P.A.P.I.
PRECISIÓN APPROACH PATH INDICATOR

Lic. Sergio Iván Barbosa C.

RESUMEN

En el presente artículo se detallan las características principales de uno de los sistemas componente de las ayudas visuales iluminadas que se encuentran instaladas en el Aeropuerto Internacional El Alto, el Sistema Indicador de Senda de Aproximación de Precisión (PAPI, por sus siglas en inglés). Además se proporcionara una breve descripción de varias ayudas visuales iluminadas que se instalan en pistas de aproximación instrumental de precisión de categoría I, los antecedentes históricos, las partes principales, algunas configuraciones y las normativas emitidas por la Organización de Aviación Civil internacional (OACI) son también incluidas para proporcionar una clara información respecto a este tema tan importante dentro la aeronáutica. En el epilogo las ultimas novedades sobre elementos con suministro de energía solar.

I. INTRODUCCIÓN

Para toda actividad humana es de suma importancia el uso del sentido de la vista, como sensor de todos los cambios que rigen a nuestro alrededor. Pudiéndose entender como ***Ayuda Visual*** a todos los elementos que colaboran al sentido de la vista en cualquier actividad humana haciéndola mas placentera, eficiente y segura.

Aplicando la anterior definición al área aeronáutica podemos decir que: Ayudas Visuales a la Navegación Aérea, son todos los elementos que colaboran al sentido de la vista para que las operaciones aéreas sean más eficientes, placenteras y seguras.

La seguridad dentro las operaciones aéreas, juega un papel muy importante en el desenvolvimiento de las mismas, teniéndose la siguiente premisa dentro del quehacer aeronáutico: "Cero Error".

Existen las ayudas visuales iluminadas y no iluminadas, las primeras son referidas a todas las luces que se instalan en los aeropuertos y las segundas se refieren a las marcas que se realizan dentro el área de maniobras.

Un factor operacional dentro del campo de la aeronáutica son las condiciones atmosféricas del medio, que afectan de gran manera la visibilidad.

En condiciones menores a las condiciones meteorológicas visuales es cuanta mayor importancia adquieren las ayudas visuales iluminadas.

Un procedimiento de aterrizaje consta de varias etapas o tramos, tramo a favor del viento (viento en cola), tramo base y la aproximación final (Fig. 1). Esta última, es la más crítica y la que tiene mayor índice de accidentes, debido a que la aeronave debe corregirse en tres dimensiones, de forma manual y en contados segundos.

Los estudios estadísticos han demostrado que el tiempo que requiere un piloto en desplazar su mirada de las referencias visuales exteriores a los instrumentos del panel de control y luego nuevamente al exterior, es de 2.5 segundos, tiempo que una aeronave de gran performance recorre aproximadamente 150 metros.

Por lo tanto las ayudas visuales iluminadas deben tener una ***configuración simple y normalizada***, de manera que el piloto no sufra ninguna confusión y tenga certeza de la información exterior que recibe.

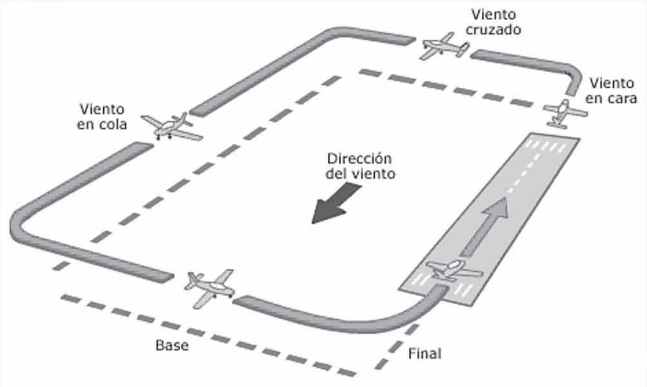


Fig.1 TRAMOS DE UN CIRCUITO DE ATERRIZAJE

II. HISTORIA

Para revisar los antecedentes históricos de las ayudas visuales a la navegación aérea, debemos referirnos al progreso que ha tenido la aeronavegación, pues estos sistemas surgen como respuesta a las necesidades que demanda la actividad aeronáutica.

Los hermanos Wright realizaron el primer vuelo controlado en diciembre de 1903, desde esta época se fueron desarrollando las ayudas terrestres para despegar, aterrizar y de la misma forma para navegar en el espacio.

Se pueden diferenciar tres periodos dentro del desarrollo histórico y tecnológico de las ayudas visuales:

Periodo Inicial, Periodo Básico (1933 -1946) y Periodo de Madurez (1946 a nuestros días).

En un principio para dar señales de la dirección de alineación a las franjas de aterrizaje se usaban como referencia banderas tendidas o personas con señales. Para conocer la velocidad y dirección del viento, se quemaban hierbas, aceite o combustible de diversa índole de manera que se produjera humo, de esta manera el piloto podía realizar maniobras hacia la pista adecuada.

Las banderolas de colores fueron las antecesoras de los faros aeronáuticos, el color verde significaba VIA LIBRE, el rojo VIA OBSTRUIDA y el color blanco significaba fuera de uso.

Entre 1933 – 1945, el desarrollo de las aeronaves fue terriblemente acelerado, practicándose los primeros vuelos a ciegas (hoy vuelo instrumental). En la época de la guerra se practicaron lo primeros procedimientos con guías radioeléctricas, es entonces que se advirtió la necesidad de unos empalmes de señalización de luces para aterrizar con seguridad.

Los portaviones y los aeródromos militares, al finalizar la segunda guerra mundial, ya contaban con sistemas de señalización de trayectoria de aproximación.

En el periodo comprendido entre 1946 y 1953 se desarrollaron los sistemas Radar, las comunicaciones VHF, el piloto automático, las luces de abordo, junto con estos avances se desarrollaron las luces terrestres incluyendo las intensidades variables, se investigo sobre la longitud de onda para colores que penetren la niebla y de acuerdo a las estadísticas de la dirección del viento se empezó a dar orientación a las pistas.

III. PARTES PRINCIPALES DE LAS AYUDAS VISUALES ILUMINADAS

Las Ayudas Visuales iluminadas son sistemas, entendiéndose por sistema al conjunto de elementos que unidos buscan un solo fin, por lo tanto están compuestos por varias partes entre las que podemos citar las siguientes:

Regulador de Corriente constante, equipo que sirve para mantener la intensidad de iluminación constante en todas las luces que integran el sistema, con el fin de tener uniformidad en el brillo.

Transformador de Aislamiento, la función de este elemento es dar continuidad al circuito, debido a que la conexión de las lámparas es en serie, la falla de cualquiera de ellas no debe afectar la integridad de todo el resto de la instalación. Posee tres conectores, dos de ellos (hembra – macho) se conectan al circuito de conexión en

serie y el otro alimenta a la lámpara (Fig. 2).

Reflectores, son los encargados de dirigir la luz emitida por las lámparas, de acuerdo con las características de las ayudas visuales, en algunos casos también se utilizan refractores, tanto internos como externos.

Lámparas, son las fuentes emisoras de energía lumínica, cuya característica principal es trabajar en función de la corriente, por lo general son de tipo halógeno.

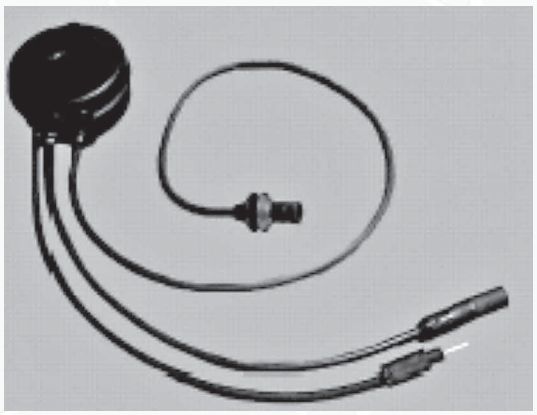


FIG. 2 TRANSFORMADOR DE AISLACIÓN

IV. CARACTERISTICAS DE LAS AYUDAS VISUALES ILUMINADAS

En cuanto a las características que las ayudas visuales iluminadas presentan, vienen descritas por lo que se llama las 4 "C", por comenzar las palabras con la letra "C", **Configuración, Color, Cobertura y Candelas.**

Configuración, es la primera característica y esta referida a la forma de emplazamiento de las unidades que componen cualquier sistema de ayuda visual iluminada, especificando distancias entre ellas, distancias respecto al umbral de pista (sector desde donde se inicia el área destinada a las operaciones aéreas), etc.

Color, es la segunda característica y se refiere a los colores normados utilizados para diferenciar las señales de las ayudas visuales iluminadas.

Cobertura, este característica se refiere a los sectores en los que son visibles las ayudas visuales iluminadas y a la reducción del deslumbramiento.

Candelas, siendo esta una unidad de intensidad lumínica, las recomendaciones que la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) emite, son curvas de isocandelas las cuales deben cumplirse y que varía de acuerdo a la posición y función de las ayudas visuales iluminadas (Diagramas publicados en el documento Anexo 14 – OACI).

Se sabe que la agudeza visual y la sensibilidad frente al deslumbramiento varían según las personas, la edad de ellas y el grado de fatiga. Un elemento importante para el deslumbramiento es la transmitibilidad atmosférica, que varía cuando es de día, atardecer, noche o cuando existe niebla.

Para otorgar un buen servicio, dentro las operaciones aéreas, a los pilotos evitando los problemas de deslumbramiento, los reguladores de corriente constante poseen un rango de variación de intensidad lumínica (variación de brillo) que depende de las características de las ayudas visuales.

Por lo general las luces de alta y media intensidad posee de 3 a 5 niveles de intensidad, en cambio las luces de baja intensidad solo posee un solo nivel de intensidad.

Finalmente, las ayudas visuales más críticas, deben tener un alto grado de continuidad en la emisión de sus señales, por lo que se tienen dos circuitos eléctricos en las luces de borde de pista y luces de aproximación, en caso de falla de uno de ellos el otro se mantiene operable y aun son visibles las señales luminosas.

V. PRINCIPALES AYUDAS VISUALES ILUMINADAS

La instalación de las ayudas visuales iluminadas depende de la categoría de aproximación que posee la pista de aterrizaje, según las normas

de la OACI, existen los siguientes tipos de aproximación (ANEXO 14):

a) Pista para aproximaciones que no sean de precisión.
b) Pista para aproximaciones de precisión Categoría I.
c) Pista para aproximaciones de precisión Categoría II.
d) Pista para aproximaciones de precisión Categoría III.

Cada una de ellas con sus características de altura de decisión y alcance visual de la pista.

El Aeropuerto Internacional El Alto posee un sistema de aproximación instrumental Categoría I, por lo que la aproximación también posee este mismo tipo de categoría.

De manera muy resumida (por lo extenso del tema), se describen las ayudas visuales iluminadas que están instaladas en el Aeropuerto Internacional El Alto y cuyo mantenimiento esta a cargo de la Sección Electromecánica de AASANA Regional El Alto.

1. SISTEMA DE LUCES DE APROXIMACION

Siglas: ALS (Approach Lighting System).

El sistema de luces de aproximación tienen como finalidad proporcionar al piloto señales luminosas de suficiente precisión e intensidad que penetrando las nubes permitan **reconocer la distancia y dirección del eje de pista.**

Configuración: Se dividen en dos tipos de configuraciones, las configuraciones básicas o típicas (normadas en el Anexo 14 – OACI) y las configuraciones equivalentes (normadas por la FAA – Federal Aviation Administration).

Color: Se utiliza el color blanco en la mayoría de las configuraciones, en algunos sectores se utiliza el color rojo.

Cobertura: Son visibles solo en el sentido de aproximación.

Por poseer este sistema luces de alta intensidad, la variación de brillo que tiene es la siguiente:

Pos. 1 – 0.2 % de brillo, Pos. 2 – 1%, Pos. 3 – 5%, Pos. 4 – 25% y Pos. 5 – 100%.

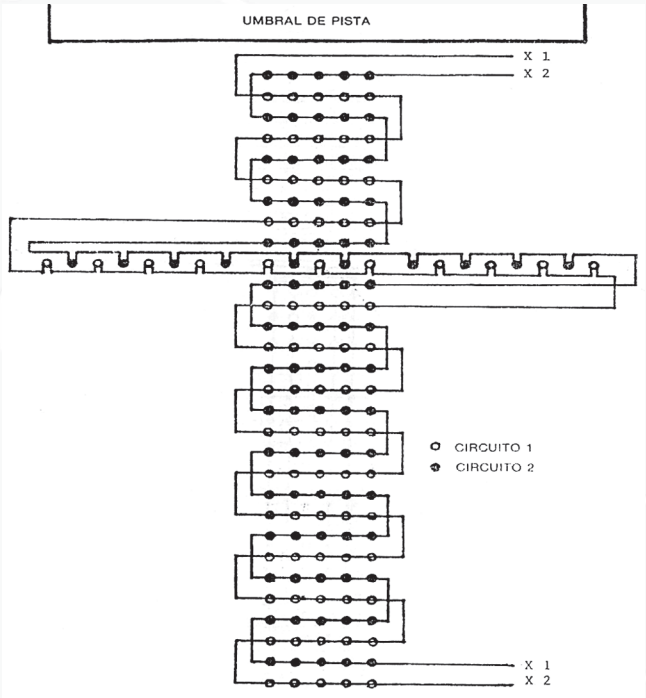


FIG. 3 CONEXIÓN EN DOBLE CIRCUITO – SISTEMA DE LUCES DE APROXIMACION CATEGORIA I

La figura anterior muestra el cableado en doble circuito de un sistema de luces de aproximación categoría I, este tipo de cableado aumenta el grado de confiabilidad de este sistema.

2. SISTEMA DE LUCES DE BORDE DE CALLES DE RODAJE



Siglas: TWYL (Taxiway Lights).

Las luces de borde de calle de rodaje tienen como finalidad proporcionar al piloto señales luminosas que delimitan las calles de rodaje que posee el aeródromo, de manera que el piloto distinga claramente por donde abandonar la pista o la plataforma. Se instalaran en

calles de rodaje que no posean luces de eje de calles de rodaje y que estén destinadas a usarse de noche.

Configuración: Las luces deberán estar instaladas tan cerca como sea posible de los bordes de calle de rodaje, en la parte rectilínea deberán disponerse con espaciado longitudinal uniforme que no exceda de 60 metros.

Color: Se utiliza el color azul.

FIG.4 UNIDAD LUMINICA DE BORDE DE CALLE DE RODAJE.

Cobertura: Son visibles en todos los sentidos. Al ser luces de baja intensidad solo posee un nivel de brillo.

3. SISTEMA DE LUCES DE BORDE DE PISTA.



Siglas: REDL (Runway Edge Lights).

Las luces de borde de pista tienen como finalidad proporcionar al piloto señales luminosas que delimitan y muestran la longitud de la pista de manera que el piloto distinga claramente donde aterrizar o despegar. Se instalaran en pistas destinadas a uso nocturno o en una pista para aproximaciones de precisión de uso tanto diurno como nocturno.

Configuración: Las luces deberán estar instaladas en dos filas paralelas y equidistantes del eje de pista, espaciadas uniformemente a intervalos no mayores de 60 metros en el caso de una pista de vuelo por instrumentos y a intervalos no mayores de 100 metros en una pista de vuelo visual.

Color: Se utiliza el color blanco.

Cobertura: Son visibles en todos los sentidos, poseen también 5 niveles de brillo variándose de acuerdo con las condiciones meteorológicas reinantes.

4. SISTEMA DE LUCES DE IDENTIFICACION DE UMBRAL DE PISTA

Siglas: REIL (Runway End Identifier Lights).

Las luces de identificación de umbral pista tiene como finalidad proporcionar al piloto señales luminosas que muestren el inicio de la pista (umbral de pista), además del ancho aproximado de la misma. Son luces de destellos (estroboscópicas) cuya frecuencia de destello debe ser de 60 a 120 veces por minuto.

Configuración: Las luces deberán estar instaladas simétricamente respecto del eje de pista, alineadas con el umbral y a 10 metros al exterior de cada línea de luces de borde de pista. Constan de 2 unidades instaladas a cada lado del umbral.

Color: Se utiliza el color blanco.

Cobertura: Son visibles solo son en el sentido de aproximación.

5. SISTEMA DE LUCES DE FINAL DE PISTA

Siglas: RENL (Runway End Lights).

Las luces de final pista tienen como finalidad proporcionar al piloto señales luminosas que muestren el sector donde finaliza la franja de despegue. Son unidades de tipo empotrado, es decir se encuentran instaladas dentro de la pista, el material del que son fabricados ha sido probado para que a través de él pueda rodar una aeronave.

Configuración: Se instalaran este tipo de luces en pistas que estén equipadas con luces de borde de pista. Colocadas perpendicularmente al eje de pista tan cerca del final de la pista como sea posible. Serán por lo menos 6 luces espaciadas uniformemente.

Color: Se utiliza el color rojo, pues indica precau-

ción, ya que posterior a estas luces no existe mayor superficie para realizar el despegue correspondiente.

Cobertura: Son visibles solo son en el sentido de despegue.

6. SISTEMA DE LUCES DE UMBRAL DE PISTA

Siglas: RTHIL (Runway Threshold Ilumination Lights).

Las luces de umbral pista tiene como finalidad proporcionar al piloto señales luminosas que muestren el inicio de la pista (umbral de pista).

Configuración: Se instalaran este tipo de luces en pistas que estén equipadas con luces de borde de pista. Colocadas perpendicularmente al eje de pista tan cerca de umbral de pista como sea posible separadas uniformemente cada 3 mts. (Pista Categoría I).

Color: Se utiliza el color verde, indicando que a partir de este sector existe la superficie correspondiente para que cualquier aeronave pueda aterrizar.

Cobertura: Son visibles solo son en el sentido de aproximación.

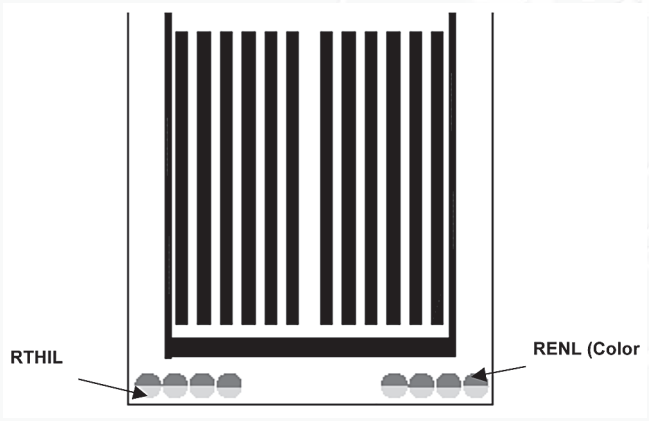


FIG. 6 UBICACIÓN DE LAS LUCES DE FINAL Y UMBRAL DE PISTA

7. FARO DE AERODROMO.

Siglas: ABN (Aerodrome Beacon).

El Faro de Aeródromo tiene como finalidad proporcionar al piloto señales luminosas que muestren la existencia de un aeródromo.

Configuración: Será instalado en el aeródromo o en su proximidad, en una zona de baja iluminación de fondo. Emitirá destellos alternados de color blanco y verde, por tratarse de aeródromo terrestre.

Color: Se utiliza el color blanco y verde.

Cobertura: Es visible en todos los sentidos.

8. SISTEMA INDICADOR DE SENDA DE APROXIMACIÓN DE PRECISIÓN

Siglas: PAPI (Precision Approach Path Indicator)

Configuración: Los elementos que proveen las señales deberán estar instalados generalmente al lado izquierdo de la pista con las distancias especificadas en la Fig.7. Los elementos se montaran lo mas bajo posible y serán lo suficientemente ligeros y frangibles para no constituir un peligro para las aeronaves.

Color: Se utiliza el color rojo y blanco.

Cobertura: Son visibles solo en el sentido de aproximación.

Haciendo una retrospectiva de los inicios de este sistema podemos hablar del año 1977, ya que a mediados de ese año se puso a prueba en el aeropuerto de Gastwick (Londres-Inglaterra) uno de los primeros equipos PAPI de la marca ADB y se concluyo que sus señales eran más fiables que del sistema VASIS (Visual Approach Slope Indicator System – Sistema Visual Indicador de Pendiente de Aproximación).

Los sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación normalizados se clasifican, según el Anexo 14, en:

T- VASIS y AT-VASIS.

PAPI y APAPI.

Las especificaciones del sistema T-VASIS y AT-VASIS no se describirán en el presente artículo por ser un sistema que ya no se utiliza dentro de los aeropuertos.

8.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

El sistema PAPI (L-880, especificaciones FAA) está constituido por cuatro elementos ubicados normalmente al lado izquierdo de la pista (vista en el sentido de la aproximación). En algunos casos tiene un mecanismo automático de interrupción en caso de que el ángulo de las unidades este incorrecto. El elemento más cercano a la pista (elemento D de la figura 7) debe estar a mayor altura que el ángulo de elevación requerido.

El sistema APAPI (PAPI **A**breviado – L881 especificaciones FAA), está constituido por dos elementos ubicados normalmente al lado izquierdo de la pista (vista en el sentido de la aproximación).

Existen dos tipos de sistemas, el sistema estilo "A", es el que usa 220 o 240VAC para el suministro de todo el circuito; y el sistema estilo "B" el cual usa 6.6 o 20A para el circuito en serie.

Cuando se cuente con dos sistemas PAPI o APAPI en ambos lados de la pista la configuración simétrica servirá para aeronaves que exijan guía exterior de balanceo.

Estos sistemas serán utilizados tanto en operaciones diurnas como nocturnas. Teniendo una graduación de intensidad de 5 pasos, graduándose de acuerdo a las condiciones predominantes, evitándose así el deslumbramiento del piloto. En tiempos despejados el alcance del sistema será de 7,4 km.

Cada uno de estos elementos (A, B, C y D de la Figura 7) son llamados unidades lumínicas que pueden estar constituidos por dos o tres sistemas ópticos, que a su vez se encuentran constituidos por: lámparas halógenas de 200 Watts de potencia y 6.6 Amperios de corriente, un reflector de precisión de aluminio, un filtro rojo de vidrio de alto grado de difusión y un lente de proyección de 100 mm de diámetro.

Están montados sobre unas bases de hormigón, en donde se encuentran los transformadores de aislación para su conexionado en serie (Fig.8).

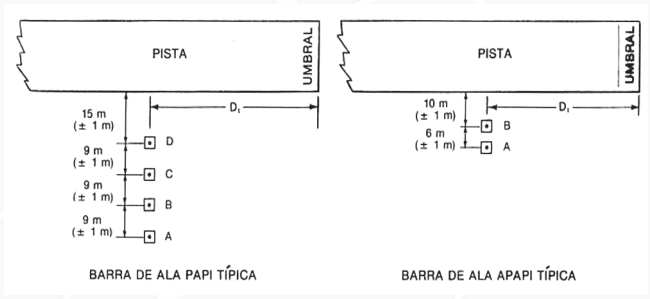


FIG. 7 DISTANCIAS DE INSTALACION DE ELEMENTOS DEL SISTEMA PAPI Y APAPI.



FIG 8. PAPI MARCA PHILIPS -UNIDAD LUMINICA CON TRES SISTEMAS OPTICOS

La distancia D_1 respecto al umbral (Fig. 7), requiere un análisis minucioso y se encuentra subordinada a los siguientes aspectos:

a) Tipo de aeronave critica.
b) La clave de la pista.
c) Angulo de aproximación definido.
d) Compatibilidad con el ILS.
e) Pendiente longitudinal de la pista.
f) El MEHT (Minimun Eye Height Threshold) altura mínima del ojo sobre el umbral.

En La Paz este sistema se encuentra emplazado, para la pista 10 a 416 metros del umbral, con un ángulo de aproximación de 2,5º y para el caso de la pista 28 se encuentra a 598 metros del umbral, con un ángulo de aproximación de 3º.

8.2 SEÑALES DEL SISTEMA PAPI Y APAPI

Las señales que el sistema PAPI ofrece al piloto son las que se encuentran especificadas en la Figura 9-A y Figura 9-B, donde aparte de ver los colores de las luces se puede apreciar la perspectiva de la pista en la aproximación.

A continuación se describen los incisos de la figura 9-A.

a) Cuando la aeronave se encuentre muy por encima de la pendiente de aproximación el piloto verá cuatro luces de color blanco.
b) Cuando la aeronave se encuentre por encima de la pendiente de aproximación el piloto verá de color rojo la luz más cercana a la pista y de color blanco las otras tres luces.
c) Cuando la aeronave se encuentre en la pendiente de aproximación ó muy cerca a ella el piloto verá de color rojo las dos luces más cercanas a la pista y de color blanco las dos restantes.
d) Cuando la aeronave se encuentre por debajo de la pendiente de aproximación el piloto verá de color rojo las tres luces más cercanas a la pista y de color blanco la restante.
e) Cuando la aeronave se encuentre muy por debajo de la pendiente de aproximación el piloto verá de color rojo las cuatro luces, siendo esta situación.

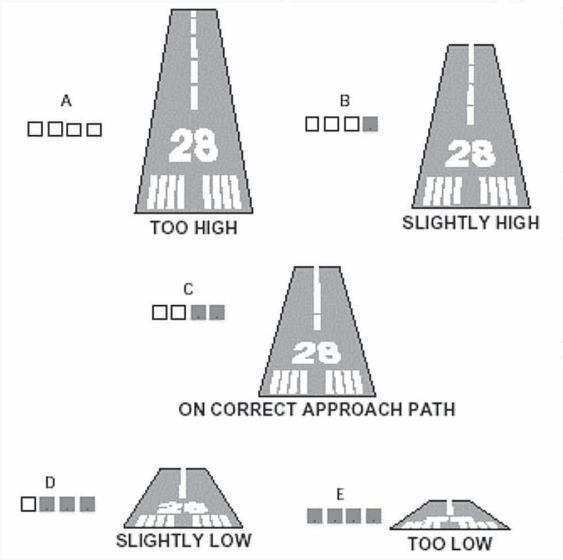


FIG.9-A SEÑALES DEL SISTEMA PAPI

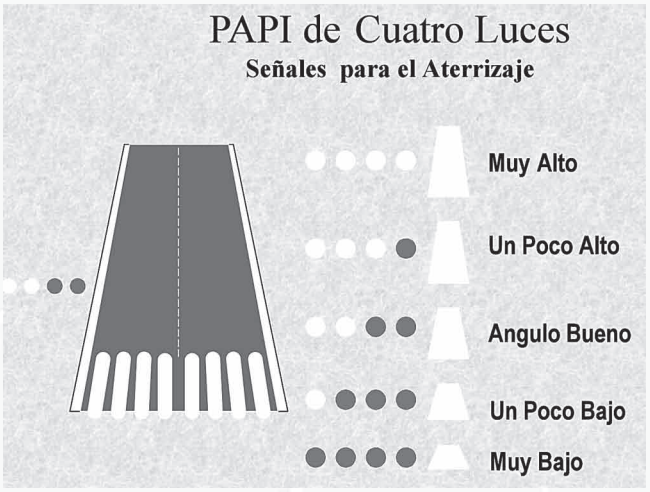


FIG.9-B SEÑALES DEL SISTEMA PAPI

Las señales que el sistema APAPI ofrece al piloto son las que se muestran en la Figura 10, a continuación se describen estas señales.

Cuando la aeronave se encuentre por encima de la pendiente de aproximación el piloto verá de color blanco las dos luces.

Cuando la aeronave se encuentre en la pendiente de aproximación ó muy cerca a ella, el piloto verá de color rojo la luz más cercana a la pista y de color blanco la otra luz.

Cuando la aeronave se encuentre por debajo de la pendiente de aproximación el piloto verá de color rojo las dos luces.

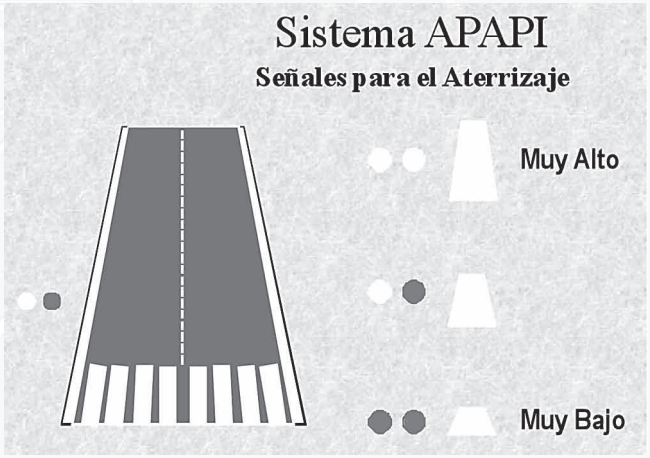


FIG. 10 SEÑALES DEL SISTEMA APAPI

8.3 NIVELACIONES

Para garantizar unas señales óptimas se deben

hacer las siguientes nivelaciones, tres en el campo y una en el taller.

La primera nivelación se la hace con referencia al eje de la pista, ya que este es el punto mas alto de la pista, esta cota debe coincidir con el centro del lente de las cuatro unidades lumínicas y estar coincidentes con un margen de variación de 5 mm.

La segunda nivelación se denomina nivelación angular y se la realiza con un instrumento llamado inclinómetro (aparato de precisión que comprende 2 niveles de burbuja y un mecanismo vernier que puede medir ángulos de 0º a 12º), se calibra unidad por unidad con la siguiente tabla (designación de elementos según la figura 7):

UNIDAD	ÁNGULO
D	3º30' (θ4)
C	3º10' (θ3)
B	2º50' (θ2)
A	2º30' (θ1)

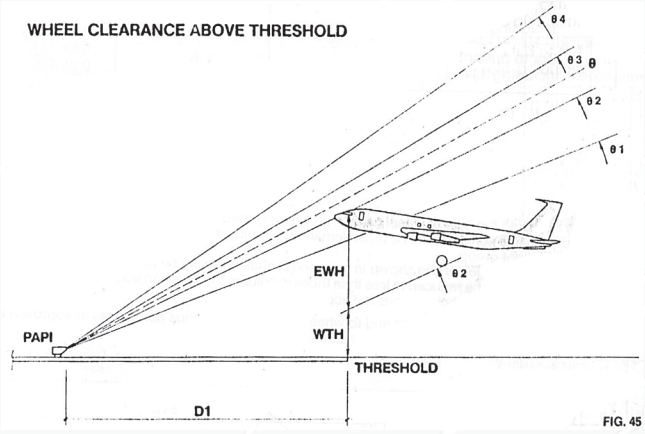


FIG. 11 - REGLAJE ANGULAR DEL SISTEMA PAPI CON AERONAVE EN APROXIMACIÓN

El ángulo de pendiente de aproximación se encuentra entre las unidades 2 y 3.

En la Figura 11, se puede apreciar los cuatro ángulos de las unidades del sistema PAPI (θ4, θ3, θ2 y θ1), entre el ángulo θ1 y θ2 se encuentra el ángulo estipulado para la aproximación correcta. La importancia de que la aeronave ingrese con la correcta pendiente de aproximación es debido a que debe existir la suficiente distancia para el frenado de la misma.

Las siglas EWH (Eye-Wheel Height) es la altura de los ojos-rueda, que depende del tipo de aeronave, a mayores envergaduras de la aeronave mayor es la altura y WTH (Wheel-Threshold Height) es la altura de las ruedas sobre el umbral, esta altura depende de los obstáculos reinantes. La suma de ambas alturas da como resultado el MEHT, es decir la altura mínima de ojos sobre el umbral en sentido de aproximación.

Finalmente se realiza la tercera nivelación denominada nivelación transversal, se la realiza también con el inclinómetro, nos debe mostrar una perpendicularidad con el eje de pista.

La alineación en el taller se la realiza con el banco de alineamiento óptico, este banco nos coloca frente al sistema óptico como si estuviéramos a 1 Km., esta nivelación ajusta los proyectores de tal manera que todos ellos tengan las mismas características ópticas de transición y puedan ser intercambiables.

Los ángulos típicos, a los que se encuentran graduados las unidades del sistema de pendiente de aproximación APAPI son (designación de elementos según la figura 7):

UNIDAD	ÁNGULO
1	3º 15'
2	2º45'

9. ÚLTIMAS NOVEDADES

Al igual que varias industrias en todo el mundo, la industria aeronáutica también ha buscado la forma de optimizar el uso de la energía, mediante el uso de energías alternativas como ser la energía solar. Es por eso que en la actualidad muchas industrias que fabrican luces para las ayudas visuales ya tienen operando elementos cuyo suministro es mediante paneles de energía solar (ADB Siemens).

Otra innovación digna de destacar de la fábrica ADB Siemens, es el SCPAPI (Single Channel PAPI), que consiste en la instalación de un solo sistema óptico, en lugar de 2 ó 3, reduciendo el tiempo de instalación y el espacio de instalación, cumpliendo con las normas de la OACI y de la FAA en la emisión de sus señales. Cada una de estas unidades posee tres lámparas de 105 Watts, 6.6 amperios sumándose un total de 315 W, siendo esta potencia 21% menor que los equipos que usan 2 lámparas de 200 W y 48% menor que los equipos que utilizan 3 lámparas de 200 W (Sistema PAPI marca PHILIPS instalado en el Aeropuerto El Alto- Figura 8). Además incluye una nueva tecnología utilizando dos lentes internamente colocados y un filtro produciendo una transición muy cerrada entre los colores rojo y blanco. La otra gran ventaja de este nuevo equipo es la facilidad en la instalación, alineamiento y mantenimiento.

Cada unidad viene con un indicador digital del ángulo vertical, con una resolución de 0.01 grados decimales, eliminándose la necesidad de realizar verificación manual con inclinómetro del ángulo de aproximación, reduciéndose el tiempo de mantenimiento.

Para incrementar la fiabilidad de las señales emitidas por este equipo, tiene un control electrónico de inclinación, el cual esta diseñado para desenergizar, luego de 25 segundos, las lámparas cuando el ángulo varié en + 0.50 y - 0.25 del ángulo designado para la aproximación.

En la figura 12- A se pueden apreciar las partes del SC PAPI y la figura 12-B muestra el elemento SC PAPI de forma física.

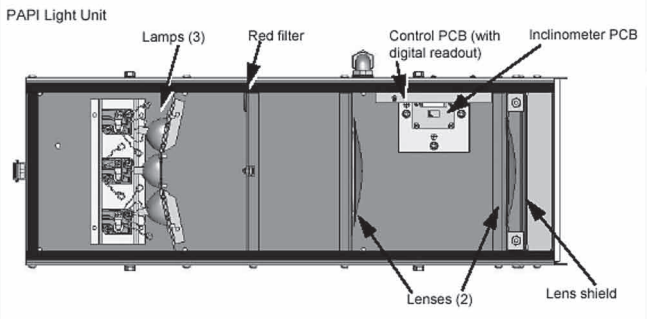


FIG. 12-A PARTES DEL SCPAPI



FIG. 12-B VISTA DEL SCPAPI

La empresa "flightligh" ha desarrollado un Sistema APAPI con suministro de energía solar y utilizando lámparas LED´s en lugar de lámparas incandescentes, que puede ser aplicado en lugares donde es inaccesible el suministro de energía eléctrica. Este equipo tiene un consumo mínimo de potencia (45 W de día y 15 W de noche), siendo una de las mejores soluciones para el uso eficiente de la energía (conjunción de lámparas LED´s con suministro de energía solar). En la figura 13 se muestra los dos elementos del sistema APAPI (PAPI Abreviado) más los paneles solares para el suministro de energía.



FIG. 13 VISTA DE APAPI CON ENERGIA SOLAR

Si hablamos de equipos con nueva tecnología, es digno mencionar la solución optoelectronica para un alineado perfecto de los elementos del sistema PAPI, desarrollado por la empresa ACS internacional, presentado en la Conferencia

Anual de IES (Illuminating Engineering Society) en el Comite de Iluminación Aeronáutica, en octubre del 2009.

Se trata de un sensor montado sobre un mecanismo graduable que puede ser enlazado a un software de análisis de imágenes. La captura de imágenes del PAPI, lo realiza como si lo estuvieran viendo los ojos del piloto. Teniendo una exactitud de medición de 1 grado centesimal.

Este equipo fue probado por el equipo de expertos de la FAA en Centro Técnico de Atlantic City. En octubre del 2009, el Grupo de Trabajo de Ayudas Visuales de la OACI, durante el séptimo encuentro llevado a cabo en Kansas, aprobo realizar una enmienda en el Manual de diseña de Aeródromos, Parte 4 en el párrafo 8.3.18.1-2, introduciendo la recomendación de utilizar un instrumento optoelectrónico para una alineación más precisa del sistema PAPI. (Fig 14).



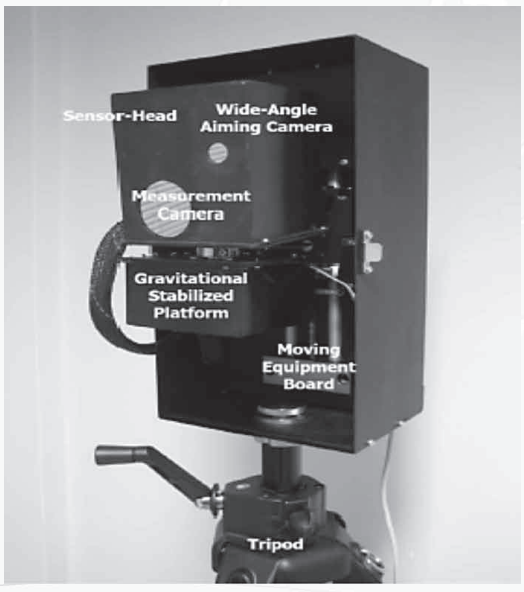




FIG.14 EQUIPO DE ALINEACION OPTOELECTRONICO, INSTALACION Y VISTA DEL SOFTWARE

USO DE LED´s EN LUGAR DE LAMPARAS HALOGENAS

La FAA ha realizado investigaciones para reemplazar las lámparas incandescentes por lámparas de Diodos Emisores de Luz (LED por sus siglas en ingles), lo cuales son mucho más eficientes. Estas investigaciones comenzaron a mediados del 2005. La expectativa de vida que se tiene de las lámparas LED es de más de 100000 horas de funcionamiento.

La empresa ADB SIEMENS y Carmanah Technologies, han formado un equipo para proveer la siguiente variedad de elementos cuyo suministro esta en base a paneles solares y las lámparas utilizadas son de tipo LEDs. Dando énfasis a soluciones "verdes" y sostenibles en el área aeronáutica.

Como dato interesante la empresa AIRLED, ha instalado 100 Balizas **L-860 Led/861Led** cuyo consumo total es de **700 Watts,** esta la instalación se la realizó con Doble LOOP (doble circuito) y Convertidor de Corriente para Alimentación de Emergencia, en el Aeropuerto de Villa Dolores Prov. De Córdoba, el año 2008.

Solar Aviation Runway/Threshold (SART) LED Lights

Este tipo de luces tiene integrados tanto la lámpara LED como los paneles solares para el suministro de energía. Se pueden instalar en

luces de borde de pista, borde de calle de rodaje, umbral de pista, luce de helipuertos y luces de obstrucción.



Solar Aviation Taxiway Obstruction (SATO) LED Lights

Este tipo de luces no tiene integrado los paneles solares, pudiendo instalarse tanto de forma temporal como permanente o como luces de emergencia.

Se aplican en luces de borde de calles de rodaje, luces de obstrucción y luces de emergencia.



Solar Aviation Wireless LED (SAWL) Lights

Este equipo combina dentro su diseño, suministro con energía solar, lámparas LEDs y un sistema opcional de control inalámbrico muy seguro. El sistema de control puede ser comandado desde las instalaciones terrenas como desde una aeronave a una distancia de 4 kilómetros.

Estos elementos se pueden instalar en luces de borde de pista, umbral de pista y luces de obstrucción.



BIBLIOGRAFÍA.-

1. AERÓDROMOS, ANEXO 14
   VOLUMEN I, DISEÑO Y OPERACIONES DE AERÓDROMOS.
   ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL.
2. DOCUMENTO 9157-AN/901
   MANUAL DE PROYECTO DE AERÓDROMOS
   PARTE 4, AYUDAS VISUALES.
   ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL.
3. DOCUMENTO 9157-AN/901
   MANUAL DE PROYECTO DE AERÓDROMOS
   PARTE 5, SISTEMAS ELECTRICOS.
   ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL.
4. INTRODUCCIÓN A LA ILUMINACIÓN AEROPORTUARIA
   MANUAL DE PHILIPS.
5. MORE ABOUT PAPI
   PUBLICACIÓN DE ADB, SIEMENS.
6. AERONAUTICAL MANUAL INFORMATION
   CAPITULO 2.
   FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION.
7. CIRCULARES DE LA ADMINISTRACION FEDERAL DE AVIACION.
   - AC 150/5345-28F, *Precision Approach Path Indicator (PAPI) Systems.*
   - AC 150/5340-26A, *Maintenance of Airport Visual Aid Facilities.*
   - AC 150/5340-30, *Design And Installation Details for Airport Visual Aids.*
8. VISUAL AIDS HANBOOK

CIVIL AVIATION AUTHORITY, UNITED KINGDOM.

PAGINAS WEB

http://www.chalp.com/
Cooper Crouse-Hinds Airport Lighting Products

http://www.adb-airfield.com/
ADB Airfield Solutions

http://www.adb-airfield.com/product_center_solar/products.aspx
Innovaciones ADB

http://www.sas.siemens.com/product_center/products.aspx
Información productos aeronáuticos – Industria ADB.

http://www.flightlight.com/airportlighting/4.0.1/4.0.1.html
Información sobre APAPI con suministro de energía solar.



Lic. Sergio Iván Barbosa Calderón,
Licenciado en Electromecánica, Universidad Mayor de San Andrés.

Diplomado en Educación Superior, Facultad Técnica- UMSA.

Actualmente integrante de la Sección Electromecánica, AASANA, Aeropuerto Internacional El Alto.

Áreas de interés: Automatización Industrial, Monitoreo y Control Automatizado, Ayudas Visuales a la Navegación Aérea, Navegación Satelital.