



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELECTRÓNICA**

**Análise de sistemas de Anti-colisão Aérea
Entre Aeronaves**

Relatório do Estágio Profissional

Daniel Salomão Levy Matsinhe

**Supervisor: Eng^aH.Baloi
(UEM, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Electrotécnica)**

Maputo, Agosto 2024



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
CURSO DE ENGENHARIA ELECTRÓNICA**

**Análise de sistemas de Anti-colisão Aérea Entre
Aeronaves**

Relatório do Estágio Profissional

Daniel Salomão Levy Matsinhe

**Supervisor: Eng^aH.Baloi
(UEM, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Electrotécnica)**

Maputo, Agosto 2024

DANIEL SALOMÃO LEVY MATSINHE

Análise de sistemas de Anti-colisão Aérea Entre Aeronaves

Relatório apresentado ao curso de Licenciatura em Engenharia Electrónica como requisito para a realização da cadeira de Estágio Profissional.

Supervisor: Eng^aH.Baloi
(UEM, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Electrotécnica)

Maputo, Agosto 2024

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro sobre palavra de honra que o trabalho apresentado neste relatório é original e foi por mim desenvolvido com base nos meus conhecimentos e com a ajuda dos recursos que ao longo do mesmo faço criteriosa referência.



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

FICHA-RESUMO DO RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

Referência do tema: _____

Título do tema: Análise de sistemas de Anti-colisão Aérea Entre Aeronaves

Nome do autor: Daniel Salomão Levy Matsinhe

Supervisores: Eng.º H. Baloi

RESUMO

Este foi um trabalho de pesquisa referente ao estágio profissional desenvolvido na base de um relatório que tem por objectivo análise de um equipamento colocado a bordo na aeronave.

Neste relatório é debruçado sobre sistema de anti-colisão aérea entre aeronaves de onde é possível ter o grau de importância da instalação deste equipamento na aeronave de forma a reduzir o risco de colisão entre duas aeronaves e o nível de segurança que este equipamento apresenta para os pilotos assim como para os agentes de controlo de tráfego aéreo.

Finalmente, importa mencionar que o presente relatório foi desenvolvido num ambiente LaTeX, sob um template usado para a produção uniformizada de relatórios de TL/EP na FENG.

TERMO DE ATRIBUIÇÃO DO TEMA DO EP



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA DE RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

REFERÊNCIA DO TEMA:		DATA:	30/08/2023
---------------------	--	-------	------------

1. TÍTULO DO TEMA

Análise de sistemas de Anti-colisão Aérea Entre Aeronaves

2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO A DESENVOLVER

2.1. Definição do Problema

A partir da década 50 vários acidente aéreos, e despertaram o interesse de alguns pilotos da Associação de Transporte Aéreo dos EUA (ATA), Autoridades da Aviação Civil (CAA's) e fabricantes do ramo aeronáutico a desenvolver um sistema que pudesse evitar tais acidentes, e do desenvolvimento do sistema de alerta de colisão aérea. Um sistema que fosse eficiente e confiável. Existia uma necessidade imensa de garantir segurança entre as aeronaves, em Complemento aos sistemas de proteção ao voo, em locais desprovidos dos mesmos, e/ou locais de alta densidade de tráfego aéreo.

Os acidentes apresentados a seguir, ocorreram devido à colisão entre duas aeronaves em pleno voo. Este tipo de ocorrência começou a acontecer devido ao grande crescimento do transporte aéreo, que acarretou em um grande crescimento no tráfego aéreo.

Os históricos dos acidentes aqui descritos foram pesquisados a partir de relatórios finais disponibilizados no site da Aviation Safety, e complementados com dados do histórico da empresa MITRE, conceituada no ramo de produtos aeronáuticos.

- 1956 – Colisão em voo entre duas aeronaves no Grand Canyon;
- 1976 - Colisão em voo entre duas aeronaves em Zagreb;
- 1978 – Colisão em voo entre duas aeronaves em San Diego, Califórnia;
- 1986 – Colisão em voo entre duas aeronaves em Cerritos, Califórnia.

Pergunta de Pesquisa: Na sequência de vários registros de caso de coleções entre aeronaves em pleno voo e a tendência do crescimento do tráfego aéreo por conta de várias aeronaves sobrevoando o espaço aéreo. Em que medida o sistema de anti – colisão aérea (TCAS) influencia na navegação aérea em vista a mitigação dos acidentes aéreos?

2.2. Relevância da pesquisa

No âmbito do crescimento da aviação civil no que concerne sofisticação, desenvolvimento tecnológico das aeronaves, a implementação de sistemas modernos e recomendados por várias organizações que zelam por esta área, surgem também a necessidade de proporcionar maior segurança para que estes atributos não sejam perdidos. O TCAS é um dos vários sistemas que o avião comporta para garantir que haja um voo seguro. Mas estes somente se restringe no que diz respeito a sistema de alerta em casos de ameaças de acidentes entre as aeronaves. Este surge na sequência de registro de vários casos de colisões entre os aviões.

Este sistema deve ser do conhecimento e de pleno domínio dos pilotos assim como dos técnicos da torre de controle para proporcionar maior segurança tomar medidas rápidas em casos de falhas do sistema, deste modo evitando aquelas que seriam situações de acidentes entre as aeronaves, não saber fazer leituras em casos de aviso ou alerta do próprio sistema pelo seu não conhecimento.

No âmbito da pesquisa pretende-se fazer chegar ao leitor que o uso do TCAS é extremamente importante pois o não uso do mesmo pode afetar as estruturas das companhias aéreas, aspectos económicos da mesma e pondo em causa a vida de várias pessoas em caso de alguma colisão.

Porem, através do trabalho pretende-se fazer chegar ao leitor a importância do uso deste sistema para a navegação aérea

2.3. Objectivos

2.3.1. Objectivo Geral

- O objetivo deste trabalho é explicar a obrigatoriedade da instalação, em aeronaves, do sistema anti-colisão no tráfego aéreo - Traffic Alert and Collision Avoidance System (TCAS). Também conhecido Como Sistema Embarcado de Prevenção de Colisões (Airborne Collision Avoidance System – ACAS), esse sistema possui um único objetivo: alertar os pilotos sobre o tráfego aéreo, evitando colisões entre aeronaves em voo. Tanto os pilotos quanto os controladores de tráfego aéreo devem saber que as aeronaves possuem esse equipamento obrigatório instalado, e devem ser treinados para conhecer seu correto funcionamento, suas funções e suas limitações.

2.3.2. Objectivos Específicos

- Descrever o modo de funcionamento do sistema TCAS;
- Explicar o funcionamento do diagrama em bloco;
- Explicar o funcionamento do diagrama esquemático.

2.4. Metodologia

O desenvolvimento deste projecto obedecerá metodologia qualitativa onde esta estrostrado em duas fases essenciais a saber:

Fase 1

- Revisão bibliográfica e pesquisas;

Fase 2

- Produção do relatório de acordo com o regulamento de culminação de estudos da FENG/UEM.

3. LOCAL DE REALIZAÇÃO

4. SUPERVISORES

EPÍGRAFE

Nenhum homem torna-se um tolo até parar de fazer perguntas.

CHARLES P. STEINMETZ

DEDICATÓRIA

Aos meus pais e irmãos pelo apoio incondicional dado para minha formação Ao meu Orientador Engenheiro Helder Baloi pela assistência na realização do trabalho. Aos meus colegas de trabalho e de curso e a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ter me protegido e ter feito com que todas conquistas que concernem a formação em particular da minha vida fossem materializadas.

Em seguida agradecer a minha família (pais e irmãos) pelos ensinamentos, aconselhamentos e sobre tudo por terem sido a fonte de inspiração de modo que minha formação se tornasse uma realidade.

Agradecer de igual modo ao corpo Docente do Departamento de Engenharia Electrotécnica da Universidade Eduardo Mondlane em particular à Eng.^o Helder Baloi por ter supervisionado-me, aconselhado, apoiado e orientado durante a execução deste trabalho.

RESUMO

Análise de sistemas de Anti-colisão Aérea Entre Aeronaves

O presente estudo tem como objetivo mostrar a importância da obrigatoriedade de instalação e equipagem do Traffic Alert and Collision Avoidance System TCAS, também conhecido por ACAS (sistema de alerta de colisão aérea), cujo objetivo é prover alertas aos pilotos em conflito potencial de tráfego, nas aeronaves.

Fazendo um estudo pormenorizado do sistema dando a conhecer o modo funcionamento do equipamento de onde verifica-se como é garantido o grau de segurança na mitigação do risco de acidente, este equipamento quando instalado na aeronave e a mesma em pleno voo faz um processo de varredura emitindo frequências dentro de um raio, quando estas frequências são detetadas por um sistema correspondente na outra aeronave cujo apresenta o potencial perigo de colisão, são emitidas ondas eletromagnéticas em outra frequência correspondente onde estas frequências são usadas para fazer o cálculo de separação da distância entre essas aeronaves e são disponibilizados avisos visuais e aurais de tráfego e resolução em função da distância que separa as aeronaves.

Sendo aviso de tráfego quando a aeronave deteta uma outra aeronave esta sobrevoando no mesmo espaço dentro da aérea de vigilância e aviso de resolução ação (manobra) a ser tomada de imediato para que não haja colisão entre as aeronaves, esta ação é feita de forma automática pelo equipamento devendo somente a tripulação executar as intorções dadas pelo equipamento.

Os controladores e pilotos devem estar totalmente cientes de como o TCAS funciona e requer reações ocupando o espaço aéreo. Ambos devem ter total entendimento das funções do TCAS, das informações que o sistema fornece aos pilotos e como funciona o sistema em cenários específicos de conflito.

Assim como, falar da sua funcionalidade onde descreve-se o modo de funcionamento dos diagramas em blocos.

Palavras Chaves: Traffic Alert and Collision Avoidance System TCAS , LaTeX.

ABSTRACT

Análise de sistemas de Anti-colisão Aérea Entre Aeronaves

The present study aims to show the importance of mandatory installation and equipping of the Traffic Alert and Collision Avoidance System TCAS, also known as ACAS (air collision warning system), whose objective is to provide alerts to pilots in potential traffic conflicts, on aircraft.

Carrying out a detailed study of the system, showing how the equipment works, verifying how the level of safety is guaranteed in mitigating the risk of accidents. This equipment, when installed on the aircraft and in mid-flight, carries out a scanning process. emitting frequencies within a radius, when these frequencies are detected by a corresponding system on the other aircraft which presents the potential danger of collision, electromagnetic waves are emitted at another corresponding frequency where these frequencies are used to calculate the separation of the distance between these aircraft and visual and aural warnings of traffic and resolution are available depending on the distance separating the aircraft.

Being a traffic warning when the aircraft detects another aircraft flying over the same space within the surveillance area and a resolution warning, action (maneuver) to be taken immediately so that there is no collision between the aircraft, this action is done automatically by the equipment and only the crew must execute the turns given by the equipment.

Controllers and pilots must be fully aware of how TCAS works and requires reactions occupying airspace. Both must have a full understanding of the functions of TCAS, the information the system provides to pilots and how the system works in specific conflict scenarios.

As well as, talk about its functionality where the way block diagrams work is described.

Keywords: Traffic Alert and Collision Avoidance System TCAS , LaTeX

Índice de Conteúdo

Índice	xix
Lista de Figuras	xx
Lista de Acrónimos	xxiii
1 Introdução	1
1.1 Definição do Problema	1
1.2 Pergunta de pesquisa	2
1.3 Delimitação	2
1.3.1 Temporal	2
1.4 Relevância da pesquisa	3
1.5 Objectivos	3
1.5.1 Objectivos Gerais	3
1.5.2 Objectivos Específicos	4
1.6 Metodologia de investigação	4
1.7 Estrutura do trabalho	4
1.8 Apresentação da Instituição onde decorreu o estágio	5
1.8.1 Seccão Aviónica	5
2 Revisão Teórica	7
2.1 Descrição do Equipamento e Operação	7
2.2 Considerações gerais das versões de TCAS	9
2.2.1 TCAS I	9
2.2.2 TCAS II	9
2.2.3 TCAS III	10
2.3 Características técnica	11
2.3.1 Nível de Sensibilidade	11

2.3.2	Tau	11
2.3.3	Rastreamento	11
2.3.4	Aviso de Tráfego	12
2.3.5	Orientação de Resolução	12
2.3.6	Transponder Modo S	13
2.3.7	Antenas	14
2.3.8	Monitoração	15
3	Diagrama em blocos	16
3.1	Teoria de operação de diagrama em bloco em TCAS II	16
3.2	Placa de processador de sinal (A4)	17
3.3	Placa de unidade central de processamento (A3)	17
3.4	Placa de entrada / saída A2	18
3.5	Placa de alimentação A5	18
4	Conclusão	19
	Anexos	21
1	Anexo dos Cicuitos electricos	1

Lista de Figuras

1.1	Organograma da Secção do FAC. Fonte: Autor	6
2.1	Apresentação do Sistema TCAS. Fonte: Autor	8
2.2	Características do TCASII. Fonte: Autor	10
2.3	Aviso de Tráfego e Orientação de Resolução. Fonte: Autor	13
2.4	Modo de operação do transponder modo s. Fonte: Autor	14
2.5	Ambiente do TCAS incorporado no PFD. Fonte: Autor	15
2.6	Simbologia do TCAS. Fonte: Autor	15

Lista de Tabelas

Lista de Acrónimos

Capítulo 1

Introdução

1.1 Definição do Problema

A partir da década 50 vários acidente aéreos, despertaram o interesse de alguns pilotos da Associação de Transporte Aéreo dos EUA (ATA), Autoridades da Aviação Civil (CAA's) e fabricantes do ramo aeronáutico a desenvolver um sistema que pudesse evitar tais acidentes, e do desenvolvimento do sistema de alerta de colisão aérea. Um sistema que fosse eficiente e confiável. Existia uma necessidade imensa de garantir segurança entre as aeronaves, em Complemento aos sistemas de proteção ao voo, em locais desprovidos dos mesmos, e/ou locais de alta densidade de tráfego aéreo.

Os acidentes apresentados a seguir, ocorreram devido à colisão entre duas aeronaves em pleno voo. Este tipo de ocorrência começou a acontecer devido ao grande crescimento do transporte aéreo, que acarretou em um grande crescimento no tráfego aéreo.

Os históricos dos acidentes aqui descritos foram pesquisados a partir de relatórios finais disponibilizados no site da Aviation Safety, e complementados com dados do histórico da empresa MITRE, conceituada no ramo de produtos aeronáuticos.

- 1956 – Colisão em voo entre duas aeronaves no Grand Canyon;
- 1976 - Colisão em voo entre duas aeronaves em Zagreb;
- 1978 – Colisão em voo entre duas aeronaves em San Diego, Califórnia;
- 1986 – Colisão em voo entre duas aeronaves em Cerritos, Califórnia.

1.2 Pergunta de pesquisa

Na sequência de vários registros de caso de colisões entre aeronaves em pleno voo e a tendência do crescimento do tráfego aéreo por conta de varias aeronaves sobrevoando o espaço aéreo. Em que medida o sistema de anti – colisão aérea (TCAS) influencia na navegação aérea em vista a mitigação dos acidentes aéreos?

1.3 Delimitação

1.3.1 Temporal

Este projecto decorreu desde o dia 08 de Julho até Outubro do ano de 2024 na empresa Linhas Aérea de Moçambique, Direção Técnica, Departamento de Oficinas. Período este para pesquisas bibliográficas.

1.4 Relevância da pesquisa

No âmbito do crescimento da aviação civil no que concerne sofisticação, desenvolvimento tecnológico das aeronaves, a implementação de sistemas modernos e recomendados por várias organizações que zelam por esta área, surgem também a necessidade de proporcionar maior segurança para que estes atributos não sejam perdidos. O TCAS é um dos vários sistemas que o avião comporta para garantir que haja um voo seguro. Mas estes somente se restringem ao que diz respeito ao sistema de alerta em casos de ameaças de acidentes entre as aeronaves. Este surge na sequência de registro de vários casos de colisões entre os aviões.

Este sistema deve ser do conhecimento e de pleno domínio dos pilotos assim como dos técnicos da torre de controle para proporcionar maior segurança tomar medidas rápidas em casos de falhas do sistema, deste modo evitando aquelas que seriam situações de acidentes entre as aeronaves, não saber fazer leituras em casos de aviso ou alerta do próprio sistema pelo seu não conhecimento.

No âmbito da pesquisa pretende-se fazer chegar ao leitor que o uso do TCAS é extremamente importante pois o não uso do mesmo pode afetar as estruturas das companhias aéreas, aspectos econômicos da mesma e pôr em causa a vida de várias pessoas em caso de alguma colisão.

Porem, através do trabalho pretende-se fazer chegar ao leitor a importância do uso deste sistema para a navegação aérea

1.5 Objectivos

1.5.1 Objectivos Gerais

- O objetivo deste trabalho é explicar a obrigatoriedade da instalação, em aeronaves, do sistema anti-colisão no tráfego aéreo - Traffic Alert and Collision Avoidance System (TCAS). Também conhecido Como Sistema Embarcado de Prevenção de Colisões (Airborne Collision Avoidance System – ACAS), esse sistema possui um único objetivo: alertar os pilotos sobre o tráfego aéreo, evitando colisões entre aeronaves em voo. Tanto os pilotos quanto os controladores de tráfego aéreo devem saber que as aeronaves possuem esse equipamento obrigatório instalado, e devem ser treinados para conhecer seu correto funcionamento, suas funções e suas

limitações.

1.5.2 Objectivos Específicos

- Descrever o modo de funcionamento do sistema TCAS;
- Explicar o funcionamento do diagrama em bloco;

1.6 Metodologia de investigação

O desenvolvimento deste projecto obedecerá metodologia qualitativa onde esta estruturado em duas fases essenciais a saber:

Fase 1

- Revisão bibliográfica e pesquisas;

Fase 2

- Produção do relatório de acordo com o regulamento de culminação de estudos da FENG/UEM.

1.7 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em cinco capítulos de desenvolvimento do texto apresentados a seguir:

- **CAPÍTULO 1** – Nesse capítulo é apresentada a definição e delimitação do problema, incluindo os objetivos, justificativas e metodologias que foram levantadas para a investigação.
- **CAPÍTULO 2** – Neste capítulo é apresentada a fundamentação teórica, onde os conceitos relevantes e que fizeram parte da pesquisa são detalhados. descritos e discutidos. capítulo.
- **CAPÍTULO 3** – Considerações Finais.

1.8 Apresentação da Instituição onde decorreu o estágio

A LAM-Linhas Aéreas de Moçambique foi criada no dia 14 de Maio de 1980, ao abrigo do Decreto nº 8/80 de 19 de Novembro, e assumiu todos os direitos e obrigações Resultantes de actos ou contratos praticados pu celebrados pela sua antecessora, a DETA-Direcção de exploração do Transporte Aéreo - que este em actividade desde 1936.

A LAM foi transformada numa Empresa Limitada adoptando a designação de LAM-Linhas Aéreas de Moçambique por Decreto nº 69/98 de 23 de Dezembro de 1998. O Estado, Moçambicano, detêm 91% das acções da nova companhia, sendo que os gestore técnicos e trabalhadores da LAM detêm a outra parte de 9% das acções.

Em finais de 1999, foi formada em Moçambique, uma Sociedade Limitada incorporada por estatuto. Asede da LAM situa-se em Maputo.

Emprega Varios trabalhadores, dispoe de escritorios, ou outras formas de representacao no país e no estrangeiro. Beneficia de autonomia administrativa e financeira. Na sua frota de Aviões tem as seguintes aeronaves: Boeing, Bombardier, Embraer.

1.8.1 Seccão Aviónica

Seccão Aviónica é uma subdivisão do departamento de oficinas ambas as areas pertencentes a Direcção Técnica. Esta Seccão é responsavel pela reparação, inspeccão, revisão geral, teste e certificação de unidades electrónicas, electromecônicas e electricas. a reparação destas unidades é obrigatoriamente seguida pelas instrocões do manual de fabricante da Unidade e a sua certificação só é garantida apos o teste no banco de teste.

Capítulo 2

Revisão Teórica

2.1 Descrição do Equipamento e Operação

Traffic Alert and Collision Avoidance System TCAS, também conhecido por ACAS (sistema de alerta de colisão aérea).

Após vários desastres e colisões entre aeronaves a indústria aeronáutica percebeu que era preciso um sistema que pudesse impedir acidentes entre as mesmas. Fabricantes de componentes aeronáuticos logo começaram a projetar um sistema para evitar colisões, mas dois problemas surgiram na tentativa. Primeiro, a implantação do sistema proposto requereria que as frotas das companhias fossem equipadas com um novo equipamento de altíssimo investimento. Segundo, na maioria das aeronaves, não havia espaço físico para esse novo equipamento.

Desde sua implantação, o TCAS melhorou significativamente as chances dos pilotos evitarem ameaças de colisão em voo. Os pilotos começaram a confiar no TCAS, que dava a eles informações primordiais para evitar colisões. Como seu último recurso de defesa, o TCAS deu aos pilotos uma margem necessária de segurança de que sua tripulação e seus passageiros teriam um voo seguro.

O TCAS é um equipamento aviônico computadorizado desenvolvido para reduzir o risco de colisão entre aeronaves em voo. O sistema monitora o espaço aéreo ao redor da aeronave, independente do controle de tráfego aéreo, e adverte os pilotos se houver outra aeronave que represente uma ameaça de colisão em voo.

O TCAS, interroga os transponders apropriados de todas as aeronaves na vizinhança, e baseado nas respostas recebidas rastreia a posição e a altitude. Após algumas respostas sucessivas, o TCAS calcula o tempo para o conflito com o intruso, pela divisão da

distância pela razão de aproximação. Este valor do tempo é o principal parâmetro para emissão de alertas. Se a resposta do transponder do tráfego também incluir a altitude, o TCAS também computa o tempo para atingir a co altitude. A função do TCAS é determinar a presença de outra aeronave na área de vigilância das aeronaves equipadas com TCAS , calcule provável para voo da outra aeronave para determinar se essa aeronave irá apresentar uma ameaça potencial, e avisar a tripulação de vôo de manobras corretivas , se necessário . Isso tudo é feito automaticamente, sem intervenção por parte da tripulação de voo. sistema de alerta de colisão aérea por sinal de rádio (BCAS - Beacon-Based Collision Avoidance System) foi o antecessor do TCAS. Este sistema mandava sinais de interrogação para as aeronaves próximas semelhante ao sistema radar. Então os transponders das aeronaves próximas retornavam um sinal de resposta. O sistema interpretava estes sinais para determinar a localização, velocidade e curso de cada aeronave e usava a informação para projetar uma possível ameaça de conflito de posição e gerar um alerta para evitar uma potencial colisão.

O princípio de funcionamento baseia-se na emissão pelo TCAS II de uma interrogação aos Transponders das outras aeronaves, sendo utilizadas as suas respostas para cálculo da sua distância, localização e altitude. Através de interrogações sucessivas é possível calcular as suas velocidades, razões de subida, descida ou voo nivelado, prevendo-se as suas posições futuras, e emitindo-se um alerta quando a separação prevista com a própria aeronave for inferior ao permitido. Em situações de risco, o próprio equipamento ordena uma manobra escapatória no plano vertical.

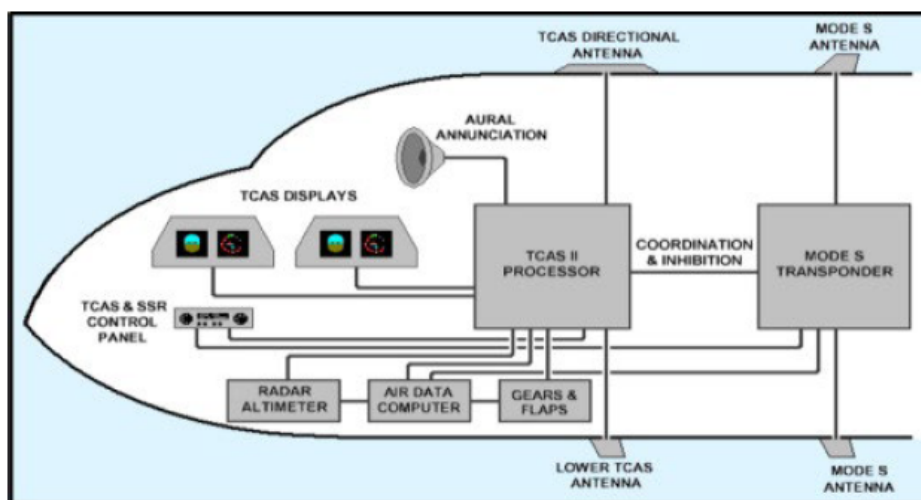


Figura 2.1: Apresentação do Sistema TCAS. Fonte: Autor

2.2 Considerações gerais das versões de TCAS

Durante o projecto do TCAS, foram criadas diferentes versões, visando as diferentes necessidades da aviação mundial, pois a necessidade de segurança estava para todos.

A aviação de menor porte necessitava de um sistema de baixo custo que ocupasse um espaço físico relativamente pequeno. Já a aviação de maior porte necessitava de um sistema que trouxesse a maior segurança possível para os seus passageiros, e oferecesse um espaço físico maior para a instalação dos equipamentos necessários.

2.2.1 TCAS I

O sistema TCAS I, conhecido também por ACAS I, foi o sistema desenvolvido para atender a aviação de menor porte. O sistema fornece avisos de tráfego (TAs) e avisos de tráfegos próximos para ajudar o piloto na separação visual de aeronaves intrusas. O TCAS I monitora a situação de tráfego ao redor da aeronave em um raio de 65 km.

O processador e as antenas do TCAS I detectam e seguem aeronaves na vizinhança, interrogando seus transponders.

O sistema TCAS I é incapaz de detectar qualquer aeronave que esteja operando sem transponder, ou com o transponder desligado. O sistema pode detectar e rastrear qualquer aeronave que opere com transponder ATCRBS (Air Traffic Control Radar Beacon System, operando no modo A ou C) ou transponder modo S.

O TCAS I analisa a resposta dos transponders para determinar a distância, rumo e altitude relative de cada aeronave em seu redor. Se o processador do TCAS determinar que existe uma possível ameaça de colisão, ele emite anúncios aurais e avisos visuais para a tripulação

2.2.2 TCAS II

O TCAS II, conhecido também por ACAS II, fornece o último recurso de segurança quando tratamos de colisão entre aeronaves em vôo O TCAS II oferece todos os benefícios do TCAS I, mas oferece ao piloto instruções fonéticas para que o perigo seja evitado.

O sistema TCAS II opera de forma sincronizada entre todos os aviões de uma mesma vizinhança. Se em um deles o TCAS II alerta o piloto a descer, em outra aeronave o sistema informa o comandante a subir, maximizando assim a separação entre duas aeronaves.

O TCAS II fornece orientações de tráfego (TAs) e orientações de resolução (RAs), isto é, orienta manobras evasivas, no plano vertical para aumentar ou manter a separação existente entre as aeronaves.

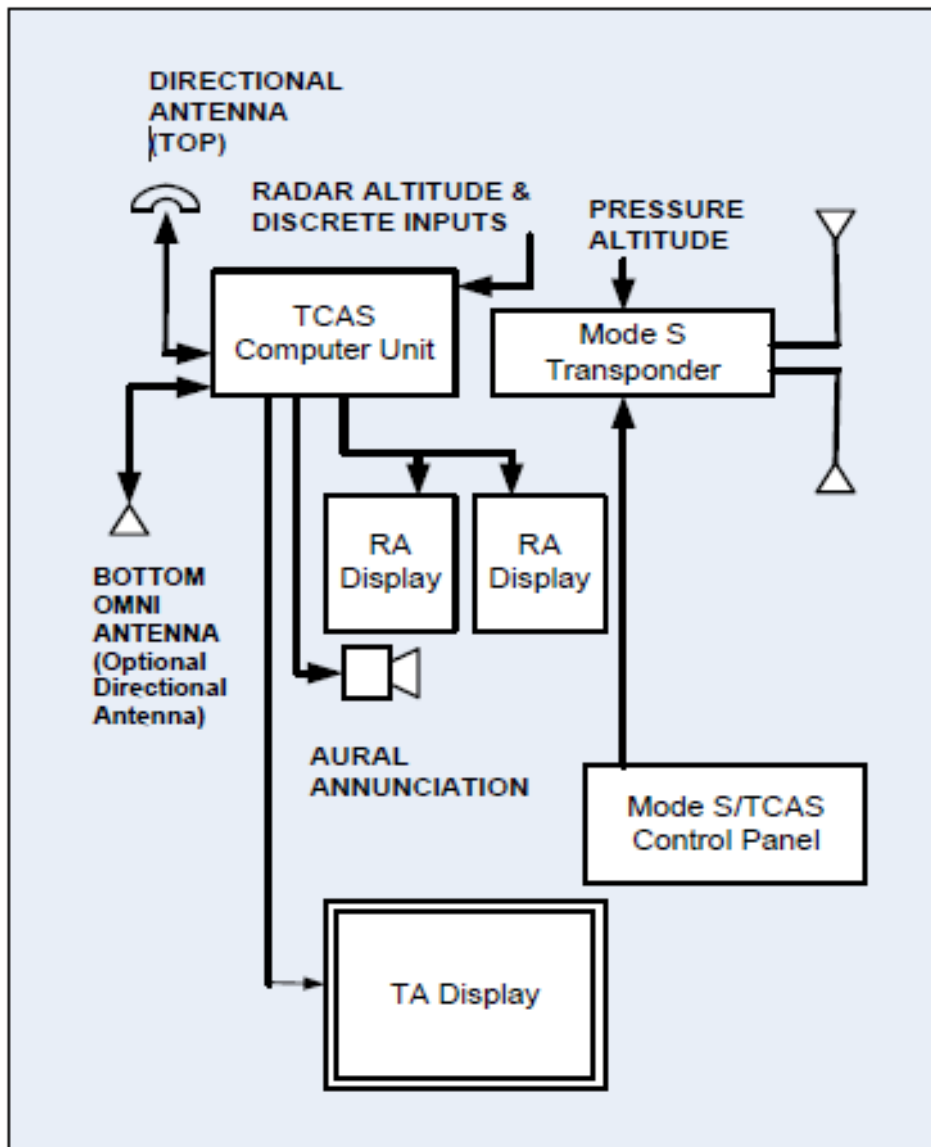


Figura 2.2: Características do TCASII. Fonte: Autor

2.2.3 TCAS III

O TCAS III seria a próxima geração da tecnologia do sistema de alerta de colisão aérea. O desenvolvimento do TCAS III incorporou melhorias técnicas ao sistema TCAS II, e teria capacidade de oferecer orientações de tráfego e solucionar conflitos de tráfego, usando manobras tanto no perfil de voo horizontal, quanto no vertical, para orientar os pilotos. Por exemplo, em uma situação que o piloto esteja com a visão voltada para fora, uma

aeronave pode ser conduzida a curvar a direita e subir, enquanto a outra aeronave seria conduzida a curvar a direita e descer. Isto resultaria em uma maior separação entre as aeronaves em uma situação de ameaça de colisão, em ambos os aspectos, horizontal e vertical. Devido a alta complexidade do projeto, atualmente todo o desenvolvimento do TCAS III está suspenso, e não há planos de continuação.

2.3 Características técnica

2.3.1 Nível de Sensibilidade

A operação eficaz da lógica do TCAS requer um balance entre a proteção necessária e avisos desnecessários. Este balanço é realizado controlando o nível de sensibilidade (SL), que controla o tempo ou o ponto de entrada para a emissão de TA e RA, e consequentemente as dimensões do espaço aéreo protegido em torno de cada aeronave equipada com TCAS. Um SL mais elevado representa um maior volume de espaço aéreo protegido. Entretanto, enquanto o volume de espaço aéreo protegido aumenta, a incidência de alertas desnecessários tem potencial de aumentar.

2.3.2 Tau

Tau (τ) é o tempo mínimo que a tripulação precisa para discernir uma ameaça e tomar uma acção de correcção. O TCAS usa o tempo para o CPA, que é mais preciso que a distância quando se trata de determinar quando um TA ou RA deve ser emitido. O TCAS usa o tempo para o CPA para determinar a distância tau, e o tempo para a co-altitude para determinar o tau vertical. Tau é um tempo aproximado, em segundos, para o CPA ou para uma aeronave estando no mesmo nível de voo.

2.3.3 Rastreamento

Usando distância, altitude e ângulo relativo da aeronave próxima que são fornecidos ao TCAS função de vigilância, a lógica do TCAS inicia e mantém um rastreamento tri-dimensional de cada aeronave e usa esta informação para determinar o tempo para o CPA e a altitude de cada aeronave no CPA. A lógica do TCAS usa a informação de altitude para estimar a velocidade vertical de cada aeronave próxima e manter um rastreamento vertical de cada aeronave. A função do rastreamento CAS é projectada para rastrear

aeronaves com razão vertical até 10 mil pés por minuto. A lógica CAS também usa a informação de altitude pressão da própria aeronave para determinar a altitude da própria aeronave, e também a velocidade vertical e a altitude relativa de cada aeronave intrusa. Se o TCAS determinar que o intruso esta no solo, o sistema inibe a geração de anúncios contra esta aeronave. Uma aeronave com transponder modo S é considerada no solo se a posição do freio indicar que a aeronave está no solo.

2.3.4 Aviso de Tráfego

Um aviso de tráfego, ou TA (Traffic Advisory), é um alerta de ATENÇÃO que ocorre se o TCAS estimar que outra aeronave se torne uma ameaça. O TA ocorre de 15 a 45 segundos antes de a outra aeronave atingir a esfera de protecção, dependendo da versão do TCAS instalado. No caso de uma ocorrência de um TA, o tráfego é mostrado no display e uma voz diz a tripulação para ficar atento ao tráfego: Exemplo, TRAFFIC! TRAFFIC! TRAFFIC!

2.3.5 Orientação de Resolução

Uma orientação de resolução, ou RA (Resolution Advisory), é um alerta de PERIGO que ocorre se o TCAS estimar que duas aeronaves não estejam com separação suficiente no futuro. O RA ocorre 25 segundos antes que a outra aeronave atinja a esfera de protecção. Esta função só existe no TCAS II. No caso de uma ocorrência de um RA, o tráfego é mostrado no display e a tripulação recebe um comando de voz e uma orientação de mudança vertical aparece no ADI: Exemplo, "DESCENT! DESCENT! DESCENT!" ou "CLIMB! CLIMB! CLIMB!", dependendo de onde estiver localizada a aeronave intrusa. Uma voz diz a tripulação quando sua aeronave estiver livre do tráfego: CLEAR OF CONFLICT!

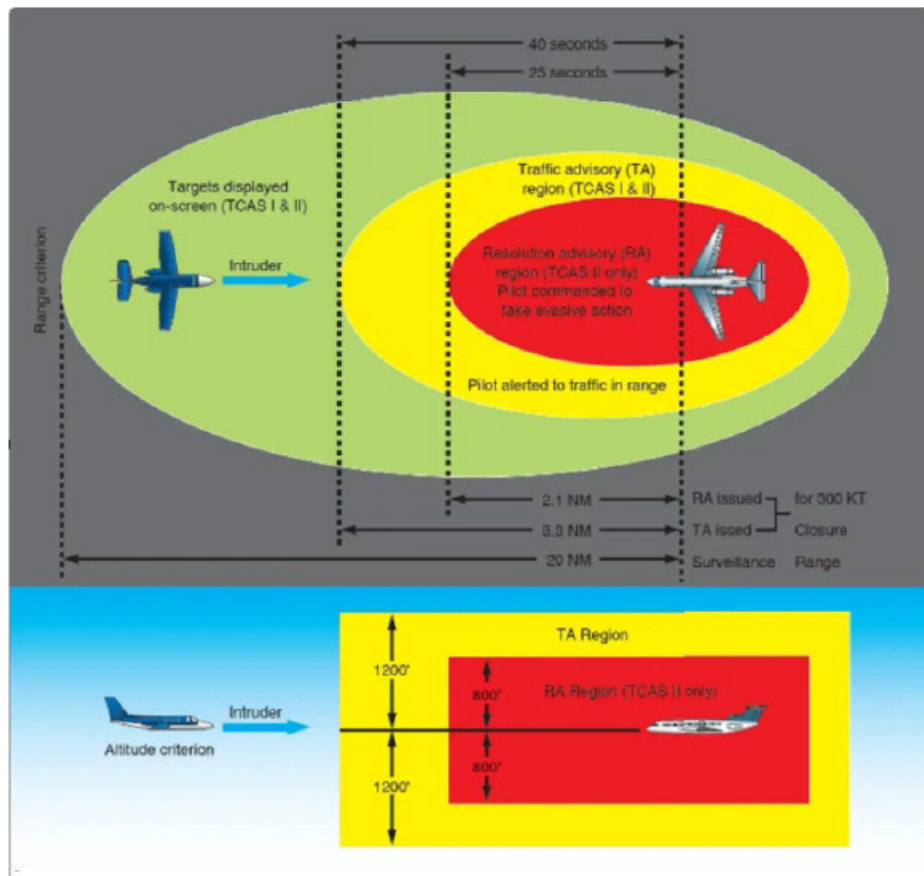


Figura 2.3: Aviso de Tráfego e Orientação de Resolução. Fonte: Autor

2.3.6 Transponder Modo S

É requerido no mínimo um transponder modo S instalado e operacional na aeronave para que o TCAS II seja operacional. Se o transponder modo S falhar, o monitor de desempenho do TCAS detectará esta falha e automaticamente colocará o TCAS no modo STANDBY. O transponder modo S executa as funções normais para suportar o sistema de controle de tráfego aéreo e pode trabalhar com um ATCRBS ou com um sensor de solo modo S. O transponder modo S também é usado para fornecer a troca de informações no ar entre aeronaves equipadas com TCAS de modo coordenado, resoluções complementares podem ser emitidas quando requeridas (FAA, 2000)

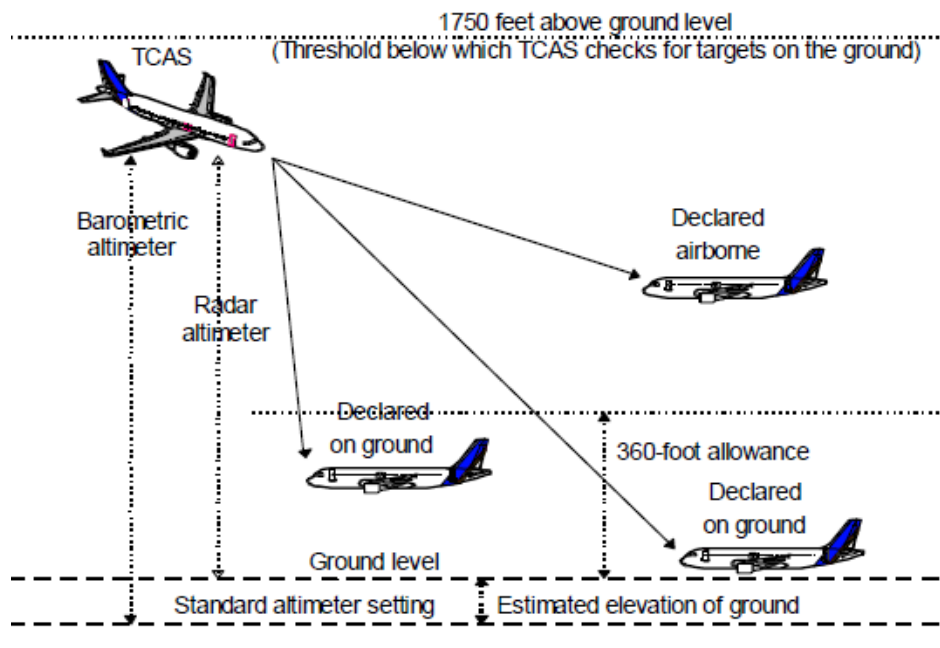


Figura 2.4: Modo de operação do transponder modo s. Fonte: Autor

2.3.7 Antenas

As antenas usadas pelo TCAS II incluem uma antena direccional, que é instalada na parte superior da aeronave, uma antena unidireccional ou uma antena direccional instalada na superfície inferior da aeronave. A maioria das instalações usa uma antena direccional na superfície inferior da aeronave.

Estas antenas transmitem interrogações em frequência de 1030 MHz, variando os níveis de potência para cada seguimento de 90 graus. A antena instalada na parte inferior da aeronave transmite menos interrogações que a antena instala na parte superior, sendo assim, tem potência inferior. Estas antenas também recebem respostas de transponder de outras aeronaves, em uma frequência de 1090 MHz, estas respostas são enviadas ao processador do TCAS.

As antenas direccionais permitem a divisão das respostas reduzindo o truncamento da sincronização.

Além das duas antenas do TCAS, também são requeridas duas antenas unidireccionais para o transponder modo S, uma na parte superior da aeronave e outra na parte inferior. Estas antenas permitem que o transponder modo S receba interrogações por uma frequência de 1030 MHz e responda tais interrogações a 1090 MHz. O uso das antenas instaladas na parte superior ou inferior da aeronave é automaticamente seleccionado para

otimizar a força do sinal e reduzir interferências.

A operação do TCAS é automaticamente reprimida sempre que o transponder modo S estiver transmitindo, para assegurar de que o TCAS não irá rastrear a própria aeronave.

2.3.8 Monitoração

Monitorização do transmissor - receptor e equipamento de interface é incorporada no software operacional do transmissor - receptor. O monitoramento é feito em power-up e quando solicitado, permitindo autoteste. Cada um processador central de transmissor - receptor e subsistemas de hardware são continuamente monitorados. Saídas de monitor são fornecidos para o transmissor - receptor indicador do painel frontal e para qualquer sistema de indicação de falha centralizado associado.



Figura 2.5: Ambiente do TCAS incorporado no PFD. Fonte: Autor



Figura 2.6: Simbologia do TCAS. Fonte: Autor

Capítulo 3

Diagrama em blocos

3.1 Teoria de operação de diagrama em bloco em TCAS

II

O trans-receptor receber frequência de 1090 MHz, deste modo o sinal de saída do trans-receptor dentro da faixa do TTR-920 será recebido. Este sinal é aplicado a partir do topo e / ou na parte inferior da antena direccional TCAS ao receptor A6 placa. A antena direccional tem quatro elementos, orientadas a 0 °, 90 °, 180 ° e 270 ° com relação à linha central da antena (e aeronaves). No conjunto do receptor, o sinal a partir de cada elemento da antena é transmitido através de um dos quatro interruptores superiores / inferiores paralelas, redes de feixe de direcção, de trans-receptor comuta -os para quatro circuitos de FR idêntico.

Por causa da orientação dos elementos de antena, a fase instantânea do sinal de receptor será diferente para cada elemento. Isto faz com que a entrada de quatro dos elementos de antena para produzir uma saída diferente dos quatro pré-amplificadores RF receptor. Estes quatro sinais são aplicados aos circuitos do misturador para desenvolver o sinal de IF. (A frequência do oscilador local usado pelos misturadores é a partir da fonte de frequência de 1030 MHz da sub - montagem do transmissor.) Os sinais de IF são posteriormente ampliados, filtrados, e aplicado a um sinal de saída de divisores de sinal para os circuitos do processador de vídeo.

No processador de vídeo, uma saída a partir de cada um dos quatro sinais de divisores é recombinação e de saída como um sinal de vídeo. Este sinal é utilizado para detectar a modificação C e S impulsos de dados da modificação no sinal recebido. A outra saída a partir de cada um divisor de sinal é aplicada a um circuito detector de rolamento.

Atraso de pico e os circuitos detectores do processador de vídeo comparar as amplitudes e as larguras de impulsos no sinal de vídeo para determinar pulsos de sinal válido. Ao rejeitar pulsos que são muito estreitas, muito vento, ou são o errado esperar nível, pulsos inválidos (como a partir de transponders com defeito) são impedir de ser processado ainda mais. As saídas do processador de vídeo são o modo S e C dados modernos.

O circuito detector de rolamento consiste em amplificador limitador, misturadores, e amplificadores de tampão. Neste circuito, um sinal IF é aplicado a um amplificador limitador, como sinal de referência. Saídas de dois outros limitadores são misturados com a saída do limitador de referência de sinal de detecção de fase. As saídas resultantes do detector de fase são sinal DC cujos níveis são directamente proporcional ao ângulo de chegada do sinal de RF na antena.

As três saídas de receptor de sinal (que carregam a informação, os dados do modo S, e os dados de modo C) do conjunto RF A6 são aplicados para sinalizar placa processador A4. O processador de sinal serve de interface entre o conjunto de RF e o sistema de software.

3.2 Placa de processador de sinal (A4)

Em sinal de placa do processador A4, os sinais de informação rolamento são convertidos para sinais digitais. Os dados digitais resultantes são aplicados à RAM.

Os sinais de entrada modo S e C de vídeo são formatados, marcada por erros e aplicado a RAM. Os dados de contadores alcancem também é a entrada para a RAM em A4. Circuitos do processador ligar o modo S e C para rolamento de dados de medição. Isso fornece informações de qual placa CPU A3 pode estimar a faixa de rolamento e aeronaves -alvo. A comunicação entre placa de processador de sinal A4 e A3 CPU é a entrada e saída através de RAM através do barramento global.

3.3 Placa de unidade central de processamento (A3)

placa de CPU A3 é o centro computacional do transmissor - receptor . A placa de circuito contém três processador com memória RAM associado , ROM e circuitos de controle . O processador estão interligados através de um circuito de controle de barramento local no placa. Estes circuitos realizam os cálculos necessários para a operação do TCAS de

alto nível. Instruções de processamento são armazenados em EEPROM . (Os cálculos de baixo nível são realizadas pelos circuitos de processamento de sinal em A4 .) De dados a serem transmitidos a partir do transmissor - receptor é gerado pelo processador e de saída , por meio de placa de processador de sinal A4 para o transmissor . Dados de assessoria de Resolução e de trânsito para os displays visuais e auditivas , e os dados de ou para os sistemas associados a bordo , é passada através de placa de entrada A2 ao longo do barramento global.

3.4 Placa de entrada / saída A2

Os circuitos de entrada / saída do A2 são controlados por um processador local. A inter conexão com os circuitos é através de um barramento local, com saída para o placa de CPU A3 através de buffers para o barramento global. TCAS monitores, é através de circuitos de entrada / saída para cada um dos sinais de interconexão.

3.5 Placa de alimentação A5

Placa de alimentação A5 desenvolve todas as tensões internas para o transmissor - receptor. A fonte de alimentação AC recebe energia primária a partir do barramento AC , rectifica e filtra e regula-lo para cerca de 15 volts. A fonte de alimentação DC recebe energia a partir do barramento DC, filtra e regula-lo para cerca de 15 volts.

Em qualquer fonte de alimentação , a alimentação de DC 15 -v é a entrada para a mudança do circuito regulador. As saídas do regulador são aplicados a circuitos reguladores adicionais para o desenvolvimento de operações de alimentação adequada.

Capítulo 4

Conclusão

A pois a elaboração do trabalho pode-se concluir que TCAS é um equipamento preponderante para a aviação é também uma ferramenta desenvolvida como último recurso para prevenir colisões, dando aquilo que são informações exactas, principais e essenciais para que haja um voo seguro e fora de perigo de colisão com uma outra aeronave. As características técnicas empregadas por esse sistema provêm uma significativa melhoria na segurança de voo. e que é na base de emissão e recepção de ondas de rádio através dos TRANSPODER apropriados do TCAS que o mesmo detecta uma outra aeronave intrusa que esteja a sobrevoar no mesmo espaço que esta, fornecendo avisos de tráfego quando esta numa situação de perigo, aviso de resolução para com que os pilotos tomem uma acção correctiva e por fim quando se encontra fora de perigo emite um aviso de CLEAR OF CONFLICT.

Também pode-se concluir que este sistema precisa de uma alimentação para que o mesmo esteja operativo esta alimentação é fornecida pela aeronave através fonte de alimentação do próprio equipamento. Este proporciona dois tipos de alimentação, alimentação em AC e DC funcionando uma de cada vez só sendo solicitada uma das alimentações em casos de falho de um deles.

Anexos