



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

Ítalo Roberto de Oliveira Borja
Rodrigues



Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
Stratus Aeronaves



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2018

Italo Roberto de Oliveira Borja Rodrigues

STRATUS AERONAVES

*Relatório de Estágio Integrado
submetido à Coordenação do curso de
Engenharia Elétrica da Universidade
Federal de Campina Grande como parte
dos requisitos necessários para a obtenção
do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Desenvolvimento

Orientador:

Professor Edmar Candeia Gurjão

Campina Grande

2018

Italo Roberto de Oliveira Borja Rodrigues

STRATUS AERONAVES

*Relatório de Estágio Integrado
submetido à Coordenação do curso de
Engenharia Elétrica da Universidade
Federal de Campina Grande como parte
dos requisitos necessários para a obtenção
do grau de Bacharel em Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Desenvolvimento

Aprovado em / /

Professor Avaliador

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

Professor Edmar Candeia Gurjão

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador, UFCG

Dedico este trabalho aos meus familiares,
à todos os meus amigos que estiveram do
meu lado e à Deus que sempre esteve me
amparando e dando forças.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, em quem me apeguei durante toda minha trajetória de vida e curso, por ter me dado forças durante toda minha trajetória me fazendo enxergar meus erros e corrigí-los para vencer esta caminhada.

Agradeço aos meus pais, Paulo Roberto e Jaqueline Ribeiro, que apesar da distância fizeram de tudo por mim, nunca me deixaram faltar nada, pelo contrário me deram suporte além do necessário. Se esforçando para me visitar, mesmo sabendo o quão ocupados são, mesmo eu falando que não fosse preciso se dispor ao cansaço para me visitar, eles faziam questão de vir e me dar um abraço, afinal um abraço dura, e muito. E à minha irmã por fazer parte da minha vida.

Agradeço à minha namorada, Ravel Pimenta, por me apoiar, incentivar, chamar atenção nos momentos necessários, ouvir meus planejamentos semanais de estudos e me ajudar a organizá-los.

Agradeço aos professores que fizeram parte dessa caminhada e pelo conhecimento, dentre eles o professor Edmar Candeia por ter aceitado ser meu orientador.

Agradeço à Juan Castro, pelo aprendizado e orientações, assim como toda empresa Stratus Aeronaves por todo apoio e suporte no que foi solicitado.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram seja dentro na vida acadêmica ou pessoal.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Foto do Hangar da Stratus.....	11
Figura 2: Espectro Luminoso do PAPI.	14
Figura 3: Tabela de Tolerâncias.	15
Figura 4: Arco de Visualização da Pista.	15
Figura 5: Referências da Luminância da Fonte.	16
Figura 6: Gabinetes do PAPI.	17
Figura 7: Estrutura Interna Modelo de um PAPI.	17
Figura 8: Parte Estrutura do PAPI.	18
Figura 9: Parte da Estrutura do Gabinete PAPI.	19
Figura 10: Visualização do PAPI pelo Piloto da Aeronave.....	19
Figura 11: Visualização do Piloto à Resposta do PAPI L-880.	20
Figura 12: Descida à 3 graus PAPI L-880.....	21
Figura 13 Visualização do Piloto à Resposta do PAPI L-881.	22
Figura 14: Descida à 3 graus PAPI L-881.....	22
Figura 15: Gabinete PAPI acima de 3 graus.....	23
Figura 16: Gabinete PAPI abaixo de 3 graus.....	24
Figura 17: Gabinete PAPI Finalizado.....	25

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
PAPI	<i>Precision Approach Path Indicator</i>
RBAC	Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	9
1. A Empresa	10
1.1 Objetivo	10
1.2 Localização	11
2. Setor de Atuação.....	12
2.1 Atividades Realizadas	12
3. O PAPI (<i>Precision Approach Path Indicator</i>).....	13
3.1 Objetivos	13
3.2 Normas FAA e ANAC	13
3.2.1 Requisitos Gerais	14
3.2.2 Requisitos Fotométricos	14
4. Funcionamento	17
4.1 Modo de Funcionamento.....	20
4.2 Circuito de Alimentação	23
4.3 Produto Final.....	23
5. Considerações Finais.....	26
6. Referências Bibliográficas.....	27

1. A Empresa

A Stratus Indústria Aeronáutica é uma empresa paraibana que trabalha para construir aeronaves seguras e econômicas de pequeno porte, dois lugares, de alta performance. Paralelamente a empresa também fornece serviços como de manutenção em aeronaves e também no desenvolvimento de equipamentos modernos para aeroportos.

A Stratus é parceira da Empresa VOLATO AERONAVES, indústria brasileira com sede em Bauru, com mais de 15 anos no mercado e que desenvolveu aqui no Brasil as aeronaves Volato 400 e Volato 200 em união com o projetista norte americano RICHARD TRICKELL, criador das aeronaves KIS 2, KIS 4, KIS CRUISER, SUPER PULSAR e PULSAR SUPER CRUISER, totalizando mais de 300 aeronaves montadas e voando em todo mundo. Além desta, a Stratus também conta com parcerias com SENAI na parte de desenvolvimento.

A sede da Stratus encontra-se em Campina Grande onde está seu hangar sede, neste é realizada todas as atividades da empresa.

1.1 Objetivo

O objetivo do estagiário na Stratus Indústria Aeronáutica foi aprender como são as interações interpessoais no ambiente de trabalho, como funciona e quais os procedimentos internos de uma empresa privada, disciplinando o estagiário para que ele cresça o seu lado profissional para estar mais preparado para o mercado de trabalho.

1.2 Localização

Stratus Indústria Aeronáutica.

BR 230, km 12 Distrito de São José da Mata.

Campina Grande – Paraíba.

Aeroblube de Campina Grande - SNKB.

Fone: (83) 3333-3288.

Figura 1: Foto do Hangar da Stratus.



Fonte: turismoemfoco.com.br

2. Setor de Atuação

No decorrer do período de estágio na área de Desenvolvimento da Stratus Indústria Aeronáutica, o estagiário pôde ter contato com a administração da empresa e a equipe técnica que trata da parte da produção na empresa. Equipe esta que era solicitada quando necessário para auxílio do estagiário que ficou responsável por desenvolver equipamento PAPI (*Precision Approach Path Indicator*), equipamento necessário para montagem de um sistema de ajuda visual à navegação do piloto para auxílio no pouso.

O PAPI fornece ao piloto orientação para descida correta na rampa, área de toque da aeronave com a pista de pouso, assim facilitando o pouso e tornando o mais seguro.

2.1 Atividades Realizadas

Iniciar o desenvolvimento do PAPI foi um desafio, já que era um equipamento desconhecido por mim. A partir dessa problemática foi em busca de tal conhecimento, lendo sobre o funcionamento do equipamento assim como manuais e datasheets do mesmo. Após adquirir informações e com ajuda do supervisor Juan Castro que já tinha certo conhecimento prévio do equipamento, iniciamos tentativa de montagem.

Fizemos pedidos das caixas de inox (parte externa do gabinete) e bases para o PAPI, a partir de então começamos as tentativas de alcançar os resultados requisitados pelas normas da ANAC e FAA. A norma mais trabalhosa de ser atendida foi a do arco de 3 minutos à 300 metros de distância, pois necessita de um ajuste fino das posições das lentes já que poucos centímetros já mudava resultado.

Foi feita escolha da lâmpada LED dicróica amarelada para conseguirmos efeito visual necessário na tonalidade vermelha.

Passado por esta etapa fizemos a fixação final do gabinete e a base, com auxílio de Sérgio Ribeiro, Chefe de Produção, e demais colaboradores.

3. O PAPI (*Precision Approach Path Indicator*)

O PAPI (em português, Indicador de Percurso de Aproximação de Precisão) é um sistema de ajuda visual de navegação aérea, constituído por aparelhos de iluminação com focos calibrados na inclinação correta para fornecer ao piloto a altitude correta para se fazer aproximação à pista para pouso.

O PAPI pode ser composto por duas ou quatro unidades de gabinete, todas independentes. O modelo com dois gabinetes é chamado APAPI e menos preciso por apresentar apenas duas luzes e três tipos de resposta ao piloto. Já o PAPI que é composto por quatro gabinetes é mais preciso, apresentando quatro luzes e combinação de cinco respostas ao piloto.

3.1 Objetivos

- Desenvolver um gabinete para montagem de um PAPI.
- Testar o gabinete de acordo às normas regulamentadoras.
- Montar quatro gabinetes possibilitando a instalação de um PAPI.

3.2 Normas FAA e ANAC

A partir das normas FAA (*Federal Aviation Administration*), norma dos Estados Unidos da América; e da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) foi obtido os requisitos tido como base para desenvolvimento do PAPI.

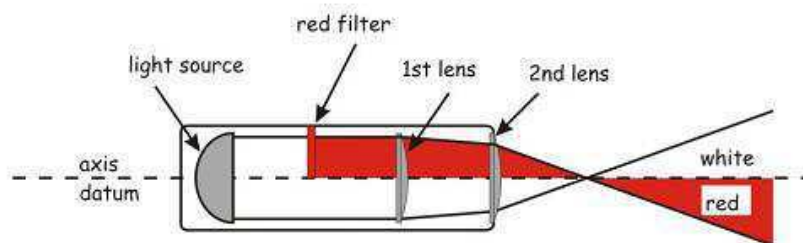
3.2.1 Requisitos Gerais

- Possibilidade de calibração e “mira/alvo” em cada unidade.
- Instalado externamente, portanto deve suportar condições externas (climáticas).
- Resistente à radiação solar e temperatura de acordo a classe: -35 à +55 °C; -55 à +55 °C.
- Operar normalmente em humidade de 100% e qualquer direção de chuvas e ventos até de 161km/h.

3.2.2 Requisitos Fotométricos

- Vidro resistente ao calor não é necessário para PAPI que usa dispositivos alternativos de fonte de luz, de acordo MIL-C-7989.
- Caso use lâmpadas incandescente é necessário garantir vida útil mínima de 1000 horas e devem estar 100% intensidade após no máximo 5 segundos de ligada.
- As luzes devem emitir um feixe de luz horizontal, sendo branca a no topo e a vermelha na parte inferior.

Figura 2: Espectro Luminoso do PAPI.



Fonte: aquariumwalls.org/papi-lighting-system

- Quando visto à 300 metros de distância a transição entre a cor vermelha e branca deve formar no máximo um arco de 3 minutos ($0,05^\circ$) no centro e 5 minutos ($0,08^\circ$) nas extremidades.

Figura 3: Tabela de Tolerâncias.

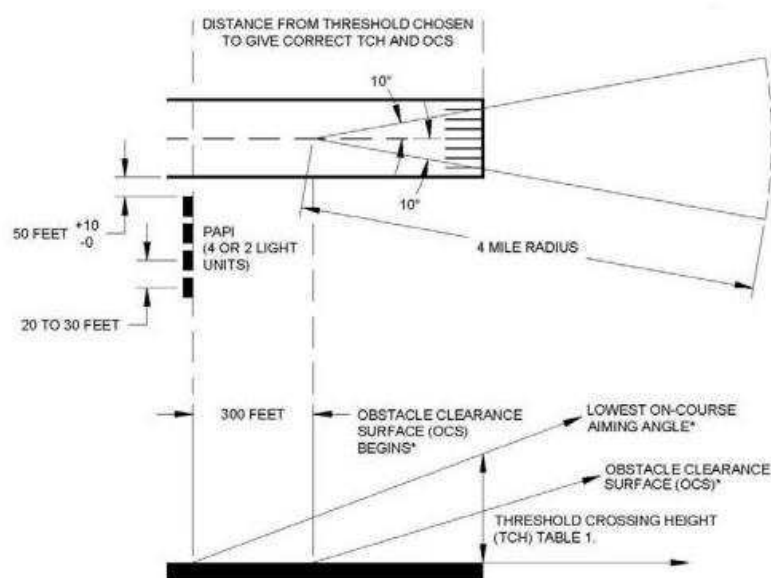
Parameter	Standard	Tolerance / Limit	
		Initial	Operating
Lamps burning			
• PAPI	All	All	No more than two lamps out per Light Unit
Vertical aiming ¹			
• Unit closest to runway	3° 30'	±2' (0.03°)	±6' (0.1°)
• Unit second from runway	3° 10'	±2' (0.03°)	±6' (0.1°)
• Unit third from runway	2° 50'	±2' (0.03°)	±6' (0.1°)
• Unit farthest from runway	2° 30'	±2' (0.03°)	±6' (0.1°)
Horizontal alignment	Parallel to runway centerline	±2' (0.03°)	±30' (1/2°)
Tilt Detection	0.25° degree below to 0.50° degree above established Light Unit angle	Same as standard	
Lamp current (current-regulated)	Rated current of lamps	See AC 150/5345-10 (current edition) for CCR output current tolerances..	
Obstructions due to vegetation, etc.	No obstruction	Same as standard	

¹. Unless a different standard is established locally, angles shown are for a 3-degree glide path.

Fonte: manual-papi-sc

- Uma linha traçada no centro da faixa de transição (+10,0,-10) deve estar no centro do arco de 3 minutos.

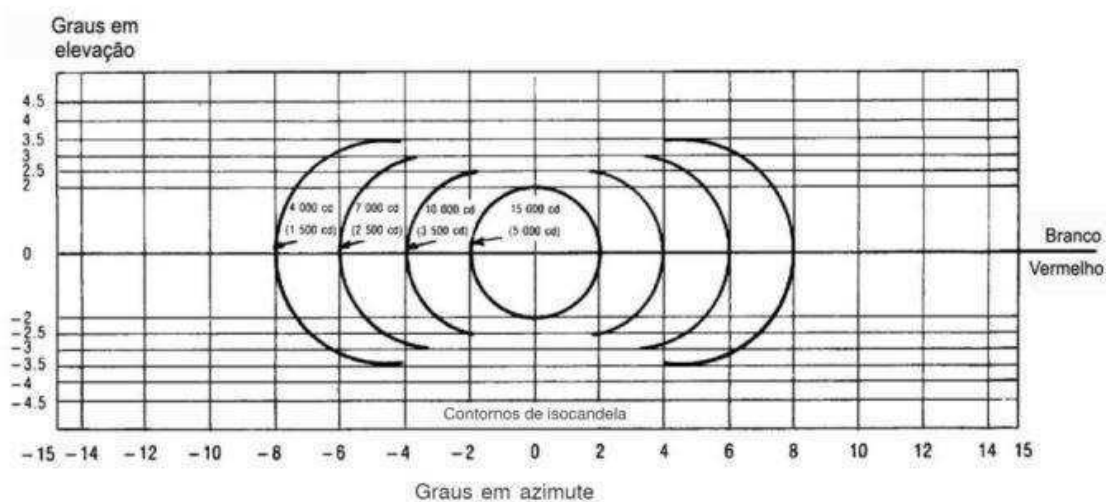
Figura 4: Arco de Visualização da Pista.



Fonte: manual-papi-sc

- Distribuição de cada fonte de luz deve atender à: 15.000cd vermelha e 30.000 branca. Para fornecer alcance necessário para visualização do piloto.

Figura 5: Referências da Luminância da Fonte.



Fonte: FAA AC No. 150/5345-28G

- The PAPI light colors must be aviation white and red and meet the requirements of SAE AS25050, Colors, Aeronautical Lights and Lighting Equipment, General Requirements for, paragraph 3.1, Aviation Colors.

4. Funcionamento

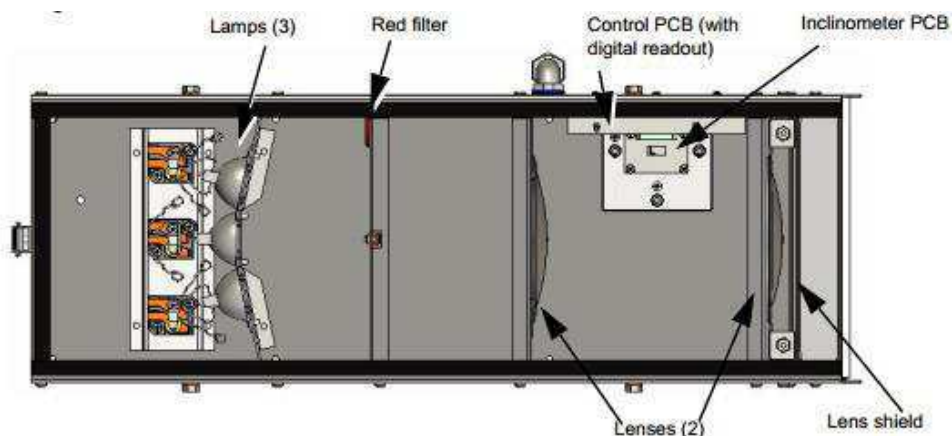
O PAPI é composto basicamente por gabinetes projetados de acordo a norma de modo a atender seus requisitos, ajustável de acordo inclinação da pista para permitir ao piloto a descida correta na área de toque da pista.

Figura 6: Gabinetes do PAPI.



Fonte: Próprio Autor

Figura 7: Estrutura Interna Modelo de um PAPI.



Fonte: manual-papi-sc

Cada gabinete é composto por uma fonte de luz, dicróica LED, seguida por um filtro vermelho e duas lentes biconvexas ajustadas de modo a suprir os

requisitos de ajuste fino na transição das cores e por fim um vidro de proteção na frente do gabinete contra objetos, animais e intempéries.

Figura 8: Parte Estrutura do PAPI.



Fonte: Próprio Autor

Figura 9: Parte da Estrutura do Gabinete PAPI.



Fonte: Próprio Autor

Portanto, o sistema do PAPI usa uma unidade de luz para fornecer ao piloto informações visuais precisas, permitindo que o procedimento seja realizado com a máxima precisão e segurança.

Figura 10: Visualização do PAPI pelo Piloto da Aeronave.



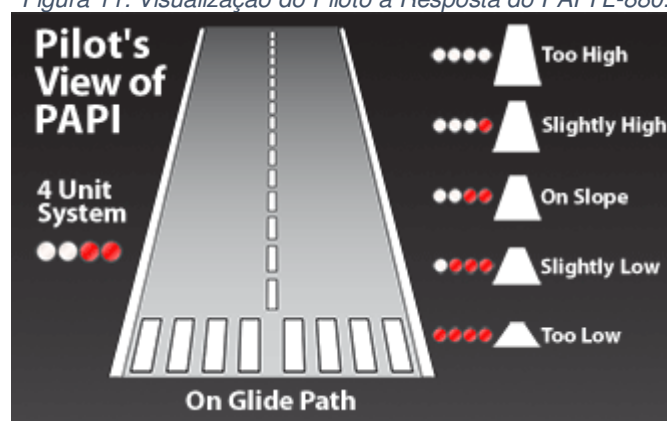
Fonte: todosabordo.blogosfera.uol.com.br

4.1 Modo de Funcionamento

O sistema PAPI Tipo L-880, mostrado na figura 11 a seguir, consiste em quatro gabinetes de luz localizadas ao lado esquerdo da pista à origem do caminho de planeio. Podendo também ser instalado à direita por motivos de relevo e outros fatores que impossibilitem instalação à esquerda.

Se uma aeronave estiver no caminho de aproximação correto, o piloto verá dois indicadores de luz vermelha e dois indicadores de luz branca. Se a aproximação da aeronave é muito alta, um aumento número de indicadores de luz branca será visto. Se a aproximação for muito baixa, o piloto notará um aumento no número de luzes vermelhas indicadores.

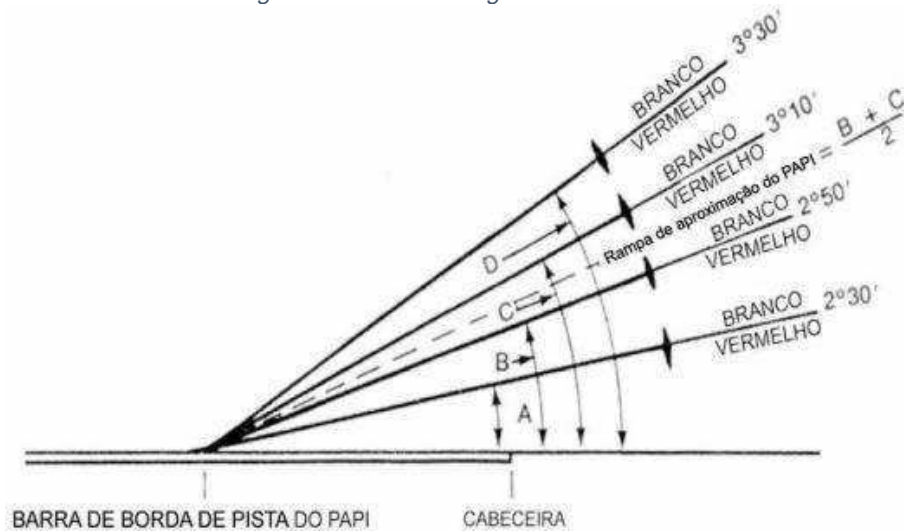
Figura 11: Visualização do Piloto à Resposta do PAPI L-880.



Fonte: new.fatare.com/papi-lighting-system

Portanto, quando o piloto se encontra na descida (*on slope*) correta na pista, em relação à altitude, ele irá ver duas luzes brancas (mais afastada da pista) e duas luzes vermelhas (mais próxima da pista).

Figura 12: Descida à 3 graus PAPI L-880.

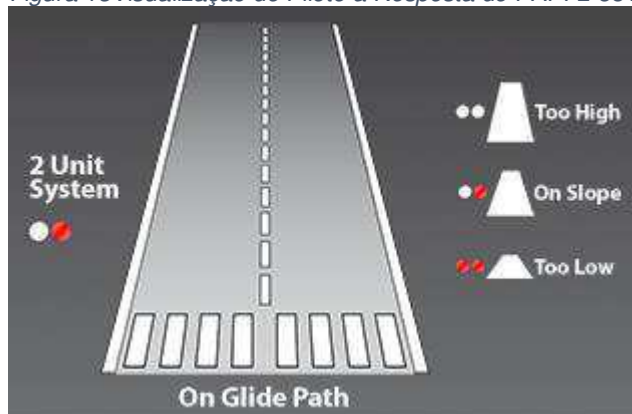


Fonte: ANAC, RBAC No.154

- Se a aeronave estiver muito alta acima do declive de aproximação, todas as quatro unidades são brancas.
- Se a aeronave estiver ligeiramente acima do declive de aproximação, três unidades são brancas (mais distantes da pista); o outro é vermelho.
- Se a aeronave estiver próxima ou na inclinação de aproximação, duas unidades são vermelhas e duas são brancas.
- Se a aeronave estiver ligeiramente abaixo do declive de aproximação, três unidades são vermelhas (mais próximas da pista); o outro é branco.
- Se a aeronave estiver muito abaixo da inclinação de aproximação, todas as quatro unidades estarão vermelhas.

Já o sistema PAPI do tipo L-881, como exemplificado na figura 13 abaixo, idêntico ao L-880, exceto que consta apenas dois gabinetes de luz utilizadas, em vez de quatro. O glide nominal é a inclinação entre o meio do caminho entre as configurações angulares das duas unidades, e quando o piloto está no caminho de aproximação correto ou próximo dele, a unidade mais próxima da pista será vista como vermelha e a outra, mais afastada da pista, branca.

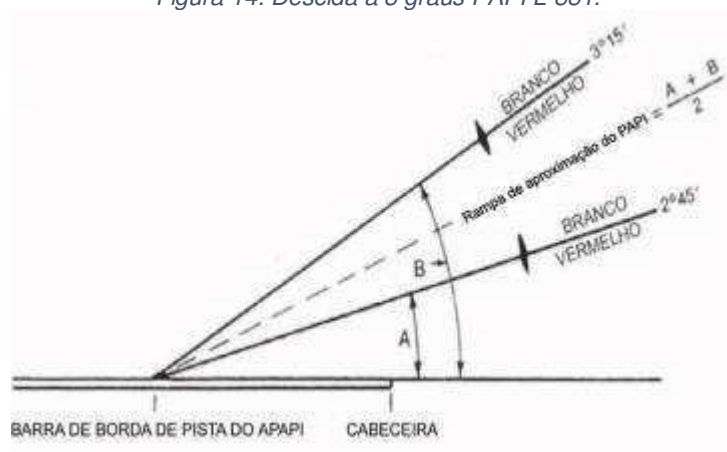
Figura 13 Visualização do Piloto à Resposta do PAPI L-881.



Fonte: new.fatare.com/papi-lighting-system

Portanto, quando o piloto se encontra na descida (*on slope*) correta na pista, em relação à altitude, ele irá ver uma luz branca (mais afastada da pista) e uma luz vermelha (mais próxima da pista).

Figura 14: Descida à 3 graus PAPI L-881.



Fonte: ANAC, RBAC No.154

- Se a aeronave estiver muito alta acima da rampa de aproximação, ambas as unidades são brancas.
- Se a aeronave estiver próxima ou na inclinação de aproximação, uma unidade é vermelha (mais próxima da pista) e uma é branca.
- Se a aeronave estiver muito abaixo da rampa de aproximação, ambas as unidades estão vermelhas.

4.2 Circuito de Alimentação

O circuito de alimentação dos gabinetes são semelhantes a circuitos de iluminação, porém não se fez necessário o projeto do mesmo. Pois foi utilizado as tomadas de uso geral para fazer alimentação da fonte de luz, após a ligação de cabo 2,5mm² para alimentação da fonte.

Posteriormente após calibração e instalação em alguma pista será analisada pela empresa Stratus Indústria Aeronáutica a necessidade de uma alimentação independente, por exemplo uma alimentação por painéis fotovoltaicos juntamente à baterias.

4.3 Produto Final

Após realizado os testes no gabinete e feita as medições com êxito no atendimento dos requisitos, foi obtido o resultado mostrado nas figuras abaixo e montado o produto final.

Figura 15: Gabinete PAPI acima de 3 graus.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 16: Gabinete PAPI abaixo de 3 graus



Fonte: Próprio Autor.

Figura 17: Gabinete PAPI Finalizado.



Fonte: Próprio Autor.

5. Considerações Finais

Embora a duração do estágio tenha sido de apenas 664 horas, o estagiário pôde ter contato com áreas que ele ainda não tinha tido a oportunidade de atuar, lidando com tarefas desafiadoras como desenvolver um equipamento que não conhecia do início ao fim, e ter responsabilidade com o acompanhamento de pedidos das peças necessárias para produção do produto final, assim como planejar prazos e promover melhor aproveitamento do tempo.

O estágio também foi muito eficaz para aproximar o estagiário do setor da aviação, mostrando na prática alguns dos conhecimentos obtidos nas disciplinas ofertadas ao longo da graduação em engenharia elétrica que podem ser utilizadas tanto para elaboração de novos dispositivos quanto para sistemas nas aeronaves em desenvolvimento na Stratus.

A disciplina de Estágio Integrado é de suma importância para a inserção do aluno no mercado de trabalho, é por meio do estágio que muitos alunos adquirem o primeiro contato com um ambiente de trabalho, ampliando a sua rede de contatos e seus conhecimentos, podendo alinhar a parte teórica com a parte prática, enriquecendo bastante o currículo do aluno.

6. Referências Bibliográficas

1. U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, PRECISION APPROACH PATH INDICATOR (PAPI) SYSTEMS, AC No. 150/5345-28G
2. REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL, RBAC No. 154
3. <https://adbsafegate.com/>
4. <https://adbsafegate.com/documents/2126/en/manual-papi-sc>
5. <https://adbsafegate.com/documents/2116/en/manual-voltage-powered-papi>
6. <http://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/cadastro-de-aerodromos/legislacao-para-aerodromos/rbac-ndeg-154.pdf>
7. https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/lsg/papi/