



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

CURSO DE ENGENHARIA ELECTRÓNICA-LABORAL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

ACESSO REMOTO AO INSTRUMENT LANDING SYSTEM (ILS)

Nome do Autor:

Ibrahim, Aboobacar Ibrahim Omar

Supervisores:

Prof. Mestre Omar Anlawe, Eng.º (UEM)

Maputo, aos Outubro de 2022



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

CURSO DE ENGENHARIA ELECTRÓNICA-LABORAL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

ACESSO REMOTO AO INSTRUMENT LANDING SYSTEM (ILS)

Nome do Autor:

Ibrahim, Aboobacar Ibrahim Omar

Supervisores:

Prof. Mestre Omar Anlawe, Eng.º (UEM)

Maputo, aos Outubro de 2022

Dados gerais do estagiário e do local de estágio

Dados do estagiário

Nome: Aboobacar Ibrahim Omar brahimo

Nº de estudante: 20182067

Curso: Engenharia Electrónica-laboral

Supervisor: Prof. Mestre Omar Anlawe, Eng.º

Dados do local de estágio

Empresa: Aeroportos de Moçambique - Aeroporto Internacional de Maputo, E.P

Supervisor: Cristóvão Cônsula

Dedicatória

Dedico o presente trabalho á minha família, meus pais Aboobacar Omar Ibrahim e Otília Ivete Herculano Zualo que incansavelmente se esforçaram para garantir a melhor educação e saúde para mim, que sempre foram e até hoje são a minha maior inspiração. Dedico ainda ás minhas irmãs Ádila Samira Aboobacar Ibrahim, Hawambo Aboobacar Ibrahim e Amina Nádía Aboobacar Ibrahim que serviram sempre de exemplo a seguir, me nutrindo sempre com ensinamentos e motivação para ser uma pessoa melhor.

Agradecimentos

أَعُوذُ بِاللَّهِ مِنَ الشَّيْطَانِ الرَّجِيمِ
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

رَبِّ أَوْزَعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي ۗ
إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ

Rabbi awzi'nee an ashkura ni'mataka allatee anAAamta AAalayya waAAalawalidayya waan aAAamala salihan tardahuwaslih lee fee thurriyyatee innee tubtuilayka wa-innee mina almuslimeen

“Meu Senhor, permita-me ser grato por Seu favor que Você concedeu a mim e a meus pais e a praticar a justiça da qual Você aprovará e tornará justo para mim minha descendência. Na verdade, eu me arrependi para você, e de fato, eu sou dos muçulmanos”. (Surah Al-Ahqaf - 46:15)

Quero agradecer aos meus pais, Aboobacar Omar Ibrahim e Otilia Ivete Herculano Zualo, às minhas irmãs Ádila Samira Aboobacar Ibrahim, Hawambo Aboobacar Ibrahim e Amina Nádia Aboobacar Ibrahim pelo incansável esforço que fizeram para garantir a minha educação, saúde, que sempre foram e até hoje são a minha maior inspiração e motivação. Também á minha família de forma extensiva, que sempre depositou a maior confiança em mim.

Quero agradecer ao meu supervisor no presente trabalho, Prof. Mestre Omar Anlawe, á equipa da manutenção electrónica do Aeroporto Internacional de Maputo, os TMCENA, Cristóvão Cònsula, António Gundanhane, Lino Rangeiro, Cremildo Manhique, Ivo Ribeiro, Nelson Mavulule, Armando Samo e Sérgio Joaquim, assim como os outros estagiários com quem tive a oportunidade de trabalhar Roberto, Florinda e João, por proporcionar uma experiência recheada de aprendizado durante o estágio.

Quero ainda agradecer aos meus amigos, Gina Dambuce, Hugo Matimbe, Maurício Júnior, Feliciano Júnior, Melo de Carlos, José Sérgio, Alberto Matola, Daisy Buque, Daisy Suzana, com quem convivo desde muito tempo, tendo feito parte de momentos importantes do meu crescimento até este ponto.

Resumo

O presente relatório corresponde à descrição das actividades desenvolvidas e assistidas pelo estagiário Aboobacar Ibrahim Omar Ibrahim nas suas diversas fases durante o período de estágio, que se enquadra no âmbito da culminação de curso, mais concretamente na disciplina de Estágio Profissional, do curso de Engenharia Electrónica da Universidade Eduardo Mondlane. A motivação da escolha do estágio profissional teve como propósito aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso. Além disso, conhecer o mercado de trabalho na área de engenharia. O estágio teve lugar na empresa Aeroportos de Moçambique, E.P, exactamente no Aeroporto Internacional de Maputo, onde o estagiário esteve integrado no sector de Manutenção Electrónica. Na empresa, o sector de Manutenção Electrónica é responsável pelos sistemas de comunicação e sistemas de navegação aérea, o que inclui a manutenção de todo equipamento envolvido no funcionamento destes sistemas, sendo que este é responsável por garantir a operacionalidade do equipamento de comunicação e de ajuda a navegação. Deste modo, o estagiário teve a oportunidade presenciar e participar nas actividades rotineiras do sector. Todas as actividades realizadas e presenciadas pelo estagiário foram feitas sob orientação dos técnicos que compõem o sector do estágio.

Palavras-chave: ILS, ADS-B, VOIP, controladores, pista, Taxway.

Abstract

This report corresponds to the description of the activities developed and assisted by the intern Aboobacar Ibrahimo Omar Ibrahimo in its different phases during the internship period, which falls within the scope of the conclusion of the course, more specifically in the Professional Internship discipline, of the Electronic Engineering course from Eduardo Mondlane University. The purpose of choosing the professional internship was to apply the knowledge acquired during the course. In addition, to know the job market in the engineering area. The internship took place at Aeroportos de Moçambique, E.P, exactly at Maputo International Airport, where the intern was integrated in the Electronic Maintenance group. In the company, the Electronic Maintenance sector is responsible for the communication systems and air navigation systems, which includes the maintenance of all equipment involved in the operation of these systems. The group is responsible for guaranteeing the operability of the communication and navigation systems. In this way, the intern had the opportunity to witness and participate in the routine activities of the group. All the activities witnessed and experienced happened under the guidance of the technicians that are part of the group.

Keywords: ILS, ADS-B, VOIP, controllers, runway, taxiway.

Abreviaturas

ADM, E.P – Aeroportos de Moçambique, Empresa Pública

ADS-B – Automatic Dependent Surveillance Broadcast

AFTN – Aeronautical Field Telecommunication Network

DME – Distance Measure Equipment

DVOR – Doppler VHF Omnidirectional Range

GP – Glide Path

HF – High Frequency

ILS – Instrument Landing System

LLZ - Localizer

NOTAM – Notice of Air man

PABX – Private Branch Exchange

TMCENA – Técnico de Manutenção de Comunicação e Navegação Aérea

UTP – Unshielded Twisted Pair

VCCS – Voice Communication Control System

VHF – Very High Frequency

VOIP – Voice Over Internet Protocol

Índice

Dados gerais do estagiário e do local de estágio	i
Dados do estagiário	i
Dados do local de estágio	i
Dedicatória	ii
Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	iv
Abstract	v
Abreviaturas	vi
1. Introdução.....	1
1.1. Enquadramento geral sobre o Estágio Profissional	1
1.2. Objectivos.....	1
1.2.1. Objectivo Geral	1
1.2.2. Objectivos Específicos	1
1.3. Local de realização do Estágio	2
1.4. Estrutura do relatório.....	2
2. Local do Estágio.....	4
2.1. Perfil da Empresa	4
2.2. Missão	5
2.3. Visão.....	5
2.4. Valores	5
2.5. Organograma	6
2.6. Sector de Estágio	7
3. Actividades desenvolvidas durante o Estágio	8
3.1. Inspeção do equipamento Instrument Landing System (ILS)	8
3.1.1. Instrument Landing System (ILS)	9
3.1.2. Inspeção semanal ao ILS	12
3.1.3. Inspeção mensal ao ILS.....	15
3.2. Passagem dos sistemas de monitorização para a sala de monitorização	15
3.3. Instalação de uma nova central telefónica.....	17
3.4. Substituição das antenas sectoriais da MOVITEL	22
3.5. Manutenção das antenas sectoriais do ADS-B	25
3.5.1. Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B)	25
4. Acesso Remoto do Instrument Landing System (ILS).....	29
4.1. Introdução.....	29
4.1.1. Justificativa.....	30
4.1.2. Problematização	30
4.1.3. Objectivos.....	31
4.2. Descrição da situação	32

4.3.	Procura de solução.....	35
4.3.1.	Fase de decisão.....	37
4.4.	Especificação da solução.....	40
4.4.1.	Memória descritiva.....	40
4.4.2.	Descrição Técnica	42
5.	Conclusão	47
5.1.	Recomendações	47
5.2.	Bibliografia.....	49
	Anexo	50

Índice de figuras

Figura 1-	Organograma do Aeroporto Internacional de Maputo (vitrine informativa do sector de manutenção electrónica do AIM)	6
Figura 2-	Ilustração do ILS (Manual ILS Normac 7033B-7034B)	10
Figura 3-	Sinais modulados do ILS (Saxena, 2016).....	11
Figura 4-	Cenários de uso do LLZ (Airservices Australia, 1995).....	11
Figura 5-	Cenários e uso do GP (Saxena, 2016)	12
Figura 6-	Arranjo de antenas do LLZ (do autor).....	13
Figura 7-	Antenas do GP (do autor)	14
Figura 8-	Sistemas de monitorização (do autor).....	17
Figura 9-	Central PABX para o serviço VOIP (do autor)	19
Figura 10-	Configuração da central PABX (do autor)	20
Figura 11-	Caixa telefónica na posição (do autor)	22
Figura 12-	Antena sectorial e rru (do autor).....	24
Figura 13-	DCDU da Huawei (do autor).....	24
Figura 14-	Ilustração do funcionamento do ADS-B (Airservices Australia, 1995)	26
Figura 15-	Antenas do ADS-B (do autor)	27
Figura 16-	Distância da antiga torre ao LLZ (Google maps)	32
Figura 17-	Distância da nova torre ao LLZ (Google maps)	33
Figura 18-	Distância da antiga torre ao GP (Google maps)	34
Figura 19-	Distância da nova torre ao GP (Google maps)	34
Figura 20-	Posicionamento do transmissor e receptor (Google maps).....	36
Figura 21-	Trajecto da conduta da antiga torre ao LLZ (Google maps).....	41
Figura 22-	Trajecto da conduta do quartel dos bombeiros ao GP (Google maps)	42
Figura 23-	Trajecto da conduta da nova torre ao LLZ (Google maps).....	44
Figura 24-	Trajecto da conduta da nova torre ao GP (Google maps).....	44
Figura 25-	Diagrama de ligação do ILS a sala de monitorização (do autor)	46

CAPÍTULO I

1. Introdução

1.1. Enquadramento geral sobre o Estágio Profissional

Estágio Profissional é uma das formas de culminação de estudo previsto nos planos de cursos de Engenharia da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo, que permite ao estudante ter uma noção sobre como é integrar os conhecimentos adquiridos durante o seu tempo de formação numa actividade laboral. Este exercício é realizado em locais que reúnem condições de proporcionar aos estudantes finalistas experiência profissional e desenvolvimento científico a todos os níveis, pela participação em situações reais de vida, dando uma perspectiva global sobre como é ter a componente de lidar com a resolução de problemas de engenharia a fazer parte da sua rotina. O relatório de estágio é um documento que regista as actividades desenvolvidas pelo estudante durante o estágio e a sua carga horária, permitindo assim se ter uma visão dos trabalhos feitos, conhecimentos e experiência adquirida. Este deve ser entregue à faculdade para a supervisão e avaliação dos membros que orientam este exercício a nível da faculdade.

1.2. Objectivos

1.2.1. Objectivo Geral

O estágio profissional no curso de Engenharia Electrónica tem como objectivo permitir ao estudante finalista ter a oportunidade de verificar e consolidar os conhecimentos adquiridos durante os 4 anos de formação, conciliando estes mesmos conhecimentos com a realidade vivida no ambiente de trabalho de um profissional da área de electrónica no exercício das suas actividades laboriais, ao mesmo tempo que o estudante finalista para dinâmica laboral vivida por um engenheiro electrónico no mercado de trabalho.

1.2.2. Objectivos Específicos

- Conciliar as teorias fundamentais da engenharia electrónica com os cenários vividos no dia-a-dia por um profissional da área;
- Aplicar os conhecimentos adquiridos para resolver problemas de carácter reais enfrentados no ramos das telecomunicações e aeronáutica;

- Adquirir experiência em operações de manutenção de equipamento usado em sistemas de comunicação e de navegação em uma empresa como um aeroporto.

1.3. Local de realização do Estágio

O Estágio Profissional foi realizado na Empresa Aeroporto Internacional de Maputo, EP. A empresa encontra-se localizada no bairro de Mavalane, av. Acordos de Lusaka, nº 2631 em Maputo com o contacto:

Telefone: 21 466 846 / 21 468 500

Endereço electrónico: <https://www.aeroportos.co.mz/>

As actividades consistiram no acompanhamento e participação em trabalhos de manutenção e monitorização. As actividades de monitorização estavam relacionadas com a inspecção do equipamento de comunicação e navegação aérea, enquanto que a manutenção estava relacionada com a manutenção do bom estado de funcionamento do equipamento usado para comunicação, navegação aérea e outro tipo de equipamento electrónico como balanças. O exercício destas actividades envolveu:

- Inspeções periódicas ao equipamento do ILS;
- Recuperação de computadores com componentes danificados;
- Encaminhamento em redes para comunicação de dados;
- Manutenção de antenas;
- Implementação de uma nova central telefónica para comunicação interna.

1.4. Estrutura do relatório

O presente relatório de estágio obedeceu á seguinte estrutura durante a sua elaboração:

- **Capítulo I (Introdução):** sessão na qual foi abordado o assunto sobre o cenário e os objectivos da realização de um estágio profissional como forma de culminação de curso para um estundante finalista de engenharia electrónica;
- **Capítulo II (Identificação do local de estágio):** esta sessão teve como objectivo identificar e descrever informações acerca da empresa onde o estudante finalista irá

realizar o seu estágio, bem como situar a área de trabalho na qual o estagiário se vai dedicar;

- **Capítulo III (Actividades desenvolvidas durante o estágio):** esta sessão foi usada pelo estagiário para que pudesse descrever as actividades nas quais teve a oportunidade de participar durante o decorrer do seu estágio na empresa;
- **Capítulo IV (Caso de estudo):** nesta sessão, o estagiário teve a oportunidade de se focar no estudo de um problema da área por si identificado, passando pelas etapas necessárias para a resolução de um problema de engenharia. Esta sessão permitiu ao estagiário experienciar e aplicar as técnicas de resolução de problemas num problema de carácter realista;
- **Capítulo V (Conclusão):** esta sessão foi dedicada para que o estagiário pudesse apresentar as ilações retiradas durante o estágio, dar o desfecho sobre a sua experiência durante o tempo em que esteve a estagiar na empresa e deixar recomendações sobre aspectos que tenha achado relevantes.

CAPÍTULO II

2. Local do Estágio

2.1. Perfil da Empresa

Aeroportos de Moçambique foi criada através do Decreto 10/80 de 1 de Novembro como uma Empresa Estatal, no culminar de um longo processo de reestruturação das actividades de Aviação Civil no país, com o fim de integrar as actividades de exploração de infra-estruturas aeroportuárias até então cometidas aos Serviços de Aeronáutica Civil. No conjunto das suas actividades, os Aeroportos de Moçambique garantem juntamente com as várias companhias aéreas o transporte de passageiros, cargas e todo serviço envolvido no processo, sendo que cabe a ela a gestão e coordenação das actividades envolvidas na exploração das infra-estruturas aeroportuárias.

Tais actividades atribuídas à Aeroportos de Moçambique, consistem especialmente em:

- Dirigir e controlar o tráfego aéreo;
- Assegurar a partida e chegada de aeronaves;
- Criar condições para o embarque, desembarque e encaminhamento de passageiros, carga e correio;
- Planificar, executar e explorar a rede de infra-estruturas e assegurar a sua manutenção;

No âmbito de exploração de infra-estruturas aeroportuárias, os Aeroportos de Moçambique tem sobre sua gestão cinco Aeroportos Internacionais (Maputo, Beira, Tete, Pemba e Nampula) cinco Aeródromos Principais (Lichinga, Inhambane, Chimoio, Quelimane e Vilankulo), nove Aeródromos Secundários (Angoche, Bilene, Inhaca, Lumbo, Mocímboa da Praia Ponta de Ouro, Costa do Sol, Ulongue, Songo). Assim sendo, a empresa é das poucas Empresas Moçambicanas com uma extensão que abrange quase todo o espaço territorial do país.

2.2. Missão

A missão dos Aeroportos de Moçambique, E.P. é prestar serviços aeroportuários e de apoio a navegação garantindo níveis de segurança e de qualidade para a satisfação das necessidades do cliente.

2.3. Visão

A visão dos Aeroportos de Moçambique, E.P. é garantir uma gestão eficiente e eficaz dos Aeroportos e Serviços de navegação aérea e ser uma empresa de referência a nível interno, regional e africano.

2.4. Valores

O compromisso dos Aeroportos de Moçambique com a qualidade, traduz-se pelo lema:

“Modernidade, Segurança e Qualidade”

- A ADM, E.P. tem vindo a modernizar os seus processos, infra-estruturas, equipamentos assim como o desenvolvimento do seu capital humano, tendente à melhoria contínua.
- A ADM, E.P. tem como princípio fornecer serviços com padrões internacionais, dando especial enfoque a segurança e a operacionalidade.
- A ADM, E.P. ciente da importância de qualidade, desenvolve continuamente acções que visam a satisfação plena dos seus clientes: passageiros, operadoras aéreas, concessionários e público em geral.
- A ADM, E.P. cumpre todas as leis, normas e restante regulamentação aplicáveis à sua actividade.
- A ADM, E.P. compromete-se a participar no Desenvolvimento e actualização do Programa Nacional de Segurança da Aviação Civil, de Formação e Treino de Segurança, como componente fundamental para o sucesso do negócio aeroportuário.
- A nível corporativo, a ADM, E.P. compromete-se a proporcionar as estruturas e os meios necessários, quer a nível central, quer ao nível dos aeroportos, que permitam

uma eficiente Gestão da Segurança, como componente fundamental para o sucesso do negócio aeroportuário.

- A ADM, E.P. compromete-se a incrementar as medidas necessárias à criação, alteração e actualização de normas e procedimentos, formação e treino que contribuam para o reforço e melhoria da qualidade da Segurança, como componente, assim como para a boa imagem dos aeroportos nacionais sob a sua responsabilidade.

2.5. Organograma

O organograma da empresa que ilustra a estrutura hierárquica do Aeroporto Internacional de Maputo, é apresentada na imagem abaixo:

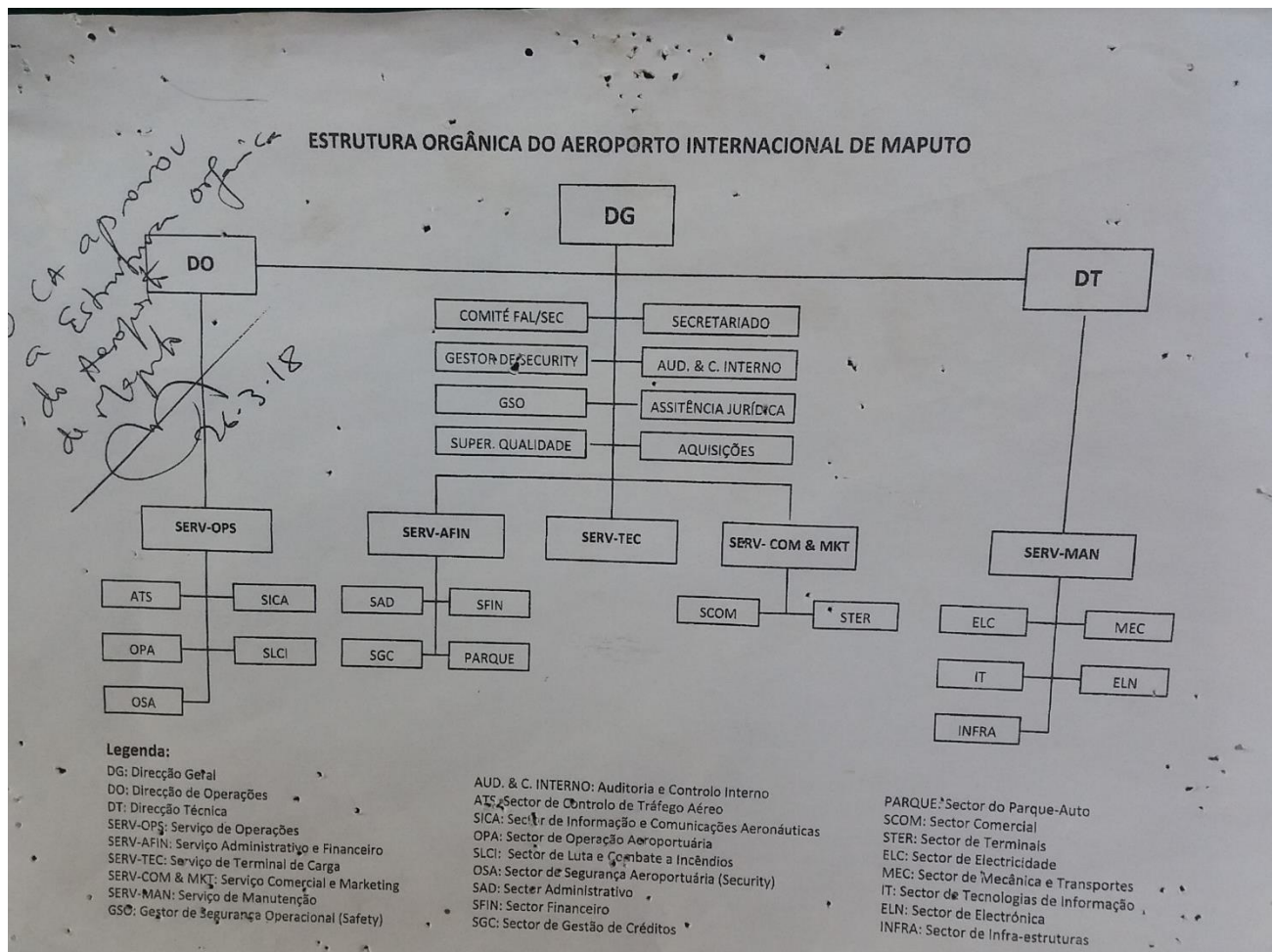


Figura 1- Organograma do Aeroporto Internacional de Maputo (vitrine informativa do sector de manutenção electrónica do AIM)

2.6. Sector de Estágio

Durante todo o decurso do estágio, o estagiário esteve integrado no sector da Manutenção Electrónica. Este sector, que dentro das suas actividades é responsável pela manutenção dos sistemas de comunicação e de ajuda à navegação aeronáutica do Aeroporto Internacional de Maputo, o que significa que está na sua responsabilidade garantir a operacionalidade de todo o equipamento envolvido nos sistemas acima mencionados.

CAPÍTULO III

3. Actividades desenvolvidas durante o Estágio

3.1. Inspeção do equipamento Instrument Landing System (ILS)

A actividade de inspecção consiste na verificação das condições de execução de tarefas, podendo ser identificadas conformidades ou não conformidades em comparação com as condições estabelecidas como correctas para a execução destas mesmas tarefas. Por outras palavras, o seu objectivo é identificar se as condições de execução de tarefas estão em conformidade com o padrão pré-estabelecido.

Segundo o *Manual de Gestão da Manutenção de Equipamento e Sinais Electrónicos*, o sistema de comunicação e navegação é basicamente composto pelo equipamento de telecomunicações aeronáuticas, de rádio ajuda e de vigilância, que são responsáveis por garantir a segurança e a qualidade na gestão do tráfego aéreo, particularmente o movimento de aeronaves no espaço aéreo, nas pistas e nas áreas de movimento. A segurança, a qualidade e a comodidade de todo o pessoal envolvido na actividade aeroportuária vê-se condicionada pelo bom funcionamento deste conjunto de equipamento e sistemas, cuja manutenção nas diversas vertentes é de extrema importância.

Deste modo, o equipamento de telecomunicações aeronáuticas, de rádio ajuda, de vigilância e de electrónica no geral deverá ser inspeccionado e mantido de acordo com a base estabelecida nos programas de manutenção e nos procedimentos de manutenção do mesmo.

O Manual de Gestão da Manutenção de Equipamento e Sinais Electrónicos refere os aspectos base para a manutenção das condições padrão do equipamento como sendo:

- Manter a mínima operacionalidade e disponibilidade de rádios ajuda (ILS, ADS-B, DVOR/DME) em 98%;
- Manter a disponibilidade mínima do serviço fixo aeronáutico (ATM, AFTN e AMHS) em 95%;
- Manter a disponibilidade da comunicação em VHF e HF em 95%;
- Garantir a disponibilidade do equipamento de electrónica geral (balança, relógios, entre outros) em 95%;

- Cumprir com os planos de manutenção em 80%;

No mesmo raciocínio, refere que se deve:

- Manter as instalações e o equipamento em condições óptimas de limpeza e segurança;
- Reduzir o tempo de imobilização do equipamento e sistema e
- Manter ao máximo o tempo de vida útil do equipamento e sistema.

N.B.: As comunicações VHF e HF foram catalogadas nas bandas de frequência: frequência do Aeródromo, frequência da Torre/Aproximação, frequência de Área (ACC), frequência de emergência, frequência para zonas operacionais, frequência em HF e VCCS.

3.1.1. Instrument Landing System (ILS)

O ILS, que traduzido para Português significa Sistema de Pouso por Instrumentos, é um sistema electrónico que fornece guias horizontal e vertical em relação a uma pista de aterragem específica, de modo que seja possível executar um procedimento de aproximação com precisão. O ILS fornece orientação quanto ao curso e quanto a altitude numa pista específica. (Saxena, 2016)

O objectivo principal do ILS é de guiar a aeronave para a linha central da pista, e indicar o ponto de aterragem numa pista a um consoante um ângulo de inclinação específico, de modo a permitir uma aterragem suave mesmo em condições de baixa visibilidade.

O ILS funcional é composto por:

- **Localizer (LLZ)**, que por meio de ondas de rádio fornece orientação lateral em relação a uma pista, para a aeronave;
- **Glide Path (GP)**, por meio ondas de rádio para fornece orientação vertical para o ângulo de descida correto para a pista. (Normac 7033B-7034B Instrument Landing System, 2005)

O ILS usa sensores terrestres para determinar a posição da aeronave no espaço a partir de sinais emitidos pelo transreceptor da aeronave. As informações do LLZ e GP são transmitidas para a aeronave para guiar o piloto para o curso de aproximação e aterragem desejadas. O piloto pode então fazer uma aproximação de precisão ao mínimo da Categoria II.

O ILS monitora a posição de todas as aeronaves dentro da faixa operável que tem um ativo transreceptor. Quando uma aeronave em aproximação entra no raio e na altitude de acção do ILS, este manda sinais em broadcast para guiá-la e identificação em código morse. Neste processo, o LLZ envia ao transreceptor da aeronave a informação que indica o centro da pista, enquanto que o GP envia a informação sobre o ângulo de inclinação que a aeronave precisa de ter para poder efectuar uma aterragem suave. (Saxena, 2016)

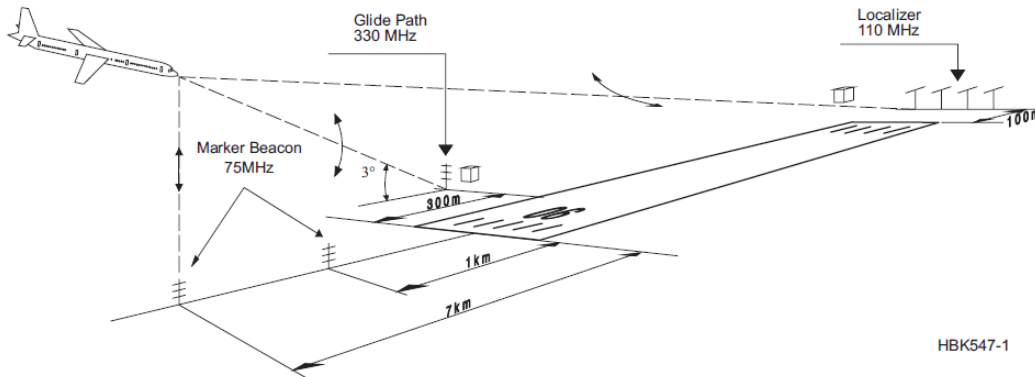


Figura 2- Ilustração do ILS (Manual ILS Normac 7033B-7034B)

3.1.1.1. Localizer (LLZ)

O Localizer é um conjunto de antenas que ajuda o piloto detecta a linha central da pista. Está instalado com o seu arranjo de antenas estendido pela largura da pista, a cerca de 300m do fim da pista para evitar que seja um risco de colisão. Ele fornece orientação de azimute para uma aeronave enquanto se aproxima para pouso. A orientação de azimute é em termos de compensação para a esquerda ou direita da linha central estendida. O LLZ frequência de operação varia de 108 - 112 MHz (VHF Faixa de frequência).

No seu funcionamento, são gerados sinais em duas frequências (90Hz e 150Hz) num módulo, enquanto que noutra módulo é gerado o sinal da portadora, dentro da banda de operação do LLZ. O sinal é modulado usando a portadora. Tendo assim, dois parâmetros como base de análise: o DDM (Difference in Depth Modulation) e o SDM (Sum of Depth Modulation). (Saxena, 2016)

São também gerados dois sinais, CSB, e SBO, por modulação em amplitude. Estes são usados para calcular a posição da linha central da pista pelo transreceptor da aeronave.

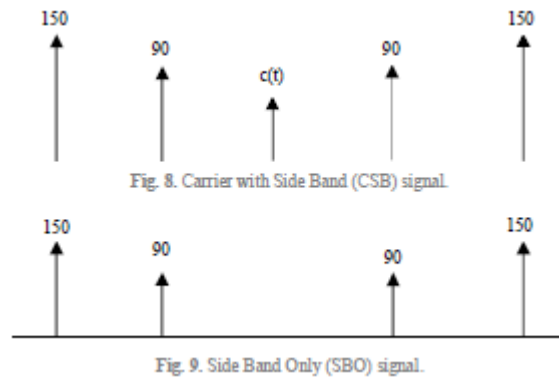


Figura 3- Sinais modulados do ILS (Saxena, 2016)

Pode-se considerar uma primeira situação, onde a aeronave voa exactamente sobre a linha central da pista. A aeronave recebe um sinal CSB= B do LLZ, um sinal $-SBO= A$ e $+SBO= C$, então, o sinal resultante será $(CSB-SBO+SBO)$, pelo que DDM será igual a zero.

Num segundo cenário, considerando que a aeronave voa ligeiramente á direita da pista. A aeronave recebe um sinal CSB igualmente, no entanto a fase do sinal $+SBO$ avança em relação ao CSB e a fase do $-SBO$ atrasa. Isto provoca um crescimento do sinal de 150Hz em comparação ao sinal de 90Hz, pelo que o sinal resultante será $(CSB+ a componente 150Hz de SBO)$ e DDM será diferente de zero.

Num segundo cenário, considerando que a aeronave voa ligeiramente á esquerda da pista. A aeronave recebe um sinal CSB igualmente, no entanto a fase do sinal $+SBO$ atrasa em relação ao CSB e a fase do $-SBO$ avança. Isto provoca um crescimento do sinal de 90Hz em comparação ao sinal de 150Hz, pelo que o sinal resultante será $(CSB+ a componente 90Hz de SBO)$ e DDM será diferente de zero.



Figura 4- Cenários de uso do LLZ (Airservices Aurlia, 1995)

3.1.1.2. *Glide Path (GP)*

GP é um conjunto de antenas que dá ao piloto o ângulo de deslize ou ângulo de descida em relação ao ponto de aterragem na pista. Ele está instalado a 300m de aproximação ao fim da pista e aproximadamente 130m de distância do pista. Ele fornece orientação vertical para uma aeronave enquanto aproximando-se para o pouso. A orientação vertical é em termos de deslocamento acima ou abaixo do ângulo de deslizamento.

O funcionamento do GP é similar ao do LLZ, no entanto que o arranjo das suas antenas é feito na vertical. (Saxena, 2016)

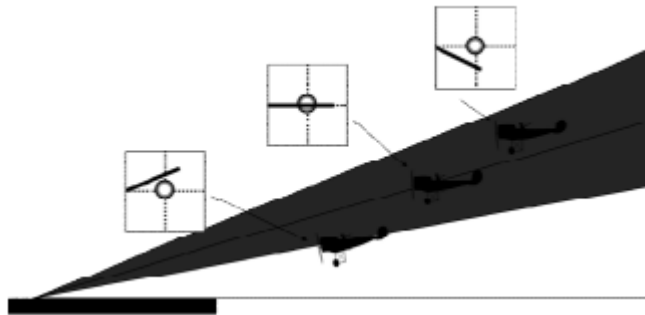


Figura 5- Cenários e uso do GP (Saxena, 2016)

Durante o tempo do estágio, o autor teve a possibilidade de participar nas inspeções semanais e mensais do equipamento ILS, pelo que pôde de inteirar dos procedimentos definidos no manual.

3.1.2. *Inspeção semanal ao ILS*

Para a inspeção do ILS, a equipa de trabalho saía da torre de controle, que era a sua posição de trabalho e dirigia-se usando a viatura do sector, à estação do Localizer ou do Glide Path (a ordem da inspeção podia variar em função da praticidade, tráfego aéreo no momento). Esta deslocação exigia que a equipa atravessa-se a pista, pelo que, deviam primeiro pedir autorização à Torre de controle. A comunicação com a torre era feita a partir de rádios Motorola (vide imagem I no anexo) na frequência de operações. Quando autorizada, a equipa prosseguia com a deslocação, sendo que depois devia reportar à torre que a pista se encontrava livre. Em caso de autorização negada, equipa devia aguarda na sua localização que a pista se encontrasse livre e depois pedia novamente a autorização.

Localizer (LLZ)

À chegada da equipa na estação do Localizer, era verificado o estado físico geral das antenas, por meio de observação. Neste ponto, eram analisadas a estrutura do agrupamento, a integridade física do dipolo, a conexão entre a antena e o guia de onda. Era verificado também o estado das luzes de obstáculo, que se localizam nas extremidades do agrupamento de antenas. Estas permitem que a aeronave consiga identificar os limites da estação para evitar colisões, no caso das aeronaves que voam a baixas altitudes ou no caso de alguma emergência. Do lado de fora era verificado ainda o estado dos marcos de área, que permitem delimitar a área da estação do LLZ.



Figura 6- Arranjo de antenas do LLZ (do autor)

Terminada a verificação do lado de fora da instalação, a equipa entrava na instalação para ter acesso ao equipamento e fazer a leitura dos parâmetros. À entrada, eram verificadas as condições de limpeza do local, prestando atenção ao capim que podia ter entrado, poeira, insectos entre outros. De seguida era verificada a iluminação no interior da estação, mais concretamente o estado das lâmpadas e a operacionalidade do aparelho de ar-condicionado. O ambiente no interior da instalação exigia temperaturas baixas para evitar o sobreaquecimento do equipamento, pelo que o aparelho de ar-condicionado devia estar a funcionar a tempo inteiro.

Vistas as condições no interior, a equipa acedia ao equipamento para fazer a leitura dos parâmetros fundamentais do equipamento (vide a imagem III no anexo). Na leitura, sempre que os parâmetros estivessem fora da tolerância dos 2% (condição de operacionalidade a 98%) registava-se o caso como não conformidade, pelo que se devia registar o mau funcionamento do equipamento no livro de ocorrência o devido estado. Terminada a inspecção, era anotado no livro de ocorrência a hora da inspecção, o estado geral da

instalação, quer dentro quer fora, o estado do equipamento, dos parâmetros, o estado do equipamento de climatização e iluminação, e no final o nome do técnico que fez a inspeção assim como dos demais acompanhantes (como por exemplo do/s estagiário/s presente/s).

Depois de finalizado o trabalho na instalação, a equipa retirava-se desta, prestando atenção as condições que se encontravam no local e fechando-o novamente para garantir que esta estava limpa e segura.

Glide Path (GP)

Quer partindo da torre de controle, quer partindo da estação do LLZ, mais uma vez era necessário atravessar pela pista, pelo que era solicitada a autorização aos controladores para o efeito. Com a autorização concedida, a equipa se dirigia à estação do GP. Por norma da empresa, para a inspeção no GP era obrigatório que se fizesse acompanhar de um agente da polícia.

Chegada à estação do GP, era feita uma vistoria do lado de fora, verificando integridade física da antena, dos marcos de área e o exterior da estação, de modo semelhante ao procedimento junto do LLZ. De seguida abria-se a porta da estação e dirigia-se ao seu interior, sempre de forma cuatelosa e verificando as condições encontradas.



Figura 7- Antenas do GP (do autor)

Já no interior, eram feitas as leituras dos parâmetros do GP e se verificava o estado do DME de precisão. As informações como o estado do equipamento, da climatização, iluminação e

da estação eram anotadas no livro de ocorrência, de igual modo ao sucedido na inspecção ao LLZ. Com esta etapa era dada por encerrada a inspecção ao GP, pelo que se retirava do local certificando-se que os requisitos de inspecção mencionados no manual eram respeitados.

3.1.3. Inspeção mensal ao ILS

A inspecção mensal ao ILS era feita geralmente no final do período em questão. No caso particular desta inspecção, era acrescida uma tarefa que era a extração do relatório mensal do estado do equipamento, que permitia ter acesso aos dados dos parâmetros de operação do equipamento ao longo do mês transacto.

À semelhança do procedimento de inspecção semanal, no acto da inspecção mensal, era necessário percorrer o mesmo trajecto, passando pela solicitação de autorização para atravessar a pista quer no LLZ quer no GP, dirigir-se a uma estação e depois a outra e fazer a devida verificação do local. Para a extração do relatório, que era feita no local, a equipa levava consigo um computador e um cabo com terminação RS232 para comunicação entre o computador e o equipamento. Computador tinha um software que servia que interface para o equipamento, sendo que era a partir deste que era possível extrair o relatório do equipamento. Este relatório era guardado em formato csv, que a posterior seria usado para a elaboração do relatório.

Terminada a inspecção, a equipa retirava-se do local, verificando as condições mencionadas acima no acto da inspecção semanal.

Poderá encontrar em anexo imagens relativas ao equipamento ILS.

3.2. Passagem dos sistemas de monitorização para a sala de monitorização

O equipamento usado na comunicação e ajuda á navegação como o caso do VCCS, ADS-B, gravadores, e rádios-VHF encontra-se instalado na sala de equipamento, que se localiza no 8º (oitavo) andar do edifício da torre de controle. Para além destes, existem também o sistema V-Sat, o AFTN e o ATM que se encontram no rés-do-chão, na sala técnica. Cada

um destes sistemas foi ligado a um computador com o software correspondente para permitir ao sector de manutenção operar o mesmo e intervir adequadamente em caso necessário. Cada um dos computadores estava junto ao respectivo sistema, pelo que a intervenção em tempo real era difícil.

A passagem dos sistemas de monitorização para a sala de monitorização tinha como objectivo permitir ao técnico em serviço aceder ao equipamento remotamente, monitorá-lo da sua posição e intervir em tempo real, sendo que consigo trazia o benefício de se poder reunir num só espaço todos os sistemas de monitorização para monitorá-los ao mesmo tempo. A sala de monitorização usada foi a sala da posição dos TMCENA.

A passagem foi dos sistemas de monitorização do 8º (oitavo) andar para a sala de monitorização foi feita apartir da implementação de redes de computadores que permitiam a comunicação entre o equipamento e o computador. Esta comunicação foi conseguida por meio de switches, conversores, *patch panels*, e cabos de dados. No 8º andar, existe um switch que é destinado á comunicação de dados entre o 8º andar e a sala técnica no rés-do-chão, pelo que nesta última também existe um switch a corresponder. A comunicação entre os switches foi feita por meio de cabos de fibra óptica, fazendo-se valer do facto dos switches possuírem interfaces para fibra óptica. Cada sistema foi ligado ao switch da sala de equipamento por meio de um cabo UTP com terminação RJ45, e de seguida a interligação foi feita por meio do cabo de fibra óptica até ao switch da sala técnica no rés-do-chão, isto é, a interligação entre os dois switches nos andares distintos foi feita por meio de fibra óptica. Á sua chegada no switch da sala técnica, as interfaces do switch foram conectadas ao patch-panel, de onde cada ponto direccionava cada ligação a uma tomada de rede na sala de monitorização. Chegada á sala de monitorização, se tornou possível conectar o computador de monitorização á rede do equipamento.

No entanto, fazer as ligações físicas entre as máquinas em andares distintos (ligação de equipamento para computador) não é o suficiente para colocar a rede a operar como desejado. Para que os dados sejam devidamente direccionados numa rede com a interligação dois switches, é chamado o recurso a “vlan”.

Uma vlan é uma rede virtual criada dentro do switch, que pode permitir que apenas haja comunicação entre elementos pertencentes à mesma vlan. Deste modo, foram criadas vlan's para separar e direccionar o tráfego que vem de cada equipamento em direcção ao respectivo computador de monitorização. Cumpridos estes passos acima mencionados, foi estabelecida a comunicação entre o equipamento na sala de equipamento e os computadores de monitorização, concretizando a estruturação da sala de monitorização, que veio permitir aos técnicos ter acesso ao estado de funcionamento do equipamento em tempo real, e consequentemente permitir a devida intervenção de imediato, quando a situação solicitar.



Figura 8- Sistemas de monitorização (do autor)

3.3. Instalação de uma nova central telefónica

Com a facilidade de acesso à internet, vem crescendo também diversas tecnologias que a utilizam como meio. Uma das tecnologias que está em destaque é a tecnologia VoIP, Voice Over Internet Protocol, que permite se comunicar por voz, como se fosse um sistema de telecomunicações tradicional, com qualquer pessoa em qualquer lugar do mundo com um custo bem mais acessível. (Ribeiro & Mendes, 2015)

A comunicação por telefone, quer seja interna ou externa, é um aspecto indispensável no funcionamento da empresa, pois permite a partilha de informação de diversas categorias, a

coordenação de actividades, a transmissão de comunicados, o reporte de avarias, entre outras. (Marcondes, 2007)

As linhas telefónicas em uso até ao momento, assim como a central telefónica em operação, tinham sido antigas, pelo que algumas das linhas já não se encontravam operacionais, e eram de difícil manutenção. Deste modo, e aproveitando-se da migração analógico-digital, ficou acordado que se devia instalar uma nova central telefónica PABX. Para o efeito foi aberto um concurso público, que veio a ser ganho pela empresa “Yeah Star”.

O projecto apresentado pela empresa acima citada envolvia, de um modo genérico, a instalação de uma central telefónica PABX com o serviço VOIP, telefones digitais que suportem o protocolo IP e uma extensão para albergar linhas analógicas. O VOIP permitiria o uso da rede de computadores, já existente, para realizar a comunicação de voz por telefone, uma vez que todos os telefones instalados a partir daquele momento suportariam o protocolo IP. Este processo veio também com a vantagem de reduzir o esforço de planeamento e encaminhamento de novas linhas telefónicas a serem instaladas.

O trabalho teve o seu início com a chegada do técnico responsável da Yeah Star, que esteve encarregue pela entrega de todo equipamento, instalação e instrução de operação do mesmo equipamento. À sua chegada na torre de controle, o técnico da Yeah Star começou o trabalho explicando à equipa TMCENA o princípio de funcionamento do seu equipamento, os primeiros passos para a sua configuração e sua instalação. Uma questão importante que foi necessário definir logo a priori foi sobre a rede que deveria ser usada para alocar os telefones digitais, pelo que em coordenação com o sector da informática foi possível ultrapassar. Decidida a rede a usar, foi atribuído à nova central um endereço IP dentro desta rede, pois este passaria a funcionar como o servidor SIP (designação a usar para referir a central adiante).



Figura 9- Central PABX para o serviço VOIP (do autor)

Configuração da nova central telefónica

Prosseguiram-se os trabalhos de configuração do servidor SIP, enquanto o técnico explicava passo-a-passo o procedimento. Por se tratar de um servidor, e devido a importância do seu conteúdo, procurou-se a maior cautela nas configurações de segurança e acesso do mesmo, onde o técnico fez questão de frisar que o servidor não podia ser acessado por qualquer pessoa, sob o risco de serem apagadas todas as configurações e terem de começar novamente o trabalho, o que significaria ter que requisitar o serviço de assistência ao técnico outra vez.

Dado o seu nível de importância, existiam linhas telefónicas que deviam manter-se analógicas, para permitir a sua entrada nos gravadores analógicos, que eram os que estavam em uso na empresa. Estes gravadores servem de registo em caso de estudos e investigação de casos de acidentes, avarias entre outros. Por este motivo, era imprescindível que algumas linhas se mantivessem analógicas para garantir a compatibilidade com os gravadores. A inclusão destas linhas no servidor SIP foi feita por meio de quatro (4) interfaces existentes no próprio servidor e o acoplamento de uma extensão com 8 interfaces disponíveis. A configuração das interfaces acima citadas, assim como toda a configuração do servidor foram feitas através da web.

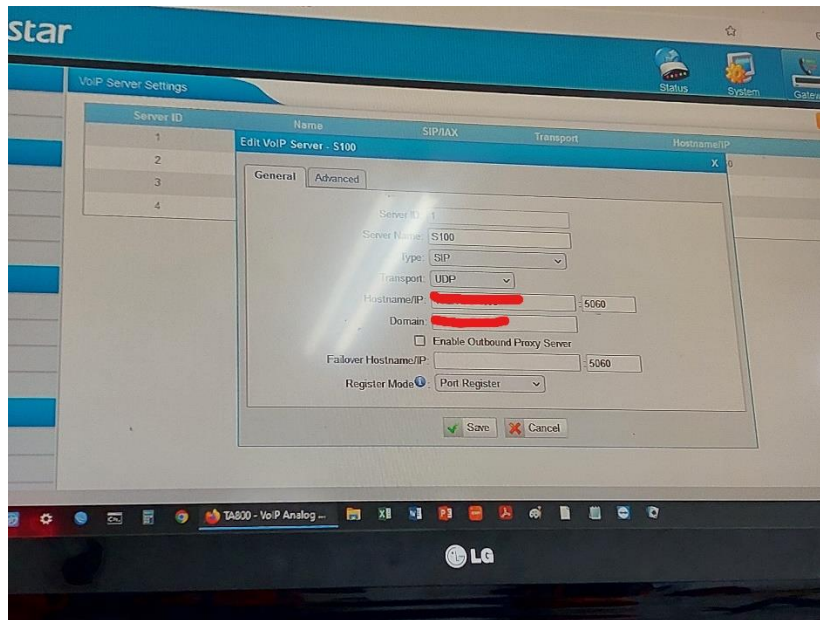


Figura 10- Configuração da central PABX (do autor)

É de salientar que o técnico mencionou a capacidade de um servidor SIP como sendo de até cem (100) extensões, e que caso houvesse a necessidade de se expandir o número de telefones, o procedimento passaria pela aquisição e acoplamento de mais um servidor ao primeiro.

Configuração das caixas telefônicas

Terminada a configuração do servidor, foi dado o seguimento à configuração das caixas telefônicas, que seguiu o procedimento instruído pelo técnico da Yeah Star. Se tratando do serviço VOIP, as caixas telefônicas foram configuradas com recurso à plataforma web.

O primeiro passo foi ligar o telefone e conectar o cabo de rede ao mesmo. Por pré-definição, os telefones vêm configurados para receber o endereço de IP por DHCP. Após ligá-lo, colocava-se o endereço de IP do telefone no navegador web para que se pudesse aceder à plataforma de configuração. Acedido à plataforma, os primeiros parâmetros a configurar eram o fuso horário e o formato de hora e data a apresentar. De seguida era atribuído o número de extensão na caixa telefónica respectiva, palavra-passe da extensão, a identificação do servidor SIP e o código para correio de voz. Terminada esta fase, as configurações eram guardadas e a caixa telefónica se encontrava pronta para ser instalada na posição de operação (encontre em anexo na imagem VII a configuração dos telefones).

Instalação das caixas telefónicas

Com base no procedimento descrito anteriormente, cada uma das caixas telefónicas era configurada e preparada para a instalação na posição de operação pelos TMCENA, com a participação dos estagiários. Os telefones foram instalados em pontos onde haviam computadores ligados à internet, uma vez que estes tinham de estar ligados à rede.

Cada caixa telefónica vinha com um auscultador e o respectivo cabo para ligar ao telefone, com um carregador para alimentação, com um suporte, e com um cabo de rede com terminação RJ45. Chegado ao ponto de instalação definido, o telefone e os seus componentes eram tirados da caixa, o cabo do auscultador era conectado por um lado ao auscultador por outro lado ao telefone, era montado o suporte do telefone e ligado o carregador. Uma vez que o telefone permite, para além da sua própria ligação à rede uma ligação a um computador (podia funcionar como ponto de acesso ao computador), o cabo de rede que estava ligado ao ponto era desconectado do computador e conectado primeiro ao telefone, pela interface “LAN”, e usando o cabo que vinha com o telefone, se conectava a interface “PC” no telefone e a interface de rede no computador. Deste modo, os dados passavam pelo telefone e chegavam igualmente ao computador, restabelecendo a sua conexão com a internet. De seguida eram feitas algumas chamadas para testar a conexão e as condições de comunicação de voz. De seguida, o técnico e/ou estagiário responsável pela instalação do telefone instrua o usuário na respectiva posição sobre como usar o telefone e recolhia a caixa telefónica antiga, se houvesse, terminando a instalação do telefone.

O processo de instalação dos telefones, que seguiu o procedimento acima descrito, teve início com a instalação dos primeiros telefones nos gabinetes dos directores Técnico (DT), Geral (DG) e de Operações (DO). De seguida foram instalados os demais telefones nas diversas posições e sectores que justificavam a presença de um telefone. Este processo foi feito gradualmente e contou com a participação de toda equipa, incluindo os estagiários, sendo que houve distribuição dos membros por todas as posições, com vista a realizar o trabalho de forma mais eficiente e no menor intervalo de tempo possível.



Figura 11- Caixa telefónica na posição (do autor)

3.4. Substituição das antenas sectoriais da MOVITEL

A cobertura da rede móvel por toda área é garantida pela distribuição estratégica das estações de base (BSS), que por sua vez, cobrem áreas de dimensão relativamente menor. Nesta mesma senda, verifica-se que uma das torres da Movitel, S.A. se encontra localizada no interior do espaço do Aeroporto Internacional de Maputo, concretamente no terraço do edifício do bloco administrativo (conforme a imagem XIII no anexo).

As antenas sectoriais que se encontravam instaladas na torre suportavam os serviços 2G, 3G e 4G. Assim sendo, foi verificada a necessidade de se fazer a troca das antenas sectoriais por antenas que viriam a suportar os serviços 3G, 4G e 4.5G. Para tal, uma equipa técnica da Movitel realizou o trabalho de substituição das antenas sectoriais, presenciado pela equipa de manutenção do aeroporto. No primeiro dia de trabalho, a equipa da Movitel, chegou ao local trazendo consigo todo o material e equipamento necessário para o trabalho, como o caso das antenas sectoriais, os módulos de rádiofrequência (*rru*), conectores e cabos de fibra óptica e de cobre.

A equipa conjunta (Movitel e TMCENA) se dirigiu ao terraço do edifício, onde começou por avaliar as condições em que se encontrava o sistema actual para definir como se iria proceder à substituição dos componentes. Após a avaliação, foi levado todo o material até

ao terraço, tendo-se dado início ao trabalho de substituição das antenas, que foi de forma gradual. Para o primeiro sector, foram retiradas as antenas para os serviços 3G e 4G, e substituídas por uma única antena que suportava 3G, 4G e 4,5G. Depois da substituição, foi conectado o respectivo módulo de rádiofrequência que também suportava os três serviços. Devido a hora, o trabalho foi interrompido, pelo que retomaria no dia seguinte.

No dia seguinte, os trabalhos retomaram logo pela manhã, começando pela substituição das antenas dos outros sectores, de forma igual á que sucedeu no dia anterior. Uma particularidade no sector que aponta para a pista foi o facto de se ter mantido o serviço 2G e se ter activado apenas os serviços 3G e 4G. Esta decisão foi justificada pelo técnico da Movitel como sendo pelo facto de os serviços de internet não serem muito solicitados naquela região. Após a substituição das antenas e módulos de rádiofrequência, seguiu-se o tratamento da cablagem.

As ligações foram feitas por meio de dois tipos de cabos: cabos coaxiais e cabos de fibra óptica. Os cabos coaxiais foram usados para conectar as antenas sectoriais aos módulos de rádiofrequência, enquanto que os cabos de fibra óptica foram usados para fazer chegar o sinal vindo dos módulos de rádiofrequência até à cabine, da BTS. Os sectores foram devidamente identificados por um código de cores, sendo que cada cabo era identificado com uma fita com a cor correspondente ao seu sector. De forma parecida, os serviços foram identificados pelo números de fitas nos cabos.



Figura 12- Antena sectorial e rru (do autor)

Depois de feitas as conexões dos cabos às antenas e aos rru's, os cabos foram levados até a cabine para dar continuidade à instalação no equipamento subsequente. Os cabos foram conduzidos e organizados sempre próximos a um corrimão onde os mesmos eram prendidos por cintas, até chegar à cabine, onde eram introduzidos através de uma abertura já existente para a devida finalidade. Com os cabos já dentro da cabine, os cabos vindos dos rru's foram conectados às interfaces do dcd (Direct Current Power Distribution Unit), como se pode ver (nas imagens XVI e XVII em anexo).



Figura 13- DCDCU da Huawei (do autor)

Uma vez feitas todas as conexões, o técnico da Movitel entrou em contacto com a equipa técnica da sua empresa, onde recebeu a informação de que eles prosseguiriam com os

trabalhos de configuração remotamente, o que significava que o trabalho de substituição das antenas estava concluído. De seguida foram feitos os trabalhos de limpeza do local, retirada do material substituído e retirada do local de trabalho.

3.5. Manutenção das antenas sectoriais do ADS-B

3.5.1. Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B)

ADS-B é um sistema no qual um equipamento electrónico a bordo de uma aeronave automaticamente em broadcast envia dados da sua localização precisa via ligação por rádio. Os dados podem ser usados por outra aeronave e controladores de tráfego aéreo para exibir a informação da posição e altitude de uma aeronave sem precisar de um radar. Este é também referido como radar secundário.

O sistema consiste numa aeronave com o equipamento ADS-B determinando a sua posição usando GPS. Um transmissor a bordo envia em broadcast dados da sua identidade, altitude, velocidade, entre outros. Do lado dos controladores de tráfego aéreo, na torre de controlo, recebem este sinal de broadcast e a partir desta informação podem ter acesso a localização. (Airservices Australia, 1995)

O sistema ADS-B é assim chamado devido as suas características particulares:

- **Automatic** – não necessita que seja o piloto a introduzir os dados de localização, nem que sejam os controladores da torre a perguntar;
- **Dependent** – depende da informação de localização precisa e velocidade vinda do sistema de navegação da aeronave;
- **Surveillance** – fornece a posição, altitude, velocidade e outra informação a partir destes dados;
- **Broadcast** – o sinal é mandado em broadcast continuamente para ser monitorado pela torre de controlo ou outra aeronave, desde que tenha o equipamento adequado para o efeito.

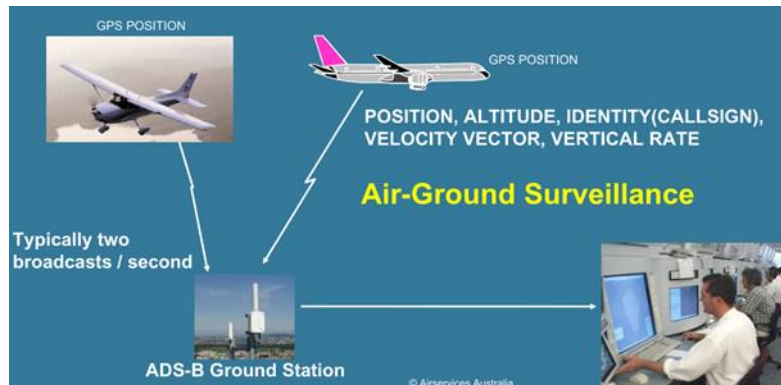


Figura 14- Ilustração do funcionamento do ADS-B (Airservices Australia, 1995)

O ADS-B, é um sistema de extrema importância no aeroporto, pois permite que os controladores da torre tenham informação sobre a localização das aeronaves no seu espaço aéreo. É com esta informação, entre outras, que os controladores são capazes de atribuir às aeronaves a altitude em que cada uma deve voar, dar a conhecer aos pilotos informação de outras aeronaves com as quais compartilham o espaço aéreo, e de modo geral fazer a devida gestão segura do tráfego aéreo.

O sistema ADS-B permite ter acesso a estas informações devido a existência de uma ligação (link) entre a torre de controle e o sistema de localização da aeronave, no qual a aeronave transmite sinais usados para determinar a sua localização, e a torre, através de antenas sectoriais receptoras captam o sinal e o introduzem no equipamento do ADS-B para processá-lo, e fornecer na saída a informação de localização da aeronave ao controlador. (Geci Group, 2012)

Para que o sinal chegue ao equipamento do ADS-B e processe o sinal, as antenas devem ser capazes de captar os sinais em boas condições, pelo que as mesmas também devem ser mantidas em boas condições. O trabalho de manutenção do sistema ADS-B teve como foco a verificação do estado das antenas sectoriais, limpeza das antenas, verificação do estado das linhas de transmissão e a respectiva limpeza, a ser feito pelos TMCENA e participação do estagiário e autor do presente relatório.



Figura 15- Antenas do ADS-B (do autor)

O trabalho teve início com a deslocação da equipa ao terraço da torre, onde se encontram as antenas sectoriais. Chegado ao terraço, foram verificadas as condições das antenas, sendo que foram encontradas manchas esverdeadas e humidade resultante da exposição das mesmas às condições climatéricas (conforme a imagem XIX no anexo). Face a este cenário decidiu-se fazer a sua limpeza. Para tal, parte da equipa desceu à sala de equipamento e desligou o equipamento para que se pudesse dar início ao trabalho. Voltando ao terraço, as linhas de transmissão foram desconectadas das antenas, foi medida a resistência interna de cada antena (parâmetro a ser usado para indicar o bom estado da antena), sendo que nos três sectores e na zona central, as antenas estavam em boas condições. De seguida foi feita a limpeza das antenas, sendo que foram retiradas as manchas de humidade e o silicone por toda estrutura da antena, prestando maior atenção para os terminais onde são conectadas as linhas de transmissão.

Terminada a limpeza nas antenas, seguiu-se para a intervenção sobre as linhas de transmissão. Começou-se por verificar o seu estado, tendo sido feito o teste de continuidade com um multímetro, para aferir se não havia qualquer quebra ao longo de toda linha. O teste de continuidade foi feito em cada uma das linhas de transmissão, pelo que todas elas tiveram resultados positivos, isto é, conduziam sem interrupção. De seguida procedeu-se a

limpeza dos terminais com o objectivo de retirar as manchas de humidade que pudessem existir.

Após garantida a limpeza das antenas e das linhas de transmissão, os terminais foram conectados às respectivas antenas e as conexões foram seladas com recurso a fita isoladora para evitar a entrada de humidade e impurezas que possam comprometer a transmissão do sinal e conseqüentemente o bom funcionamento do equipamento do ADS-B.

Após feitas as conexões do lado das antenas, a equipa desceu para a sala de equipamentos, onde depois de retirar o curto-circuito feito para testes, restabeleceu as conexões das linhas ao equipamento e ligou o equipamento para verificar se estava a funcionar em conformidade. Tendo verificado que o sistema ADS-B estava a funcionar devidamente, a equipa procedeu a limpeza do local do trabalho, retirada do material de trabalho e a sua própria retirada da sala técnica, dando por terminado o trabalho.

N.B.: É de salientar que, dada a extrema importância do funcionamento do sistema ADS-B para o controle do tráfego aéreo, o sector de manutenção electrónica teve de emitir um comunicado (notam) com a devida antecedência a informar que o sistema em questão estaria fora de operacionalidade para efeitos de manutenção por um determinado período, sendo que os controladores teriam de usar meios alternativos para controle do tráfego aéreo. E no final do trabalho, foi também comunicado pelo sector, a retomada de operacionalidade do sistema.

CAPÍTULO IV

4. Acesso Remoto do Instrument Landing System (ILS)

4.1. Introdução

A navegação aérea é um acto, técnica e inclusive um ramo científico que desde sempre exigiu estudos e investigações profundas, cujo foco é deslocar um veículo voador de um lugar para o outro. Neste grupo de veículos voadores são encontrados os aviões, os helicópteros, dirigíveis entre outros, que circulam pelo ar, que é o seu meio de locomoção, entre locais específicos chamados aeroportos. A navegação aérea teve e continua a ter um contributo imenso em todo o mundo, permitindo o transporte de cargas e passageiros, fortalecendo o sistema militar de defesa, e inclusive facilitando investigações e explorações a lugares longínquos. Estes veículos compartilham todos o mesmo espaço e diferentemente da condução rodoviária, na maior parte dos casos, a visão do piloto assim como dos controladores da torre não oferece segurança suficiente para a navegação aérea, elevando os índices de risco de acidentes aéreos. Assim sendo, na navegação aérea recorre-se em primeira instância ao uso do sistema de comunicação e navegação. O Sistema de comunicação aeronáutica e de navegação consiste num mecanismo no qual se faz o uso forte de equipamento electrónico de telecomunicações, permitindo que o piloto a bordo da aeronave possa se comunicar com os controladores na torre de controlo de qualquer estação aeroportuária por onde passe. Este sistema é composto por um conjunto de equipamento que garante a comunicação entre as duas partes, bem como orienta o piloto a bordo desde a preparação para decolagem, a sua movimentação segura no espaço até a sua aterragem. Embora a sua aterragem possa ser de relativa facilidade quando as condições atmosféricas garantem boa visibilidade ao piloto, o equipamento ILS (Instrument of Landing System) garante que o piloto possa se orientar com precisão no momento da aterragem, independentemente das condições atmosféricas que possa encontrar no local, permitindo-lhe ultrapassar as limitações da sua visão. O ILS consiste num equipamento de ligação de rádio, no qual uma estação localizada num ponto estratégico da pista troca sinais de rádio com um equipamento presente a bordo da aeronave dando a localização relativa a linha de centro da pista e o ponto exacto de pouso em função da altitude da aeronave. A estação localizada em terra é composta por dois sistemas, o Localizer e o Glide Path, que fornecem os dados mencionados no ponto anterior, respectivamente. Devido à sua

localização, a equipa de manutenção electrónica do Aeroporto Internacional de Maputo se vê algo limitada na monitorização do estado do equipamento, com dificuldades de intervenção em tempo real, em caso de necessidade. Assim sendo, a existência de um sistema de acesso remoto ao ILS é um caso merecedor de atenção, uma vez que este vem com o objectivo de colmatar as dificuldades existentes no sector para a monitorização do sistema.

4.1.1. Justificativa

Devido á localização do ILS ao longo da pista, equipa não tem acesso em tempo real do estado de operação do equipamento, pelo que se vê obrigada a percorrer e até cruzar a pista frequentemente para ter acesso ao equipamento para a monitorização e inspecção. Por um lado, estas saídas frequentes para o local do ILS fazem com que o técnico em serviço permaneça muito tempo fora da posição, dificultando o atendimento em prontidão de chamadas de urgência que possam ocorrer durante este período. Por outro lado, as constantes travessias da pista requerem pedidos e autorizações aos controladores da torre, que precisam se certificar que não há nenhuma aeronave pretes a usar a pista no momento de cada travessia, tornando o trabalho do técnico TMCENA ainda mais demorado.

Deste modo, o estudo do mecanismo de acesso remoto ao ILS, vem facilitar o monitoramento do estado de funcionamento do ILS, permitindo que o técnico possa responder em maior prontidão ás chamadas que lhe são colocadas, reduzindo o número de viagens ao local do ILS e reduzindo os riscos que advêm das constantes travessias da pista.

4.1.2. Problematização

Enquanto técnicos de manutenção do Aeroporto Intenacional de Maputo, os TMCENA têm como uma das suas responsabilidades a monitorização de todo o equipamento de telecomunicações e rádio-ajudas da empresa em questão. Este equipamento inclui os rádios em VHF usados para comunicação entre torre de controle e aeronave, o sistema ADS-B para visualização da localização das aeronaves no espaço aéreo, da rede de comunicação entre os aeroportos de outras províncias ao longo do país, do sistema

DVOR/DME e do ILS para guia de aterragem da aeronave na pista. Na actividade de monitorização deste equipamento, é essencial a existência de um sistema de acesso remoto, uma vez que este equipamento se encontra estrategicamente fora do sector de manutenção e os TMCENA devem ser capazes de ter informação do estado do equipamento em tempo real. Dos sistemas anteriormente mencionados, verifica-se que o ILS, com as suas estações localizadas ao longo da pista, não possui um sistema de acesso remoto, pelo que a equipa não tem outro meio de ter informação do estado de operação do equipamento nem de prestar intervenções necessárias a não ser se deslocando ao local das estações.

4.1.3. Objectivos

4.1.3.1. Objectivo geral

Com o desenvolvimento do presente estudo, pretende-se encontrar a melhor solução para o monitoramento e acesso remoto do ILS, no Aeroporto de Maputo.

4.1.3.2. Objectivos específicos

- Analisar o impacto da localização do ILS no processo de aterragem;
- Analisar o processo de interligação do sistema ILS para a sala de monitorização;
- Desenvolver a melhor solução para estabelecer a comunicação entre o ILS e o sistema de acesso remoto, na rede de equipamentos do TMCENA.

4.2. Descrição da situação

No Aeroporto Internacional de Maputo, o sistema ILS apresenta seus dois componentes, o Localizer (LLZ 7000B Normac) e o Glide Path (GP 7000B Normac), localizados em locais distintos próximos da pista, no entanto em locais que facilitam a definição dos seus principais parâmetros de operação. Esta mesma localização das estações componentes do ILS torna-se de difícil acesso, sendo que pelo aspecto de segurança este se torna num facto vantajoso, enquanto que para intervenções necessárias diante do equipamento por parte da equipa de trabalho, é uma localização pouco prática.

Localizer (LLZ)

A estação do Localizer está localizada no fim do prolongamento da pista 05, com o seu arranjo de antenas estendido por toda a largura da pista. Esta localização e disposição tem como objectivo facilitar na orientação do sinal que indica o centro da pista às aeronaves.

A estação do Localizer está a uma distância de 2,14km da nova torre de controlo, e a 625m da antiga torre de controlo. Inicialmente, o equipamento LLZ possuía um mecanismo de acesso remoto, que o interligava à antiga torre. A comunicação era feita por meio de cabos subterrâneos em condutas que percorrem um trajecto de aproximadamente 790m até a antiga torre. Na antiga torre encontrava-se um módulo de acesso remoto ligado ao LLZ por meio deste cabo.



Figura 16- Distância da antiga torre ao LLZ (Google maps)



Figura 17- Distância da nova torre ao LLZ (Google maps)

Este mecanismo de acesso remoto encontra-se fora de operação devido a danificação dos módulos de conexão nos terminais (quer no lado da estação do LLZ quer no lado da chegada na antiga torre). Os módulos de conexão do mecanismo de acesso remoto, assim como o próprio equipamento foram adquiridos e instalados a muito tempo, e por este motivo a reparação destes módulos foi se vendo cada vez mais difícil, até o momento em que não se conseguiu mais repôr o funcionamento do acesso remoto do equipamento.

Glide Path (GP)

A estação do Glide Path está localizada ao lado da pista 05-23, mais próxima da extremidade da 23. A sua torre apresenta três antenas quase que perfiladas ao longo da torre, com a particularidade delas estarem direccionadas de tal modo que cobrem altitudes diferentes, com o objectivo de garantir que as aeronaves estejam dentro da sua área de cobertura total, independentemente da altitude em que estejam a sobrevoar.

A estação do Glide Path está a uma distância de 1,75km da nova torre de controlo, e a 3,23km da antiga torre. A ligação antiga do Glide Path para o acesso remoto era feita por meio de cabos subterrâneos que percorriam o lado esquerdo de pista 05-23, passando por trás de pista 01 até a estação do LLZ, de onde seguem pela mesma conduta que os cabos de acesso remoto ao LLZ até a antiga torre.



Figura 18- Distância da antiga torre ao GP (Google maps)



Figura 19- Distância da nova torre ao GP (Google maps)

Este mecanismo de acesso remoto encontra-se também fora de operação devido a danificação dos módulos, assim como a algum dano ao longo do encaminhamento, factos que contribuiram para o abandono do mesmo.

4.3. Procura de solução

A falta de um mecanismo para acesso remoto constitui um problema actual na empresa, que merece a atenção pois afecta directamente o modo e a dinâmica de trabalho da equipa de manutenção electrónica. Durante a busca pela resolução deste problema são propostas as seguintes soluções:

Lançamento de nova linha de comunicação

O lançamento de uma nova linha de comunicação à nova torre tem como objectivo permitir a comunicação em tempo real entre as estações LLZ/GP e o computador da sala de monitorização localizada na nova torre. Esta comunicação deverá ser cabeada, podendo ser por cabo de cobre ou fibra óptica, cabeamento aéreo ou subterrâneo, e apresentará dois trajectos distintos, devido á localização igualmente distinta das estações LLZ e GP relativamente à nova torre de controlo, que é o local de destino. A linha de comunicação partindo do LLZ seguirá o mesmo trajecto que a linha de alimentação eléctrica da estação até a Central Eléctrica, de onde continuará em direcção a sala técnica no bloco técnico, e deste ponto o cabeamento seguirá até a nova torre de controlo, á semelhança das linhas telefónicas cuja central está localizada na nova torre de controlo e os sistemas de mensagens para gestão de tráfego aéreo que comunicam a torre de controlo e o despacho.

Incorporação de um sistema de ligação por rádio

O sistema de ligação por rádio tem como objectivo permitir que haja comunicação entre as estações LLZ/GP e o computador da sala de monitorização na nova torre por meio de ondas electromagnéticas. O sistema consiste na aplicação de transmissor e receptor a operar numa frequência específica para a transmissão de sinais na forma de ondas de rádio contendo a informação do equipamento em questão, da estação para a torre de controlo, que é onde o sinal será recebido para se ter acesso a informação do estado do equipamento. Na sua implementação, pretende-se aproveitar a linha de comunicação que saía da estação do GP para o LLZ no sistema de acesso remoto antigo para ter o sinal das duas estações no mesmo local, e de seguida devendo implementar-se o transmissor no LLZ para transmitir o sinal até à torre, onde se encontrará o receptor para captar o sinal e levá-lo à sala de monitorização, permitindo á equipa ter acesso em tempo real às informações do equipamento.



Figura 20- Posicionamento do transmissor e receptor (Google maps)

Substituição dos módulos de acesso remoto

Com a substituição dos módulos de acesso remoto, pretende-se restaurar o sistema de acesso remoto antigo, tal como havia sido concebido. Na sua implementação anterior, existia uma linha feita de cobre que levava o sinal da estação do GP até a estação do LLZ cujo o encaminhamento percorrendo a pista 05-23 pelo lado esquerdo, contornando o prolongamento de pista 10 e continuando até a estação do LLZ. Chegado á estação do LLZ, a linha do sinal do GP e a linha do sinal do LLZ seguiam por cabos de cobre, usando o mesmo caminho que a alimentação eléctrica da estação do LLZ, até á sala técnica no edifício da antiga torre. Na sala técnica era onde se encontravam os módulos de acesso remoto. Com a mudança de local do posto de trabalho dos TMCENA, o acesso remoto deve também ser deslocado até a nova torre, e para tal, a nova implementação passa por encaminhar os sinais por cabos de cobre até a nova torre.

Reposicionamento estratégico dos TMCENA

Com a actual localização dos TMCENA, fazer qualquer intervenção sobre o ILS é um processo trabalhoso e demorado, devido a sua distância e ao percurso que deve ser feito, uma vez que o procedimento de pedido de autorização para cruzar ou rolar as pistas leva um tempo considerável e deve ser muito cauteloso, porque depende do tráfego que ali se faz. A antiga torre, e antigo posto dos TMCENA está localizado a uma distância relativamente mais próxima da estação do LLZ , e do LLZ, pode-se sempre percorrer o lado esquerdo da pista 05-23 até a estação do GP sem ter de cruzar nenhuma pista, não sendo necessário passar pelo processo de pedido da autorização. Por este motivo, é considerada como opção, posicionar a equipa, o pelo menos parte da equipa novamente na antiga torre de modo a estarem estrategicamente mais próximos das estações do ILS. Apesar desta

proposta não ter grande impacto sobre o acesso em tempo real ao equipamento, esta reduz significativamente o tempo necessário para intervir sobre o equipamento.

Criação de sistema automático de reporte periódico

Um sistema automático de reporte vem com o objectivo de enviar mensagens periodicamente a equipa, com informações do estado do equipamento. A implementação desta solução consiste em criar um sistema que envia mensagens a partir de um computador posicionado na estação do LLZ e outro posicionado na estação do GP, ambos conectados ao equipamento correspondente. O sistema deve ser responsável por extrair o relatório em cada equipamento de tempos em tempos (podendo ser de hora em hora por exemplo), armazená-los num formato próprio e com base nesses dados, compôr automaticamente uma mensagem contendo os dados extraídos do relatório e enviar umas mensagens a um computador situado na torre, pronto para recebê-las. Após a concepção do sistema, um outro aspecto importante a considerar é que se deve garantir que os computadores situados nas estações estejam conectados a uma rede de móvel, para que as mensagens possam ser enviadas para o computador na torre. Recebidas as mensagens, a equipa pode ir acompanhando o estado de funcionamento da equipa de modo a fazer as devidas intervenções quando necessárias.

4.3.1. Fase de decisão

Análise comparativa das propostas	Decisão
Incorporação do sistema de ligação por rádio: <ul style="list-style-type: none">• Um sistema de ligação por rádio apesar de requerer menor esforço para a sua instalação, é um sistema cuja eficiência no funcionamento varia com as condições climatéricas;• A implementação do sistema de ligação por rádio torna necessária o investimento acrescentado para a inserção de um sistema de alimentação e protecção eléctrica com	Não Viável

<p>elementos como fontes de alimentação, baterias e UPS's para garantir que os transmissores e receptores estejam a funcionar a tempo inteiro e que se reduza o risco de danificação do equipamento em caso de algum evento inesperado relacionado com a corrente eléctrica;</p> <ul style="list-style-type: none"> • A implementação de um sistema de ligação por rádio na empresa passa pela procura criteriosa de fornecedores para satisfazer às exigências, avaliação da eficiência do equipamento, aquisição e instalação do mesmo, o que é visto como um processo considerado demorado e envolvendo um custo elevado. 	
<p>Substituição dos módulos de acesso remoto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O equipamento do ILS em operação na empresa é muito antigo, e já está em operação há muito tempo, assim os seus módulos acessórios, como o caso do módulo de acesso remoto. Por este motivo, os seus módulos podem se encontrar descontinuados, e os existentes se apresentarem não compatíveis com o equipamento; • Uma vez que a linha que interliga a estação do GP e LLZ é bastante antiga, já tendo caído em desuso por não se encontrar em boas condições, a reactivação desta linha exigiria um esforço acrescido e demorado na implementação desta solução. 	<p>Não Viável</p>
<p>Reposicionamento dos TMCENA:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A implementação desta solução acaba por não ter um impacto significativo na questão do acesso remoto ao equipamento, no entanto, é vista como uma alternativa para reduzir o tempo necessário para intervenção e facilitar o acesso ao equipamento, uma vez que a distância da antiga 	<p>Não Viável</p>

<p>torre para o LLZ é menor e permite chegar lá sem ter que passar pelo protocolo de cruzamento das pistas;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para o caso do acesso ao GP, as alternativas que não exigem passar pelo protocolo de cruzamento de pistas são, apartir do LLZ, percorrer a longa distância para contornar o prolongamento da pista 10 e percorrer o lado esquerdo da pista 50-23 (aproximadamente 4,25km), e a outra alternativa passa por percorrer a distância do aeroporto, passando pela zona oficial, pelo quartel dos bombeiros e percorrendo o caminho paralelo ao Taxway Delta, contornar o prolongamento da pista 23 e seguir até ao GP (aproximadamente 4,78km). • Reposicionamento da equipa proporciona o aumento do tempo necessário para intervenção sobre todo o outro equipamento de comunicação e navegação localizado na nova torre de controlo. 	
<p>Criação de sistema automático de reporte periódico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A concepção de um sistema automático periódico deve ser capaz de responder a um grau muito elevado de exigências, o que exigirá um longo período de desenho, criação e testes antes da implementação; • A ligação do computador à rede móvel está dependente das variações de sinal existentes na rede, bem como pelo facto do sinal na pista ser limitado para reduzir o risco de interferência com os sinais de comunicação aeronáutica. 	<p>Não Viável</p>
<p>Lançamento de nova linha de comunicação:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O lançamento de uma nova linha vai permitir que haja comunicação entre as estações e a nova torre de controlo, de modo que, apartir de um computador situado na torre se 	<p>Viável</p>

<p>pode aceder ao equipamento para averiguar o seu estado de funcionamento, tal e qual acontece quando se pretende extrair o relatório mensal junto do equipamento. Esta solução dispensa a presença de um módulo de acesso remoto, cuja procura pode ser difícil, uma vez que no computador se faz uso de um software específico do equipamento para o mesmo efeito;</p> <ul style="list-style-type: none"> • O lançamento de uma nova linha de comunicação para o LLZ pode usar as condutas já existentes do sistema antigo. A estação do GP recebe alimentação de uma linha que sai do quartel dos bombeiros, percorrendo o caminho paralelo ao Taxway Delta até ao prolongamento da pista 23, a contorna e prossegue até à estação do GP. O facto de existirem condutas já feitas nos dois sentidos, encurta o tempo necessário para o lançamento dos cabos; • A comunicação por linha cabeada reduz de forma significativa o efeito de interferências; • O processo de aquisição do material necessário para o lançamento das linhas é menos complexo e pode ser feito localmente, facto que reduz significativamente o tempo de implementação da solução. 	
--	--

4.4. Especificação da solução

4.4.1. Memória descritiva

4.4.1.1. Condições Gerais

A presente memória descritiva refere-se ao projecto para execução de infra-estruturas de telecomunicações, que se pretende efectuar, interligando a estação do LLZ e a estação do GP com a nova torre de controlo do Aeroporto Internacional de Maputo. O projecto tem

como objectivo o lançamento de cabos de telecomunicações para a comunicação de dados referentes ao equipamento ILS. Foi elaborado em conformidade com as normas que regem as telecomunicações:

- EN 50173 - Tecnologias da informação - Sistemas genéricos de cablagem;
- EN 50174 - Tecnologias da informação - Instalação da cablagem.

4.4.1.2. Caracterização da infra-estrutura

A estação do LLZ se encontra localizada a 2,14km da nova torre de controlo. A sua estação possui uma estrutura de comunicação subterrânea, usada para transportar a alimentação eléctrica proveniente da Central Eléctrica localizada a 623m da mesma. Esta estrutura é formada por condutas que percorrem uma distância de 790m, passando da Central Eléctrica até á sala técnica.



Figura 21- Trajecto da conduta da antiga torre ao LLZ (Google maps)

A estação do GP se encontra localizada a 1,5km da nova torre de controlo. Á semelhança da estação do LLZ, esta estação também possui uma estrutura de comunicação subterrânea usada para transportar a alimentação eléctrica, sendo que esta provem do quartel dos bombeiros, localizada a 1,62km da estação do GP. A estrutura de condutas percorrem um trajecto de 3,22km, saíndo do quartel, seguindo o caminho paralelo a Taxway Delta até a soleira da pista 23, contornando o prolongamento da pista 23 e seguindo até á estação do GP.

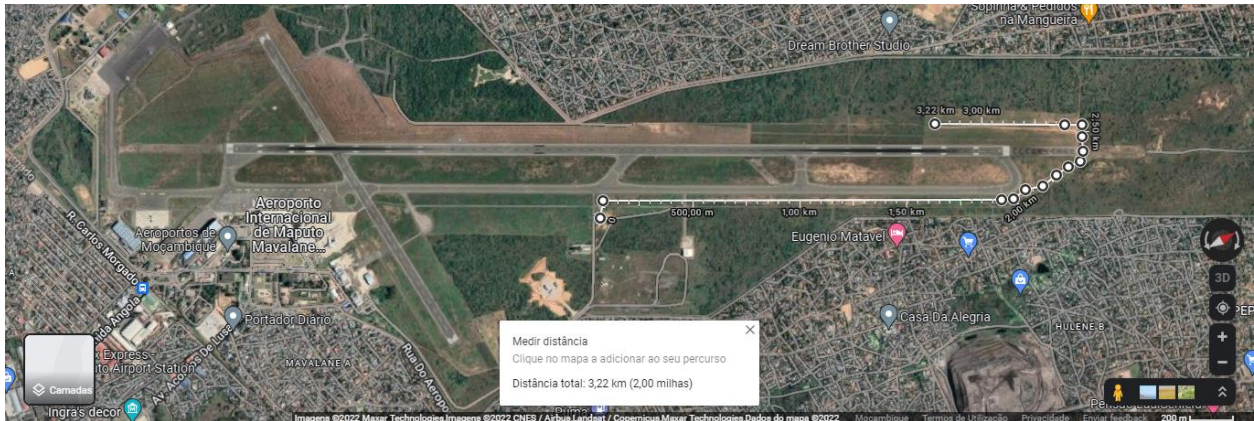


Figura 22- Trajecto da conduta do quartel dos bombeiros ao GP (Google maps)

4.4.2. Descrição Técnica

4.4.2.1. Meio de transmissão

O meio de transmissão referido na presente sessão refere ao meio através do qual a informação cai circular entre os dois pontos em questão, isto é, entre as estações do LLZ e a sala de monitorização na nova torre de controlo. Perante a situação apresentada e dadas as condições descritas, a comunicação será feita por meio de fibra óptica. A escolha da fibra óptica é reforçada pelos aspectos citados abaixo:

- Os cabos de fibra óptica são essencialmente feitos de vidro e não contem metais, o que torna imune a interferência de ondas externas ou cabos metálicos próximos dele;
- Transmite informação por muitos quilómetros sem perder muita potência;
- Perdas constantes de baixo valor, conseqüentemente tem um alto rendimento;
- Sistema de alta capacidade, isto é, transmite muitos dados.

4.4.2.2. Sistema de cabeamento

Devido a condições de localização, bem como a predisposição dos espaços, da estação do LLZ assim como da estação do GP até à nova torre , será empregue um sistema de cabeamento subterrâneo. Devido ao facto de já serem existentes caminhos subterrâneos (condutas) que transportam a alimentação eléctrica das estações a pontos estratégicos

rumo á nova torre, e porque a fibra óptica é imunde a interferência eléctrica, não será necessário proceder a abertura de novas condutas, pelo que os cabos de fibra óptica e os cabos de alimentação eléctrica poderão compartilhar as condutas.

No que diz respeito a estação do LLZ, o cabeamento será feito pela conduta usada para transportar a alimentação eléctrica da Central Eléctrica até a estação. Entrando na conduta, o cabo segue pela mesma até a berma do prolongamento do Taxway Delta próximo do terminal de carga. Chegada a berma, a conduta atravessa o Taxway Delta para o lado do hangar da LAM e segue em direcção á Central Eléctrica. Chegada a Central Eléctrica ocorre uma derivação na conduta, sendo que a alimentação eléctrica segue para o seu destino correspondente, e a conduta da linha do sistema de acesso antigo prossegue até a sala técnica do edifício da torre de controlo antiga.

Chegada a sala técnica, o cabo de fibra óptica será conectado no “patch panel” de fibra óptica que serve para comunicação com a nova torre de controlo. O “patch panel” de fibra óptica na sala técnica atravessa o edifício do Aeroporto Internacional de Maputo, passando bloco doméstico e pelo bloco internacional até ao “Int room”, onde liga a um “patch panel” de saída para a nova torre. Do “Int room” será aproveitada a conduta usada para levar as linhas telefónicas do edifício do aeroporto para a nova torre, onde se encontra a central telefónica. A fibra óptica então entra na conduta, que atravessa a placa até a zona oficinal. Da zona oficinal, segue até o caminho de circulação, e segue paralelamente ao mesmo, do lado esquerdo, até a torre de controlo, onde entra na sala técnica. Na sala técnica da nova torre, a fibra óptica será conectada no “patch panel”, que deixará o sinal quase pronto para ser conectado ao computador na sala de monitorização. Do patch panel, o sinal deverá passar por um conversor de fibra óptica para cabo UTP e encaminhado até à sala de monitorização. Chegada a sala de monitorização, o cabo UTP será conectado ao computador com o software de acesso remoto ao equipamento.



Figura 23- Trajecto da conduta da nova torre ao LLZ (Google maps)

No caso da estação do GP, sendo que a fibra seguirá na mesma conduta que a alimentação eléctrica da estação até ao quartel dos bombeiros, o cabo sairá da estação até ao prolongamento da pista 23 para contorná-la. Depois de contornar o prolongamento da pista, o cabo percorrerá, ainda na mesma conduta o trajecto paralelo ao Taxway Delta até ao quartel. Do quartel dos bombeiros, será feita uma conduta para garantir a comunicação entre este ponto e a torre, por uma distância de aproximadamente 600m. A fibra seguirá por esta última conduta até a sala técnica da torre, sendo que a partir daí, passará por um processo semelhante ao do encaminhamento do LLZ, de conversão para comunicação serial e encaminhamento para a sala de monitorização.



Figura 24- Trajecto da conduta da nova torre ao GP (Google maps)

4.4.2.3. Processos Executivos e materiais

Por defeito, o equipamento do ILS da Normac 7000 possui saídas para comunicação com o equipamento de acesso remoto. Estas saídas são originalmente por cabos de

comunicação serial, pelo que será necessária a aplicação de conversores de comunicação serial para fibra óptica do lado das estações do LLZ e do GP. Na chegada das linhas à sala técnica da torre, a comunicação por fibra deverá ser convertida para comunicação serial, para que os dados possam chegar ao computador pela porta de comunicação serial na sala de monitorização, uma vez que a interface RJ45 estará ocupada pelo cabo que traz os dados do LLZ.

A implementação da linha cabeada acima descrita tem como necessários os seguintes materiais:

- 6,2km de fibra óptica multimodo;
- Três conversores de comunicação serial para fibra óptica;
- Um conversor de fibra óptica para UTP;
- Um rolo de 200m de cabo UTP;
- Terminais RJ45 e botas.

Item	Especificação técnica	Quantidade	Preço
Cabo de fibra óptica	Drop flat FttH 1f	7km	81554,62MT
Conversores srs232-fibra óptica	Universarl srs232	3 unidades	10 877,22MT
Conversor fibra óptica-utp	TPLink – MC210CS	1 unidade	2400,14MT
Cabo utp	UTP cat5	200m	5120,99MT
Terminais rj45	-	10 unidades	100 mt
Botas	-	10 unidades	100 mt

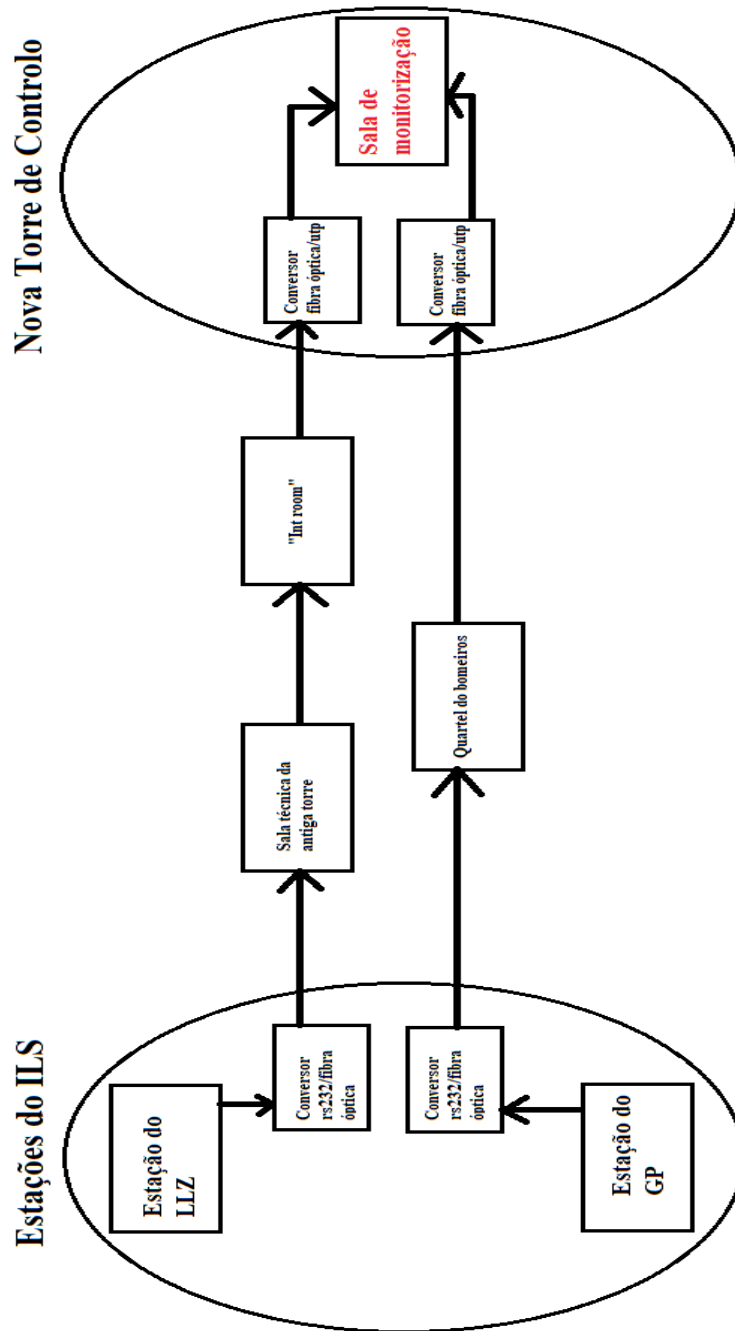


Figura 25- Diagrama de ligação do ILS à sala de monitorização (do autor)

CAPÍTULO V

5. Conclusão

Os sistemas de comunicação e sistemas de navegação aplicados no Aeroporto Internacional de Maputo são usados para garantir a troca de informação entre os diversos pontos da empresa, interna e externamente. A coordenação de actividades para manutenção da infra-estrutura da empresa como o caso dos transreceptores (rádios), para a comunicação interna entre sectores como o caso da central telefónica; assim como o caso do ADS-B que permite a localização das aeronaves no espaço aéreo do aeroporto, permitindo aos controladores fazerem a correcta gestão do espaço aéreo entre as diversas aeronaves que sobrevoam, também é de referenciar o ILS que serve de guia de aterragem para as aeronaves em condições de baixa visibilidade. Todos os sistemas acima mencionados e os abordados ao longo do presente relatório são compostos por um conjunto de equipamento electrónico que garantem a operacionalidade dos sistemas. Cada equipamento tem como base de funcionamento os princípios e as teorias aprendidas durante os anos de formação. O facto do Aeroporto Internacional de Maputo ser uma empresa que presta serviços de extrema importância para a sociedade, quer a nível nacional quer a nível internacional, faz dela um exemplo claro do que é ser capaz de solucionar dia após dia, especificamente na área técnica e de engenharia electrónica, como o caso do sector de manutenção electrónica. Com isto dito, pode-se afirmar que a experiência do estágio profissional permitiu que o autor deste relatório pudesse conciliar os conhecimentos aprendidos na academia com as situações realísticas da área técnica da electrónica e ainda ter uma breve experiência de adaptação ao mercado de trabalho, que eram os objectivos pretendidos.

5.1. Recomendações

No Aeroporto Internacional de Maputo, a operacionalidade dos sistemas de comunicação e navegação é de extrema importância, uma vez que desempenham um papel fundamental de apoio às aeronaves no espaço aéreo. Contudo, como qualquer equipamento, o equipamento electrónico tem um tempo de vida útil que deve ser respeitado, sob o risco de pôr em causa a operacionalidade dos sistemas. Assim sendo, é de se recomendar a criação

e seguimento rigoroso de um plano de actualização do equipamento e sistemas, de modo a salvaguardar a execução das actividades.

No decorrer das suas actividades, mais especificamente no que diz respeito á resolução de avarias ou manutenção correctiva, a equipa de trabalho se depara com situações que exigem acções diversificadas. Para que estas acções sejam realizadas de forma mais efectiva possível, é necessário que a empresa seja capaz de proporcionar à equipa as ferramentas mais adequadas para fazer face a estas situações e realizar o trabalho.

Durante a realização de trabalhos de reparação de diversos aparelhos electrónicos, a equipa precisa de trabalhar sobre uma bancada preparada, inclusive com boas condições de iluminação. Desta feita, recomenda-se à criação de um laboratório devidamente preparado para que a equipa possa trabalhar em boas condições, afetando positivamente o seu desempenho.

5.2. Bibliografia

1. Airservices Australia. (1995). *How ADS-B works*. Acesso em Julho de 2022, disponível em Airservices: <https://www.airservicesaustralia.com/about-us/projects/ads-b/how-ads-b-works/>
2. Da Silva, S. A. (2007). *Estudo de casos - Voz sobre IP*. Faculdades Integradas de Cacoal, Departamento de Informática, Brazil. Fonte: https://www.academia.edu/10938700/VOZ_SOBRE_IP
3. Dunstone, G. (2005). *ADS-B Introduction/ Tutorial*. Airservices Australia, Technology Development. Fonte: https://www.icao.int/meetings/amc/ma/2005/adsb_sitf4/sp01.pdf
4. Geci Group. (2012). *M10A ADS-B - Operation Manual*. Espanha.
5. Geci Group. (2012). *M10A ADS-B Station - Control and Monitoring System User Manual*. Espanha.
6. (2014). *Instrument Landing System*. ANPC.
7. (2017). *Manual de Gestão da Manutenção de Equipamentos e Sistemas Electrónicos*. Aeroportos de Moçambique, Maputo.
8. Marcondes, F. L. (2007). *VoiP na Gestao Empresarial*. Curitiba, Brazil.
9. (2005). *Normac 7033B-7034B Instrument Landing System*. Park Air Systems. Fonte: Manual Instruction.
10. Ribeiro, N. J., & Mendes, L. M. (2015). *VoIP – Tecnologia de Voz sobre IP*. Universidade Presidente Antônio Carlos- UNIPAC, Departamento de Ciência da Computação, Brazil. Fonte: <https://ri.unipac.br/repositorio/wp-content/uploads/2019/08/Nilson-Jos%C3%A9-Ribeiro-1.pdf>
11. Saxena, S. (2016). *Instrument Landing System*. Northern India Engineering College,, Department of Electronics and Communication Engineering, New Delhi, India.

Anexo

Índice do anexo

Figura do anexo I- Rádio usado para a comunicação interna (Google)	51
Figura do anexo II- Antenas e cabine do LLZ (do autor).....	51
Figura do anexo III- Estação monitora do LLZ (do autor).....	52
Figura do anexo IV- Display do LLZ (do autor).....	52
Figura do anexo V- Estação monitora do GP (do autor)	53
Figura do anexo VI- Antenas do GP (do autor)	53
Figura do anexo VII- Configuração de uma caixa telefónica (do autor).....	54
Figura do anexo VIII- Caixa telefónica 1 (do autor).....	55
Figura do anexo IX- Caixa telefónica 2 (do autor).....	55
Figura do anexo X- Caixa telefónica 3 (do autor).....	55
Figura do anexo XI- Central PABX vista frontal (do autor)	55
Figura do anexo XII- Central PABX vista traseira (do autor).....	55
Figura do anexo XIII- terraço do bloco administrativo (do autor)	56
Figura do anexo XIV- Novas antenas sectoriais (do autor).....	56
Figura do anexo XV- Equipa da Movitel e estagiários TMCENA trabalhando na substituição das antenas sectoriais (do autor).....	57
Figura do anexo XVI- Power supply (do autor).....	57
Figura do anexo XVII- DCDCU (do autor)	57
Figura do anexo XVIII- Antenas do ADS-B (do autor).....	58
Figura do anexo XIX- Antenas ADS-B antes da limpeza (do autor)	58
Figura do anexo XX- Ficha da antena ADS-B (do autor)	59
Figura do anexo XXI- Antena ADS-B depois da limpeza (do autor)	59
Figura do anexo XXII- Antenas sectoriais ADS-D no terraço da torre de controlo (do autor).....	60
Figura do anexo XXIII- Estação DVOR/DME	60
Figura do anexo XXIV- Equipamento DVOR (do autor)	61
Figura do anexo XXV- Equipamento DME (do autor).....	61
Figura do anexo XXVI- Conversor de rs 232 para fibra óptica (Google).....	61
Figura do anexo XXVII- CONversor de fibra óptica para utp (Google)	62
Figura do anexo XXVIII- rolor de cabo de fibra óptica (Google).....	62
Figura do anexo XXIX- rolo de cabo utp (Google)	62
Figura do anexo XXX- Botas para terminais RJ45 (Google).....	63
Figura do anexo XXXI- Terminais RJ45 (Google).....	63



Figura do anexo I- Rádio usado para a comunicação interna (Google)



Figura do anexo II- Antenas e cabine do LLZ (do autor)



Figura do anexo III- Estação monitora do LLZ (do autor)



Figura do anexo IV- Display do LLZ (do autor)



Figura do anexo V- Estação monitora do GP (do autor)



Figura do anexo VI- Antenas do GP (do autor)

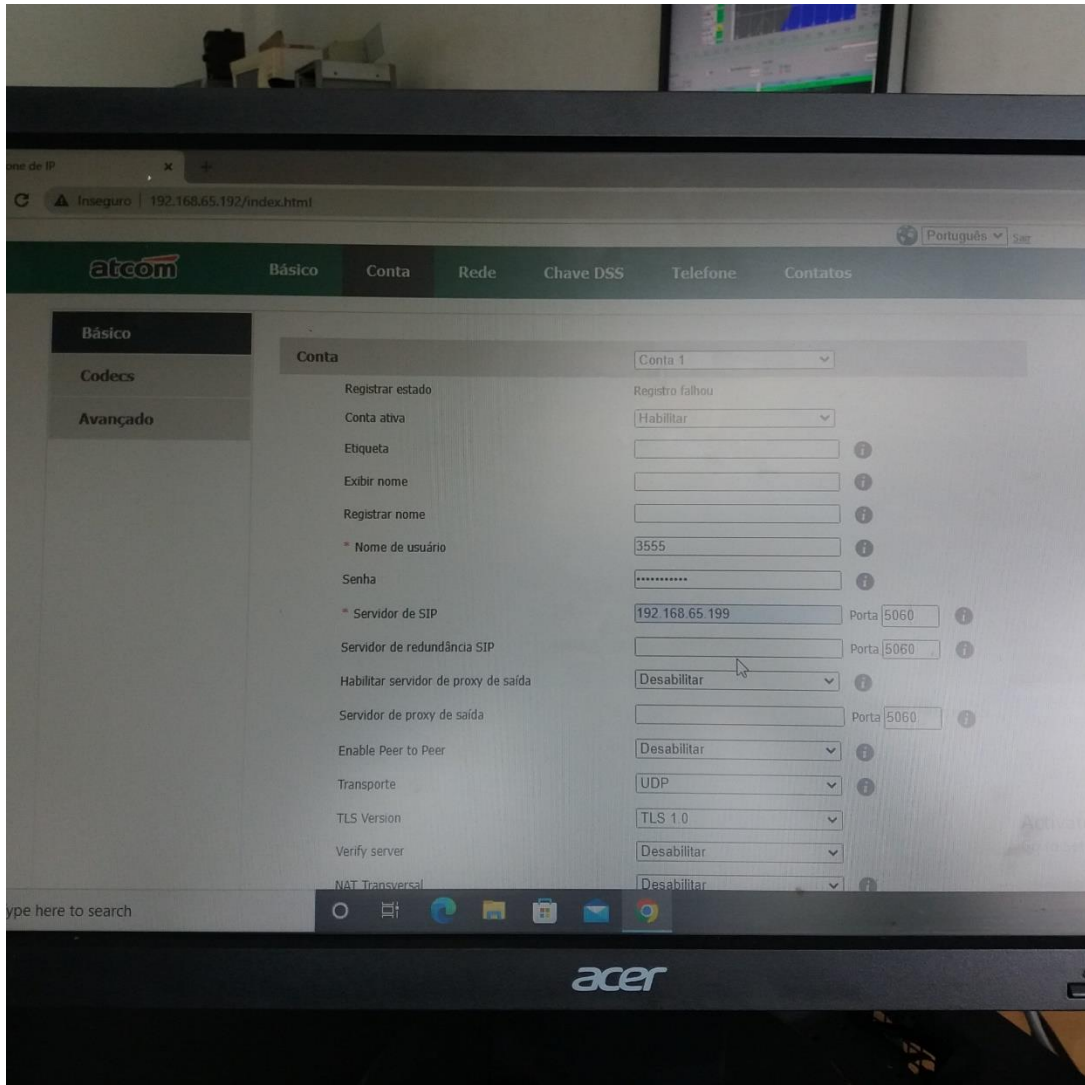


Figura do anexo VII- Configuração de uma caixa telefónica (do autor)



Figura do anexo VIII- Caixa telefônica 1 (do autor)



Figura do anexo IX- Caixa telefônica 2 (do autor)



Figura do anexo X- Caixa telefônica 3 (do autor)



Figura do anexo XI- Central PABX vista frontal (do autor)



Figura do anexo XII- Central PABX vista traseira (do autor)

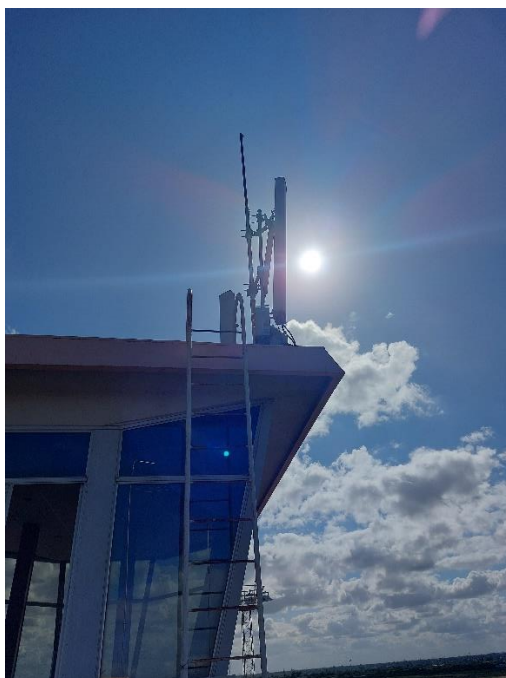


Figura do anexo XIII- terraço do bloco administrativo (do autor)



Figura do anexo XIV- Novas antenas sectoriais (do autor)



Figura do anexo XV- Equipa da Movitel e estagiários TMCENA trabalhando na substituição das antenas sectoriais (do autor)



Figura do anexo XVI- Power supply (do autor)



Figura do anexo XVII- DCDU (do autor)



Figura do anexo XVIII- Antenas do ADS-B (do autor)



Figura do anexo XIX- Antenas ADS-B antes da limpeza (do autor)



Figura do anexo XX- Ficha da antena ADS-B (do autor)



Figura do anexo XXI- Antena ADS-B depois da limpeza (do autor)



Figura do anexo XXII- Antenas sectoriais ADS-D no terraço da torre de controlo (do autor)



Figura do anexo XXIII- Estação DVOR/DME



Figura do anexo XXIV- Equipamento DVOR (do autor)



Figura do anexo XXV- Equipamento DME (do autor)

NUFIBER



Figura do anexo XXVI- Conversor de rs 232 para fibra óptica (Google)



Figura do anexo XXVII- Conversor de fibra óptica para utp (Google)



Figura do anexo XXVIII- rolo de cabo de fibra óptica (Google)



Figura do anexo XXIX- rolo de cabo utp (Google)



Figura do anexo XXX- Botas para terminais RJ45 (Google)



Figura do anexo XXXI- Terminais RJ45 (Google)