



***MANUAL DE MANUTENÇÃO DOS AUXÍLIOS  
LUMINOSOS À APROXIMAÇÃO E AO POUSO***

**METROL EQUIP. SINALIZAÇÃO LTDA**

Rua Avaré, 61 - Jd. Gramacho  
CEP.: 25.056-310 - Duque de Caxias / RJ  
Telefax : (21) 2775-6471 / 2775-6472  
[www.metrol.com.br](http://www.metrol.com.br)

## ÍNDICE

Pág.

### **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

1.1 OBJETIVO DO CURSO .....	04
1.2 Abreviaturas e Definições.....	04
1.3 Referências Normativas.....	06

### **CAPÍTULO 2 - CONCEITOS DE ELETRICIDADE BÁSICA .....** 08

### **CAPÍTULO 3 – INTRODUÇÃO AOS AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO, À APROXIMAÇÃO E AO POUSO**

3.1 – Auxílios Rádio à Navegação e à Aproximação.....	14
3.2 – Auxílios Visuais à Aproximação, ao Pouso e Orientação em Solo.....	15
3.3 - Parâmetros a serem considerados.....	18

### **CAPÍTULO 4 – CARACTERÍSTICAS E FUNCIONAMENTO DOS AUXÍLIOS VISUAIS**

4.1 – Configuração Elétrica Geral .....	23
4.2 – ALS / ALSF .....	28
4.3 – VASIS.....	31
4.4 – PAPI.....	35
4.5 – BALIZAMENTO LUMINOSO DE PISTAS.....	40

### **CAPÍTULO 5 - MANUTENÇÃO**

5.1 – Organização.....	43
5.2 – Procedimentos.....	44
5.3 - Aterramento.....	47

### **CAPÍTULO 6 – MÉTODOS DE EXECUÇÃO DAS PRINCIPAIS ETAPAS DA INSPEÇÃO E DE MANUTENÇÃO**

6.1 – Regulador de Corrente Constante.....	51
6.2 - Vasis.....	52
6.3 - Resistência de Isolação dos Circuitos.....	53
6.3 - PAPI.....	54

### **CAPÍTULO 7 – PARÂMETROS DE REFERÊNCIA**

7.1 – Corrente de Saída do RCC.....	58
7.2 – Resistência de Isolação dos Circuitos .....	59
7.3 – Resistência de Isolação dos Transformadores de Isolamento.....	60
7.4 – Iluminação .....	61

## **CAPÍTULO 8 – PRINCIPAIS PROBLEMAS E MEDIDAS CORRETIVAS**

8.1 - No RCC .....	63
8.2 – No TCC e no ATRC.....	65
8.3 – No Circuito-série.....	67
8.4 – No Sistema de Aterramento.....	71
8.5 -Quadro de Problemas e Soluções.....	73
Procedimentos Operacionais de Emergência .....	75

## **CAPÍTULO 9 – MEDIDAS DE SEGURANÇA**

9.1 – Preparação.....	76
9.2 – Na Subestação.....	76
9.3 – Na Pista.....	77

## **CAPÍTULO 10 – RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS**

10.1 – Recomendações.....	78
---------------------------	----

<b>PROCEDIMENTOS DE EMERGÊNCIA .....</b>	<b>79</b>
--	-----------

<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>80</b>
---------------------------	-----------

<b>GARANTIAS .....</b>	<b>81</b>
------------------------	-----------

<b>PLANILHA ATERRAMENTO.....</b>	<b>82</b>
----------------------------------	-----------

<b>DIAGRAMAS ELÉTRICOS.....</b>	<b>83</b>
---------------------------------	-----------

<b>TABELAS DE CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS / FICHA TÉCNICA DO RCC.....</b>	<b>84</b>
---	-----------

## METROL EQUIPAMENTOS DE SINALIZAÇÃO LTDA.

### CAPÍTULO 1

#### **INTRODUÇÃO**

##### **1.1 – OBJETIVO DO CURSO**

O objetivo deste curso tem por objetivo a capacitação e/ou reciclagem dos profissionais na execução de operação e de manutenção dos equipamentos componentes dos sistemas de Auxílios Visuais através de métodos racionais e seguros.

O conhecimento das informações aqui contidas é de grande importância para a operacionalidade e confiabilidade dos sistemas em questão.

##### **1.2 – ABREVIATURAS E DEFINIÇÕES**

###### **1.2.1 – As abreviaturas utilizadas nesta apostila são:**

- **ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- **FAA** - Federal Aviation Administration
- **ICAO** - International Civil Aviation Organization

###### **1.2.2 – Definições aplicáveis a esta apostila são:**

###### **1.2.2.1 – Balizamento**

É o processo utilizado para destacar obstáculos, contornar extensões ou áreas dos terrenos.

###### **1.2.2.2 – Balizamento Luminoso de Pistas**

É o processo utilizado para destacar obstáculos, contornar extensões ou áreas, através de luzes, nas pistas dos aeródromos.

###### **1.2.2.3 – Defeito**

Ocorrência em área ou equipamento que não impede seu uso ou funcionamento, todavia pode a curto ou longo prazo, acarretar indisponibilidade.

###### **1.2.2.4 – Falha**

Ocorrência em área ou equipamento que provoca sua indisponibilidade.

## **1.2.2.5 - Inspeção**

Atividade de medição, exame, ensaio e verificação com calibres ou padrões a fim de coletar informações quantitativas (leitura de variáveis mensuráveis) ou qualitativas (avaliação de variáveis não mensuráveis, típicas de observações/deduções baseadas nos cinco sentidos humanos) de uma ou mais características de um subsistema/equipamento para determinar se a conformidade para cada uma dessas características é obtida.

## **1.2.2.6 – Manutenção**

Conjunto de atividades técnico-administrativas, executadas com a finalidade de preservar as características e o desempenho originalmente especificados, assegurando a disponibilidade e confiabilidade no funcionamento dos sistemas implantados nos aeroportos.

## **1.2.2.7 – Manutenção Corretiva**

Ações desenvolvidas com o objetivo de fazer retornar às condições especificadas, um subsistema, área ou equipamento, após a ocorrência de defeito ou falha. A manutenção corretiva se subdivide em duas ações ou fases: manutenção de emergência e manutenção programada.

## **1.2.2.8 – Manutenção Preditiva**

É uma subdivisão do conceito de manutenção preventiva. É a intervenção de manutenção executada quando se aproxima uma condição de falha, quando se pode “predizer” a aproximação da falha.

## **1.2.2.9 – Manutenção Preventiva**

Conjunto de atividades técnico-administrativas executadas com a intenção de reduzir a probabilidade de defeitos e falhas de uma área ou equipamento ou mesmo a degradação da operacionalidade de um subsistema.

## **1.3 – REFERÊNCIAS NORMATIVAS**

### **1.3.1 – ABNT**

1.3.1.1 – *NBR 7732 (Jul 1994) – Cabos Elétricos para Auxílios Luminosos em Aeroportos;*

1.3.1.2 – *NBR 7733 (Jul 1996) – Aeroportos – Execução de Instalação de Cabos Elétricos Subterrâneos para Auxílios Luminosos;*

1.3.1.3 – *NBR 12971 (Ago 1993) – Emprego de Sistema de Aterramento para Proteção de Auxílios Luminosos em Aeroportos;*

1.3.1.4 – *NBR 9718 (Jan 1987) – Transformadores de Isolamento para Auxílios Luminosos em Aeroportos;*

1.3.1.4 – *EB 2137 (Ago 1991) – Transformadores de Corrente Constante para Auxílios Luminosos em Aeroportos;*

1.3.1.5 – *NBR 12801 (Ago 1993) – Autotransformador Regulador para Auxílios Luminosos em Aeroportos;*

1.3.1.6 – *NBR 8673 (Jul 1993) – Aeroportos – Conector (Plug e Receptáculo) para cabo elétrico para Auxílio Luminoso;*

1.3.1.7 – *NBR 8917 (Jun 1985) – Sinalização vertical em Aeroporto;*

1.3.1.8 – *EB 8917 (Set 1990) – Vidro Para Auxílios Visuais Luminosos de Uso Aeronáutico;*

1.3.1.9 – *NBR 7234 (Ago 1993) – Unidades de Medidas de Uso em Aeronáutica;*

### **1.3.2 – ICAO**

*1.3.2.1 – Annex 14 (ICAO) – Volume I – Aerodrome Design and Operations – Third Edition – July 1999*

*1.3.2.2 – Airport Services Manual – Doc 9137 – AN/898 – Part 9 – Airport Maintenance Practices – First Edition 1984*

*1.3.2.3 – Aerodrome Design Manual – Doc 9157 – AN/901 – Part 4 – Visual Aids – Third Edition – 1993*

*1.3.2.4 – Aerodrome Design Manual – Doc 9157 – AN/901 – Part 5 – Electrical Systems – First Edition 1983*

*1.3.2.5 – Annex 5 (ICAO) - Units of Measurement to be used in Air and Ground Operations – Fourth Edition – July 1979.*

### **1.3.3 – FAA**

*1.3.3.1 – Advisory Circular Nº AC 150/5340-26 – Maintenance of Airport Visual Aid Facilities*

*1.3.3.2 – Advisory Circular Nº AC 150/5345-26C – FAA Specification for L-823, Plug and Receptacle, Cable Connectors – April 2000.*

*1.3.3.3 – Advisory Circular Nº AC 150/5345-28D – PRECISION APPROACH PAH INDICATOR (PAPI) SYSTEMS – May 1985.*

## CAPÍTULO 2

### CONCEITOS DE ELETRICIDADE BÁSICA

#### 2.1 – SISTEMA MÉTRICO INTERNACIONAL

##### Unidades Fundamentais do Sistema Métrico Internacional

<u>Grandeza</u>	Unidade Fundamental	Símbolo
<b>Comprimento</b>	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente Elétrica	ampère	A
Temperatura Termodinâmica	kelvin	K
Intensidade Luminosa	candela	cd
Quantidade de Matéria	mole	mol

##### Unidades Derivadas do Sistema Métrico Internacional

<u>Grandeza</u>	Unidade Fundamental	Símbolo
<b>Energia</b>	joule	J
Força	Newton	N
Potência	watt	W
Carga Elétrica	coulomb	C
Potencial Elétrico	volt	V
Resistência Elétrica	ohm	$\Omega$
Condutância Elétrica	Siemens	S
Capacitância Elétrica	farad	F
Indutância Elétrica	Henry	H
Frequência	hertz	Hz
Fluxo Magnético	weber	Web
Densidade de Fluxo Magnético	tesla	T

#### Prefixos Métricos Utilizados em Eletricidade

Prefixo	Símbolo	Valor	Potência de 10
giga	G	1 000 000 000	$10^9$
mega	M	1 000 000	$10^6$
kilo	K	1 000	$10^3$
mili	M	0,001	$10^{-3}$
micro	$\mu$	0,000 001	$10^{-6}$
nano	N	0,000 000 001	$10^{-9}$
pico	P	0,000 000 000 001	$10^{-12}$

## 2.2 – CORRENTE ELÉTRICA

Entende-se por corrente elétrica, um fluxo de elétrons que se desloca em um condutor. Pode-se comparar os elétrons que percorrem um fio metálico, com a água, por exemplo, que flui por um cano.

## 2.3 – INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA

É o fluxo de elétrons que se desloca num condutor, contado numa unidade de tempo (em segundo, por exemplo).

Fazendo-se a analogia com o escoamento de água em um cano, a intensidade de corrente elétrica corresponde à contagem litros por segundo.

Assim como o escoamento de água (vazão) pode ter como unidade de medida litros por segundo, a intensidade de corrente elétrica também tem sua unidade de medida. A unidade mais usada para medir a intensidade de corrente elétrica é o AMPERE, que abreviadamente simbolizamos por A.

## 2.4 – CORRENTE ELÉTRICA CONTÍNUA

A corrente elétrica contínua é aquela cujo fluxo de elétrons tem um único sentido de percurso. Assim, neste tipo de corrente elétrica, a intensidade da corrente pode variar de valor com o tempo, mas esta corrente sempre circula em um mesmo sentido, ou seja, do pólo positivo para o pólo negativo.

## 2.5 – CORRENTE ELÉTRICA ALTERNADA

Ao contrário da anterior, este tipo refere-se à corrente elétrica cujo fluxo de elétrons muda de sentido com o tempo. Das correntes elétricas alternadas, as que mais comumente se encontram na prática são as periódicas, ou seja, as que mudam de sentido em períodos de tempos iguais. Esta mudança de sentido de percurso é caracterizada pela frequência com que ocorre.

Assim, por exemplo, se dizemos que uma corrente alternada tem a frequência de 60 ciclos por segundo, isto em outras palavras, quer dizer que ela faz 60 “vai-e-vens” por segundo. Daí podemos dizer que ela muda de sentido 120 vezes por segundo. Pela razão de sempre estar mudando de sentido é que não usamos as expressões “pólo positivo” e “pólo negativo” para corrente alternada, como fazemos quando tratamos de corrente contínua.

A unidade ciclos por segundo é chamada de Hertz, cuja abreviatura é Hz.

## 2.6 – TENSÃO ELÉTRICA

Para que um condutor (fio, cabo elétrico, etc.) seja percorrido por uma corrente elétrica é necessário que haja em suas extremidades uma “diferença de potencial”, definida como Tensão Elétrica.

Assim como é necessário que haja uma diferença de nível (definida pela altura), ou diferença de pressão, para que a água se ponha em movimento, igualmente precisa existir uma tensão elétrica (ou diferença de potencial) para fazer com que circule a corrente elétrica. A tensão elétrica pode ser considerada como uma “pressão elétrica”.

Resumindo, podemos dizer:

- Tensão Elétrica é a causa;
- Corrente Elétrica é o efeito ou a consequência.

A unidade de medida da tensão elétrica é o VOLT, cuja abreviatura é V.

## 2.7 – GRANDEZAS INERENTES AOS CIRCUITOS ELÉTRICOS – LEI DE OHM

Como visto anteriormente, é necessário que haja uma “pressão elétrica”, chamada tensão elétrica, para que a corrente elétrica percorra um condutor. Isto acontece porque todo condutor oferece uma oposição à passagem da corrente.

O físico alemão Ohm verificou que “a intensidade de corrente elétrica que percorre um condutor é diretamente proporcional à tensão elétrica aplicada às suas extremidades”. Esta é a chamada Lei de Ohm.

Esta lei pode ser matematicamente expressa por:

$$V = K \times I$$

Onde:

V = Tensão Elétrica, medida em Volts;

I = Intensidade da Corrente Elétrica, medida em Ampéres;

K = Constante de Proporcionalidade entre V e I. Será medida em ohms.

Quando nos referimos à corrente elétrica contínua (cc), K representa apenas uma grandeza, denominada Resistência Elétrica, simbolizada por R.

Quando, porém se trata de corrente alternada (Ca) K, além da resistência elétrica, representa também outra grandeza denominada Reatância Elétrica, que é simbolizada por X. Neste caso, a “combinação” das duas (R e X) é denominada Impedância Elétrica, sendo simbolizada por Z.

Com estas considerações a fórmula  $V = K \times I$  poderá ser escrita:

$$V = R \times I, \text{ quando tratamos de corrente contínua}$$

$$V = Z \times I, \text{ quando tratamos de corrente alternada}$$

Cabe salientar que a grandeza X aparece em virtude das propriedades magnéticas da corrente alternada. Ela aparece quando a carga é composta de um ou mais dos seguintes equipamentos: motores, transformadores, bobinas, eletroímãs, etc.

## **2.8 – CAPACITOR**

Um capacitor é um dispositivo elétrico formado por duas placas condutoras de metal separadas por um material isolante chamado dielétrico.

## **2.9 – CAPACITÂNCIA**

Grandeza escalar que caracteriza a propriedade que tem um sistema de condutores e de dielétricos a estes associados, de armazenar energia quando tal sistema é submetido a um campo elétrico.

## **2.10 – INDUTOR**

Um indutor é um dispositivo elétrico utilizado para induzir indutância num circuito.

## **2.11 – INDUTÂNCIA**

Grandeza escalar que caracteriza a propriedade que tem um circuito ou um condutor de induzir tensão, por efeito de variação de corrente.

## **2.12 – REATÂNCIA CAPACITIVA**

É a oposição ao fluxo de corrente elétrica alternada devido à capacitância no circuito.

## **2.13 – REATÂNCIA INDUTIVA**

É a oposição ao fluxo de corrente elétrica alternada devido à indutância no circuito.

## **2.14 – ATERRAMENTO**

Ligação elétrica intencional e de baixa impedância com a terra.

## **2.15 – ISOLAÇÃO**

Conjunto dos materiais isolantes utilizados para isolar eletricamente.

## **2.16 – ISOLAMENTO**

Conjunto das propriedades adquiridas por um corpo condutor, decorrentes de sua isolação.

## **2.17 – RESISTÊNCIA ELÉTRICA**

A resistência é a oposição ao fluxo da corrente elétrica.

## **2.18 – RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO**

Resistência elétrica entre o eletrodo de aterramento considerado e a terra.

## **2.19 – RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO**

Valor da resistência elétrica, em condições especificadas, entre duas partes condutoras separadas por materiais isolantes.

## **2.20 – RESISTIVIDADE**

Resistividade é a característica física específica de uma material que exprime sua resistência elétrica por unidade de comprimento.

## **2.21 – AUTOTRANSFORMADOR**

O autotransformador constitui um tipo especial de transformador de potência. Ele é formado por um só enrolamento.

Fazendo-se derivações ou colocando-se terminais em pontos ao longo do comprimento do enrolamento, podem ser obtidas diferentes tensões.

## **2.22 – TRANSFORMADOR**

Equipamento elétrico estático que, por indução eletromagnética, transforma tensão e corrente alternados entre dois ou mais enrolamentos, sem mudança de frequência.

## **2.23 – TRANSFORMADOR DE CORRENTE**

Transformador para instrumentos cujo enrolamento primário é ligado em série em um circuito elétrico, e reproduz, no seu circuito secundário, uma corrente proporcional à do seu circuito primário, com sua posição fasorial substancialmente mantida.

## **2.24 – TRANSFORMADOR DE CORRENTE CONSTANTE**

Transformador que, dentro de limites preestabelecidos, mantém constante a corrente no circuito secundário, a despeito das variações da resistência deste circuito e da tensão no circuito primário.

## **2.25 – TRANSFORMADOR DE ISOLAMENTO**

É um transformador de corrente especial, para utilização em circuitos série de sistemas de auxílios luminosos em aeroportos.

## **2.26 – RELAÇÃO DE TRANSFORMAÇÃO**

- De um Transformador de Corrente: razão da corrente primária nominal, para a corrente secundária nominal;
- De um Transformador de Potência: razão, igual ou superior a 1, das tensões nominais de dois enrolamentos do transformador.

## **2.27 – FLUXO LUMINOSO**

È entendido como a quantidade total de luz emitida por segundo por uma fonte luminosa, sendo medido em lumens (lm).

## **2.28 – INTENSIDADE LUMINOSA**

A intensidade luminosa de uma fonte numa dada direção, é o limite da razão do fluxo luminoso no interior de um ângulo sólido cujo eixo é a direção considerada, para esse ângulo sólido quando tende para zero.

## **2.29 – ILUMINÂNCIA**

È o limite da razão do fluxo luminoso recebido por uma superfície, em torno de um ponto considerado, para a área dessa superfície. É medida em lux (lx), observando-se que 1 lx é a iluminância de uma superfície de 1 m<sup>2</sup> sobre a qual incide um fluxo luminoso de 1 lm.

## CAPÍTULO 3

### INTRODUÇÃO AOS AUXÍLIOS À NAVEGAÇÃO, À APROXIMAÇÃO E AO POUSO

Quando em vôo o piloto é ajudado por um grande número de instrumentos os quais fornecem a ele todas as informações necessárias:

#### 3.1 – AUXÍLIOS RÁDIO À NAVEGAÇÃO, À APROXIMAÇÃO E AO POUSO

São diversos equipamentos destinados a orientar o vôo das aeronaves, fornecendo indicações precisas ao piloto, para navegação, aproximação e pouso, como se segue:

##### 3.1.1 – *DME (Distance Measuring Equipment) – Equipamento Medidor de Distância*

É um equipamento destinado a fornecer informações à aeronave que permitem ao piloto saber a que distância a aeronave se encontra com relação a esse equipamento, bem localizado nas cartas de navegação aeronáutica.

##### 3.1.2 – *ILS (Instrument Landing System) – Sistema de Pouso por Instrumentos*

É composto de vários equipamentos tais como:

- a) *Localizer*: Localizador de Pista, que tem a finalidade de indicar ao piloto, que a aeronave está direcionada ao eixo central da pista de pouso.
- b) *Glide Slope*: Trajetória de Planeio, que tem a finalidade de indicar ao piloto que a aeronave está na trajetória de planeio adequada.
- c) *Marker Beacon*: Utilizados geralmente 3 balizadores, chamados Outer Marker - Marcador Externo, Middle Marker – Marcador Médio e Inner Marker – Marcador Interno, que servem para balizar o percurso da trajetória de planeio, situados a distâncias bem determinadas da cabeceira da pista.

##### 3.1.3 – *NDB (Non Directional Beacon) – Rádio Farol Não Direcional*

É um equipamento de auxílio à navegação aérea, que transmite informações em todas as direções com a finalidade de permitir às aeronaves localizarem-se, através de marcações direcionais, obtidas do equipamento de bordo, em relação à estação sintonizada, ou ainda ser utilizado como referência a procedimentos de aproximação e de pouso por instrumentos.

### **3.1.4 – RADAR (Radio Detection and Range) – Detecção Rádio e Localização**

É um equipamento destinado a detectar alvos aéreos ou terrestres, fixos ou móveis, com a finalidade de identificar alvos, determinar posições, direções, distâncias, rumos, altitudes, tamanhos, etc. Quando utilizado em terminais de aeródromos, permite a aproximação, pouso e decolagens em meio a condições visuais precárias.

### **3.1.5 – VDF (Very High Frequency Direction Finder Station)**

Estação de Radiogoniometria em Frequência Muito Alta – Recalada. Esse equipamento permite localizar a direção de uma chamada ou comunicação em VHF, de uma aeronave, permitindo a orientação da mesma em direção a um Aeródromo.

### **3.1.6 – VOR (Very High Frequency Omnidirectional Radio Range) – Rádio Farol Direcional em Frequência Muito Alta**

É um equipamento que transmite sinais direcionais na faixa de VHF, destinado a orientar as aeronaves em vôo, informando ao piloto através de um instrumento no painel, se a aeronave está se aproximando da estação com a indicação “to”, ou se está se afastando dela, com a indicação “from”, quando voando no topo da radial selecionada.

## **3.2 – AUXÍLIOS VISUAIS À APROXIMAÇÃO, AO POUSO E ORIENTAÇÃO EM SOLO**

São equipamentos diversos destinados a auxiliar o piloto durante a aproximação, pouso e orientação em solo em condições visuais e são os seguintes:

### **3.2.1 – ALS (Approach Lighting System) – Sistema de Luzes de Aproximação**

É um conjunto de luzes colocadas simetricamente em relação ao eixo central da pista, visando alinhar a aeronave para o pouso em condições visuais ou em condições de baixa visibilidade nas aproximações por instrumentos, começando na cabeceira da pista e estendendo-se no sentido de seu prolongamento.

### **3.2.2 – ALSF (Approach Lighting System Flasher) – Sistema de Luzes de Aproximação Pulsativas**

É um ALS equipado com “flasher”, que são luzes de alta intensidade, acendendo e apagando de uma forma progressiva e cadenciada, em direção à cabeceira da pista, com a finalidade de auxiliar o posicionamento das aeronaves para o pouso, quando a visibilidade estiver prejudicada.

### **3.2.3 – Balizamento Luminoso de Pistas**

É um conjunto de luzes de várias cores e níveis de ajuste de brilho, a saber:

- a) *Balizamento Luminoso de Início de Pista* – Indica o início da cabeceira da pista de pouso;
- b) *Balizamento Luminoso de Fim de Pista* – Indica o término da pista de pouso;
- c) *Balizamento Luminoso de Centro de Pista de Pouso e de Táxi* – Indica a trajetória da pista de pouso/táxi das aeronaves;
- d) *Balizamento Luminoso de Lateral de Pista de Pouso e de Táxi* – Indicam as laterais da pista de pouso/táxi;
- e) *Balizamento Luminoso de Zona de Toque* – Indicam a posição correta para o toque da aeronave no solo no momento do pouso;
- f) *Barras de Parada* – Localizadas nas interseções, indicam ao piloto quando a aeronave pode ingressar na pista de pouso/decolagem;
- g) *Sinalização Vertical* – Orientam o piloto com as instruções e informações necessárias ao deslocamento da aeronave em solo nas áreas de manobra.

### **3.2.4 – Biruta (Indicador Visual de Condições do Vento de Superfície)**

É um dispositivo tipo cone inflável móvel, que gira em torno do eixo mastro conforme direção do vento e que serve como auxílio visual para as aeronaves por ocasião do pouso ou decolagem.

### **3.2.5 – Farol de Aeródromo – Aerodrome Beacon**

É um auxílio visual luminoso rotativo, que pode ser percebido a uma longa distância, em forma de lampejos, destinado a orientar a localização do aeródromo em operações de aproximação de aeronaves em condições visuais noturnas.

### **3.2.6 – Luzes de Obstáculos**

São luzes vermelhas que visam à indicação da existência de obstáculos no trajeto do pouso/decolagem e taxiamento das aeronaves em um aeródromo e em suas proximidades.

### **3.2.7 – PAPI (Precision Approach Path Indicator) – Indicador de Trajetória de Aproximação de Precisão**

É um sistema de auxílio visual constituído por um conjunto de quatro caixas óticas dispostas de um lado da pista, próximas da cabeceira, sendo que cada caixa contém indicações luminosas em suas faces, voltadas para a linha de visada do piloto, orientando-o com relação à trajetória de planeio ideal, fornecendo indicações que dependerão da altitude da aeronave.

- a) *Aeronave demasiadamente baixa* ficará visíveis todas as caixas com iluminação Vermelha;
- b) *Aeronave ligeiramente baixa* ficará visíveis uma com iluminação Branca e três com Vermelha;
- c) *Aeronave na trajetória correta* ficará visíveis duas Brancas e duas Vermelhas;
- d) *Aeronave ligeiramente alta* ficará visíveis três Brancas e uma Vermelha;
- e) *Aeronave demasiadamente alta* ficará visíveis todas com iluminação Branca.

**OBS.: 1)** Em aeroportos que operam apenas aeronaves de pequeno porte é usado o sistema com a configuração de apenas duas caixas, recebendo a designação de APAPI.

- 2) Em casos especiais, quando houver necessidade de orientação para nivelamento de asas de aeronaves, ambos os sistemas (PAPI ou APAPI) poderão ser instalados com caixas em ambos os lados da pista.

### **3.2.8 – Pistola de Sinalização (Lanterna Sinalizadora de Torre de Controle)**

É um dispositivo de auxílio visual utilizado pelos controladores de tráfego aéreo, nas Torres de Controle, quando não for possível a comunicação via rádio com aeronaves, autorizando as pretensões das mesmas com luz verde, negando com luz vermelha e determinando o retorno da mesma com luz branca.

### **3.2.9 – VASIS – AVASIS – Visual Approach Slope Indicator System – Sistema Indicador de Rampa de Aproximação Visual**

É um sistema de auxílio visual composto por caixas óticas dispostas lateralmente ao longo da pista de pouso, que poderão ter um número de doze ou dezesseis caixas.

Estas caixas possuem iluminação especial, em cinco níveis de brilho diferentes, localizada na face da caixa voltada para a linha de visada do piloto, orientando-o com relação à trajetória de planeio ideal, fornecendo indicações vermelhas quando a aeronave estiver abaixo da rampa e brancas quando acima da trajetória ideal e, quando na trajetória ideal, haverá a coincidência das duas, indicando ao piloto uma tonalidade Rosada.

Quando houver instalações nos dois lados da pista o sistema é chamado de VASIS e quando for somente de um lado passa a chamar-se AVASIS.

**OBS.:** Este sistema está saindo de uso, sendo substituído pelo sistema PAPI – APAPI.

### 3.3 – PARÂMETROS A SEREM CONSIDERADOS

#### 3.3.1 – Tipos de Pistas<sup>1</sup>

3.3.1.1 – *Pista de vôo visual (VFR)* – São disponíveis somente os auxílios visuais.

3.3.1.2 – *Pista de vôo por instrumentos (IFR)* – Projetada para aeronaves usando instrumentos de aproximação. Dividem-se em:

- a) Pista para aproximação sem precisão: Além de usar os auxílios visuais, a pista é equipada com um auxílio eletrônico que fornece ao piloto pelo menos uma orientação direcional adequada para aproximação e pouso;
- b) Pista para aproximação de precisão: Os auxílios eletrônicos fornecem a direção e a indicação de inclinação que a aeronave tem que seguir para um pouso seguro. Dividem-se em:
  - ✓ Pista para aproximação de precisão de Categoria I;
  - ✓ Pista para aproximação de precisão de Categoria II;
  - ✓ Pista para aproximação de precisão de Categoria III (A, B, C).

Estas definições estão diretamente ligadas ao Alcance Visual na Pista e à Altura de Decisão.

<u>Categoria</u>	<b>Altura de Decisão</b>	<b>Visibilidade Horizontal</b>	<b>RVR – Alcance visual na pista</b>
Categoria I	$H \geq 60$ m	800 m	$\geq 550$ m
Categoria II	$60 > H \geq 30$ m	Sem restrição	$\geq 350$ m
Categoria III A	$H < 30$ m	Sem restrição	$\geq 200$ m
Categoria III B	$H < 15$ m	Sem restrição	$\geq 50$ m
Categoria III C	Sem restrição	Sem restrição	-

**OBS.:** A visibilidade horizontal é estimada, enquanto o alcance visual na pista é medido pelo Visibilômetro, conhecido com RVR.

<i>Sistemas de Iluminação Requeridos para Categorias de I a III</i>				
<u>Sistemas de Iluminação</u>	<u>Categoria</u>			<u>Observações</u>
	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	
Iluminação de Aproximação	●	●	●	-
Fileira de Barras de Iluminação Lateral com Barra Transversal a 150 m	x	●	●	Para Categorias II e III
Iluminação de Sequência de Flashes	○	○	○	Iluminação de Sequência de Flashes opcional. Em Instalações de Categoria II e III, pode ser desligado na zona entre o limite de pista e a barra de 300 m.
PAPI – Precision Approach Path Indicator (Indicador de Trajetória de Aproximação de Precisão)	●	○	○	Em Instalações de Categoria II e III o Indicador Visual de Rampa de Aproximação pode ser desligado.
Iluminação de Cabeceira de Pista	●	●	●	-
Iluminação de Lateral de Pista	●	●	●	-
Iluminação de Linha de Centro de Pista	○	●	●	Opcional nas Instalações de Categoria I.
Iluminação de Fim de Pista	●	●	●	-
Iluminação de Zona de Toque	x	●	●	Para Categorias II e III.
Iluminação de Lateral de Pista de Táxi	●	○	○	Também recomendado para curvas em Categorias II e III.
Iluminação de Linha de Centro de Pista de Táxi	○	●	●	No caso de sistema de pista de táxi complexo e grande volume de tráfego, é recomendado também para Categoria I.
Barras de Parada	○	●	●	Também recomendado para Categoria I
Luzes de Segurança de Pista	●	●	●	Para Categoria I somente quando o tráfego for denso.
Sinalização Vertical	●	●	●	-

x Não requerido

● Requerido

○ Opcional

### 3.3.2 – Envelope de Trajetória de Pouso

Define o canal de aproximação para o pouso dentro do qual a aeronave deve voar seguramente durante uma aproximação regular para as Pistas com Categorias I, II ou III. Para o tipo de operação Categoria III, o canal é de dimensões reduzidas.

### 3.3.3 – Altura da Aeronave em Relação ao Nível da Pista

#### 3.3.4 – Meteorologia

##### 3.3.4.1 – Altura de Decisão

É especificada pelas autoridades aeroportuárias. Esta é a altura com a qual o piloto:

- ✓ Continua seu procedimento de aproximação se o contato com os auxílios visuais é efetivo;
- ✓ Ou cancela seu procedimento de aproximação.

##### 3.3.4.2 – Cortante de Vento

Variação de vento que pode provocar perda de velocidade na aeronave.

##### 3.3.4.3 – RVR (Runway Visual Range) - Campo Visual da Pista

É a distância com a qual o piloto em uma aeronave posicionada na linha de centro da pista pode ver a indicação da superfície da pista ou as luzes de delineamento da pista ou a identificação da linha de centro da pista.

O principal objetivo do RVR é fornecer ao piloto, através de unidades de serviços de tráfego aéreo, informações sobre as condições de visibilidade da pista. RVR é requerido para permitir uma avaliação das condições do tempo, se estão acima ou abaixo do valor especificado para operação mínima.

O RVR é calculado levando em conta:

- ✓ A **intensidade** das luzes de borda e de linha de centro de pista;
- ✓ A clareza ótica da atmosfera – **transmissão atmosférica**;
- ✓ **Luminância** do fundo em contraste com a luz que é vista.

## **3.3.5 – Características da Aeronave**

### **3.3.6 – Efeitos Visuais**

#### **3.3.6.1 – Necessidades dos Pilotos**

Para cada operação o piloto precisa de indicações que são os auxílios visuais tais como indicadores e dispositivos de sinalização, marcas, luzes, sinais e marcadores, no intuito de:

- a) Permanecer na linha de interseção dos dois planos para a aproximação (Linha de Centro e Trajetória de Aproximação);
- b) Permanecer na linha de centro da pista;
- c) Achar e tomar uma saída;
- d) Tomar a pista de táxi para a área de docagem com um equipamento grande, largo e de difícil manobra;
- e) Alcançar a velocidade de decolagem e permanecer na linha de centro da pista ( $V > 250/300$  km/h).

### **3.3.7 – Iluminação de Solo**

#### **3.3.7.1 – Configuração**

A combinação dos auxílios visuais dá um desenho geral ao piloto.

#### **3.3.7.2 – Cor**

As luzes formam sinais coloridos cuja função é identificar os diferentes sistemas de iluminação do aeródromo para exprimir instruções ou informações. Desta maneira, as luzes de borda de pista são brancas, e as luzes da pista de táxi são azuis. Os sinais vermelhos, brancos e verdes das lâmpadas de sinalização de tráfego são usadas para instruções do tráfego de solo e ar. Cada cor tem sua função.

Exclusivamente são usadas as cores branca, vermelha, verde, amarela e azul. Estas cores são fáceis de serem definidas, mesmo com baixo brilho.

#### **3.3.7.3 – Intensidade Luminosa (Candela)**

Esta é a iluminação que pode ser observada pelo olho produzida por uma luz que irá determinar como esta luz será vista. Quando a atmosfera está limpa, uma luz de intensidade relativamente baixa pode ser vista de longa distância. No entanto, com neblina, se o nível de transmissão for  $10^{-20}$  por quilômetro, uma luz com intensidade de 80 candelas poderá ser vista a uma distância de 0,17 km (170 m), e uma luz tendo uma intensidade de 80000 candelas poderá ser vista somente a uma distância de 0,3 km (300 m).

### 3.3.7.3 – Cobertura

O raio de cobertura angular das luzes determina os pontos de onde cada luz será vista (Cobertura horizontal e vertical).

Exemplos:

- 1 - Luzes de centro de pista – pequeno raio de abertura horizontal e vertical.
- 2 – Luzes de pista de táxi – ampla abertura horizontal e vertical (360° horizontal e 30° vertical).

### 3.3.8 – Elemento Humano

Isto é extremamente importante para assegurar que o sistema visual funcione como um sistema.

Elementos componentes devem estar balanceados com relação a intensidade e espaçamento garantindo que o piloto veja e reconheça um sistema padronizado esperado.

Exemplo: Se um lado da pista possui luzes com um bom brilho e o outro lado possui luzes com um baixo brilho, os pilotos tendem a se aproximar do lado que possui as luzes de menor brilho no intuito de corrigir o percurso compensando a intensidade luminosa.

## CAPÍTULO 4

### CARACTERÍSTICAS E FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA DE AUXÍLIOS VISUAIS

Na alimentação das luzes dos Sistemas de Auxílios Visuais de um Aeródromo podem ser usados tanto circuitos série como circuitos paralelos. Na maioria dos Aeródromos são utilizados os circuitos série pelas vantagens oferecidas em relação aos circuitos paralelo. É por esta razão que estaremos estudando neste curso somente a configuração do circuito série.

#### 4.1 – CIRCUITO SÉRIE

Os elementos do Circuito Série são conectados em anel com a mesma corrente fluindo em cada elemento alimentado por uma fonte de energia. Se um valor fixo de tensão for aplicado a uma carga, a corrente no circuito poderá variar com a variação da carga. No entanto, um Transformador de Corrente Constante ou um Regulador de Corrente Constante irá manter a corrente constante independente da carga conectada no circuito. Note que a corrente é constante, porém alternada. Assim a mesma corrente irá fluir em um longo circuito como em um pequeno circuito e permanecer a mesma, ainda que alguma lâmpada queimar. O Regulador de Corrente Constante já possui o controle de brilho acoplado. No caso do Transformador de Corrente Constante é necessária a utilização de um Autotransformador Regulador de Corrente para a regulação de brilho das lâmpadas.

No Regulador de Corrente Constante quando é fechado um curto em sua saída significa uma condição de circuito sem carga e quando o circuito está aberto significa uma condição de sobrecarga.

Em um circuito série simples diretamente conectado, a queima de uma lâmpada causaria a abertura do circuito: portanto, é necessário ter um dispositivo de “by pass”, como um Transformador de Isolamento.

### 4.1.1 – Vantagens

Algumas vantagens do circuito série para iluminação de aeródromos são:

- a) Todas as lâmpadas trabalham com a mesma corrente e conseqüentemente com a mesma intensidade. A intensidade e aparência uniformes das lâmpadas são importantes;
- b) pode ser usado um condutor singelo de mesma bitola e classe de tensão de isolamento no circuito;
- c) o controle de intensidade das luzes pode ser obtido através de uma larga faixa;
- d) o circuito pode ter uma falta para terra em algum ponto ao longo do circuito sem afetar a operação das luzes: e
- f) Faltas para terra são fáceis de serem localizadas.

## 4.1.2 – Desvantagens

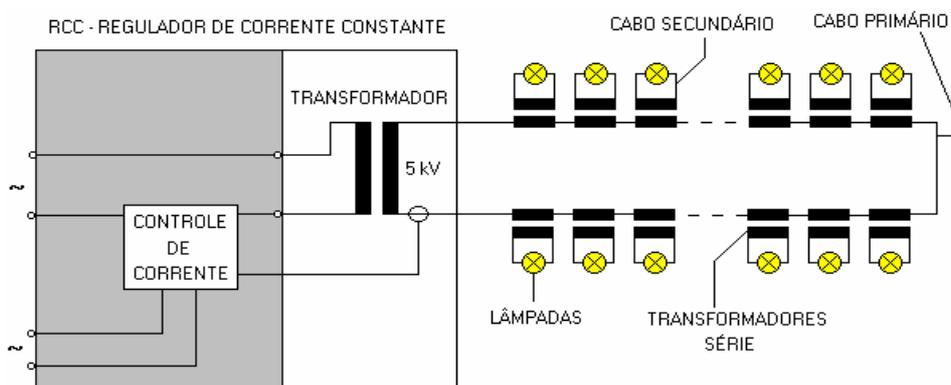
As maiores desvantagens dos circuitos série quando usados para iluminação são:

- a) Alto custo de instalação – o Regulador de Corrente Constante e os transformadores de isolamento contribuem consideravelmente para este custo;
- b) Uma falha de circuito aberto em algum local do circuito provoca uma inoperância total e pode ser perigoso para o isolamento do cabo ou para o regulador de corrente constante; e
- c) A localização de falhas, especialmente de circuito aberto, pode ser difícil.

## 4.1.3 – Configuração Básica de um Circuito Série

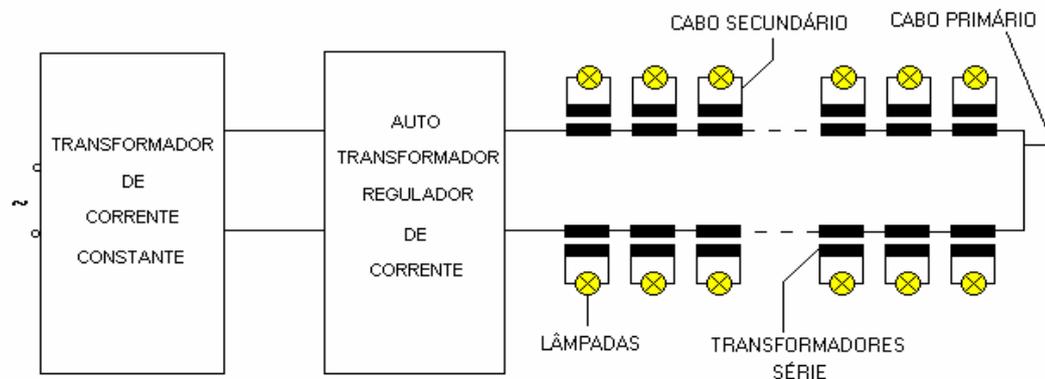
A alimentação de energia pode ser feita através de um Regulador de Corrente Constante (RCC) ou de um TCC (Transformador de Corrente Constante)

### 4.1.3.1 – Circuito com Regulador de Corrente Constante (RCC)



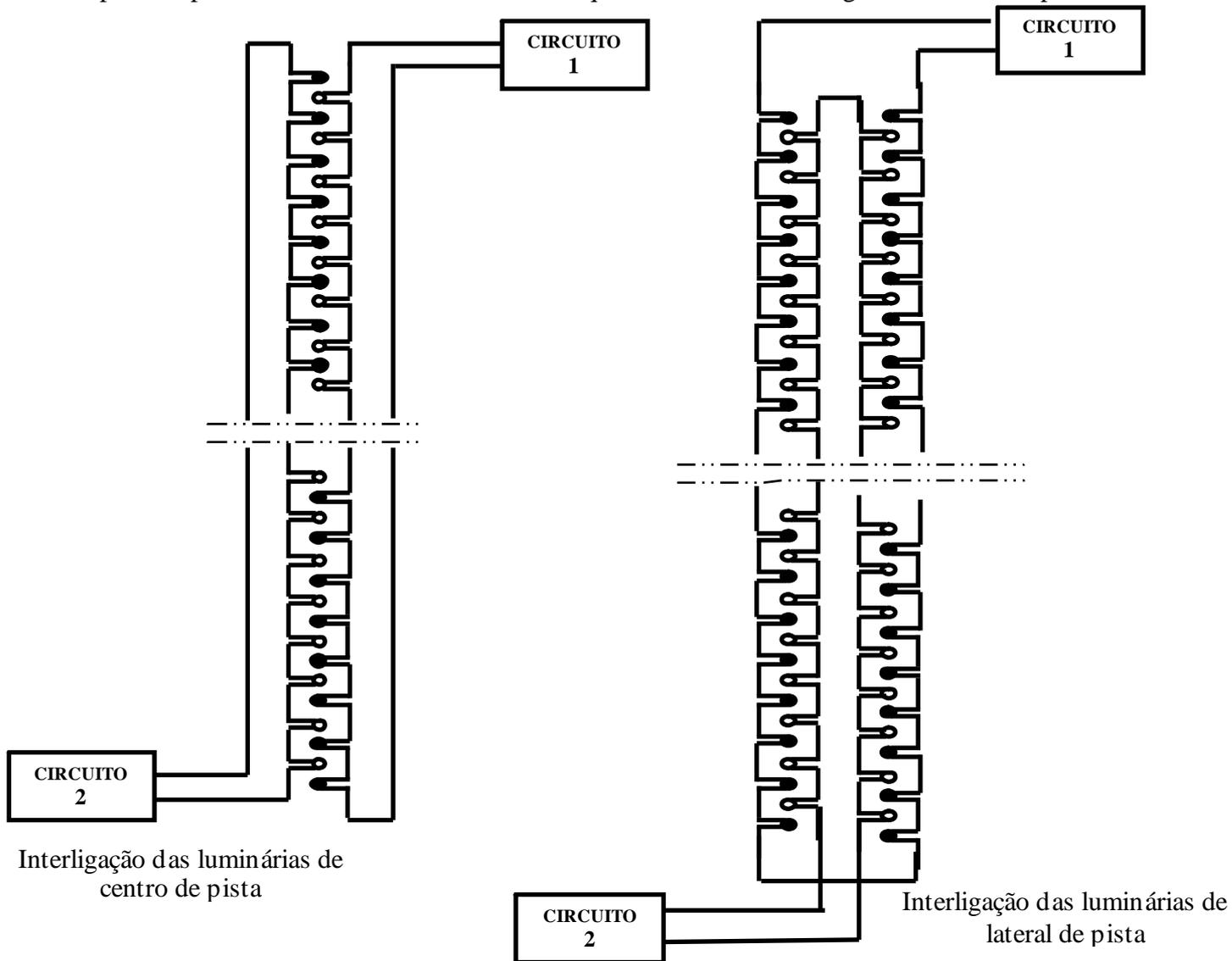
#### 4.1.3.2 – Circuito com Transformador de Corrente Constante (TCC) e Auto-transformador Regulador de Corrente (ATRC)

A alimentação de energia é feita através de Transformador de Corrente Constante (TCC) onde o movimento relativo entre as bobinas primárias e secundárias modifica a reatância de dispersão magnética ajustando-se automaticamente em um valor que somado à impedância da carga permite que seja fornecida uma corrente constante, seja qual for a carga. A corrente de saída desejada gera uma força de repulsão que coloca a bobina móvel na posição que origina a corrente produzindo o equilíbrio mecânico quando a força de repulsão equilibra o peso da bobina móvel. Toda mudança de carga na saída ou da tensão de entrada encontra imediata oposição no movimento da bobina móvel para restabelecer o equilíbrio eletromecânico. O controle das intensidades de brilho é feito com o uso de um autotransformador com derivações. As principais desvantagens do TCC são o baixo fator de potência com cargas inferiores à nominal (com 50% da carga nominal –  $\text{fp} = 0,75$ ).



**ESQUEMA DE LIGAÇÃO DOS CIRCUITOS**

A ICAO recomenda que todo sistema de sinalização luminosa de pista de pouso seja composto de dois circuitos intercalados. Cada um dos circuitos deve estender-se por todo o auxílio e no caso de falha em um dos circuitos o outro deve apresentar uma configuração simétrica e equilibrada. As luzes de cabeceira devem fazer parte de circuitos independentes e as de eixo de pista de pouso devem intercalar-se de modo que não se altere o código de cores. Exemplos:



## 4.1.4 – Componentes Principais de um Circuito Série

### 4.1.4.1 – Sistema de Alimentação, Proteção e Controle

- a) Transformador de Corrente Constante (TCC) ou Regulador de Corrente Constante (RCC)
- b) Autotransformador Regulador de Corrente (No caso de utilização de TCC)
- c) Detector de Fuga para Terra (Para utilização com RCC)
- d) Detector de Lâmpadas Queimadas (Para utilização com RCC)
- e) Seletor de Cabeceiras
- f) Painel de Controle Remoto

### 4.1.4.2 – Luminárias

- a) Lâmpadas
- b) Filtros
- c) Lentes
- d) Borrachas de Vedação

### 4.1.4.3 – Transformadores de Isolamento

### 4.1.4.4 – Cabeamento

### 4.1.4.5 – Aterramento para Proteção contra Descargas Atmosféricas (Malha de Terra)

## 4.2 – ALS (Approach Lighting System) – Sistema de Luzes de Aproximação

Um ALS é uma configuração de luzes dispostas simetricamente em torno da linha central da pista estendida, começando na cabeceira da pista e estendendo-se no sentido de seu prolongamento. Este sistema fornece informação visual de alinhamento de pista, percepção de altura, orientação para nivelamento de asas e referências horizontais. Destina-se a melhorar a capacidade operacional e a segurança das aeronaves durante a operação de aproximação e pouso, particularmente durante os períodos noturnos e/ou de visibilidade reduzida. Embora sejam considerados auxílios visuais, são também utilizados em conjunção com auxílios eletrônicos para aproximação e pouso e, geralmente, apóiam mínimos de visibilidade reduzida. Os sistemas de aproximação que são utilizados em pistas de aproximação de precisão (CAT I e CAT II/III) têm, normalmente, 3.000 pés (900 m) de comprimento, enquanto que os utilizados em pistas para operação visuais numero de código 3 e 4, destinadas para utilização noturna e de aproximação de “não-precisão” (SIMPLIFICADO) tem, normalmente, 1.400 pés (420 m) de comprimento.

Objetivando atender melhor à segurança, as configurações dos sistemas devem ser compatíveis e adequadas as requisitos operacional. Esses sistemas também poderão ser constituídos com luzes de lampejo seqüenciado (“Flasher”), que parecem aos pilotos como se fossem uma bola de luz se deslocando em alta velocidade em direção à cabeceira da pista (dois lampejos por segundo), facilitando sua orientação. O ALS equipado com flasher tem a denominação de ALSF ( A pproach Lighting System with Runway Alignment Indicator Lights). Se a operação for CAT I, é chamado ALSF-1; se CAT II ou III, ALSF 2/3.

As figuras 218- 1, 218-2 e 218-3 apresentam as configurações dos sistemas acima citados.

- NOTAS:
- 1- Pista número de código 3 é aquela com comprimento entre 1200 e 1800 m.
  - 2- Pista número de código 4 é aquela com comprimento de 1800 m ou maior.

As lâmpadas são montadas em estruturas dos mais variados tipos. Essas estruturas de sustentação variam de acordo com o local. São usados postes de concreto, metálicos ou estruturas mistas que são montadas com intervalos de 30 metros a partir da cabeceira da pista, num total de 30 barras numeradas de 1 a 30, sendo a barra mais afastada da pista a de número 30.

No topo de cada estrutura são montadas cinco lâmpadas ajustadas com 30° de elevação. Todo esse conjunto de lâmpadas fica disposto no prolongamento do eixo da pista e espaçadas simetricamente, emitindo luz de coloração branca.

O circuito de luzes é dividido em três partes chamados de “loops”, para distribuição e equilíbrio da carga.

A barra número 10 é diferente das demais, pois possui 21 lâmpadas e fica afastada 300 m da cabeceira da pista, produzindo junto ao sistema, a configuração de uma cruz.

Próximo à cabeceira as barras são montadas com filtros vermelhos que lhes dão orientação e destaque. Esses filtros são necessários para alertar aos pilotos quanto à proximidade do solo.

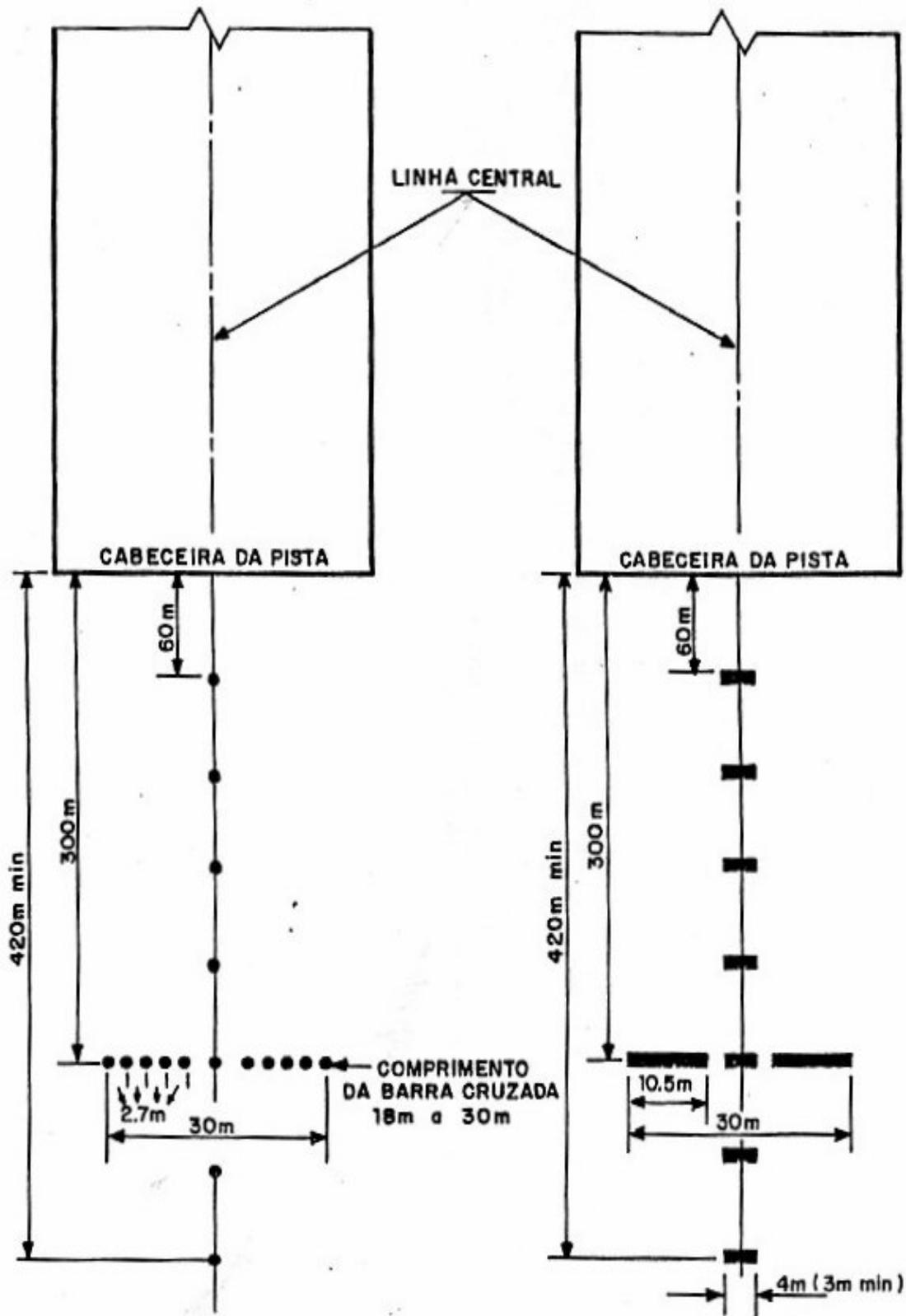
A barra zero é embutida na pista e é composta de luzes verdes instaladas no início da cabeceira da pista. Possui tantas lâmpadas quantas forem necessárias, de acordo com a largura da pista e o espaçamento utilizado, normalmente utiliza-se 40 (quarenta) luminárias embutidas.

A barra zero é considerada atualmente, como parte integrante do balizamento de pista, não pertencendo mais ao ALS.

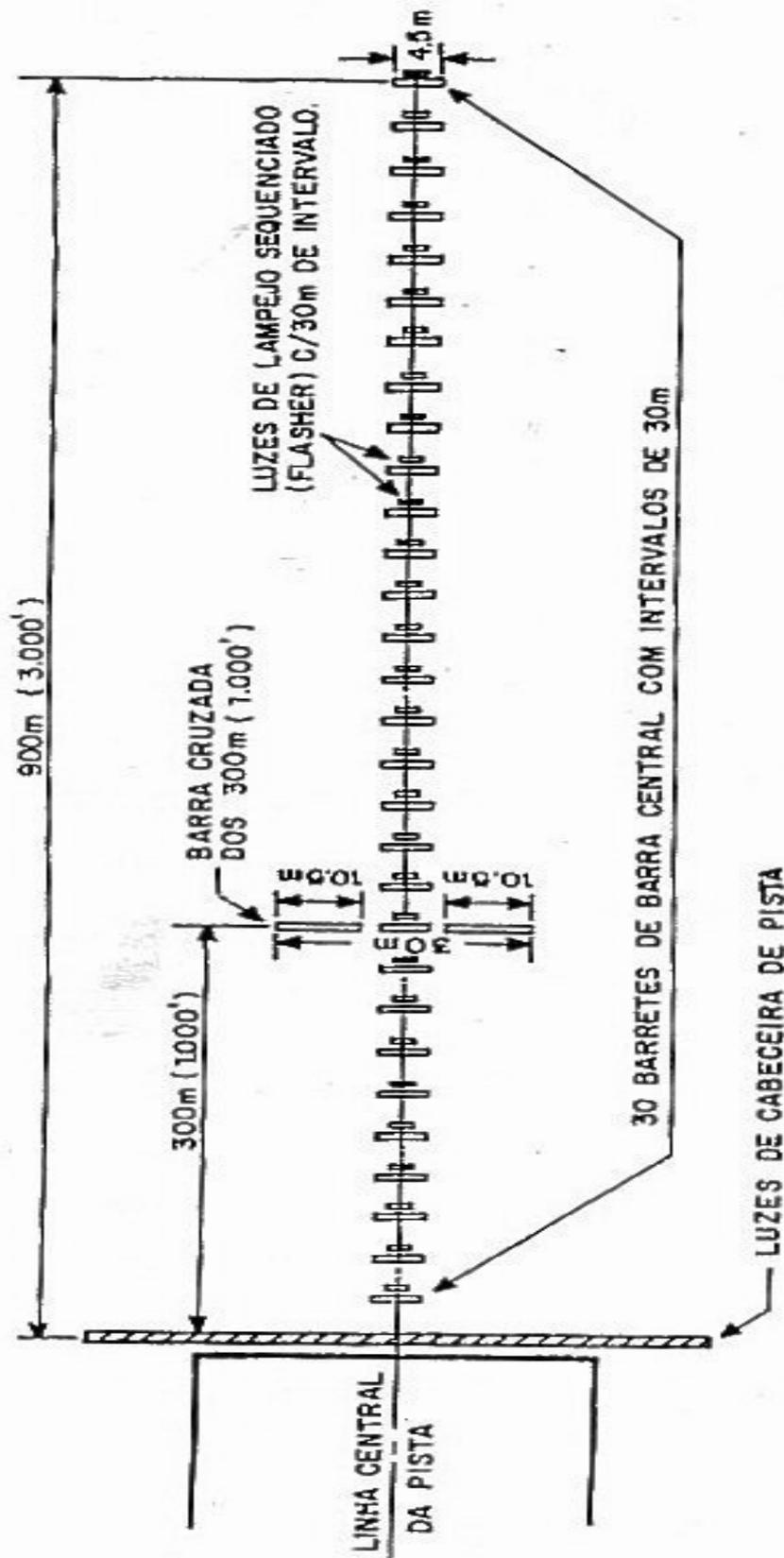
Configuração do RAIL – Runway Alignment Indicator Lights System (FLASH), A seqüência de luminárias do ALSF-2 faz parte da configuração do RAIL, que é constituído de até 21 conjuntos de flasher, da barra 30 até a barra 10 do ALS. A contagem das unidades é feita de forma inversa a do ALS, isto é, o flash 1 é montado na barra 30 e o flash 21 na barra 10.

4.2.1 – ALSF / SSALR (Simplified shore approach Lighting System with Runway Alignment Indicator Lights) – sistema ALS reduzido

Idem ao ALSF-2, porém com apenas 8 barras de luminárias de flash.



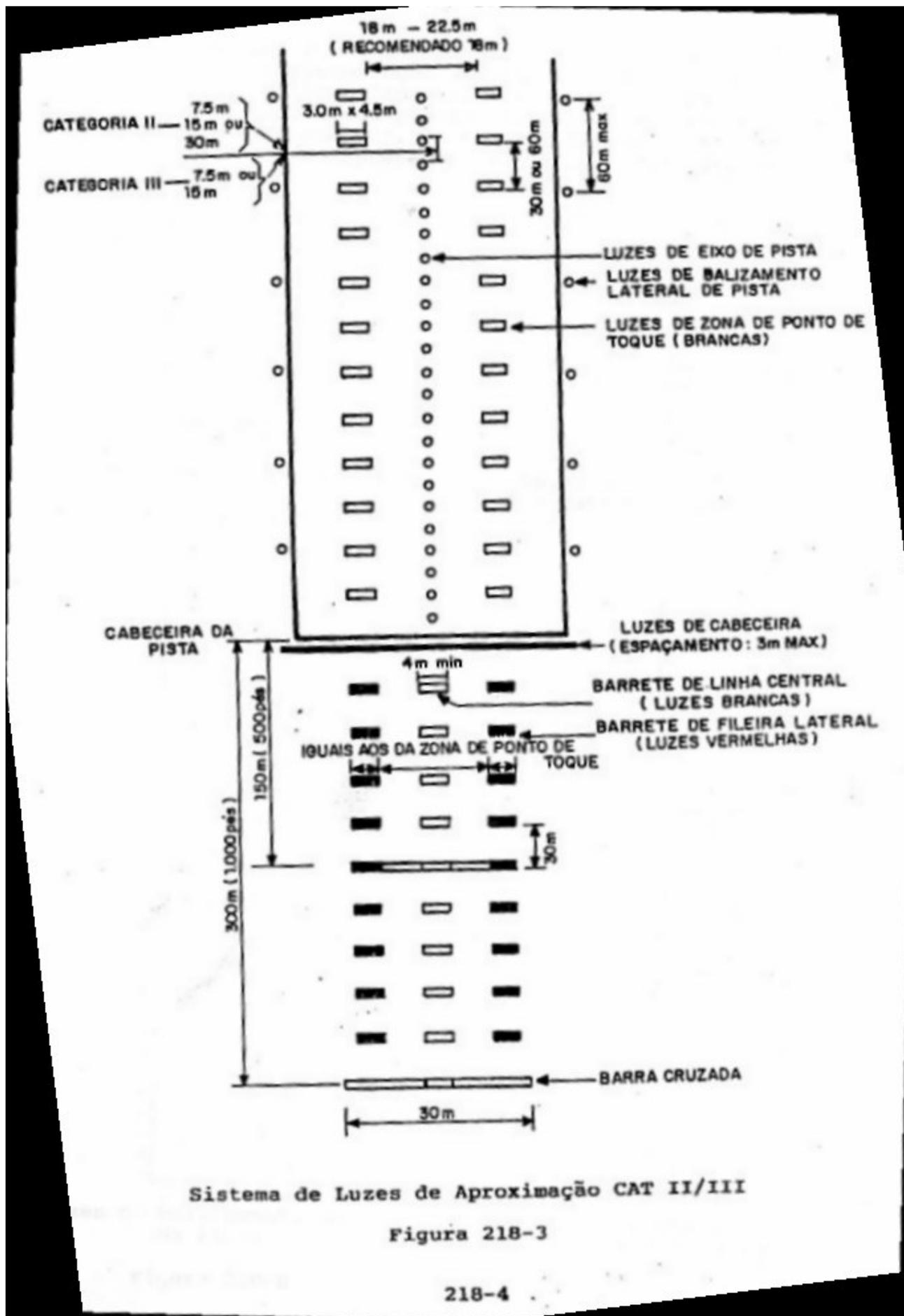
SISTEMA DE LUZES DE APROXIMAÇÃO SIMPLIFICADO  
FIGURA 218-1  
METROL EQUIPAMENTOS DE SINALIZAÇÃO LTDA.



Sistema de Luzes de Aproximação CAT I

Figura 218-2

218-3



## 4.3 – VASIS

O VASIS (Sistema Indicador Visual de Trajetória de Planeio) é um equipamento que proporciona ao piloto uma orientação segura e efetiva para interceptar diretamente a trajetória de planeio estabelecida, durante a aproximação para pouso. É usado principalmente em condições visuais.

Quando houver instalações nos dois lados da pista o sistema é chamado de VASIS e quando for somente de um lado passa a chamar-se AVASIS.

**OBS.:** Este sistema está saindo de uso, sendo substituído pelo sistema PAPI – APAPI.

O ângulo de planeio é obtido visualmente por meio de caixas de alumínio, dispostas em duas ou três barras (alta/baixa) e perpendicular à pista, sendo a primeira a 150 m, a segunda a 390 m e a terceira (quando houver) a 560 m da cabeceira da pista, aproximadamente. Cada caixa contém no seu interior três lâmpadas (“SEALED BEEM”), DE 200W/6,6A, cada. Em frente de cada lâmpada é colocado um filtro especial, cuja composição apresenta 2/3 de cor vermelha e 1/3 de cor branca. O foco de luz, projetado pelas lâmpadas passa através de uma abertura horizontal, de duas polegadas, em toda extensão das caixas.

Cada caixa é mantida sobre quatro pernas ajustáveis, permitindo que se incline a projeção daquelas luzes no ângulo adequado.

É bom lembrar que em condições meteorológicas normais, o alcance visual é de 4 km durante o dia e de 15 km à noite.

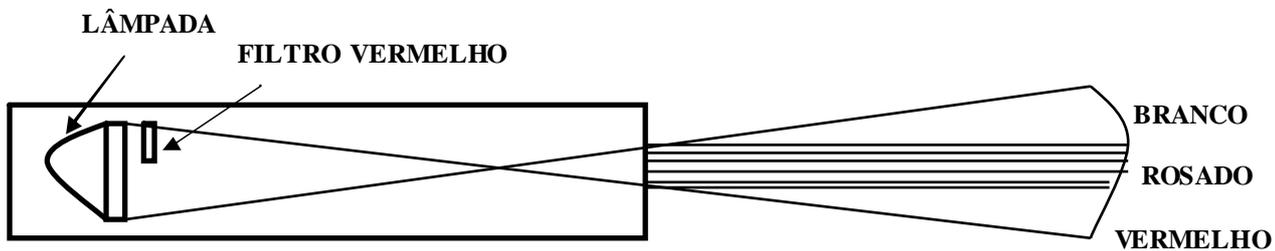
Quando a aeronave estiver na aproximação final para pouso, dentro do setor apropriado do ângulo normal de planeio, a barra mais próxima à cabeceira da pista aparecerá com a cor branca e a barra mais afastada com a cor vermelha. Se a aproximação estiver sendo realizada acima do ângulo de planeio, aparecerão na cor branca; se estiver abaixo do ângulo de planeio, aparecerão na cor vermelha.

As mudanças de cores, do branco para o vermelho e vice-versa, são precedidas de um estágio de transição de cor rosa, que dá uma orientação sobre a necessidade de uma ação corretiva em voo, por parte do piloto, tornando mínimas as correções na procura do ângulo normal de aproximação.

A disposição normal do sistema consiste de 12 unidades de luz (caixas) e RCC.

Em condições normais, e sem obstrução na zona de aproximação ou área de contato com a pista, o ângulo de planeio é de 3° (graus). Este ângulo de 3° (padrão internacional) poderá ser alterado em determinados aeródromos desde que previamente estudado em função do:

- a) Comprimento da pista;
- b) Tipo de aeronaves que opera o aeródromo;
- c) Obstáculos na zona de aproximação que não possam ser removidos;
- d) Operação de inspeção em voo (GEIV).



## 4.3.1 – Operação

### 4.3.1.1 – Regulagem de Brilho

A operação de regulagem da intensidade de brilho é feita pelo operador na Torre de Controle, de acordo com as condições meteorológicas do momento.

### 4.3.1.2 – Informações Adicionais para Operação

- Não mudar o brilho durante a operação de pouso da aeronave;
- A seleção de brilho é feita em benefício dos pilotos, e deve ser alterada de acordo com sua solicitação;
- Para o crepúsculo ou em dias escuros, podem ser empregadas as posições intermediárias (brilho 3 ou 4). Para o dia e para noite, a critério do controlador de vôo ou por solicitação do piloto;
- Caso haja necessidade de desligar o VASIS, somente devemos religá-lo depois de decorridos um mínimo de 15 segundos da operação anterior;
- Não realizar mudanças de brilho rapidamente, por razões de segurança e vida útil do equipamento, evitando-se assim, sobrecarga nos RCC's, bem como o bloqueio do relé 10, no RCC tipo HEVY-DUTY, provocando o desligamento das luzes das caixas óticas. Caso isto ocorra, desliga-se o VASIS, por 30 segundos, até o relé 10 esfriar, e religa-se novamente o equipamento no brilho 1; o bloqueio será desfeito.
- Não deixar o equipamento ligado na posição “brilho 5”, a não ser quando realmente necessário para aterrissagem;
- Dê preferência aos brilhos menos intensos e aumente a intensidade somente nos momentos necessários. O ideal é usar o equipamento no “brilho 3”.

### 4.3.1.3 – Instalação das Caixas e Cabos

A caixa ótica deverá ser instalada sobre uma base de concreto, onde também deverá ser montado o abrigo dos transformadores de isolamento. A base de concreto deve possuir quatro pontos de assentamento dos pés, cada ponto terá quatro parafusos chumbados.

A topografia do terreno indicará a altura das pernas, de “dural”, que serão empregadas para nivelar a borda inferior, da abertura, da caixa ao nível da coroa da pista. Para tanto são utilizados teodolitos e/ou nível.

Os cabos utilizados para alimentação do sistema VASIS são de cobre, na bitola de 10 mm<sup>2</sup> e com isolamento de polietileno ou neoprene, para 5 kV. São instalados em linhas de dutos ou enterrados diretamente ao solo, desde que previamente preparado seu leito.

#### 4.4 – PAPI (Precision Approach Path Indicator) – Indicador de Trajetória de Aproximação de Precisão

Em 1985, a ICAO decidiu pela suspensão das instalações VASIS e a partir de janeiro de 1995, as homologações desse sistema deixaram de existir. Desde então, o PAPI foi adotado como o auxílio visual padrão.

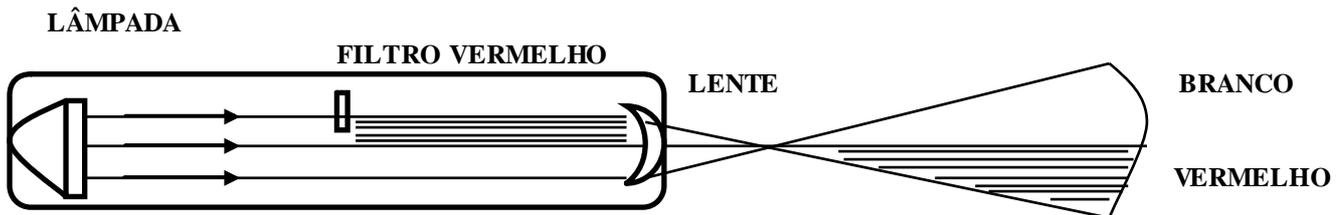
Assim como o VASIS, esse sistema também utiliza luzes brancas e vermelhas para definir uma rampa de aproximação pré determinada durante uma aproximação final para uma pista. Sua área de aproximação final é de 10° para cada lado da linha central da pista estendida, medida a partir das caixas, estendendo-se para fora a partir destas. É alinhado para prover uma rampa não menos que 0,9° acima de obstáculos, 10° para cada lado da linha central da pista até uma distância de, pelo menos, 4NM. A orientação lateral é obtida com referências visuais ou auxílios eletrônicos.

A altura de cruzamento da cabeceira (TCH) é a altura da mais baixa indicação de “na rampa” sobre a cabeceira da pista e deverá ser estabelecida, quando da implantação do auxílio, para atender a aeronave mais crítica prevista para operar regularmente no aeródromo.

A tabela 1 apresenta a altura dos olhos do piloto em relação à roda do trem de pouso (aeronave em atitude de pouso) para alguns tipos de aeronaves. Como pode ser visto, o Boeing 747-400 é a aeronave mais crítica nesse particular.

Altura do olho do piloto em relação à roda do trem de pouso Tabela 1	AERONAVE	DISTANCIA		AERONAVE	DISTANCIA	
		METROS	PÉS		METROS	PÉS
	F – 28	2,97	9,74	A - 300	9	29,53
	DASH – 8	3,08	10,1	767 – 300	9,1	30
	F – 100	4,74	15,56	MD - 11	9,24	30,31
	737 – 300	5,49	18	DC – 10	10,7	35
	727 - 200	7,0	23	747 - 400	13,10	43

O PAPI utiliza um sistema projetor de luz de duas cores que produz uma rampa de aproximação visual. Cada caixa de luz consiste de, pelo menos, dois projetores óticos que produzem um feixe único de luz, cuja parte superior é branca e a parte inferior vermelha. Passando-se através dos feixes, a transição de uma cor para outra é quase que instantânea (largura de  $0,05^\circ$ ).



Existem duas configurações básicas de PAPI, que são:

## 1- Sistema de Quatro Caixas ( PAPI)

O ângulo da rampa de um sistema de 4 caixas é o ponto médio do ajuste angular do par central das caixas de luz. A largura da rampa é a diferença entre os ângulos das caixas de luz 2 e 3. Uma instalação isolada em aeródromos que operem aeronaves de pequeno e médio porte requer um ajuste de  $0,33^\circ$  entre as caixas de luz 1 e 2, 2 e 3 e 3 e 4.

Os sistemas que apóiam a operação de aeronaves de grande porte e/ou instalados em aeródromos com sistema de aproximação de precisão ( ILS, MLS e PAR), requerem um ajuste de  $0,5^\circ$  entre as caixas de luz 2 e 3 e de  $0,33^\circ$  entre as caixas 1 e 2 e 3 e 4.

## 2- Sistema de duas Caixas( APAPI)

Este sistema é designado para aeroportos tipo utilitários ( operação de aeronaves de pequeno porte).

O ângulo da rampa é o ponto médio entre os ajustes angulares das duas caixas de luzes. A largura da rampa deste é, normalmente,  $0,5^\circ$ .

NOTA: Quando houver a necessidade de orientação para nivelamento de asas de aeronaves, ambos os sistemas ( PAPI ou APAPI) poderão ser instalados com caixas em ambos os lados da pista.

As figuras 1 e 2 apresentam as disposições das caixas do PAPI e APAPI.

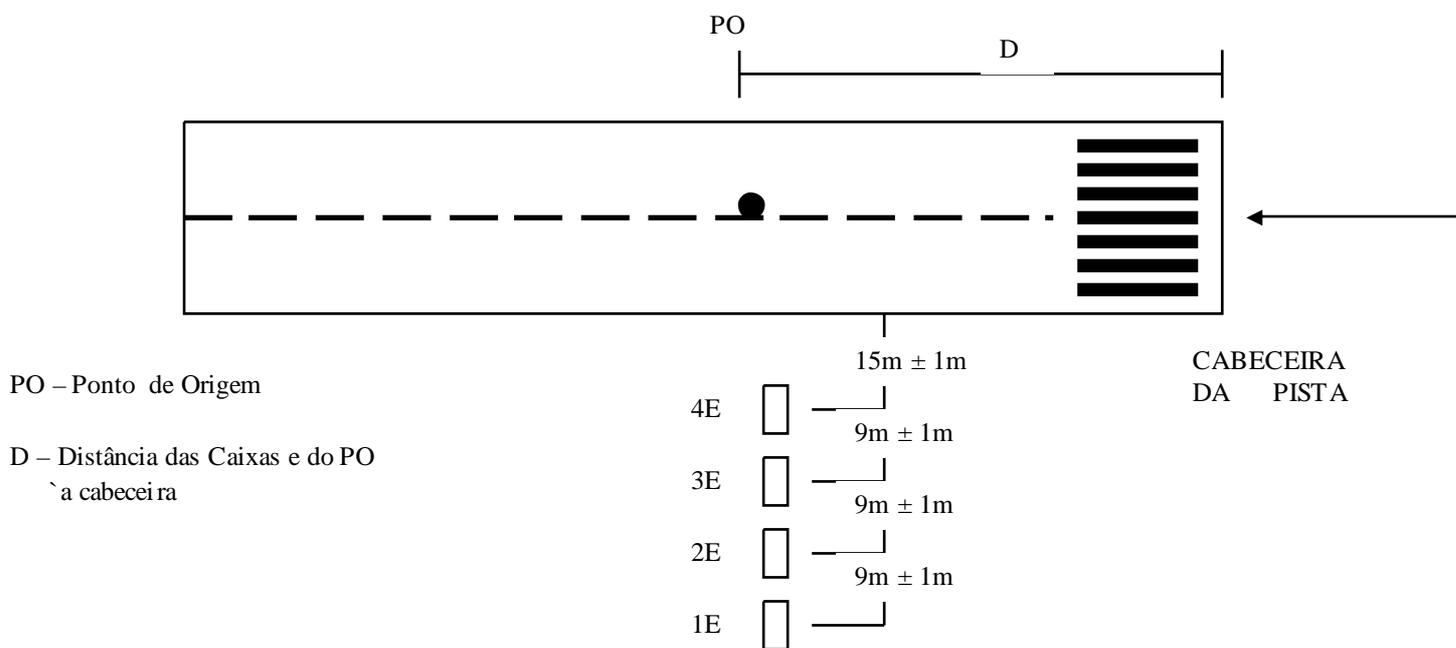


FIG. 1 - Disposição das caixas do PAPI

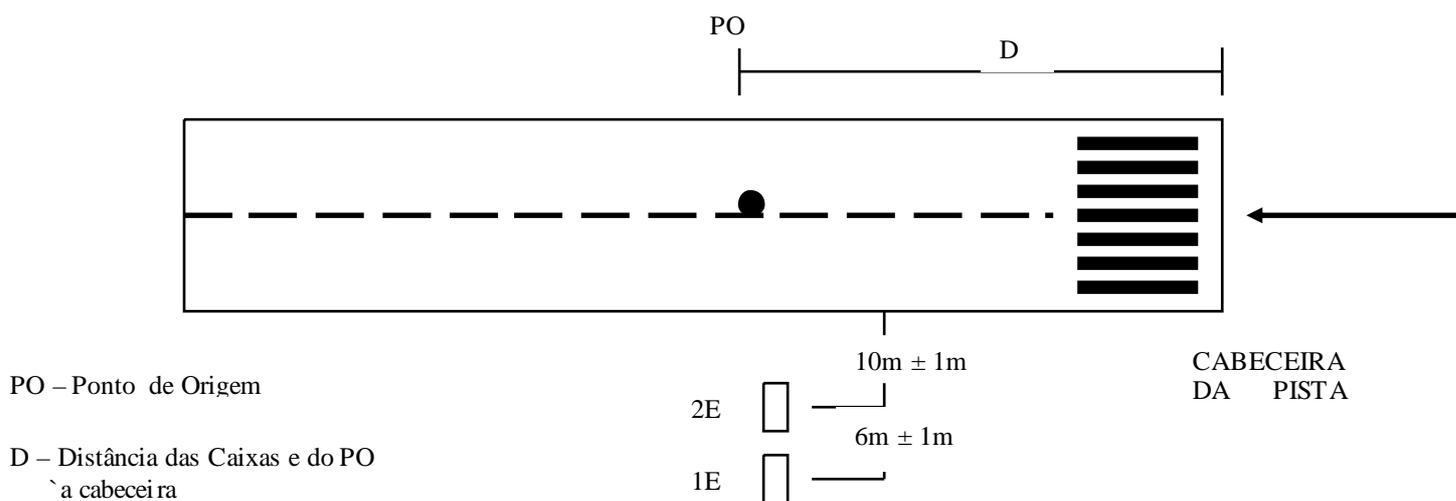
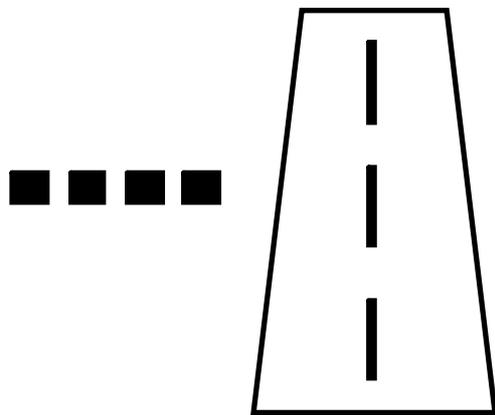
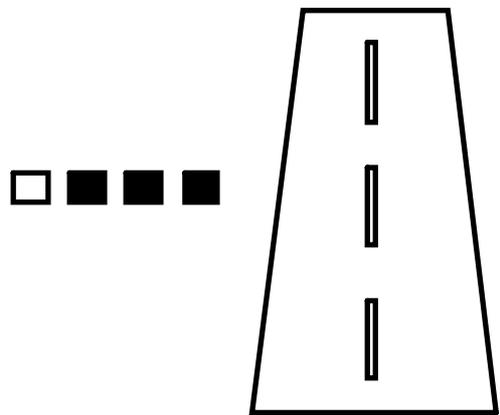


FIG. 2 - Disposição das caixas do APAPI

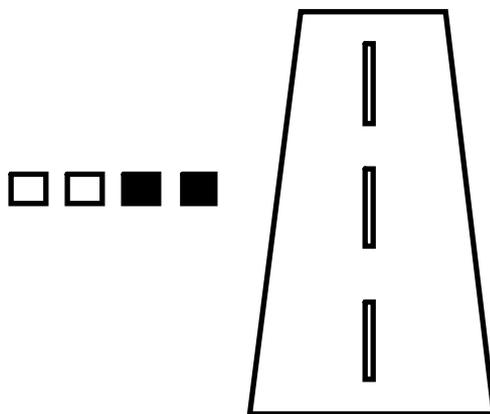
ATITUDES DA AERONAVE EM RELAÇÃO À RAMPA DE PLANEIO



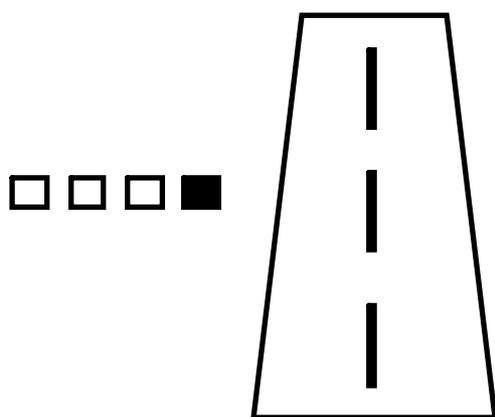
MUITO BAIXA



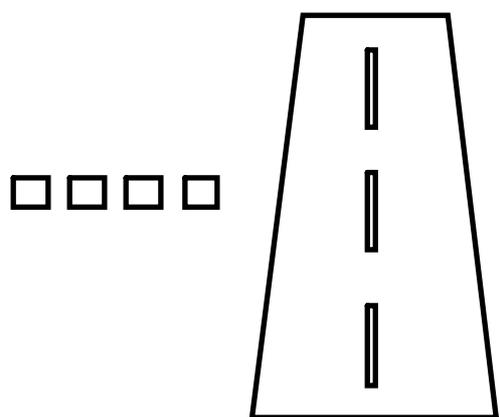
LIGEIRAMENTE BAIXA



NO PLANEIO



LIGEIRAMENTE ALTA



MUITO ALTA

■ VERMELHO      □ BRANCO

- a) *Aeronave demasiadamente baixa*, ficarão visíveis todas as caixas com iluminação Vermelha;
- b) *Aeronave ligeiramente baixa*, ficarão visíveis uma com iluminação Branca e três com Vermelha;
- c) *Aeronave na trajetória correta*, ficarão visíveis duas Brancas e duas Vermelhas;
- d) *Aeronave ligeiramente alta*, ficarão visíveis três Brancas e uma Vermelha;
- e) *Aeronave demasiadamente alta*, ficarão visíveis todas com iluminação Branca.

O sistema PAPI é utilizado todo o tempo em que a pista estiver em uso, tanto de dia como a noite.

O sistema usa um projetor de luz de duas cores (vermelho e branco). Cada unidade contém dois ou três desses projetores, colocados lado a lado no interior das caixas óticas. Essas, por sua vez, produzem um raio de luz, no qual a parte superior é branca e a inferior vermelha. Na translação vertical do raio, a transição de uma cor para a outra é quase instantânea e muito nítida.

Durante o dia a seleção do brilho 5 ocorrerá somente, quando a aeronave estiver aproximando. A seleção será reduzida para o brilho 4 que é o nível normal de operação. Nas regiões excessivamente frias (com precipitação de gelo), algumas precauções adicionais deverão ser tomadas: O sistema deverá operar continuamente no brilho 4, mesmo se a pista não é usada, o que impedirá a formação de camadas de gelo na unidade.

## **4.5 – BALIZAMENTO LUMINOSO DE PISTAS**

O Balizamento Luminoso de Pistas é um conjunto de luzes de delimitação das áreas da pista com cores, intensidades e aberturas de feixes luminosos adequados, de acordo com a configuração desejada:

### **4.5.1 – Luzes de Borda de Pista de Pouso**

Devem ser utilizadas nas pistas de pouso destinadas às operações noturnas ou nas destinadas às operações diurnas com mínimos de utilização inferiores a um VR da ordem de 800 m. São usadas luzes fixas de cor branca ao longo das bordas da pista, a uma distância que não exceda 3 m, formando duas filas paralelas equidistantes em relação ao eixo da pista. O espaçamento longitudinal não deve exceder a 60 m em pistas de pouso visual. As luzes devem ser colocadas em uma mesma perpendicular em relação ao eixo da pista. Nas interseções com outras pistas podem ser omitidas algumas luzes, porém, deverá haver uma luz em cada ponto de tangência e uma frontal às saídas de aeronaves. Nos últimos 600m de pista, no sentido de pouso, as luzes podem ser de cor amarela.

### **4.5.2 – Luzes de Cabeceira**

Devem ser utilizadas em pistas de pouso equipadas com luzes de borda, exceto nos casos de pistas de pouso visual ou que não sejam de precisão, quando a cabeceira estiver deslocada e dispuser de luzes de barra lateral. Estas luzes são fixas, verdes e visíveis somente na direção de aproximação.

### **4.5.3 – Luzes de Barra Lateral**

Devem ser utilizadas em pistas de pouso visual e de aproximação que não seja de precisão, quando a cabeceira estiver deslocada, dispostas na cabeceira em dois conjuntos, um de cada lado da pista de pouso. Cada barra lateral é formada por, no mínimo, 5 luzes, estendendo-se por 10 m da fila de luzes de borda de pista de pouso, perpendicularmente ao eixo da pista. Estas luzes devem ser fixas, unidirecionais, de cor verde, visíveis na direção de aproximação.

### **4.5.4 – Luzes de Fim de Pista**

São utilizadas em pistas de pouso equipadas com luzes de borda. Devem ser usadas 6 luzes, no mínimo, uniformemente distanciadas, entre as duas filas de luzes de borda de pista de pouso ou, em dois conjuntos, cada qual com as luzes uniformemente dispostas, com uma distância central que não deve exceder a metade da distância entre as filas de luzes de borda. Devem ser luzes fixas, de cor vermelha e visíveis no sentido da decolagem e localizadas a uma distância que não exceda 3 m em relação ao extremo da pista de pouso. Nas pistas de aproximação de precisão categoria III, a distância entre as luzes de fim de pista não deve exceder 6 m, exceto entre as luzes mais internas quando usados 2 conjuntos de luzes.

## **4.5.5 – Luzes de Eixo de Pista de Pousou**

Devem ser utilizadas em todas as pistas de aproximação de precisão de categoria II ou III e nas de categoria I quando houver operação de aeronaves com velocidade de pouso elevada ou a distância entre as filas de luzes de borda de pista for superior a 50 m. As luzes devem ser fixas, de cor branca, situadas desde a cabeceira até 900 m da extremidade da pista, luzes alternadas brancas e vermelhas, de 900 m até 300 m da extremidade da pista e vermelha nos 300 m finais, exceto:

a- Quando a distância entre as luzes de eixo for de 7,5 m pois, neste caso, são usados alternadamente pares de luzes de cores vermelhas e brancas entre 900 m e os 300 m da extremidade da pista;

b- No caso de pistas de comprimento inferior a 1.800 m, as luzes alternadas de cores vermelhas e brancas devem se estender da metade da pista de pouso utilizável para a aterrissagem até os 300 m do extremo da pista.

## **4.5.6 – Luzes de Zona de Contato**

Devem ser utilizadas nas zonas de contato, em pistas de aproximação de precisão de categoria II ou III. As luzes são fixas, unidirecionais e de cor branca. Devem ser instaladas desde a cabeceira em até uma distância de 900 m exceto nas pistas de comprimento inferior a 1.800 m, neste caso, o sistema não deve ultrapassar a metade da pista de pouso. As luzes devem ser dispostas em forma de pares de barras transversais, simétricas em relação ao eixo da pista de pouso. Cada barra transversal deve ser formada, no mínimo por 3 luzes distanciadas, no máximo, de 1,5 m. A distância entre as luzes internas de cada par de barras deve ser a mesma da sinalização horizontal de zona de contato e a distância longitudinal entre os pares de barras devem ser de 30 m ou 60 m.

## **4.5.7 – Luzes de Zona de Parada**

Devem ser utilizadas em todas as zonas de parada de pista de pouso que possuam sinalização luminosa. As luzes devem ser fixas, unidirecionais, de cor vermelha e visíveis no sentido da decolagem. Devem ser instaladas ao longo de todo o contorno da zona de parada e, em nenhum caso devem ficar a mais de 3 m das bordas.

## **4.5.8 – Luzes de Borda de Pista de Rolagem**

São utilizadas nas bordas das pistas de rolagem onde as pistas de pouso possuem sinalização luminosa. As luzes devem ser fixas, de cor azul e visíveis em todos os azimutes e até 30°, mínimo, acima da horizontal. As luzes devem ser uniformemente espaçadas no máximo, de 60 m nos trechos retilíneos sendo colocadas na mesma perpendicular e equidistantes em relação ao eixo. Nas curvas as distâncias devem ser reduzidas para que proporcionem uma indicação clara da curva. A instalação das luzes deve ser feita a uma distância que não exceda 3 m das bordas das pistas.

## **4.5.9 – Luzes Eixo de Pista de Rolagem**

Devem ser utilizadas em pistas de rolagem destinadas às operações em condições de RVR inferiores a 400m. As luzes devem ser fixas, de cor verde, visíveis apenas pelos pilotos das aeronaves que estejam nas pistas de rolagem ou suas adjacências. Nos trechos retilíneos espaçamento entre as luzes deve ser de 30 m, exceto quando:

- a- As condições meteorológicas predominantes forem tais que permitam espaçamento, de até 60 m;
- b- Existirem pequenos trechos retilíneos o que poderá tornar necessário o uso de espaçamentos inferiores a 30 m;
- c- Nas pistas de rolagem destinadas à operação com condições de RVR da ordem de 400 m, o espaçamento não deverá exceder 15 m.

Nas pistas de rolagem destinadas à operação com condições de RVR inferior a 400 m, as luzes nas curvas devem ter um espaçamento máximo de 15 m porém, se o raio da curva for inferior a 400 m o espaçamento deve ser de 7,5 m. Tais espaçamentos devem ser mantidos numa extensão de 60 m antes e depois da curva. Nas pistas de rolagem de saída rápida, devem começar em um ponto a pelo menos 60 m antes do início da curva e prolongar-se até 60 m após o final da curva. O espaçamento deve ser de 15 m exceto se não forem usadas luzes de borda de pista, neste caso usa-se 30 m, no máximo. Nas pistas de rolagem de saída normal, devem ser colocadas luzes a partir do ponto em que se inicia a curva da sinalização horizontal de eixo de pista de rolagem, com um espaçamento de 7,5 m, separando-se lateralmente das luzes de eixo de pista de pouso de 0,60 m.

## **4.5.10 – Luzes de Barra de Parada**

Devem ser usadas quando for desejado realçar a posição do ponto de espera quando a má visibilidade prejudicar a indicação daquela sinalização horizontal. Estas luzes devem ser sempre instaladas nos pontos de espera das pistas de aproximação de precisão CAT III. As luzes são instaladas transversalmente ao eixo da pista de rolagem. Devem ser unidirecionais, fixas, de cor vermelha e visíveis somente na pista de rolagem. São espaçadas de 3 m e o circuito elétrico deve ser projetado de tal forma que acenda as luzes para deter as aeronaves e as apague para liberá-las.

## **4.5.11 – Luzes de Barra de Cruzamento**

São utilizadas nos cruzamentos das pistas de rolagem quando for desejado definir o limite de espera. Consiste de três luzes fixas, de cor amarela, visíveis no sentido da aproximação da aeronave. As luzes devem ser dispostas simetricamente em relação ao eixo da pista de rolagem, com uma separação de 1,5 m.

## CAPÍTULO 5

### MANUTENÇÃO

#### 5.1 – ORGANIZAÇÃO

A frequência com a qual devem ser realizadas as inspeções de rotina, limpeza ou serviços variará de acordo com o tipo de instalação, sua localização e seu uso. Deve ser estabelecido um programa de manutenção para cada aeroporto com base na experiência local e seu objetivo deve ser o de alcançar o nível requerido do serviço. A operacionalidade do sistema de Balizamento Luminoso de Pistas depende diretamente da forma com a qual a manutenção é realizada. Uma manutenção preventiva eficiente irá determinar a segurança, a operacionalidade e a vida útil do sistema. A organização da manutenção do sistema de Balizamento Luminoso de Pistas se fundamenta nas seguintes bases:

a) Documentação de Referência

b) Manutenção Organizada

✓ Padronização da Manutenção

- Possibilidade de planejamento do fator homem-hora necessário para cada tipo de manutenção;
- Possibilidade do controle de peças de reposição necessárias em estoque;
- Padronização das rotinas de manutenção corretiva/preventiva.

✓ Criação de Histórico de Equipamentos

- Possibilidade de gerenciamento da manutenção;
- Eliminação de retrabalho devido a falha técnica;
- Possibilidade de levantamento da vida útil de peças individuais do sistema;
- Fornecimento de informações necessárias para análises estatísticas;
- Dimensionamento adequado da frequência da manutenção preventiva.

✓ Manutenção Preventiva Programada

- Maior confiabilidade do sistema, que é de importância essencial ao funcionamento do aeroporto;
- O Balizamento Luminoso de Pistas foi projetado para funcionar ininterruptamente por longos períodos sem apresentar falha mesmo que haja negligência na manutenção;
- A manutenção do Balizamento Luminoso de Pistas deve ser prioritária para prevenir falhas ou deteriorização dos equipamentos.

✓ Disponibilidade de Peças de Reposição

São elementos de uma manutenção preventiva eficiente:

- a) Qualidade das peças de reposição;
- b) Profissionais devidamente treinados;
- c) Ferramentas e instrumentos adequados;
- d) Documentação técnica disponível;
- e) Oficinas adequadas para manutenção;
- f) Armazenamento adequado das peças de reposição;
- g) Padronização de testes e inspeções.

O Balizamento Luminoso de Pistas requer um eficiente programa de manutenção preventiva, específico para cada aeroporto. A necessidade de cada aeroporto irá depender de seu tamanho, densidade de tráfego e condições meteorológicas a que está submetido, além das características das aeronaves que atende.

## 5.2 – PROCEDIMENTOS

### 5.2.1 – Sistema de Alimentação, Proteção e Controle

#### 5.2.1.1 – Regulador de Corrente Constante

- Verificar a correta operação de todos os equipamentos de comando:
  - a) Testar a operação de todos os comandos via local, acionando todos os circuitos;
  - b) Testar a operação de todos os comandos via remoto, solicitando o acionamento de todos os circuitos principais e reservas;
- Conferir as correntes para todos os níveis de brilho verificando se os valores estão dentro das faixas apresentadas na tabela do Capítulo 7;
- Verificar funcionamento de todos os instrumentos do painel;
- Medir a tensão de entrada no Regulador e comparar com o valor especificado na placa;
- Verificar o funcionamento do detector de fuga para terra;
- Verificar a atuação e ajuste da proteção de sobre corrente;
- Inspeccionar o pára-raios de linha executando limpeza do seu isolador, verificando a existência de fissuras e conferindo a sua conexão de aterramento;
- Verificar o aperto de todos os conectores e terminais para garantir o correto funcionamento e evitar danos por mau-contato;
- Verificar, através do visor, se o óleo do transformador está no nível correto;
- Colher amostra do óleo, pelo menos uma vez por ano, para análise;
- Verificar a continuidade de todos os circuitos;
- Medir a resistência de isolamento dos circuitos.

#### 5.2.1.2 – Transformador de Corrente Constante (TCC)

- Medir a tensão de entrada do transformador;
- Verificar o aperto de todos os conectores e terminais para garantir o correto funcionamento e evitar danos por mau-contato;
- Verificar o nível de óleo do transformador;
- Colher amostra do óleo, pelo menos uma vez por ano, para análise;
- Medir a corrente de saída do TCC em carga.

## 5.2.1.3 – Auto-transformador Regulador de Corrente

- Verificar o aperto de todos os conectores e terminais para garantir o correto funcionamento e evitar danos por mau-contato;
- Verificar a correta operação de todos os equipamentos de comando:
  - a) Testar a operação de todos os comandos via local;
  - b) Testar a operação de todos os comandos via remoto.
- Conferir as correntes de saída para todos os níveis de brilho, verificando se os valores estão dentro das faixas apresentadas no Capítulo 7;
- Verificar o funcionamento de todos os instrumentos do painel;
- Verificar a atuação da proteção de sobre corrente;
- Verificar o nível de óleo do tanque do auto-transformador;
- Colher amostra do óleo, pelo menos uma vez por ano, para análise;
- Verificar a continuidade de todos os circuitos;
- Medir a resistência de isolamento dos circuitos.

## 5.2.2 – Luminárias

### 5.2.2.1 – Inspeccionar as luminárias:

- Verificar a existência de lâmpadas queimadas ou deficientes;
- Verificar a limpeza das lentes/filtros;
- Conferir a posição das lentes/filtros na pista segundo a sua cor;
- Conferir a orientação das lentes/filtros através das setas indicadoras (a seta deve apontar para a linha longitudinal da pista);
- Verificar a vedação das luminárias;
- Verificar conexões elétricas;
- Verificar estado dos conectores e emendas;
- Verificar o aterramento;
- Verificar o estado da pintura de identificação das luminárias;
- Verificar a existência de obstáculos que dificultem a visualização da luminária;

## **5.2.3 – Seletor de Cabeceiras**

- estar a operação de todos os comandos via local, verificando a comutação dos circuitos de cabeceira de pista;
- Testar a operação de todos os comandos via remoto, solicitando o acionamento da comutação dos circuitos de cabeceira de pista;
- Verificar o aperto de todas as conexões.

## **5.2.4 – Rede de Distribuição Subterrânea**

- Verificar aterramento;
- Verificar estado das emendas;
- Verificar dreno das caixas de passagem (proceder a desobstrução, se for o caso);
- Promover a retirada de água existente nas caixas e limpeza.

## **5.2.5 – Aterramento e Proteção Contra Descargas Atmosféricas – Malha de Terra**

### 1- OBJETIVO

Estabelecer os procedimentos a serem seguidos nas medições das resistências de sistemas de Aterramento elétrico instalados no subsistema de Balizamento de pista, onde essas medições São necessárias para verificar se há alguma degradação no terreno (aumento de resistividade) Ou nos elementos condutores do sistema de aterramento (cabos, hastes e conexões), que Provoque o aumento do valor de resistência de aterramento acima do estabelecido no item 5.2.8, da NBR 12971 de 08/1993 – Emprego de Sistema de Aterramento para Proteção de Auxílios Luminosos em Aeroportos, que é de no máximo 10  $\Omega$  (dez ohms).

### 2 – MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ATERRAMENTO

O método adotado pela FLMA, é o método da queda de potencial, cujo procedimento se Utiliza de um medidor de resistência de aterramento que possua três (03) terminais conforme O ilustrado na figura 1.

O método consiste na circulação de uma corrente alternada de valor constante entre o **Eletrodo de aterramento sob ensaio – verde - (T) e o eletrodo de corrente – vermelho (C)**. A localização do eletrodo de corrente C deve ser tal que não haja influencia mútua Entre os eletrodo T e C.

A corrente alternada constante que circula entre os eletrodos T e C provoca ddp's - Diferenças de potenciais no solo, onde essas ddp's que aparecem no solo entre o trecho Compreendido entre os eletrodos C e T, são medidas com o auxílio do **eletrodo de potencial – Amarelo (P)**, que deve ser inserido a meio caminho entre T e C. As diversas quedas de Tensão que podem ser medidas entre T e P no trecho compreendido entre T e C fazem com que as resistências de aterramento aparentes medidas ( $R_a$ ) pelo equipamento, assumam, após plotagem dos dados, o aspecto da curva da Figura 2.

A resistência de aterramento do eletrodo T (eletrodo sob ensaio) é igual à queda de tensão entre T e P dividida pela corrente que circula entre T e C, presumindo-se que não haja Influência mútua entre os eletrodos.

Portanto, para obtermos o valor real da resistência de aterramento, é preciso instalar o Eletrodo de potencial – P, fora das áreas de influência do sistema – Trecho de influência A – do eletrodo de aterramento (T), e trecho B – Trecho de influência do eletrodo de corrente (C), ver gráfico da figura 2.

Para verificarmos se o valor da resistência de aterramento está correto, duas novas medições devem ser realizadas, deslocando-se o eletrodo P cerca de  $0,1 \times dTC$  ( $dTC =$  distância compreendida entre os eletrodos T e C, em metros) em direção ao eletrodo T e, depois, cerca de  $0,1 \times dTC$  em direção ao eletrodo C. Se os três resultados obtidos forem substancialmente semelhantes (constantes), a média aritmética das três leituras é tomada como sendo a resistência de aterramento do eletrodo sob teste (T). Do contrário, o ensaio deve ser repetido com um espaçamento maior entre T e C.

Região onde a variação entre as diversas medições de resistência de aterramento são semelhantes, formando um patamar, e cujo somatório das medições dividido pela quantidade de medições dá o valor de resistência de aterramento real.

## FIGURA 3

### 3 – ESPAÇAMENTO ENTRE ELETRODOS

Os espaçamentos entre os eletrodos T, P e C da montagem indicada na figura 2, dependem das dimensões do sistema de aterramento a ser medido, e como o sistema de aterramento do sistema de balizamento de pista é um caso especial devido as suas dimensões, e por nos permitir utilizar espaçamentos grandes entre os eletrodos, definimos que o eletrodo de potencial – P e o eletrodo de corrente devem obedecer aos espaçamentos sugeridos na tabela I, conforme abaixo demonstrado:

ELETRODO P	ELETRODO C
24	40
30	50
36	60
48	80

### 4 – PROCEDIMENTOS GERAIS PARA MEDIÇÃO

A medição de resistência de aterramento em instalações elétricas já existentes e em funcionamento deverá ser realizada com todos os equipamentos do sistema desenergizados.

Entende-se por equipamento desenergizado, o equipamento que não possui corrente circulando por sua parte ativa e seus terminais primários não estão sob tensão.

Estes cuidados são necessários para se evitar acidentes devido a passagem de qualquer corrente para a terra oriunda de possíveis surtos, vazamentos, etc. durante as medições.

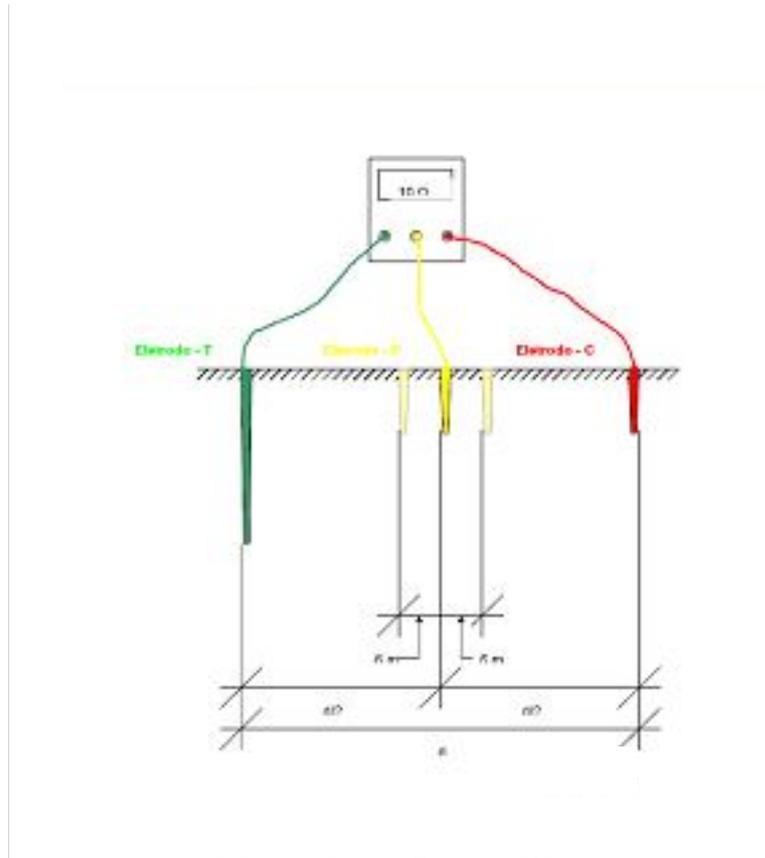
Concomitantemente ou logo após as medições devem ser preenchidos os todos os campos do formulário de manutenção do referido sistema. (EM ANEXO)

### 5 – PROCEDIMENTOS DE CAMPO

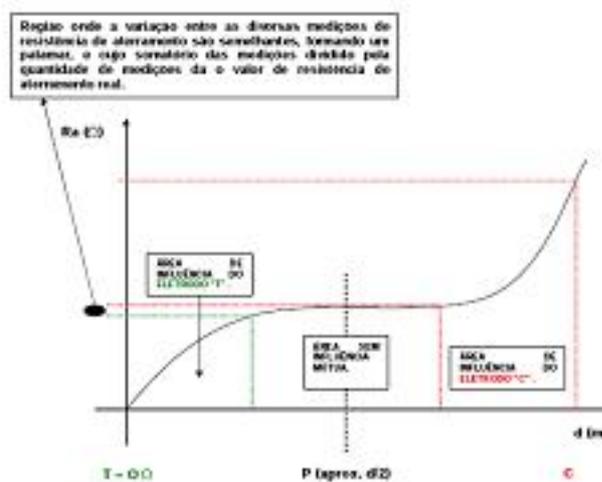
A montagem em campo deverá seguir o esquema de medição semelhante ao da figura 2, com as seguintes observações:

1. Os espaçamentos entre os eletrodos estão indicados na tabela 1, e sugere-se, entretanto, usar sempre que possível os cabos de 25 m e 50 m que apresentam resultados mais confiáveis.
2. As hastes de prova devem ser cravadas o mais profundo possível.
3. Os eletrodos P e C devem ser cravados perpendicularmente ao eletrodo T, e devem estar alinhados.

4. Posteriormente a cravação das hastes e a conexão dos cabos as hastes e ao equipamento em suas respectivas posições, ver figura 1, ligue o equipamento na posição ACV e verifique se o valor medido é superior a 10 V (dez Volts), se isto ocorrer a resistência de terra medida não terá precisão.



5. Posteriormente a esta medição inicial, caso não tenha havido nenhuma discrepância ou a existência de interferências (oscilações no display), que caso tenha ocorrido, deve-se fazer outra medição em posição e/ou distância diferente respeitando os espaçamentos estabelecidos na tabela 1; proceder as medições de acréscimo de 6m a distância  $d/2$ , e a medição de decréscimo a distância  $d/2$ , podendo estender-se à distâncias  $\pm 12$  m de  $d/2$ . Averiguar se as medidas são semelhantes e respeitam a constância formando o patamar conforme figura 3.



6. Preenchidos os dados de todas as medições no formulário de manutenção do balizamento, informar através de relatório o FLMA.

Nem sempre a existência de interferências físicas, entre elas pequenas edificações, muros, valas, etc; impedem a realização das medições. Muitas vezes esses obstáculos podem ser contornados ou suplantados pelos cabos, permitindo assim fincar-se os eletrodos de teste em locais aparentemente escondidos, montando-se assim o esquema da figura 1.

As medições não poderão ser feitas durante ou logo após a ocorrência de chuvas ou trovoadas, nem em solos alagados o encharcados.

## CAPÍTULO 6

### MÉTODOS DE EXECUÇÃO DAS PRINCIPAIS ETAPAS DE INSPEÇÃO E DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

#### 6.1 – RCC (REGULADOR DE CORRENTE CONSTANTE)

##### 6.1.1 - *Ajuste da Corrente de Saída*

- a) Conectar um amperímetro de precisão nos terminais de saída.

**NOTA:** Devido a forma de onda na saída não ser uma onda senoidal perfeita, o amperímetro deve ser do tipo que mede valor RMS (exemplo: amperímetro eletromagnético tipo alicate, não o do tipo bobina móvel com retificador). Use um amperímetro de classe 0,2 ou 0,5. Não use o amperímetro do painel frontal para tais medidas de precisão.

- b) Verificar os níveis de corrente para todos os brilhos, ajustando se for o caso.

##### 6.1.2 - *Ajuste da Proteção de Sobre corrente*

- a) Desenergizar o regulador;
- b) Curto-circuitar a saída do regulador para fazer esse ajuste;
- c) Energizar o regulador;
- d) Selecionar o brilho máximo;
- e) Ajustar a corrente de saída para um valor 10% acima do valor nominal no brilho máximo (medir através de um amperímetro tipo alicate);
- f) Girar o potenciômetro de ajuste de proteção de sobrecarga lentamente até o regulador desenergizado;
- g) Ligar o regulador e ajustar a corrente de saída para o seu valor nominal;
- h) Retire o curto-circuito dos pontos de teste.

##### 6.1.3 - *Verificação de Funcionamento do Detector de Fuga para Terra*

- a) Desenergizar o regulador;
- b) Inserir uma fuga para terra em qualquer ponto do circuito série;
- c) Energizar o regulador, observando o cuidado de não tocar em nenhum ponto do circuito série;
- d) Verificar atuação do detector de fuga para terra;
- e) Desenergizar o regulador;
- f) Retirar o ponto de fuga para terra.

## **6.2 – VASIS**

### **6.2.1 – Procedimento do Técnico para Inspeção em Vôo**

O técnico durante a inspeção em vôo do VASIS, tem como função apoiar a equipe de inspeção e executar as correções necessárias no equipamento, conforme solicitação do piloto inspetor.

#### **6.2.1.1 – Procedimentos Preliminares**

O técnico ao tomar conhecimento de que haverá inspeção programada em seu equipamento deverá:

- Fazer uma inspeção visual das caixas óticas, RCC e controle remoto;
- Substituir as lâmpadas que estiverem queimadas ou fracas;
- Limpeza e fixação dos filtros;
- Verificar se não tem obstrução na frente das caixas (vegetação);
- Verificar se estão pintados e visíveis os pontos do TEODOLITO

#### **6.2.1.2 – Inspeção de Vôo**

O mantenedor deverá acompanhar o deslocamento do avião laboratório estando no local 1 hora antes do horário previsto para pouso da aeronave.

Apresentar-se ao piloto inspetor solicitando ou fornecendo informações acerca das condições do seu equipamento.

O técnico acompanhará o “FLY-CHECK” junto à equipe do teodolito, até o término da inspeção e só deverá fazer algum ajuste no equipamento quando solicitado pelo piloto inspetor.

#### **6.2.1.3 – Método de Ajuste de Ângulo**

O primeiro passo para executar o ajuste, é saber qual o ângulo pré-estabelecido na homologação do equipamento ou qual o ângulo determinado na ultima inspeção para a referida pista. Atualmente o ângulo padrão do VASIS é 3,0° porém pode ser mudado de acordo com as necessidades de cada aeródromo.

#### **6.2.1.4 – Seqüência para o Ajuste**

Inicialmente as caixas devem estar niveladas em relação à coroa da pista, sendo esse nivelamento feito pela abertura frontal da caixa ou pela linha horizontal do centro dos filtros. Essa informação é importante para o ajuste do ângulo das caixas, quando do seu alinhamento com o teodolito. Existe mais tolerância para o ajuste quando se nivela as caixas em relação a coroa da pista do que pelo centro das lâmpadas ou filtros (por trás).

Após ter determinado o nivelamento é necessário o ajuste do ângulo vertical, através das porcas existentes nas pernas das caixas do VASIS, objetivando a visualização de um mínimo de luz branca na luneta do teodolito, não alterando o alinhamento da caixa ótica com a coroa da pista. O ajuste do ângulo vertical se consegue alternando apenas a parte traseira ou a dianteira da caixa, dependendo por onde se procedeu o nivelamento.

As caixas da BARRA ALTA são ajustadas com ângulo NORMAL determinado, e as caixas da barra BAIXA, com ângulo NORMAL determinado menos 0,5° (meio grau). Em princípio esse ajuste deverá ser executado com um teodolito para qualquer tipo de caixas óticas.

O mesmo procedimento é feito com o teodolito para ajustar as caixas da BARRA BAIXA, que é a mais próxima da cabeceira da pista, não se esquecendo que essa barra é ajustada com menos 0,5° (meio grau) que a BARRA ALTA.

Após o ajuste de uma das caixas, transfere-se o clinômetro, já com ângulo ajustado, às demais caixas da mesma barra e faz-se a regulagem dessas caixas.

O técnico ao ajustar o VASIS deve marcar, na escala do clinômetro, o ângulo registrado pelo teodolito e anotar a diferença entre as suas escalas, possibilitando o uso do clinômetro para novos ajustes, dispensando o uso do teodolito.

### 6.3 – MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO DOS CIRCUITOS<sup>1</sup>

A Resistência de Isolamento dos circuitos é um dos parâmetros mais importantes para a garantia da confiabilidade do Sistema de Balizamento de Pistas. O acompanhamento histórico destes valores refletem o estado geral do isolamento dos cabos, transformadores e kits de conexão, e podem ser medidos com o auxílio de um Megôhmetro.

Cada circuito, incluindo transformadores, devem ser testados como a seguir:

- a) Desconectar os cabos dos terminais de saída do regulador. Manter as extremidades dos cabos afastadas dos pontos de terra. Manter a cobertura dos cabos limpa e seca por uma distância mínima de 30 cm em relação a extremidade dos cabos.
- b) Conectar ambos os condutores, e aplicar a tensão de teste indicada na tabela abaixo por um período de 5 minutos entre os condutores e o terra.

	<i>Primeiro Teste em Circuitos Novos</i>	<i>Testes Seguintes em Circuitos Antigos</i>
<i>Completo sistema de luzes de aproximação (transformadores de 5000 V – primário)</i>	<i>9000 V, dc</i>	<i>5000 V, dc</i>
<i>Circuitos de luzes da zona de toque e linha central (transformadores de 5000 V – primário)</i>	<i>9000 V, dc</i>	<i>5000 V, dc</i>
<i>Circuitos de luzes da borda da pista de pouso alta intensidade (transformadores de 5000 V – primário)</i>	<i>9000 V, dc</i>	<i>5000 V, dc</i>
<i>Circuitos de luzes de pista de pouso e táxi média intensidade (transformadores com 5000 V – primário)</i>	<i>6000 V, dc</i>	<i>3000 V, dc</i>
<i>Circuitos de 600 V</i>	<i>1800 V, dc</i>	<i>600 V, dc</i>

<sup>1</sup> Aerodrome Design Manual – Doc 9157 – AN/901 – Part 5 – Electrical Systems – First Edition 1983

Observações:

- 1) Cada circuito deve ser testado imediatamente após a instalação, de acordo com “Primeiro Teste em Circuitos Novos”. Os circuitos já instalados por 60 dias ou mais, mesmo que não tenham entrado em operação, devem ser testados de acordo com “Testes Seguintes em Circuitos Antigos”.
- 2) Quando da revitalização/ampliação feita em circuitos antigos, somente as partes novas devem ser testadas de acordo com “Primeiro Teste em Circuitos Novos”.

## 6.4 – PAPI

Como foi visto, o suprimento de energia do PAPI se dá através de um circuito série em média tensão. Portanto, testes só deverão ser realizados por pessoal habilitado com o manuseio de equipamentos elétricos de média tensão.

Durante qualquer operação de manutenção do circuito série, recomendamos desligar o suprimento principal de energia e curto-circuitar os terminais de saída do Regulador de Corrente Constante.

Deve-se tomar todos os cuidados durante a operação de substituição de lâmpadas e componentes da Unidade de Luz, devendo sempre desligar todo o sistema.

O local destinado à instalação do Regulador na Casa de Força deve ser cercado por grades metálicas, impedindo o acesso de pessoas. E, ainda devem ser fixadas nas grades, placas metálicas indicando o perigo da tensão de operação do equipamento.

### 6.4.1 Programa de Manutenção

O sistema PAPI só fornecerá os melhores resultados se receber uma manutenção correta durante o período de seu uso. Relacionamos abaixo o programa de manutenção:

#### ► Verificações Diárias

Durante as primeiras semanas seguidas da instalação inicial, o ângulo de elevação das unidades serão testados com a régua de aferição.

Coloque a régua de aferição na base de referência e ligue o sistema. Observe cada unidade através da mesma, movendo-se os olhos para cima e para baixo.

A Unidade de Luz deverá emitir o feixe de transição no ponto de observação. Se este não for o caso, isto significa que a unidade está desajustada. Deve-se então proceder um novo ajuste.

### ► Manutenção Semanal

A face exterior do vidro protetor deve ser limpa semanalmente, porém, no caso de fortes chuvas e em casos especiais, se a área em frente as unidades não são limpas, essa frequência deverá ser aumentada. Basta passar um algodão banhado em álcool.

### ► Manutenção Mensal

Tudo será cuidadosamente inspecionado a fim de verificar danos, distorção ou até mesmo quebra. O suporte e o sistema de fechamento deve ser inspecionado; as lâmpadas, inclusive os conectores elétricos, juntamente com filtros e vidros de proteção, também.

A parte interior do suporte deve ser bem limpa. Retire qualquer corpo estranho que tenha penetrado. O vidro interno de proteção e filtros devem ser bem limpos. Verificar a rigidez na unidade quanto a flexibilidade estrutural.

Certificar que nenhuma vegetação está obstruindo os feixes de luz, emitidos pelas Unidades de Luz.

**NOTA: SE POSSÍVEL, SOLICITE UM TESTE DE VÔO SEMESTRALMENTE.**

### ► Substituição das Lâmpadas

Recomendamos que se faça a substituição de todas as lâmpadas do sistema PAPI depois de um período de 800 horas de uso contínuo.

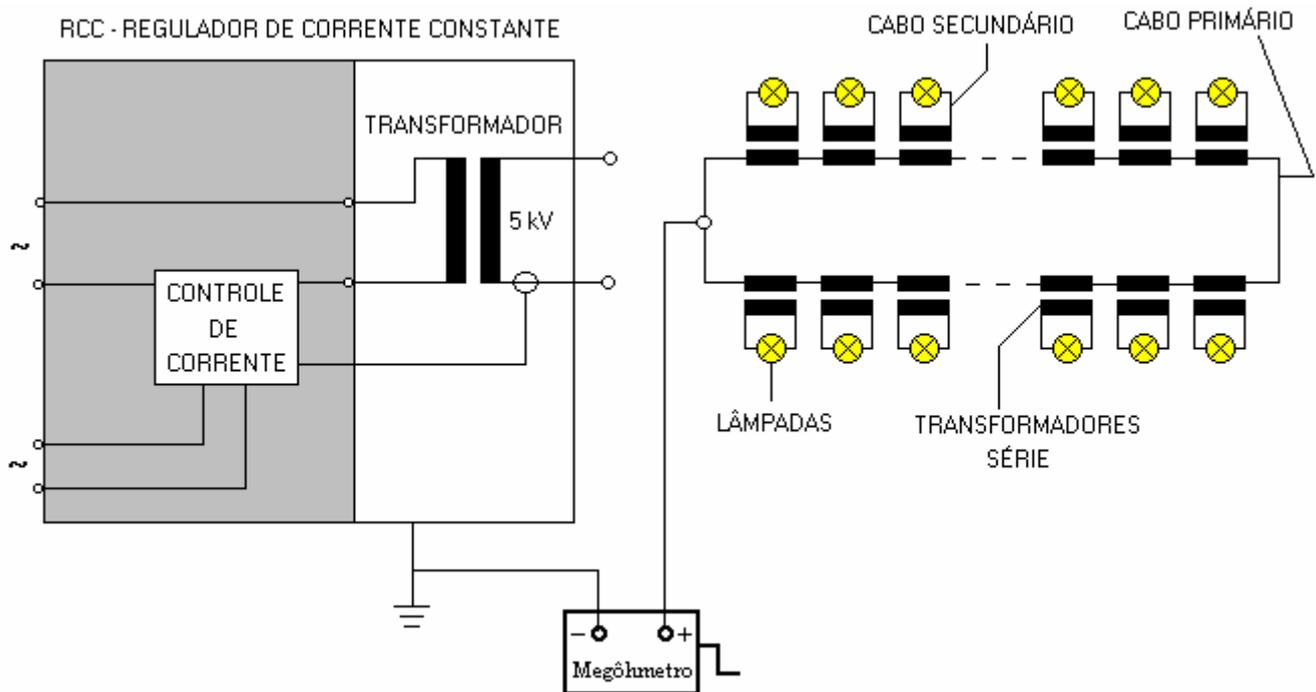
### ► Substituição das Lentes

O sistema PAPI foi projetado para que a substituição de uma lente objetiva possa sem risco ser executada no campo, dispensando assim retornar para a fábrica.

### ► Remoção da Vegetação

Evitar que a vegetação se desenvolva principalmente na frente da unidade de luz. Remova a grama e substitua por cascalho ou calçada de concreto. Um herbicida químico pode ser usado para atenuar o problema embora não seja permanente a sua eficácia.

Cortadores de grama devem ficar afastados da unidade de luz. Caso ocorra algum contato com o PAPI checar imediatamente o sistema.

**ESQUEMA DE MEDIÇÃO**

Será lido um valor de Resistência de Isolamento do circuito que deverá estar acima do limite mínimo calculado para o circuito, conforme orientações do Capítulo 7.

## CAPÍTULO 7

### PARÂMETROS DE REFERÊNCIA

#### 7.1 – CORRENTE DE SAÍDA DO RCC<sup>1</sup>

A corrente de saída para cada nível de brilho deve estar entre  $\pm 2\%$  do valor da corrente nominal do equipamento.

TIPO	NORMAL	TOLERÂNCIA
RCC de 20 A 5 Níveis de Brilho	20,0 A	19,60 A 20,40
	15,8 A	15,48 A 16,12
	12,4 A	12,15 A 12,65
	10,3 A	10,09 A 10,51
	8,5 A	8,33 A 8,67
RCC de 6,6 A 5 Níveis de Brilho	6,6 A	6,47 A 6,73
	5,2 A	5,10 A 5,30
	4,1 A	4,02 A 4,18
	3,4 A	3,33 A 3,47
	2,8 A	2,74 A 2,86
RCC de 6,6 A 3 Níveis de Brilho	6,6 A	6,47 A 6,73
	5,5 A	5,39 A 5,61
	4,8 A	4,70 A 4,90

#### 7.2 – RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO DOS CIRCUITOS<sup>1</sup>

Para que possa ser calculado o valor mínimo admissível de Resistência de Isolamento para cada circuito, deve ser calculada primeiramente a corrente de fuga máxima admissível para os circuitos.

Levando-se em conta que o cabeamento de alimentação é distribuído subterraneamente, estando sujeito a umidade considerável, além de exposição contínua a calor e frio, é de se esperar que exista uma corrente de fuga presente no circuito, que será diretamente proporcional ao comprimento do circuito e ao número de elementos que ele possui.

Esta corrente pode ser calculada e então comparada com o valor medido no circuito. Caso a corrente de fuga medida seja maior que o valor máximo admissível calculado para o circuito, deve ser feita uma inspeção neste e então reparar o(s) ponto(s) onde o isolamento do circuito estiver(em) comprometido(s).

<sup>1</sup> Aerodrome Design Manual – Doc 9157 – AN/901 – Part 5 – Electrical Systems – First Edition 1983

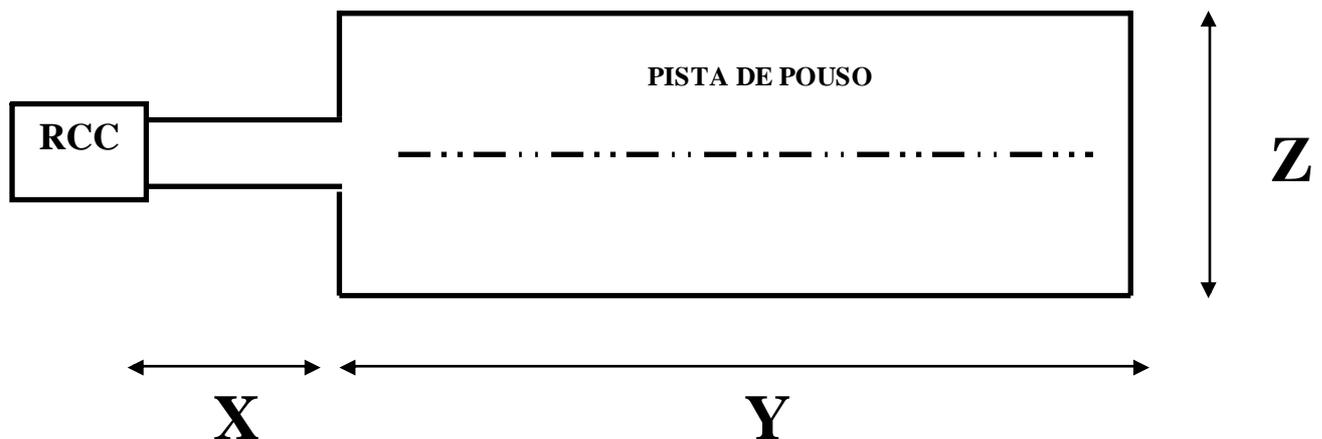
### 7.2.1 – Cálculo da Corrente de Fuga Máxima Admissível no Circuito<sup>1</sup>

Para se calcular o valor da corrente de fuga máxima admissível no circuito, procede-se como a seguir:

- Considere uma corrente de fuga máxima de  $2\mu\text{A}$  para cada transformador do circuito série;
- Considere uma corrente de fuga máxima de  $1\mu\text{A}$  para cada 100 metros de cabo lançado, do RCC até a pista, incluindo a distância de retorno da alimentação. A esta distância total, acrescentar 10%, que é um fator de correção para compensar o adicional de cabo gasto para a conexão de todos os transformadores do circuito série.
- Some os valores obtidos para determinar o valor total permitido em microampères para cada circuito completo.

Exemplo: Vamos considerar, para simples efeito ilustrativo, o seguinte circuito de balizamento pista de pouso:

- Comprimento da Pista (Y): 2600 m
- Largura da Pista (Z): 30 m
- Distância do RCC até a Pista (X): 700 m
- Número de Transformadores do Circuito Série (W): 60



O comprimento em metros de cabo lançado será dado por:

$$d = [ 2 ( X + Y + Z ) ]$$

$$d = [ 2 ( 700 + 2600 + 30 ) ]$$

$$d = 6660 \text{ m}$$

<sup>1</sup> Aerodrome Design Manual – Doc 9157 – AN/901 – Part 5 – Electrical Systems – First Edition 1983

Considerando-se uma correção de 10 % sobre o valor total:

$$\begin{aligned}d &= 6660 \times 1,1 \\d &= 7326 \text{ m}\end{aligned}$$

O valor da corrente de fuga máxima permitida será dada por:

$$\begin{aligned}i &= (1 \mu\text{A} \times d / 100) + (2 \mu\text{A} \times W) \\i &= (1 \mu\text{A} \times 7326 / 100) + (2 \mu\text{A} \times 60) \\i &= 73,26 \mu\text{A} + 120 \mu\text{A} \\i &= 193,26 \mu\text{A}\end{aligned}$$

### 7.2.2 – Cálculo da Resistência de Isolamento Mínima Admissível no Circuito

$$\boxed{R = V / I}$$

Onde:

**R** = Resistência de Isolamento Mínima Admissível

**V** = Tensão de Isolamento do Circuito

**I** = Corrente de Fuga Máxima Admissível

$$R = \frac{5000 \text{ V}}{193,26 \mu\text{A}} = \frac{5000 \text{ V}}{193,26 \times 10^{-6} \text{ A}}$$

$$R = 25,87 \text{ M}\Omega \cong \underline{26 \text{ M}\Omega} \text{ (Para todo o circuito)}$$

### 7.3 – RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO DOS TRANSFORMADORES

Considerando-se que o valor de corrente de fuga máxima admissível por transformador de isolamento é de  $2 \mu\text{A}$  e que a tensão de teste é 5000 V, o valor de resistência de isolamento mínima admissível será calculado conforme a seguir:

$$R = \frac{5000 \text{ V}}{2 \mu\text{A}} = \frac{5000}{2 \times 10^{-6} \text{ A}}$$

$$R = \underline{2500 \text{ M}\Omega} \text{ (Para cada transformador separadamente)}$$

## 7.4 – ILUMINAÇÃO<sup>1</sup>

### 7.4.1 – *Intensidade Luminosa*

É considerado que uma luz não está operacional quando não está adequadamente alinhada ou quando sua intensidade luminosa é inferior a 50% do valor especificado. As causas da perda da luminosidade podem ser devidas a presença de contaminações fora e dentro do dispositivo luminoso ou a queima da lâmpada ou ainda a deterioração do sistema ótico devido ao seu envelhecimento.

### 7.4.2 – *Operacionalidade das Luzes*

7.4.2.1 – O sistema de manutenção preventiva empregado para uma pista com aproximação de precisão de categoria II ou III deve Ter como objetivo, durante o período de operação em condições de categoria II ou III, que estejam todas as luzes de aproximação e de pista operacionais, e que em todo caso estejam operacionais pelo menos:

- a) 95% das luzes estejam operacionais em cada um dos seguintes elementos particulares importantes:
  - ✓ Sistema de Luzes de Aproximação Categoria II e III, os 450 m internos;
  - ✓ Luzes de Linha de Centro de Pista;
  - ✓ Luzes de Cabeceira de Pista; e
  - ✓ Luzes de Lateral de Pista.
- b) 90% das luzes estejam operacionais na Zona de Toque;
- c) 85% das luzes estejam operacionais no Sistema de Luzes de Aproximação além de 450 m; e
- d) 75% das luzes estejam operacionais no Fim de Pista.

Com a finalidade de assegurar a continuidade da guia, a porcentagem de luzes fora de serviço permitida não será tal que altere o diagrama básico do sistema de iluminação. Adicionalmente, não se permitirá que haja uma luz fora de serviço adjacente a outra luz fora de serviço, exceto em uma barra transversal onde se pode permitir que haja duas luzes adjacentes fora de serviço.

7.4.2.2 – O sistema de manutenção preventiva empregado para Barras de Parada em pontos de interseção com uma pista destinada a operações em condições de alcance visual na pista inferior a 350 m, deve buscar os seguintes objetivos:

- a) Que não estejam fora de serviço mais do que duas luzes; e
- b) Que não estejam fora de serviço duas luzes adjacentes a não ser que o espaço entre as luzes seja muito menor que o especificado.

---

<sup>1</sup> Annex 14 (ICAO) – Volume I – Aerodrome Design and Operations – Third Editions – July 1999

7.4.2.3 – O sistema de manutenção preventiva empregado para a pista de táxi, destinada a condições em que o alcance visual na pista seja inferior a 350 m, deve ter como objetivo que não se encontrem fora de serviço duas luzes adjacentes do Balizamento de Linha de Centro.

7.4.2.4 – O sistema de manutenção preventiva empregado para uma pista para aproximação de precisão de Categoria I, terá como objetivo que durante qualquer período de operação em Categoria I, todas as luzes de aproximação e de pista estejam operacionais, e que em todo caso estejam operacionais pelo menos 85% das luzes em cada um dos seguintes elementos:

- a) Sistema de Iluminação de Aproximação de Precisão Categoria I;
- b) Luzes de Cabeceira de Pista;
- c) Luzes de Lateral de Pista; e
- d) Luzes de Fim de Pista.

Com a finalidade de assegurar a continuidade da guia, não se permitirá que haja um luz fora de serviço adjacente a outra luz fora de serviço, salvo se o espaço entre as luzes é muito menor que o especificado.

7.4.2.5 – O sistema de manutenção preventiva empregado em uma pista destinada a decolagem em condições de alcance visual na pista inferior a um valor de 550 m, terá como objetivo que, durante qualquer período de operação estejam em boas condições de funcionamento todas as luzes de pista e que, em todo caso:

- a) Pelo menos 95% das luzes de Centro de Pista (onde aplicável), e das luzes de Lateral de Pista estejam em boas condições de funcionamento; e
- b) Pelo menos 75% das luzes de Fim de Pista estejam em boas condições de funcionamento.

Com a finalidade de assegurar a continuidade da guia, não se permitirá que haja uma luz fora de serviço adjacente a outra luz fora de serviço.

7.4.2.6 – O sistema de manutenção preventiva, empregado em uma pista destinada a decolagem em condições de alcance visual na pista de 550 m ou mais, terá como objetivo que, durante qualquer período de operação, estejam em boas condições de funcionamento todas as luzes de pista e que, em todo caso, estejam em boas condições de funcionamento pelo menos 85% das luzes de Lateral de Pista e de Fim de Pista. Com a finalidade de assegurar a continuidade da guia, não se permitirá que haja uma luz fora de serviço adjacente a outra luz fora de serviço.

### 7.4.2.7 – Operacionalidade do PAPI

Em uma unidade (caixa) na qual uma das lâmpadas está apagada ainda será considerada como operacional. Se esta condição mínima não puder ser mantida, o sistema será paralisado.

No caso do PAPI bilateral, se todas as unidades num lado da pista estão funcionando, o sistema será considerado como operacional.

---

<sup>1</sup> NBR 12971 (AGO 1993) – Emprego de Sistema de Aterramento para Proteção de Auxílios Luminosos em Aeroportos

## CAPÍTULO 8

### PRINCIPAIS PROBLEMAS E MEDIDAS CORRETIVAS

#### 8.1 – NO REGULADOR DE CORRENTE CONSTANTE

##### 8.1.1 - Cuidados para Inspeção

Verifique se a tensão de entrada está realmente sendo aplicada aos terminais. Caso a entrada do RCC esteja normal, ponha em curto-circuito as buchas terminais de saída, usando um condutor de cobre não inferior a 4 mm<sup>2</sup>. Para esta operação é conveniente que a chave de controle seja colocada na posição “OFF”, do regulador.

Após unir as buchas de saída em curto-circuito, gire a chave para a posição brilho 1,2,3,4 e 5 e registre as leituras. Se a corrente de saída nominal estiver correta, em todas as cinco posições de brilho, o regulador estará funcionando normalmente e o defeito, se persistir, estará no circuito de carga. Quando for constatada a pane em um RCC, faça as devidas pesquisas para saná-la, observando as instruções próprias de cada fabricante, para o modelo de RCC utilizado.

Geralmente os defeitos no circuito externo são causados pela ruptura dos cabos de alimentação das luminárias; ou por “vazamento” nos cabos, ocasionando baixa corrente nas lâmpadas, reduzindo seu brilho, ou por curto-circuito entre os cabos, impedindo parcial ou totalmente a alimentação das luminárias; curto entre os condutores e o cabo terra, ou entre os condutores de alimentação e os demais cabos que estão juntos em determinadas linhas de duto ou caixa de inspeção.

Para identificar um defeito no circuito externo, verifica-se, em primeiro lugar, se as correntes de saída do RCC estão corretas. Caso positivo pesquise, em pontos distintos do circuito, a chegada de energia.

Desconecte do RCC os cabos do circuito e com um megôhmetro pesquise os trechos do circuito ate localizar o ponto de fuga.

Se não tiver um megôhmetro, mantenha os cabos conectados ao RCC e energize o circuito e com um alicate amperímetro pesquise a corrente que esta circulando nos trechos do circuito para determinar o trecho em que esta o curto-circuito.

Se o regulador desligar subitamente, é possível que o circuito de saída esteja interrompido. Desligue o RCC girando a chave seletora para o 0 (zero) antes de inspecionar o circuito de saída. Sem essa precaução, uma falha momentânea na energia produz um ciclo de ligamento reenergizando o regulador e sua saída pode atingir centenas ou milhares de volts.

Antes de qualquer ajuste ou operação, checar:

- a) Tensão de entrada;
- b) Fusíveis principais de entrada;
- c) Fusíveis auxiliares.

## **8.1.2 - Regulador Não Liga**

- a) Desenergizar o RCC;
- b) Desconectar a carga;
- c) Curto circuitar os terminais de saída do RCC e verificar os níveis de corrente em todos os brilhos;
  - Caso os valores estejam corretos, a anormalidade está sendo causada devido a falha no circuito série. Inspeccionar o circuito série;
  - Caso haja alteração nos valores, verificar o circuito de controle;

## **8.1.3 - As Correntes de Saída Estão Fora do Padrão**

- a) Desenergizar o RCC;
- b) Desconectar a carga;
- c) Curto circuitar os terminais de saída do RCC e verificar os níveis de corrente em todos os brilhos;
  - Caso os valores estejam corretos, a anormalidade está sendo causada devido a falha no circuito série. Inspeccionar o circuito série;
  - Caso haja alteração nos valores, verificar o circuito de controle;

## **8.1.4 - O Regulador Opera, Porém Sempre Fornece Corrente de Saída Correspondente ao Brilho Máximo ( Falha do Circuito de Controle )**

- a) Verificar alimentação da placa de controle e fusíveis de alimentação dos dispositivos de controle (tiristores ou relés )
- b) Caso estejam OK, testar os dispositivos de controle, que estarão danificados (tiristores queimados ou relés com a bobina aberta );
- c) Caso estejam operacionais, substituir o circuito de controle;

## **8.1.5 - O Regulador Opera, Porém Sempre Fornece Corrente de Saída Correspondente ao Brilho Mínimo ( Falha do Circuito de Controle )**

- a) Verificar alimentação da placa de controle e fusíveis de alimentação dos dispositivos de controle (tiristores ou relés );
- b) Caso estejam OK, testar os dispositivos de controle, que estarão danificados ( tiristores ou relés com contatos em curto);

## **8.1.6 - Proteção de Sobre corrente não Atua**

Executar ajuste da proteção de sobre corrente. Caso ela continue não atuando, substituir o cartão eletrônico;

## **8.2 – NO TRANSFORMADOR DE CORRENTE CONSTANTE E NO AUTO-TRANSFORMADOR REGULADOR DE CORRENTE**

### **8.2.1 – Secundário do TCC aberto**

8.2.1.1 – *Causa*: Fio interno da bobina secundária solto.

8.2.1.2 – *Sintoma*: Balizamento não funciona.

8.2.1.3 – *Solução*: Reconectar o fio solto à sua respectiva bucha.

### **8.2.2 – Balizamento não funciona em um dos brilhos**

8.2.2.1 – *Causa*: Defeito no contator referente ao brilho que não está funcionando, localizado no interior do Auto-transformador Regulador de Corrente.

8.2.2.2 – *Sintoma*: Ao fazer o comando na chave seletora do auto-transformador, ou do painel de comando remoto, o balizamento não funciona na posição (brilho) onde se encontra o contator defeituoso.

8.2.2.3 – *Solução*: Verificar se as ligações do referido contator estão bem conectadas. Efetuar a troca do contator defeituoso.

### **8.2.3 – Chave seletora não responde ao comando**

8.2.3.1 – *Causa*:

- a) Defeito na chave seletora;
- b) Circuito de alta tensão do sistema em aberto por falha em um ou mais transformadores de isolamento;
- c) Componentes do quadro de comando queimados e/ou aberto;
- d) Mau contato.

8.2.3.2 – *Sintoma*:

- a) Balizamento pode funcionar somente em algumas posições;
- b) Balizamento não funciona;
- c) Balizamento não funciona;
- d) Balizamento não funciona.

8.2.3.3 – *Solução*:

- a) Após a certificação de que o problema é realmente na chave, efetuar a sua troca.
- b) Localizar onde está aberto o circuito , efetuar a reconexão e/ou efetuar a troca do transformador de isolamento defeituoso.

**ATENÇÃO:** Quando isto acontecer, atuará a proteção existente contra abertura do circuito de alta tensão. Antes de solucionar o problema, verificar se realmente a proteção atuou antes de fazer o reparo, pois estando as luminárias da pista apagadas, não significa dizer que o circuito de alta tensão esteja desenergizado.

- c) Verificar e substituir os fusíveis queimados e/ou disjuntor aberto;
- d) Verificar a instalação e a possibilidade de mau contato nas barras internas do quadro de comando do auto-transformador e do painel remoto. Verificar se há má conexão no plug da chave seletora do auto-transformador.

## **8.2.4 – Pane no Auto-transformador Regulador de Corrente**

**8.2.4.1 – Causa:** Queima de alguns de seus componentes.

**8.2.4.2 – Sintoma:** Balizamento não funciona.

**8.2.4.3 – Solução:** Até que seja efetuada a troca ou reparo do auto-transformador é possível colocar o sistema em funcionamento somente com o Transformador de Corrente Constante. Para isto, basta fazer a conexão que sai do auto-transformador para a pista diretamente no Transformador de Corrente Constante.

## **8.2.5 – Proteção contra abertura do circuito de alta tensão não atua**

**8.2.5.1 – Causa:**

- a) Defeito no relé de proteção no interior do auto-transformador;
- b) Quebra de um dos componentes ou oxidação dos contatos do relé de proteção;
- c) Defeito no relé de tempo.

**8.2.5.2 – Sintoma:**

- a) Em caso de abertura do circuito de alta tensão o relé não atua;
- b) Em caso de abertura do circuito de alta tensão o relé não atua;
- c) Em caso de abertura do circuito de alta tensão o relé não atua.

**8.2.5.3 – Solução:**

- a) Efetuar a troca do relé;
- b) Efetuar a troca do relé;
- c) Efetuar a troca do relé de tempo.

## 8.3 – NO CIRCUITO SÉRIE:

### 8.3.1 – Fuga de Corrente para Terra (Resistência de Isolamento Baixa)

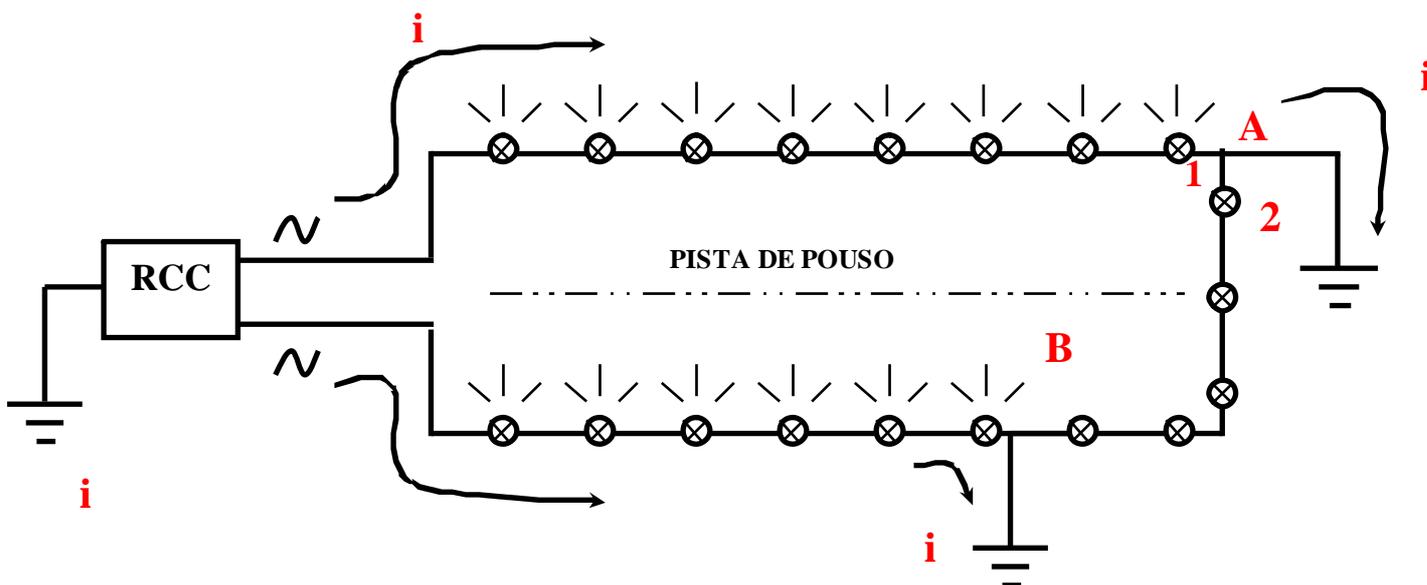
A corrente de fuga flui para terra através de pontos com baixa resistência de isolamento ou com este danificado. No circuito série pode haver pontos com baixo isolamento em qualquer um dos componentes do circuito (cabearamento primário, transformadores de isolamento, e conexões do circuito primário), porém os componentes mais susceptíveis a esta falha são as conexões e os transformadores de isolamento, devido ao fato de estarem localizados dentro das caixas metálicas sujeitas ao acúmulo de água.

Para localizar um ponto de fuga, podem ser usados os seguintes métodos:

#### 8.3.1.1 - Inserção estratégica de ponto de fuga:

Para identificar com maior exatidão o trecho em que a fuga ocorreu, basta inserir intencionalmente outro ponto de fuga em qualquer trecho do circuito e ligar o RCC. As lâmpadas conectadas entre os dois pontos de fuga permanecerão apagadas, uma vez que o RCC é aterrado também:

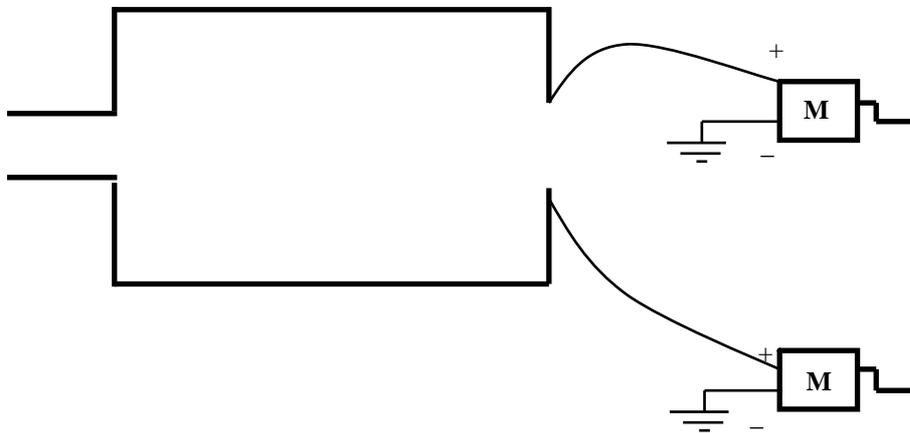
- Desligar o regulador;
- Inserir em qualquer ponto do circuito série outro ponto de fuga, conectando-o ao terra;
- Ligue o regulador selecionando o brilho máximo;
- Através da observação das luminárias que permanecerão realmente com o brilho máximo, identificar o trecho onde ocorreu a fuga para terra.



Caso ocorra fuga de corrente em determinado ponto do circuito ( **A** ), é possível determinar o trecho onde está localizada a falha através da aplicação de outro curto para terra em qualquer outro ponto ( **B** ). Será observado que algumas lâmpadas irão permanecer apagadas ou com brilho bastante reduzido em determinada parte do circuito. Assim sendo, será possível determinar o trecho ( **1 - 2** ) onde o ponto de fuga ( **A** ) está localizado.

### 8.3.1.2 - Divisão do circuito série em trechos estratégicos e medição da resistência de isolamento nesses trechos:

- a) Desligar o regulador;
- b) Desconectar os cabos do regulador, deixando-os afastados de pontos aterrados;
- c) Interromper o circuito série no ponto médio do mesmo;
- d) Medir com um megôhmetro a resistência de isolamento entre cada uma dos terminais do ponto em que o circuito foi interrompido e o terra;
- e) Verifique em qual das metades do circuito interrompido se encontra a baixa isolação (fuga para terra);
- f) Após a identificação, repita o procedimento, particionando o circuito danificado quantas vezes seja necessário para identificar o ponto exato da fuga.



Localizado o ponto de fuga, as seguintes medidas corretivas devem ser tomadas:

#### a) no caso de fuga nas conexões:

- ✓ Limpeza e secagem dos terminais de conexão;
- ✓ Drenagem de água da caixa metálica;
- ✓ Refazer a conexão, utilizando fitas isolante e de auto-fusão;
- ✓ Substituição dos terminais de conexão, se for o caso.

#### b) no caso de fuga nos transformadores de isolamento:

O transformador deve ser retirado do circuito série, submerso em água e submetido a um teste de resistência de isolamento, para verificar se a mesma está abaixo do valor mínimo admissível, conforme estabelecido no capítulo 7. Caso a resistência esteja abaixo do valor mínimo admissível, substituir o transformador. Caso esteja acima do valor mínimo, verificar as conexões do circuito.

c) *no caso de fuga no cabeamento primário:*

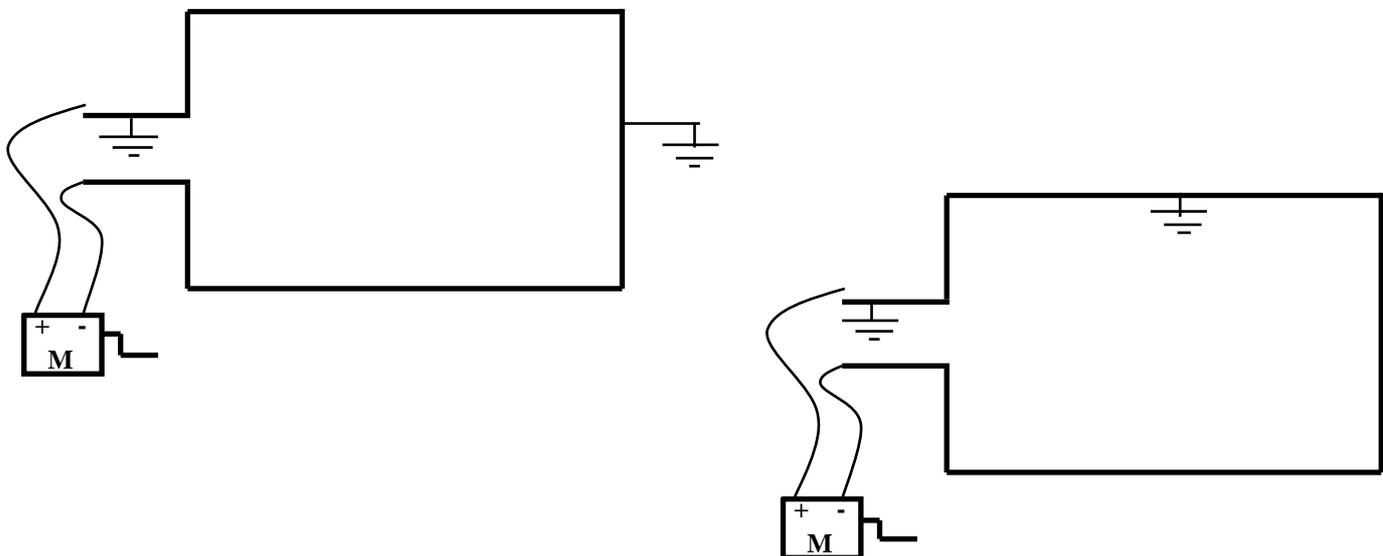
- ✓ Caso o isolamento tenha sido danificado por roedores, substituir o trecho danificado e aplicar raticida nas caixas de passagem;
- ✓ Caso o isolamento tenha sido danificado por ressecamento (fim da vida útil), substituir o trecho comprometido.

## 8.3.2 – Circuito Série Interrompido

Nessa situação provavelmente o regulador não ligará, pois com o circuito interrompido a corrente tenderá a elevar-se infinitamente e atuará a proteção de sobre corrente, caso ela exista. Desta forma será então necessário identificar o(s) ponto(s) onde se encontra(m) a descontinuidade do circuito série. Para localizar este(s) ponto(s), pode ser usado o seguinte método:

### 8.3.2.1 – Circuito Aberto

- a) Desligar o regulador;
- b) Desconectar o circuito série do regulador;
- c) Conectar ao terra um dos terminais do circuito série e também o ponto central deste;
- d) Verificar com um megôhmetro a continuidade entre os terminais do circuito série. Se:
  - ✓ Houver continuidade, o circuito estará aberto em algum ponto do trecho compreendido entre o ponto central do circuito série e o terminal aterrado;
  - ✓ Não houver continuidade, o circuito estará aberto em algum ponto do trecho compreendido entre o ponto central do circuito série e o terminal que não foi aterrado;
- e) Após identificar a metade do circuito série na qual está localizado o ponto de descontinuidade, deve-se repetir o procedimento anterior, deslocando-se o ponto aterrado em direção à extremidade do circuito série da metade na qual foi localizada a interrupção até que o ponto exato seja descoberto.



### 8.3.3 – Falha na Iluminação

Como estabelecido no capítulo 7, uma luminária apresenta falha quando sua intensidade luminosa é inferior a 50% do valor especificado. Várias circunstâncias podem diminuir a eficiência de uma luminária:

a) *Presença de contaminações dentro e fora do dispositivo luminoso*

*Medidas corretivas:*

- Limpeza das lentes, filtros e globos;
- Inspeção da vedação da luminária, substituindo-a se for o caso.

b) *Deterioração do sistema ótico devido ao seu envelhecimento*

*Medida corretiva:* - Substituição do sistema ótico;

c) *Lâmpada queimada*

*Medida corretiva:* - Substituição da lâmpada;

**Nota:** Para a substituição de lâmpadas, devem ser observadas as seguintes recomendações:

- ✓ O bulbo das lâmpadas do tipo halógena nunca deve ser tocado diretamente, pois isto pode reduzir a sua vida útil. O bulbo quando diretamente tocado é contaminado com uma oleosidade que possuímos nas mãos, provocando uma deformação e conseqüente quebra no local, assim que a lâmpada é submetida a uma elevação de temperatura.
- ✓ Após a substituição da lâmpada, é imprescindível observar o correto posicionamento das borrachas de vedação, pois a presença de umidade no interior da luminária pode comprometer seu perfeito funcionamento.
- ✓ Em alguns tipos de luminárias sempre que ocorre queima de lâmpadas ocorre também a fusão da pastilha de óxido de cobre, curto-circuitando o secundário do transformador. Esta pastilha evita o aparecimento de tensões elevadas no secundário do transformador, o que iria ocorrer se ele continuasse trabalhando a vazio. Além de aquecimento no transformador, o que poderia provocar danos em seu isolamento, o funcionamento à vazio poderia provocar o aparecimento de componentes reativos no circuito, que poderiam comprometer o funcionamento do regulador.
- ✓ Quando da colocação dos filtros, deve ser observado o seu correto posicionamento em relação à direção e a cor.

## *d) Secundário do transformador de isolamento em mau contato ou aberto*

*Medida Corretiva:* Verificar se há abertura do secundário do transformador de isolamento fazendo pequenos movimentos circulares no plug do secundário do mesmo. Verificar se há oxidação no contato do soquete da lâmpada, efetuar a limpeza do contato.

### **8.3.4 – Defeito na Caixa Ótica**

Alguns defeitos encontrados nas caixas óticas são:

Juntas frangíveis quebradas ou frouxas, parte superior das pernas frouxas ou desreguladas. Todas estas irregularidades provocam o desnivelamento da caixa e a conseqüente alteração do ângulo.

## **8.4 – SISTEMA DE ATERRAMENTO (MALHA DE TERRA)**

### **8.4.1 – Resistência de Aterramento Alta**

A manutenção do sistema de aterramento deve ser feita quando for notada uma degradação no terreno (aumento de resistividade) ou nos elementos condutores (cabos, hastes e conexões), que provoque o aumento do valor de resistência de aterramento acima do estabelecido em 7.5.

#### **8.4.1.1 – Medidas Corretivas**

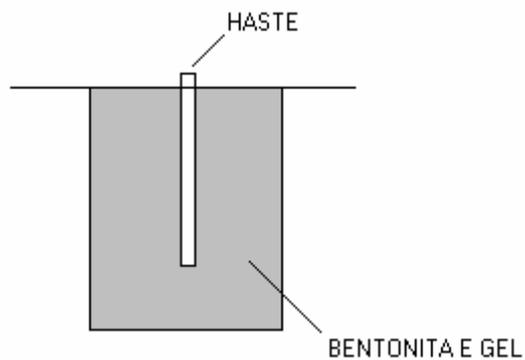
O valor da resistência de aterramento vai aumentando com o decorrer do tempo. A fim de eliminar tal problema ou mesmo a fim de impedir que um valor baixo inicialmente obtido aumente com o decorrer do tempo, deve-se tratar quimicamente o solo com substâncias como cloreto de sódio, cloreto de cálcio, sulfato de magnésio e sulfato de cobre. O cloreto de sódio, por ser o mais fácil de obter, é o de uso mais difundido, porém é o dos mais corrosivos. Das substâncias acima referidas, o sulfato de magnésio é o menos corrosivo.

Com o passar do tempo, devido à permeabilidade do solo e à precipitação de chuvas, os sais ionizáveis são arrastados para as profundezas do terreno e o tratamento químico precisa ser feito periodicamente.

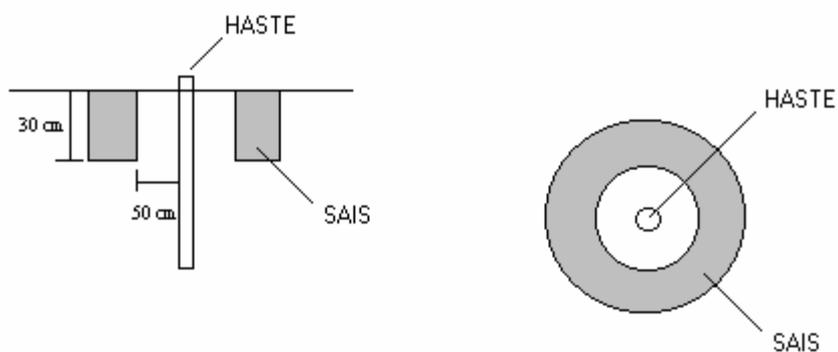
Empregam-se mais recentemente duas soluções salinas que, atuando entre si, produzem um preparado sob a forma de “gel” estável que apresenta uma elevada condutividade elétrica: é insolúvel na água e nos ácidos normalmente encontrados no solo e, além do mais, é bastante higroscópico, permitindo maior intervalo de tempo no tratamento dos solos, porque não são facilmente lavados pela água do subsolo.

As substâncias químicas devem ser colocadas no solo, conforme ilustram as figuras a seguir.

⇒ Bentonita e Gel



⇒ Sais



## PROBLEMAS E SOLUÇÕES NO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO LUMINOSA

⊗ PROBLEMA	☹ CAUSA	☺ SINTOMA	☺ SOLUÇÃO
Secundário do T.C.C. aberto (Alta tensão ligação interna).	Fio interno da bobina secundária solto.	Balizamento não funciona.	Reconectar o fio solto à sua respectiva bucha.
Balizamento não funciona em um dos brilhos.	Defeito no contator referente ao brilho que não está funcionando, localizado no interior do A.T.R.C. (óleo).	Ao fazer o comando na chave seletora do A.T.R.C., ou do Painel de Comando Remoto, o balizamento não funciona na posição (brilho) onde se encontra o contator defeituoso.	Verificar se as ligações do referido contator estão bem conectadas.  Efetuar a troca do contator defeituoso.
Chave seletora não responde ao comando.	Defeito na chave Seletora .	Balizamento pode funcionar somente em algumas posições.	Após a certificação de que o problema é realmente este, entrar em contato com o fabricante (METROL) para efetuar a troca.
Chave seletora não responde ao comando	Circuito de alta tensão do sistema em aberto por falha em um ou mais transformadores de isolamento.	Balizamento não funciona. Entra em operação sinalização de alerta sonora (alarme) e visual (sinaleiro vermelho)	Localizar onde está aberto o circuito de alta tensão, efetuar a reconexão e/ou efetuar a troca do transformador de isolamento defeituoso. *** <b>ATENÇÃO : Quando isto acontecer, atuará a proteção existente no A.T.R.C. contra abertura do circuito de alta tensão, através do Relé de Supervisão de Corrente. Antes de solucionar o problema, verificar se realmente a proteção atuou antes de fazer o reparo, pois estando as luminárias da pista apagadas, não significa que o circuito de alta tensão esteja desenergizado. ***</b>
Chave seletora não responde ao comando.	Componentes do quadro de comando queimados e/ou aberto.	Balizamento não funciona.	Verificar e substituir os fusíveis queimados e/ou disjuntor aberto.
Chave seletora não responde ao comando.	Erro na instalação do sistema	Balizamento não funciona	Verificar a instalação e a possibilidade de mau contato nas barras internas do Quadro de Comando do A.T.R.C. e do Painel Remoto.  Verificar se há má conexão no plug da chave seletora do A.T.R.C.
Pane no A.T.R.C.	Queima de alguns de seus componentes.	Balizamento não funciona.	Até que seja efetuada a troca ou reparo do A.T.R.C., é possível colocar o sistema em funcionamento somente com o T.C.C. Para isto, basta utilizar a bucha central <b>HE</b> e girar a chave seletora do painel inferior para a posição <b>PANE</b> , podendo operar nesta condição tanto no local ou remoto.

## CONTINUAÇÃO

⊗ PROBLEMA	☹ CAUSA	☹ SINTOMA	😊 SOLUÇÃO
Proteção contra abertura do circuito de alta tensão não atua.	Defeito no relé de supervisão de corrente no interior do A.T.R.C.	Em caso de abertura do circuito de alta tensão, o relé não atua.	Efetuar a troca do relé
Uma ou mais luminárias da pista de balizamento estão com as lâmpadas apagadas.	Secundário do Transformador de Isolamento da respectiva luminária em mau contato ou aberto.	Balizamento não funciona apenas nestas luminárias.	Verificar se há abertura do secundário do transformador de isolamento fazendo pequenos movimentos circulares no plug secundário do mesmo. Verificar se há oxidação no contato do soquete da lâmpada, efetuar a limpeza do contato.
Uma ou mais luminárias da pista de balizamento estão com as lâmpadas apagadas.	Lâmpada(s) queimadas.	Balizamento não funciona apenas nestas luminárias	Efetuar a troca das lâmpadas defeituosas.
Lâmpada do Farol Rotativo apagada.	Má conexão da lâmpada ao seu respectivo soquete.		Verificar a conexão da lâmpada ao soquete.
	Lâmpada está queimada.		Efetuar a troca da lâmpada.
	Fusível está queimado.		Efetuar a troca do fusível.
	Estabilizador defeituoso.		Efetuar a troca do componente defeituoso.
Farol não gira	Fusível do Motor queimado.		Efetuar a troca do fusível
	Motor queimado.		Efetuar a troca do motor.
Pane no equipamento de pista	Rompimento do Cabo de pista.	Pista não funciona em nenhuma Intensidade de corrente	Localizar ponto defeituoso (abertura) do cabo e efetuar o conserto.
	Pane em um ou mais Transf. de isolamento.		Localizar o transf. de isolamento defeituoso e efetuar a troca.
Falha no RCC	Rompimento do circuito primário do RCC	Balizamento não funciona. Soa alarme sonoro e visual (sinaleiro branco)	Trocar bobina do primário do Transformador de Corrente Constante

## PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DE EMERGÊNCIA NO CASO DE PANE NA SUBESTAÇÃO DO SISTEMA

Em caso de pane no circuito da caixa superior (**A.T.R.C.**) do R.C.C., o sistema poderá ser operado em modo de Corrente Constante, porém sem regulação de brilho, até que sejam substituídos os componentes avariados. Deve-se proceder da seguinte maneira :

1º - Desconectar a ligação do cabo de pista relativa à bucha de saída do lado esquerdo (H2) do R.C.C. que pode estar, ou não, conectada ao Transformador de Corrente (**T1**) que mede a corrente secundária de pista;

2º - Conectar o cabo de pista que foi retirado, na bucha de emergência (**HE**);

3º - Desconectar a alimentação (220V) do Quadro de Comando e conectá-la diretamente ao R.C.C., desde que haja algum chaveamento antes do mesmo quadro para este circuito (disjuntor ou chave proveniente do quadro de distribuição de luz (QDL) da subestação);

4º - Desconectar (por cima) as ligações das três (3) buchas localizadas no interior da caixa superior (A.T.R.C.);

5º - Energizar o circuito;

### ATENÇÃO:

É IMPORTANTE ESTAR ATENTO AO FATO DE QUE, AO ALIMENTARMOS COM 220V O R.C.C. (ENTRADA). CIRCULARÁ ALTA TENSÃO EM SEU ENROLAMENTO SECUNDÁRIO (SAÍDA), PORTANTO OS PROCEDIMENTOS DO 1º AO 4º ITEM, ACIMA CITADOS, DEVEM SER EFETUADOS **SEM** ENERGIZAÇÃO.

É IMPORTANTE SALIENTAR QUE OS PROCEDIMENTOS MENCIONADOS NÃO PERMITEM REGULAGEM DE CORRENTE NA PISTA, ASSIM SENDO O TRANSFORMADOR ESTARÁ FUNCIONANDO NA SUA MAIOR INTENSIDADE DE CORRENTE SECUNDÁRIA, OU SEJA, **6.6A**.

O SISTEMA CONTINUARÁ FUNCIONANDO NESTAS CONDIÇÕES, ATÉ QUE A FÁBRICA OU O DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO SEJAM ACIONADOS E, POR CONSEQUENTE, TOMADAS AS DEVIDAS PROVIDÊNCIAS NA SUBESTAÇÃO OU REPARO DOS EQUIPAMENTOS AVARIADOS.

## CAPÍTULO 9

### MEDIDAS DE SEGURANÇA

O pessoal de manutenção, ao iniciar as atividades de manutenção no sistema de Balizamento Luminoso, deverá obedecer às seguintes orientações:

#### 9.1 – PREPARAÇÃO

**9.1.1** – Providenciar um rádio de comunicação e certificar-se das suas condições operacionais e de carga de sua bateria. Se precisar, usar dois aparelhos, pois a falha do mesmo ou o não entendimento das solicitações do Controlador de Tráfego Aéreo podem provocar sérios transtornos operacionais e riscos à segurança.

**9.1.2** – Providenciar um veículo que possua os equipamentos de segurança exigidos para o trânsito nos pátios e pistas, e este veículo deve estar em condições confiáveis de funcionamento a fim de evitar contratempos quando houver solicitação de liberação da pista.

**9.1.3** – Deve ser conferido todo o instrumental, ferramental e material a ser utilizado a fim de evitar que o serviço seja interrompido e o equipamento deixado em condições perigosas, e também evitar inúmeras entradas e saídas nas pistas.

#### 9.2 – NA SUBESTAÇÃO

**9.2.1** – Os circuitos de Balizamento Luminoso operam com tensão na faixa de 5 kV devendo ser tomadas todas as medidas de prevenção e de segurança antes de qualquer intervenção.

**9.2.2** – Antes de iniciar as atividades de manutenção no sistema de Balizamento Luminoso, a torre de controle deverá ser informada que o sistema será desativado (ou colocado em comando local), e o tempo estimado da manutenção em caso do sistema ficar inoperante.

**9.2.3** – Os equipamentos devem ser colocados na condição de comando local.

**9.2.4** – Quando, para a execução da manutenção, não for necessário que o equipamento esteja ligado, devem ser desligados os disjuntores de alimentação colocando nos mesmos uma etiqueta de sinalização (“NÃO OPERE” ou “EQUIPAMENTO EM MANUTENÇÃO”), para evitar a energização indevida dos equipamentos.

**9.2.5** – Antes de tocar nas partes “vivas” dos equipamentos deve ser verificada, com a utilização de instrumentos apropriados, a existência de tensão elétrica.

**9.2.6** – Antes de tocar nos cabos dos circuitos série, estes devem ser aterrados para descarregar possíveis cargas armazenadas.

**9.2.7** – Após o término dos serviços todo o sistema deve ser testado quanto ao seu funcionamento antes de liberá-lo junto a Torre de Controle.

## 9.3 – NA PISTA

**9.3.1** – O acesso às pistas bem como às áreas de segurança próximas só é permitido mediante coordenação prévia com a torre de controle. Para tanto, o técnico deve portar um rádio de comunicação sintonizado em escuta permanente na frequência da torre de controle.

**9.3.2** – O técnico deve informar ao controlador de vôo da torre de controle sua identificação, posição, destino, objetivo e tempo previsto de permanência na pista.

**9.3.3** – O uso do rádio deve ser de forma clara e a mais objetiva possível para evitar congestionamento e confusão.

**9.3.4** – Mesmo após a liberação e coordenação com a torre de controle, é importante a observação e atenção ao tráfego no solo e no circuito de aproximação.

**9.3.5** – Quando da solicitação de liberação da pista, esta deve acontecer o mais rápido possível, não se esquecendo de providenciar o recolhimento de todo equipamento e material das proximidades da pista, principalmente pequenos objetos como plásticos, papéis e estopas que podem ser sugados pelas turbinas. Antes de retornar a pista para continuidade dos serviços, deve ser solicitada novamente a autorização à torre de controle.

**9.3.6** – No término dos serviços na pista deve ser comunicado a torre de controle o procedimento de liberação da pista.

**OBS.:** Por medida de segurança, é recomendado destacar no mínimo 2 (dois) profissionais para a execução da manutenção no sistema de Balizamento Luminoso de Pistas.

## CAPÍTULO 10

### **RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS**

Nos procedimentos de manutenção preventiva e corretiva (reparo); deve-se tomar o cuidado de, antes de qualquer ação neste sentido, abrir a chave-faca (ou disjuntor) localizada antes do Quadro de Comando e Proteção. São recomendados os seguintes procedimentos preventivos a cada 30 (trinta) dias:

**NA SUBESTAÇÃO** : Verificar todas as conexões nos equipamentos de subestação (chaves, contadores, disjuntores, fusíveis, relês, conectores de ligações no interior do Quadro de Comando e no A.T.R.C., buchas de ligações dos trafos) dando um reaperto em cada conexão (terminal), a fim de evitar danos em alguns componentes com seus terminais mal conectados e ainda eventuais processos de corrosão nos contatos.

#### **NA TORRE DE CONTROLE (SALA DE OPERAÇÕES)**

- Verificar todas as conexões no interior do Painel de Controle Remoto;
- Não utilizar a posição "0" da chave seletora de brilho do Painel Remoto, quando o comando de operação do RCC, for transferido para a posição "remoto", pois a proteção do circuito de alta do mesmo "interpretará" como circuito de pista aberto, alarmando e cortando a energização da bobina da contadora principal. Caso isto aconteça, o sistema terá que ser "resetado", através do botão liga/desliga do Painel Remoto (circuito de pista).

**NA PISTA** : Verificar os seguintes itens :

- ➔ Conexões elétricas dos transformadores de isolamento (retirar placa de base);
- ➔ Lâmpadas das luminárias (\*);
- ➔ O estado geral das luminárias da pista (globos, soquetes e plugs);
- ➔ Lâmpadas do Indicador Visual da Direção do Vento (BIRUTA), incluindo o tecido do cone de vento;

(\*) É importante que não se ultrapasse o limite de 30% (trinta por cento) do total de lâmpadas da pista queimadas, uma vez que isto acarretará sensíveis alterações nas características operacionais de resposta dos equipamentos de subestação.

**ATERRAMENTO** : Verificar o estado dos conectores-terra acessíveis, bem como as hastes de aterramento do circuito.

**PINTURA** : Verificar o estado geral de pintura de todos os equipamentos vistoriados.

#### **CODIFICAÇÃO DAS TINTAS USADAS** :

- ◆ TINTA EM PÓ PARA PINTURA ELETROSTÁTICA COR AMARELA – FAB .EPRISTINTAS OU SIMILAR
- ◆ ESMALTE SINTÉTICO CINZA CÓDIGO : 320.44-01 – GLOBO OU SIMILAR

FABRICANTE : SHERWIN WILLIAMS DO BRASIL LTDA.  
DIVISÃO GLOBOTINTAS

**NOTA** : A METROL RESERVA-SE NO DIREITO DE MODIFICAR, EM PARTE OU TOTALMENTE, QUAISQUER PRODUTOS DE SUA FABRICAÇÃO INDEPENDENTEMENTE DE AVISOS OU COMUNICAÇÕES PRÉVIAS.

## PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DE EMERGÊNCIA NO CASO DE PANE NA SUBESTAÇÃO DO SISTEMA

Em caso de pane no circuito da caixa superior (A.T.R.C.) do R.C.C., o sistema poderá ser operado em modo de Corrente Constante, porém sem regulação de bilho, até que sejam substituídos os componentes avariados. Deve-se proceder da seguinte maneira:

1º - Desconectar a ligação do cabo de pista relativa à bucha de saída do lado esquerdo (H2) do R.C.C. que pode estar, ou não, conectada ao Transformador de Corrente (T1) que mede a corrente secundária de pista;

2º - Conectar o cabo de pista que foi retirado, na bucha de emergência **(HE)**;

3º - Girar a chave seletora do painel inferior para a posição **PANE** e operar em modo local e remoto o sistema, através da outra chave seletora localizada no mesmo painel;

4º - Energizar o circuito;

### ATENÇÃO:

É IMPORTANTE ESTAR ATENTO AO FATO DE QUE, AO ALIMENTARMOS COM 220V O R.C.C. (ENTRADA). CIRCULARÁ ALTA TENSÃO EM SEU ENROLAMENTO SECUNDÁRIO (SAÍDA), PORTANTO OS PROCEDIMENTOS DO 1º AO 4º ITEM, ACIMA CITADOS, DEVEM SER EFETUADOS **SEM** ENERGIZAÇÃO.

É IMPORTANTE SALIENTAR QUE OS PROCEDIMENTOS MENCIONADOS NÃO PERMITEM REGULAGEM DE CORRENTE NA PISTA, ASSIM SENDO O TRANSFORMADOR ESTARÁ FUNCIONANDO NA SUA MAIOR INTENSIDADE DE CORRENTE SECUNDÁRIA, OU SEJA, **6.6A**.

O SISTEMA CONTINUARÁ FUNCIONANDO NESTAS CONDIÇÕES, ATÉ QUE A FÁBRICA OU O DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO SEJAM ACIONADOS E, POR CONSEQUENTE, TOMADAS AS DEVIDAS PROVIDÊNCIAS NA SUBESTAÇÃO OU REPARO DOS EQUIPAMENTOS AVARIADOS.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1 – Gussow, Milton – Eletricidade Básica – Schaum McGraw-Hill – 1985
- 2 – Apostila do Curso de Manutenção de Auxílios Luminosos de Aproximação - Infraero
- 3 – ADB, A SIEMENS COMPANY – Catálogo Aviation Ground Lighting Systems and Products
- 4 – CEMIG – Utilização de Energia Elétrica - 1978
- 5 – COBEI, ABNT – Dicionário Brasileiro de Eletricidade - 1986
- 6 – NORMAS TÉCNICAS: ABNT, ICAO E FAA
- 7 – MMA 63-7 (M 6)
- 8 – Apostila do Curso de Manutenção de Auxílios Luminosos de Aproximação- DEPV

## **CERTIFICADO DE GARANTIA**

A **Metrol Equipamentos de Sinalização Ltda** garante todas as peças, materiais e equipamentos de sua linha de fabricação e/ou comercialização contra quaisquer defeitos ou vícios de fabricação, mau funcionamento, dimensionamento inadequado ou outras razões que estejam em desacordo com as normas e padronizações vigentes e específicas, aplicáveis aos respectivos produtos. **O período de garantia para todos os produtos é de 24 (vinte e quatro) meses a partir da data da entrega efetiva ou 12(doze) meses da data da primeira utilização, o que ocorrer primeiro.** Ao presente termo aplicam-se as seguintes ressalvas, as quais a empresa **não** se responsabiliza:

- **Pelo envio de materiais / equipamentos defeituosos a serem reparados ou alterados por terceiros ou empresas não autorizadas ;**
- **Por quaisquer danos ou defeitos decorrentes de negligência, armazenagem imprópria, acidentes causados no transporte e utilização indevida, por pessoas não autorizadas e em desacordo com suas especificações e recomendações;**
- **Por quaisquer danos ou defeitos em lâmpadas em geral, fusíveis e componentes eletro-eletrônicos fabricados por terceiros;**
- **Por danos oriundos de instalações, conexões elétricas mal executadas e pela não observância dos critérios de instalação e manutenção preventiva dos equipamentos, conforme descritos neste manual de instruções;**
- **Por quaisquer danos ou defeitos de fabricação no cone de nylon da biruta (MM-B-50), pois neste caso especificamente, o prazo de garantia será de 06 (seis) meses da data da primeira utilização.**

**OBS.:** Para casos fortuitos, não mencionados acima, solicitamos contatar nossa fábrica.

Finalmente, a empresa ressalta que as despesas relativas a transporte, remessa e posterior devolução dos equipamentos defeituosos fora do prazo de garantia a serem reparados e/ou revisados em nossas instalações, correrão única e exclusivamente por conta do comprador/adquirente.

# **PLANILHA** **ATERRAMENTO**

# **DIAGRAMAS**

**TABELAS DAS CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS**  
**DOS EQUIPAMENTOS**

## METROL EQUIPAMENTOS DE SINALIZAÇÃO LTDA.

**Rua Avaré, 61 - Jd. Gramacho  
CEP.: 25.056-310 - Duque de Caxias / RJ  
Telefax : (21) 2775-6471 / 2775-6472  
[www.metrol.com.br](http://www.metrol.com.br)**