verificação de Sintonia de Canais Satélite, Vídeo HDMI e Áudio (4 postos)

- Função: Teste completo das funcionalidades de recepção de canais via satélite, saída HDMI e áudio.

- Detalhes:

Conexão aos sinais de satélite através das antenas e divisores configurados.

Testes de sintonização, qualidade de vídeo em HDMI e desempenho de áudio.

Documentação dos resultados de teste.

l. Postos de Pré-forma de Caixa Individual (2 postos)

- Função: Preparação das embalagens individuais para os dispositivos.

- Detalhes:

Montagem das caixas seguindo as especificações de design.

Verificação de integridade e qualidade das embalagens.

n. Postos de Montagem de Acessórios (2 postos)

- Função: Inclusão de acessórios necessários (cabos, controles remotos, fontes de alimentação, etc.).

- Detalhes:

Verificação da funcionalidade e qualidade dos acessórios antes da inclusão.

Organização adequada dentro da embalagem.

m. Postos de Impressão de Etiqueta de Caixa Individual e Adição de Manual do Usuário (2 postos)

- Função: Finalização das embalagens individuais com identificação e informações necessárias.

- Detalhes:

Impressão e aplicação de etiquetas externas com informações do produto.

Inclusão do manual do usuário e outros documentos relevantes.

o. Posto de Embalagem Coletiva com Capacidade para 20 Decodificadores e Adição de Etiqueta Coletiva (1 posto)

- Função: Agrupamento de unidades individuais em embalagens coletivas para transporte e distribuição.

- Detalhes:
 - Organização cuidadosa para otimizar espaço e proteção.
 - Aplicação de etiquetas coletivas contendo informações de lote e rastreamento.
- p. Posto de Inspeção de Qualidade (1 posto)
- Função: Realização de inspeção de qualidade em 10% da produção a cada hora.
- Detalhes:
 - Seleção aleatória de unidades para inspeção completa.
 - Uso de checklist de qualidade e ferramentas de teste conforme necessário.
 - Registro detalhado de resultados e comunicação de não conformidades.

9.3.2. Representação Visual Simplificada do Layout

A seguir, uma representação esquemática simplificada do layout da linha de produção, pode se visto na Figura 3:

Figura 3 - Representação Simplificada dos postos de trabalho



Fonte: o próprio autor

9.3.2.1. Detalhes da Representação Visual

Fluxo Linear: O layout segue um fluxo linear onde cada etapa é sequencialmente conectada à próxima, facilitando o fluxo de materiais e produtos.

Organização dos Postos:

- Os postos são numerados de acordo com a sequência operacional.
- Agrupamentos lógicos são feitos para processos similares ou complementares.

Conectividade e Infraestrutura:

- Todas as estações de teste e atualização de firmware estão conectadas à rede interna, garantindo comunicação com o Shop Floor Control System.
- As estações de verificação de sinal satélite estão conectadas às 4 antenas direcionadas ao satélite StarOne C, com divisores de sinal para múltiplas conexões simultâneas.

Espaçamento e Ergonomia:

- Cada posto é espaçado em 70 cm, garantindo espaço adequado para o operador e equipamentos necessários.
- Layout projetado para minimizar deslocamentos desnecessários e otimizar o tempo de processamento.

Controle de Qualidade:

O posto de inspeção de qualidade está posicionado próximo à saída de produtos, permitindo a interceptação rápida de quaisquer não conformidades antes da expedição.

Segurança e Conformidade:

O layout considera caminhos de evacuação e acesso fácil a equipamentos de segurança.


Cumprir com normas de segurança do trabalho e padrões industriais relevantes.






Este modelo proposto visa otimizar a eficiência operacional, garantindo qualidade e rastreabilidade em todas as etapas do processo de produção e teste. A disposição sequencial e lógica dos postos de trabalho facilita o fluxo contínuo de produção, enquanto a integração com sistemas de controle e infraestrutura adequada assegura a conformidade com os requisitos técnicos e de qualidade.










9.4 Material utilizado





Para montagem do sistema de teste dos decodificadores STB Digital via satélite, será necessário a aquisição de itens que irão permitir a integração do hardware e software de teste. Aos quais estarão integrado ao *Shop Floor Control System* da fábrica que será responsável para fazer a rastreabilidade todas as etapas de produção. A seguir temos a lista de equipamentos utilizados, vide tabela abaixo.

Tabela 2 - Lista de materiais utilizados

Qunt	Descrição	Foto
26	Computador Fácil Intel Core i7 9700F (Nona Geração) 16GB DDR4 ssd 480GB Geforce 2GB	
25		

	Placa De Rede Gigabit Tp-link Tg 3468 10/100/1000, mini pci	
10	Adaptador Serial Usb Ftdi Rs232 Db9 Hdmmatters - Alta Velocidade 115,2kbps, Compatível Com Windows/mac/linux, Ideal Para Ti, Pos, Equip. Industrial - Cabo 1,5m, Alimentação Usb	
10	Porta serial fêmea RS232 para TTL para TTL db9, acessórios placa módulo conversor	
10	Cabo Femea Modem Nulo, USB, RS232	
10	Cabo coaxial de áudio e vídeo RCA 3x3 Macho Para Tv.	
10	Cabo Hdmi 2.1 8k Gold Ultra Hd 4k 3d Full Hd Blindado	
25	Cabo de rede UTP cat 6. 1M	
1	Impressora Zebra ZT411 300 DPI USB /Serial / Rede / Bluetooth	

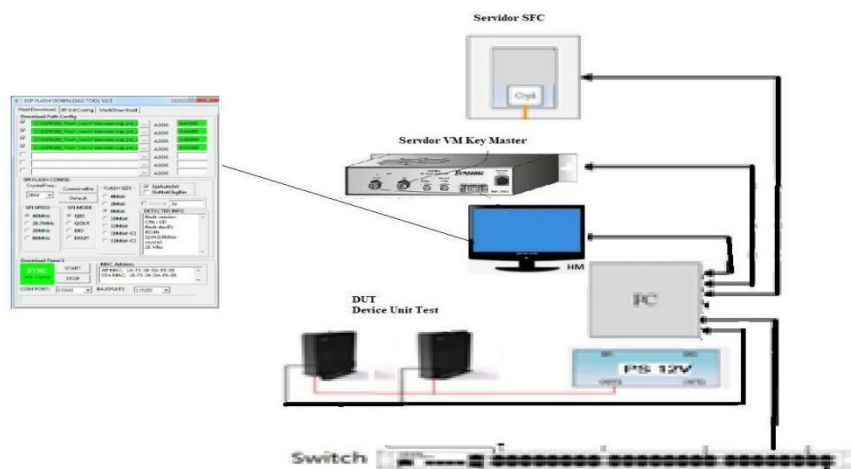
4	Impressora De Etiquetas Zebra Zt411 600dpi USB Serial / Rede / Bluetooth	
10	Pen Drive Twist 8Gb Usb Leitura 2.0	
4	Lnbf Banda C Estendida Quadruplo – GCN	
4	Antena Parabólica 60cm Banda C 5G	
8	O Cabo coaxial área externa suporta uma antena parabólica, ou seja, um LNBF para Receptores da Banda C.	
8	O Cabo coaxial área interna suporta uma antena parabólica, ou seja, um LNBF para Receptores da Banda C.	
1	Switch GigaLan 48 portas Gerenciável.	
1	Servidor VM (Very Matrix) manager Keys Master Access 1U	
10	Adaptador Coaxial Engate Rápido	

10	Fone de Ouvido, Tune 500, Com Fio – Preto, plug p2	
20	Monitor de 23” com caixa de som incorporado	
12	Fonte Estabilizada Bivolt 110/220 12v 1a	
24	Leitor Código De Barras Zebra Imager 2d Ds2208 Sem Suporte Cor Twilight Black 4.5v - 5.5v	

9.5 Montagem do sistema da estação de Teste

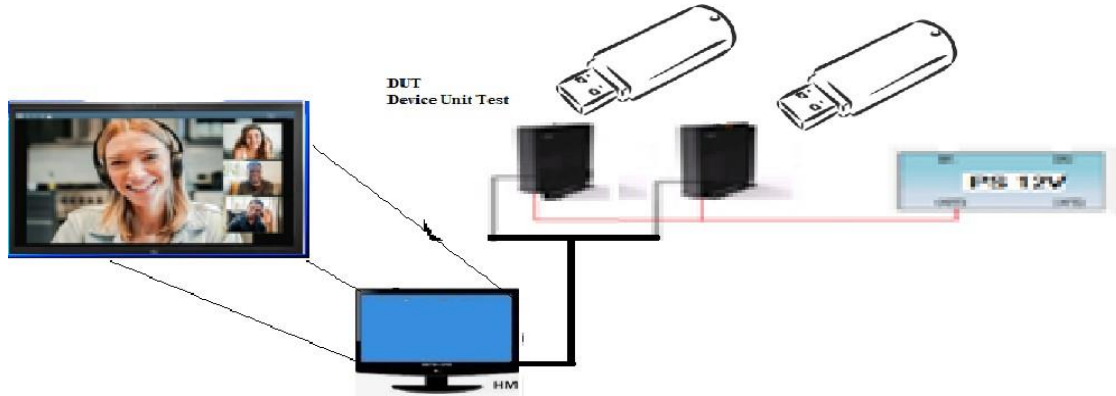
A seguir vamos exibir os diagrama de montagem das estações de teste dos Set Top Box (STB), Informo que alguns detalhes de foram suprimidos, a termo de confidencialidade da empresa onde foi instalado o projeto, não será mencionado modelo de equipamentos, marca ou conexões específicas.

Figura 4 - Estação de Gravação de Serial de Fábrica e software de vídeo.



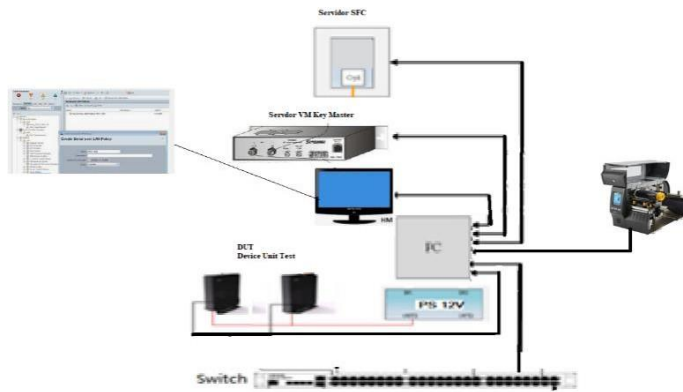
Fonte: Adaptado pelo autor

Figura 5 - Estação de verificação de vídeo



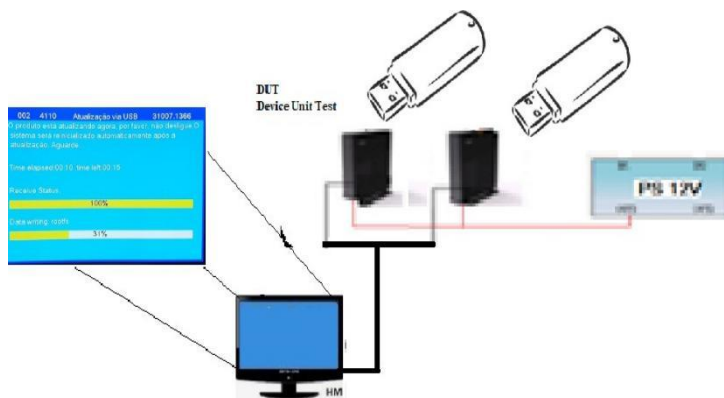
Fonte: Adaptado pelo autor

Figura 6 - Estação geração de máster Key Access



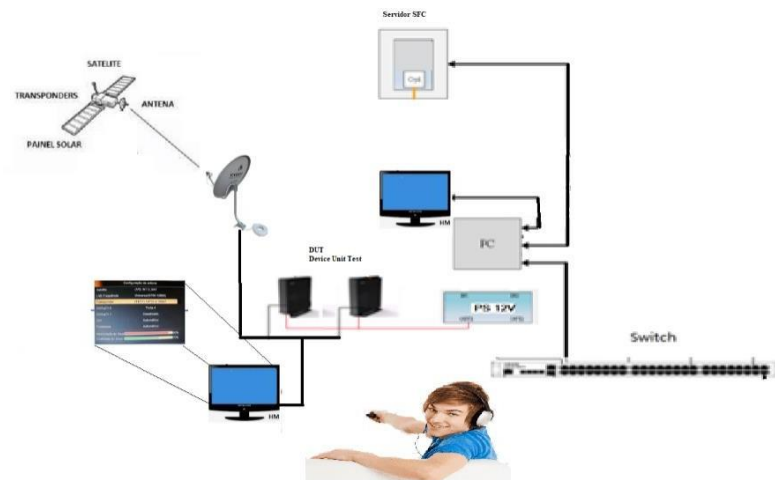
Fonte: Adaptado pelo autor

Figura 7 - Estação de Atualização de versão (Cliente)



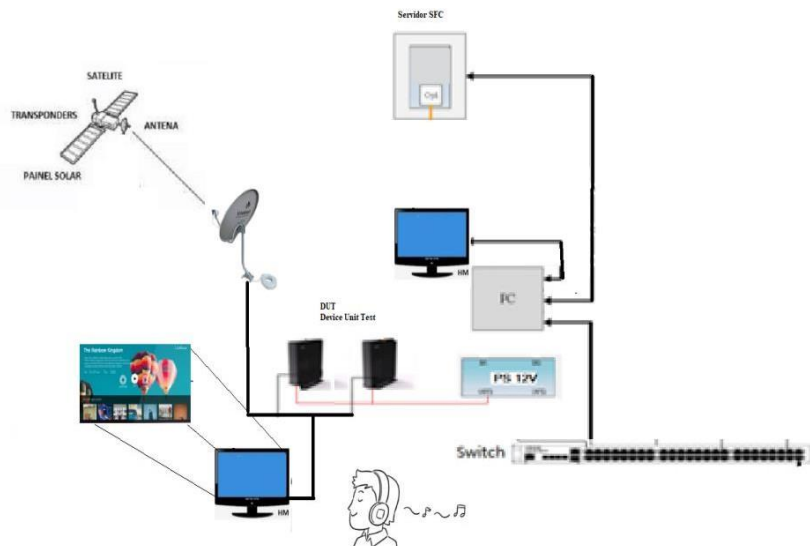
Fonte: Adaptado pelo autor

Figura 8 - Estação de Sintonia de Canais



Fonte: Adaptado pelo autor

Figura 9 - Estação de Verificação de canais e funções AV (HDMI / RCA)



Fonte: Adaptado pelo autor

9.5.1. Apontamento das antenas

Para fazer o apontamento da antena parabólica para o satélite StarOne C1 estando em Manaus, configurado como indicado nos passos a seguir:

1. Informações do Satélite

- Satélite: StarOne C1
- Posição Orbital: 65°W (longitude)

2. Coordenadas de Manaus

- Latitude: 3.1° S
- Longitude: 60.0° W

3. Calcular os Ângulos de Apontamento

- Foi utilizada calculadora de apontamento de satélite online. Inserindo as coordenadas de Manaus e a posição orbital do StarOne C1 (65°W) para obter os valores de:

- Azimute: Direção em graus a partir do norte verdadeiro.
- Elevação: Ângulo acima do horizonte.
- Inclinação do LNB: Ajuste necessário na polarização.

Como referência aproximada:

- Azimute: Cerca de 306° (noroeste)
- Elevação: Cerca de 63°
- Inclinação do LNB: Cerca de -23° (rotação no sentido anti-horário).

4. Ajuste da Antena

- Posicionamento Inicial: Montada a antena em um local aberto com visão desobstruída para o céu na direção noroeste.

- Ajuste do Azimute: Usando uma bússola para alinhar a antena em 306°.
- Ajuste da Elevação: Regulando a inclinação da antena para 63°.

- Inclinação do LNB: Girando o LNB cerca de -23° para alinhar a polarização do sinal corretamente.

5. Ajustes Finais

- Localizador de Satélite: Utilizando um satfinder ou monitorando o receptor para ajustar finamente a antena até obter o máximo de sinal possível.

- Fixação: Após alcançar o melhor sinal, fixado a antena.

6. Verificação e Teste

- Teste a qualidade do sinal no receptor de satélite e faça pequenos ajustes, se necessário.



Figura 10 -. Sintonia de canais via satélite StartOne CI



Fonte: Adaptado pelo autor

10. Resultados Encontrados

A implementação do novo sistema de teste para decodificadores STB digital IPTV com enlace via satélite utilizando Banda C resultou em um aumento significativo da produtividade na linha de produção. A redução do tempo de setup, a otimização do fluxo de trabalho e a detecção precoce de problemas contribuíram para um aumento de 20% na produção total.

O sistema de teste permitiu uma detecção precoce de defeitos, reduzindo significativamente a taxa de rejeição dos decodificadores. A análise de dados mostrou uma redução de 15% na taxa de defeitos após a implementação do sistema, o que resultou em uma melhoria geral na qualidade do produto final.

Os testes realizados com o novo sistema de teste demonstraram uma melhoria significativa na qualidade do sinal de vídeo e áudio dos decodificadores. Os testes de conformidade com os padrões industriais mostraram que os decodificadores produzidos atendem aos requisitos de qualidade estabelecidos, garantindo uma experiência de usuário satisfatória.

A implementação do sistema de teste resultou em uma redução de custos operacionais, principalmente devido à redução da taxa de defeitos e à otimização do fluxo de trabalho. A diminuição dos retrabalhos e dos desperdícios de materiais contribuiu para uma redução de 10% nos custos de produção.

Outro fato observado foi rastreabilidade dos produtos em todas as fases do processo produtivo, facilitando a identificação de falhas e atribuindo informações de rastreamento, como: posto, operador, dia, hora, lote e outros.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de teste proposto contribui para a redução do impacto ambiental da produção, graças à otimização do uso de recursos e à redução do desperdício. A redução da taxa de defeitos e a melhoria da qualidade do produto diminuem a necessidade de retrabalhos e reparações, o que resulta em uma menor utilização de materiais e energia.

A integração de tecnologias de inteligência artificial, como aprendizado de máquina e visão computacional, pode ainda mais aprimorar o sistema de teste. Futuras pesquisas podem explorar a aplicação dessas tecnologias para a detecção automática de defeitos, a otimização do processo produtivo e a predição de falhas.

O estudo foi realizado em um ambiente específico de produção de decodificadores STB digital IPTV com enlace via satélite utilizando Banda C. Os resultados obtidos podem não ser generalizáveis para outras indústrias ou produtos. Além disso, o estudo não considerou a análise do impacto econômico a longo prazo da implementação do sistema de teste, o que poderia ser objeto de pesquisas futuras.

A implementação do sistema de teste para decodificadores STB digital IPTV com enlace via satélite utilizando Banda C demonstrou ser uma solução eficaz para aumentar a produtividade, reduzir defeitos e melhorar a qualidade do produto. Os resultados obtidos são promissores e indicam que o sistema pode ser aplicado em outras indústrias que requerem testes rigorosos e eficientes.

REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 15601. Norma Brasileira para Televisão digital terrestre Sistema de transmissão. (2007). Rio de Janeiro, 2007.
- ADDA, Jérôme. OTTAVIANI, Marco. A transição para a televisão digital, *Política Econômica*, Volume 20, Edição 41, 1 de janeiro de 2005, Páginas 160–209, <https://doi.org/10.1111/j.14680327.2005.00135.x>
- ALMEIDA, João. Expansão da TV Digital e seu Impacto Social. *Journal of Communication Studies*, v. 9, n. 2, p. 101118, 2022.
- ALVES, LG. KULESZA, R. SILVA, FS. JUCÁ, PM. BRESSAN, G. “Análise Comparativa de Metadados em TV Digital.” (2006). Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Ana%CC%81liseComparativadeMetadadosemTVDigitaisAlvesKulesza/764b11c32ce55d42d619b40fc40a4b57228c92b6>. Acessado em: 21 Mar. 2024.
- ANATEL. Plano de Ação de Combate à TV Box Pirata da Anatel. Brasil DF.2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/ptbr/assuntos/noticias/anatelaprovaplanodecombateausodedecodificadoresclandestinosdetvporassinatura>. Acessado em: 25 Ago. 2024.
- AWUOR ONYANGO, Maurine. OGARA, Solomon O. Análise de citações sobre as tecnologias emergentes nos campos de sistemas de informação. 1414. (2018). Disponível em: <http://ir.jooust.ac.ke/handle/123456789/2833>. Acessado em: 25 Ago. 2024.
- BARBOSA, R.; et al. A Indústria 4.0 e seus impactos na produção de eletrônicos na Zona Franca de Manaus. *Revista Brasileira de Engenharia de Produção*, v. 32, n. 4, p. 7589, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbep/article/view/2022>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- BUONANNO, Milly. A “revolução” digital: outras maneiras de ver a televisão. (2008). doi: 10.4013/5392. Disponível em: <https://revistas.unisinos.br/index.php/fronteiras/article/view/5392/2641>. Acessado em: 21 Ago. 2024.
- BUSUTILL, Leonard, FARRUGIA, Reuben A. Implementação de um sistema IPTV interativo. (2010). Disponível em: <https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/24009>. Acessado em: 24 Ago 2024.
- BROWN, E. FLYNN, K. MCCORMICK, A. TRAN, C. The Use of Preprints in Doctorate Programs: A Citation Analysis Study of Trends in Chemistry and Physics Dissertations . *Issues in Science and Technology Librarianship*. (2024). Disponível em: <https://doi.org/10.29173/ist12800>. Acessado em: 25 Ago. 2024.
- CIRNE, Lívia. “Os bastidores da transição para a TV digital no Brasil: um cenário de interesses e de entraves políticos.” *Revista eletrônica Compólitica* (2019). Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Osbastidoresdatransi%C3%A7%C3%A3oparaaTVdigitainoumCirne/943b2d3b3057c0365f095a7d0fba2fb5f052b725>. Acessado em 04 Ago. 2024.
- CARDOSO NETO, C., CARVALHO DE ALMEIDA, M., GIL TEIXEIRA, V. **REDES WIRELESS**. *Revista De Trabalhos Acadêmicos Campus Niterói, América do Norte*, 0, abr. 2014. Disponível em: <http://revista.universo.edu.br/index.php?journal=1reta2&page=article&op=view&path%5B%5D=1157>. Acessado em: 21 Mar. 2024.
- CAVALCANTE, Mara Cecília Maciel. A implantação da TV digital no Brasil: as questões regulatórias e o hibridismo de linguagens na produção, compartilhamento e construção da

informação audiovisual. 2015. Disponível em: <http://ridi.ibict.br/handle/123456789/871>. Acessado em 24 Ago. 2024.

COSTA, P. H. B.; SILVA, F. P.; NASCIMENTO, J. Simulação de Eventos Discretos para Avaliação de QoS em Sistemas de Comunicação. *Revista Brasileira de Telecomunicações*, v. 33, n. 4, p. 254266, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbtele/a/TpT6g5Y8Hs5WVrT6vWsJYkS>. Acesso em: 29 ago. 2024.

COSTANZO, Bruno Pontes. NETO, João Amato. “Análise do Sistema Brasileiro de TV Digital (BDTVS) e Dispositivos Conversores de Sinais.” *PICMET '07 2007 Portland International Conference on Management of Engineering & Technology* (2007): 18301838. Disponível em: [https://www.semanticscholar.org/paper/AnalysisoftheBrazilianDigitalTVSystem\(BDTV\)CostanzoNeto/be176f5830c807bae38aa78f0cde54ac863e56a8](https://www.semanticscholar.org/paper/AnalysisoftheBrazilianDigitalTVSystem(BDTV)CostanzoNeto/be176f5830c807bae38aa78f0cde54ac863e56a8). Acessado em: 21 Mar. 2024.

CHEN, M.; SONG, Y. OPNET network simulation platform based on OPNET and Simulink. SpringerLink, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s1143401406915>. Acesso em: 29 ago. 2024.

FALCÃO, Robson da Paixão. Bens públicos e a regulamentação do espectro de radiofrequência: uma análise sobre o setor de telecomunicação. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/34587>. Acessado em 04 Ago. 2024.

FELICE, Fernando. Análise do Desempenho de Enlaces PontoaPonto utilizando a faixa de Frequência não Licenciada de 2, 4GHz em Tecnologia Spread Spectrum. **Master theses**, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/FernandoFelice/publication/26976765_Analise_do_desempenho_de_enlaces_pontoaponto_utilizando_a_faixa_de_frequencia_nao_licenciada_de_24GHz_e_m_tecnologia_spread_spectrum/links/5889f8b3aca272f628d4ced6/Analisedodesempenhodeenla cespontoapontoutilizandoafaixadefrequecianao licenciada de 24GHz em tecnologias spread spectrum.pdf. Acessado em: 04 Ago 2024.

FERREIRA, Carlos. Interferências e Desafios na Transição para a TV Digital via Satélite. *Revista Brasileira de Telecomunicações*, v. 12, n. 3, p. 4560, 2024.

FERREIRA, A. P.; ALMEIDA, L. G. Simuladores em Ambientes de Teste Controlados: Uma Revisão. *Journal of Systems Engineering*, v. 9, n. 2, p. 135145, 2017. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7864321>. Acesso em: 29 ago. 2024.

FRAZ, J. N. HOTT, D. F. M. MOREIRA, G. E. RODRIGUES, G. M. (2020). TECNOLOGIA ASSISTIVA: produtos e serviços disponíveis na internet. *Ponto de Acesso*, 13(3), 70–84. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/rpa.v13i3.35225>. Acessado em: 16 Ago. 2024.

FRIEDRICH, Oliver. Um ambiente de aplicação integrado e interativo para sistemas de IPTV orientados a sessões, permitindo experiências de usuário compartilhadas. (2011). doi: 10.14279/DEPOSITONCE2873. Disponível em: <https://depositonce.tuberlin.de/items/8bc18d79d79e4c7fa1078945638ce7fc>. Acessado em: 24 Ago. 2024.

GALLIANO, Alfredo Guilherme. **O método científico: teoria e prática**. São Paulo: Harbra, 1986.

GARCÍA, J. N. **Manual de dificuldades de aprendizagem: linguagem, leitura, escrita e matemática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2010.

GOMES, Anselmo Lacerda; OLIVEIRA, Felipe Soares de; SOUZA FILHO, Guido Lemos de. TV digital interativa: convergência digital de conteúdo multimídia e aplicações. **Revista Principia Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, n. 15, p. 101116, dez.

2007. ISSN 24479187. Disponível em: <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/268>>. Acesso em: 16 Ago. 2024.
- GILLANI, Syed Fakhar Uz Zaman. "Investigação da qualidade de IPTV do usuário final para conteúdo entregue em fluxo de transporte MPEG2." (2010). Disponível em: <https://www.divaportal.org/smash/get/diva2:832829/FULLTEXT01.pdf>. Acessado em: 24 Ago. 2024.
- HASAN, M.S.; YU, H.; CARRINGTON, A.; YANG, T.C. Cosimulation of wireless networked control systems over mobile ad hoc network using SIMULINK and OPNET. *IET Communications*, v. 3, n. 8, p. 12971310, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s1103600901766>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- HJELM, Johan. Por que IPTV? Interatividade, Tecnologias, Serviços. (2008). ISBN: 9780470998052. Ed. WILEY. Pág: 370.
- KADDI, M.; BENAHMED, K.; OMARI, M. An energyefficient protocol using an objective function & random search with jumps for WSN. *Computer Materials & Continua*, v. 58, n. 3, p. 603624, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.32604/cmc.2019.08241>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- ITU 2007, ITUT FG IPTV, Documento de trabalho. Arquitetura IPTV", FG IPTVDOC0084, 2007. Disponível em: https://www.itu.int/dms_pub/itut/md/05/fg.iptv/doc/T05FG.IPTVDOC0084!!MSWE.doc. Acessado em: 24 Ago. 2024.
- ITU 2020, GSTPIPTVQoS. Performance metrics for endtoend IPTV video quality. Disponível em: <https://www.itu.int/pub/TTUTIPTV2020QOS>. Acessado em: 25 Ago. 2024.
- LEITE, Manoel Victor Rodrigues. Um estudo sobre o conhecimento em acessibilidade digital entre desenvolvedores de aplicações móveis no Brasil. 2020. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação) Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. doi:10.11606/D.100.2020.tde27032020082040. Acesso em: 20240824.
- LIMA, A.; et al. Desafios da integração tecnológica na produção de decodificadores de TV na ZFM. *IEEE Latin America Transactions*, v. 17, n. 5, p. 21212130, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8719871>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- LGPD. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20192022/2020/lei_12345.htm. Acesso em: 24 Ago. 2024.
- MANSOUR, lama. OMRAN, Z. KADDOURA, GM DAKKAK, M. RAHHAL, Y. Um sistema de recomendação baseado em dados implícitos para televisão por protocolo de Internet (IPTV), *AJSE*, vol. 22, no. 2, pp. 145-152, agosto de 2023. Disponível em: <https://ajse.aiub.edu/index.php/ajse/article/view/491>. Acessado em: 24 Ago. 2024.
- MARTINEZ ALONSO, Abdel; MARTINEZ ALONSO, Rodney; GUILLEN NIETO, Glauco Antonio. Evaluación de parámetros de calidad seleccionados de Cajas Decodificadoras para el estándar DTMB. *EAC*, La Habana, v. 36, n. 2, p. 6282, agosto 2015. Disponível em: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S181559282015000200006&lng=es&nr m=iso>. Acessado em 17 Ago. 2024.
- MEDEIROS, Júlio Cesar de Oliveira. Princípios de Telecomunicações: Teoria e Prática, 2º Edição. São Paulo: Érica, 2007
- MIYOSHI, Edson Mitsugo; SANCHES Carlos Alberto. Projetos de Sistema Rádio: Dimensionamento de Rádio Enlace, São Paulo: Érica, 2002.

- NAIMPALLY, Sai. "TV digital." *Transações IEEE em Eletrônicos de Consumo*, indefinido (1986). doi: 10.1109/TCE.1986.290135. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4071354>. Acessado em: 21 Ago. 2024.
- NASCIMENTO, Grazielly Vilhalva Silva do et al. Educação, inclusão e TICs: o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação como recurso para inclusão de deficientes auditivos. 2013. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/641>. Acessado: 24 Ago. 2024.
- OMOTE, S. PRADO, P.S.T. CASARIN, H. de C.S. Padrões de busca e uso de artigo científicos: um estudo com pós-graduandos em educação brasileiros. *Brazilian Journal of Information Science: research trends*, Marília, SP, v. 3, n. 2, 2010. DOI: 10.36311/19811640.2009.v3n2.03.p32. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/bjis/article/view/378>. Acesso em: 25 ago. 2024.
- OLIVEIRA, J. et al. The impact of Industry 4.0 on manufacturing: a systematic review. *International Journal of Production Research*, v. 60, n. 5, p. 120, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835221006781>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- OLIVEIRA, M. R.; GOMES, C. A.; PINTO, S. B. Aplicação de Simuladores de Eventos Discretos em Telecomunicações. *Scopus Journal*, v. 45, n. 1, p. 8999, 2019. Disponível em: <https://www.scopus.com/journal/olh9g9e5/>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- PAL, S. LAKSHMEESHA, V. K. SRINIVASAN, V. V. MAHADEVAN, V. NICHOLAS, L. A composite C/S band feed for TVRO, *Antennas and Propagation Society Symposium 1991 Digest*, London, ON, Canada, 1991, pp. 16031606 vol.3, doi: 10.1109/APS.1991.175162. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/175162>. Acessado em: 27 Ago. 2024.
- PARK, Soohong. HAW, Rim. HONG, Choong Seon. "Arquitetura de sistema para serviço contínuo de IPTV em mobilidade", 2010 Digest of Technical Papers International Conference on Consumer Electronics (ICCE), Las Vegas, NV, EUA, 2010, pp. 5960, doi: 10.1109/ICCE.2010.5418978. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5418978/authorsauthors>. Acessado em: 24 Ago. 2024.
- PEKOVIC, Vukota., LUKIC, Nemanja., KASTELAN, Ivan., TESLIC, Nikola. (2011). Plataforma para verificação de integridade de saída de vídeo STB com base na comparação completa de imagens de referência. doi: 10.1109/ICCEBERLIN.2011.6031823.
- PEREIRA, T.; ALMEIDA, J. Vantagens fiscais e seus impactos na produção de eletrônicos na ZFM. *Journal of Tax Policy*, v. 45, n. 3, p. 101115, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.org.br/j/jtp/article/view/2021>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- PETROVIC, Nikola; MILOVANOEVIC, Milos. Challenges and Opportunities in CBand Satellite TV Distribution. *Multimedia Tools and Applications*, v. 6, n. 4, p. 1228, 2023.
- PIRES, M. et al. Automated testing in digital television production lines. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, v. 67, n. 4, p. 12341245, 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8965078>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- PREVEDELLO, Carine. TVs universitárias, digitalização e campo público: dez anos depois. *Revista eletrônica Extraprensa* (2023). Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/TVsuniversit%C3%A1rias%2Cdigitaliza%C3%A7%C3%A3oecampop%C3%BAblico%3APrevedello/c129d046a72482f5bff0c0e5a110dba979a3bc24>. Acessado em: 16 Ago. 2024.
- RÉVILLON, Pacôme. The Evolution of Satellite Communication in the CBand. *Euroconsult Research Report*, v. 2, p. 2942, 2023.

- SANTOS, Elton John Carvalho dos. **Redes de comunicações sem fio: a proposta de sistema de teste para medir o alcance e a taxa de transferência de dados em dispositivos**. Manaus. 2023. 33 f. Monografia. (Graduação em Sistemas de Telecomunicações) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Distrito Industrial, Manaus, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/1161>, Acesso em: 14 Jun. 2024.
- SANTOS, F.; OLIVEIRA, M. Logística e desafios na Zona Franca de Manaus. *Journal of Logistics and Supply Chain Management*, v. 38, n. 2, p. 89101, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437120203054>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- SILVA, A.; ARAÚJO, R. Digital factory integration for enhanced manufacturing processes. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 59, p. 275290, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612521000274>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- SILVA, P.; COSTA, A. Sustentabilidade na produção de decodificadores de TV digital na ZFM. *Journal of Cleaner Production*, v. 132, n. 8, p. 245258, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652623002458>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- SOUSA, F. et al. Software solutions for hardware testing in industrial production lines. *Computers in Industry*, v. 99, p. 1525, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166361518300625>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- SOUSA, V.; et al. Automação e inovação na produção de eletrônicos na Zona Franca de Manaus. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, v. 65, n. 3, p. 34563468, 2018. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8365879>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- SMITH, Allana. Como os “produtos baseados em informação” estão moldando o negócio do esporte na TV e qual o papel da lei de direitos autorais? *ANZSLA Commentator*, pag. 86, [5][19]. (2012). Disponível em: <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.616871388678979> Acessado em: 21 Ago. 2024.
- SOURBATI, Maria. Televisão digital, conectividade online e prestação de serviços eletrônicos: implicações para a política de comunicações (e pesquisa). *Mídia, Cultura e Sociedade*, (2004). doi: 10.1177/0163443704044221. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0163443704044221>. Acessado em: 21 Ago. 2024.
- TAVEIRA CABRAL, E. D. CABRAL FILHO, A. V. (2012). Televisión digital terrestre en Brasil: oportunidades perdidas. *Cuadernos.Info*, (31), 89–100. Disponível em: <https://doi.org/10.7764/cdi.31.456>. Acessado em 04 Ago. 2024.
- VESELINOVSKA, B. GUSEV, M. JANEVSKI, T. Estado da arte em IPTV, 37ª Convenção Internacional sobre Tecnologia da Informação e Comunicação, Eletrônica e Microeletrônica (MIPRO), Opatija, Croácia, 2014, pp. 479484, doi: 10.1109/MIPRO.2014.6859615. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6859615>. Acessado em: 24 Ago. 2024.
- ZHANG, Y. et al. Line balancing and modular methods for assembly line optimization. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 104, n. 912, p. 45674579, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170019038754>. Acesso em: 29 ago. 2024.